

**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.ДВ.1.1 «Циркуляторы физико-энергетических установок»**  
**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: 144/4  
(часов/з.е.)

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

Разработчик(и): Хохлов В.Н., к.т.н., Сатаев А.А., к.т.н  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рецензент: Бокова Т.А., к.т.н., доцент кафедры АТС \_\_\_\_\_

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 "Ядерная 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 № \_\_\_\_\_

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
1.1. Целью освоения дисциплины является: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины: .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	4
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	8
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	10
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ИЛИ ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	10
5.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	11
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	13
6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	15
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	15
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</b> .....	16
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	17
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	18
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	18
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	19
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	19
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	19

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Целью освоения дисциплины является:**

- приобретение студентами знания основ профессиональных задач в области устройства насосов и компрессоров, а также принципах их работы.

## **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- сформировать общее представление о конструкции и особенностях насосов и компрессоров, об их основных принципах работы.
- научить студента умению использовать теоретические положения, применять компьютер с прикладными программными средствами для решения научно-технических задач в области расчётов и проектирования циркуляционного оборудования;
- изучить основные аспекты ведения научных исследований современными методами.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.1.1 «Циркуляторы физико-энергетических установок» включена в перечень, вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 3-м курсе в 6-м семестре. Кроме дисциплины «Циркуляторы физико-энергетических установок» в формировании компетенции ПКС-5 параллельно участвуют дисциплины: «Радиационная безопасность», «Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок», «Экономика ядерной энергетики», «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», «Кинетика ядерных реакторов», «Тепловые схемы ядерных энергетических установок», «Теплотехнические измерения», «Турбомашины», «Паровые и газовые турбины», «Насосы и компрессоры», «Ядерные топливные материалы», «Технология конструкционных материалов», «Дополнительные главы по циркуляторам физико-энергетических установок».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Циркуляторы физико-энергетических установок» получают необходимые навыки для разработки и эксплуатации циркуляторов различных типов, осваивают методы выбора циркуляторов, определения показателей их эффективности, методики инженерных расчетов и испытаний.

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, свободно владеющего современными методами научных исследований.

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

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Циркуляторы физико-энергетических установок» 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**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками							
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
ПКС-5	Тепловые схемы ядерных энергетических установок								
	Теплотехнические измерения								
	Радиационная безопасность								
	Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок								
	Циркуляторы физико-энергетических установок								
	Насосы и компрессоры								
	Научно-исследовательская работа								
	Дополнительные главы по циркуляторам физико-энергетических установок								
	Экономика ядерной энергетики								
	Турбомашины								
	Паровые и газовые турбины								
	Ядерные топливные материалы								
	Технология конструкционных материалов								
	Физика ядерных реакторов								
	Генерация пара								
	Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок								
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок								
	Системы автоматического управления								
	Кинетика ядерных реакторов								
	Преддипломная практика								
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

### 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, обеспечить их безопасность 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.	- о конструкциях и схемах включения основных и вспомогательных систем в ФЭУ; - о процессах, протекающих в циркуляторах; - мощность и КПД насосной установки, вывод уравнения Эйлера.	- разбираться в конструкциях современных циркуляторов; - обоснованно выбирать нужное оборудование; - применять физико-математические методы при моделировании задач эксплуатации циркуляторов.	- навыками проведения теоретического экспериментального исследования рабочих циркуляторов; - навыками работы по проведению испытаний циркуляторов; по выполнению комплекса расчетов и конструированию циркуляторов.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к 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 4 зачетные единицы (з.е.) или 144 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 43 часа, самостоятельная работа обучающихся - 74 часа (таблица 3).

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

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 6 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	144/4	144/4
1. Контактная работа:	43	43
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	9	9
Консультации по дисциплине	6	6
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	74	74
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	17	17
Подготовка к лабораторным занятиям	17	17
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	40	40
3. Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

## 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			Самостоятельная работа студентов	Контроль				
		Лекции	Лабораторные работы	Консультации по дисциплине						
ПКС-5 ИПКС-5.1	1. Введение	3	-	-	2	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 5 - 17	Семинар - диалог	-	-
	2. Теория центробежных насосов	2	-	1	2	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 22-37 п.2 табл. 11 РПД, стр. 12 - 30	Семинар - диалог	-	-
	Лабораторная работа 1. Изучение проточной части центробежного насоса	-	5	-	5	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 60 - 65	Работа в малых группах	-	-
	3. Эксплуатация насосных установок	2	-	1	2	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 40 - 56 п.2 табл. 11 РПД, стр. 161-183	Семинар - диалог	-	-
	4. Усилия, действующие на роторы насосов	2	-	1	2	-	п.2 табл. 11 РПД, стр. 271 - 283	Работа в малых группах	-	-
	Лабораторная работа 2. Изучение конструкции ротора центробежного насоса	-	6	-	6	-	п.2 табл. 11 РПД, стр. 271 - 283	Работа в малых группах	-	-
	5. Осевые насосы	2	-	1	3	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 200 - 213	Семинар - диалог	-	-
	6. Подшипниковые опоры насосов	2	-	1	3	-	п.3 табл. 11 РПД, стр. 112 - 136	Работа в малых группах	-	-

	Лабораторная работа 3. Изучение конструкции радиального динамического и опорного подшипников центробежного насоса	-	6	-	6	-	п.3 табл. 11 РПД, стр. 112 - 136	Работа в малых группах	-	-
	7. Вопросы прочности центробежных насосов.	4	-	1	3	-	п.1 табл. 11 РПД, стр. 311 – 334 п.3 табл. 11 РПД, стр. 245 - 261	Семинар - диалог	-	-
	Выполнение курсовой работы	-	-	3	40	-	-	-	-	-
	Контроль (подготовка к экзамену)	-	-	-	-	27	-	-	-	-
<b>ИТОГО:</b>		17	17	9	74	27				

## 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	лабораторных занятий	
1 - 2	1	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Введение. Теория центробежных насосов»:</p> <p><b>Тема 1.1.</b> Классификация циркуляторов в составе ЯЭУ.</p> <p><b>Тема 2.1.</b> Способ действия, кинематика и динамика потока среды в центробежном насосе.</p> <p><b>Тема 2.2.</b> Конструкция рабочего колеса насоса.</p> <p><b>Тема 2.3.</b> Основные узлы, входящие в проточную часть центробежного насоса.</p> <p><b>Тема 2.4.</b> Обеспечение требуемой подачи и напора изготовленного рабочего колеса.</p> <p><b>Лабораторная работа №1.</b> Изучение проточной части судового центробежного насоса. Конструкция направляющего аппарата. Конструкция рабочего колеса. Конструкция обтекателя.</p>
3	-	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Эксплуатация насосных установок»:</p> <p><b>Тема 3.1.</b> Работа насосов на сеть, определение рабочей точки.</p> <p><b>Тема 3.2.</b> параллельное и последовательное включение насосных установок.</p> <p><b>Тема 3.3.</b> Устойчивость работы насоса на сеть.</p> <p><b>Тема 3.4.</b> Способы регулирования насосной установки. Частотные преобразователи, дросселирующие устройства, байпас.</p>
4	2	<p>Перечень контрольных вопросов:</p> <p><b>Тема 4.1.</b> Причины возникновения радиальных и осевых усилий.</p> <p><b>Тема 4.2.</b> Технологические решения для разгрузки от осевых сил.</p> <p><b>Тема 4.3.</b> Оценочные расчёты действующих нагрузок на ротор.</p> <p><b>Лабораторная работа №2.</b> Изучение конструкции ротора центробежного судового насоса. Способ изготовления ротора. Ротор как часть асинхронного двигателя, устройство и принцип работы «Беличьей клетки»</p>
5	-	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Осевые насосы»:</p> <p><b>Тема 5.1.</b> Область применения осевых насосов.</p> <p><b>Тема 5.2.</b> Сравнение характеристики осевого насоса и центробежного.</p> <p><b>Тема 5.3.</b> Сравнение насосных установок РУ КЛТ-40 и РИТМ-200.</p>
6	3	<p>Перечень контрольных вопросов:</p> <p><b>Тема 6.1.</b> Типы и выбор подшипниковых опор насосных установок различного назначения.</p> <p><b>Тема 6.2.</b> Гидродинамический подшипник. Смазочный клин.</p> <p><b>Тема 6.3.</b> Гидростатический подшипник. Реализация подачи смазочной среды и её отвод.</p> <p><b>Лабораторная работа №3.</b> Изучение конструкции радиального и осевого подшипников судового центробежного насоса. Назначение. Материалы для пар трения. Принцип работы. Назначение импеллера. Теплоотвод от подшипниковых узлов и ротора со статорной перегородкой.</p>
7	-	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Обеспечение прочности»:</p> <p><b>Тема 7.1.</b> Анализ прочности и надёжности вала центробежной машины.</p> <p><b>Тема 7.1.</b> Анализ прочности и надёжности корпусных элементов насоса.</p>

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
1	Способ действия, кинематика и динамика потока среды в центробежном насосе.
2	Вывод уравнения Эйлера.
3	Действительный напор рабочего колеса.
4	Теоретическая и действительная характеристика насоса.
5	Мощность и КПД насосной установки.
6	Работа насоса на сеть.
7	Подобие центробежных насосов.
8	Отводы и подводы центробежных машин.
9	Радиальные и осевые усилия в центробежных насосах.
10	Устойчивость работы насоса в сети.
11	Подшипниковые опоры насосов.
12	Почему уменьшается надежность насоса в крайних режимах работы?
13	Механизм кавитации в насосах.
14	Устойчивость работы насоса в сети.
15	Теорема Жуковского.
16	Устройство осевых насосов.
17	Способы регулирования подачи насосов.
18	Элементарная теория смазки.

## **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 доступ на 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 «Циркуляторы физико-энергетических установок» 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		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПКС-5	ИПКС-5.1	Семинары по темам 1 – 3, 5, 7  Работа в малых группах по темам 4, 6	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	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	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	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
			<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	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	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	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	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-5

В 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 экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания и критериям оценивания, представленным в таблицах 8,9.

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

Компетенции	Уровень усвоения	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 (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ПКС-5 (итог по экзамену)	Достаточный	«Удовлетворительно», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

**Таблица 8 – Критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

В таблице 9 представлен примерный перечень тем курсовых проектов по дисциплине

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

№ п/п	Тема курсового проекта
1	Расчет циркулятора ЯЭУ ледокола мощностью 34 МВт
2	Расчет циркулятора ЯЭУ сухогруза мощностью 21 МВт
3	Расчет циркулятора ЯЭУ танкера мощностью 46 МВт

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	Обучающийся выполнил курсовой проект, который не соответствует выданной ему

	материала, не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.	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. Также при защите курсового проекта допускал грубые ошибки.
Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и 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.	Обучающийся выполнил курсовой проект в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется неплохой глубиной проработки, однако, в расчете была допущена грубая ошибка. Также при защите курсового проекта допускал неточности.
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. При защите курсового проекта показал базовые знания теории без неточностей.
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. При защите курсового проекта показал углубленные знания теории без неточностей.

## 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.	Митенков Ф.М. Главные циркуляционные насосы АЭС / Ф.М. Митенков, Э.Г. Новинский, В.М. Будов; Под ред. Ф.М. Митенкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 376 с.	26
2.	Будов В.М. Судовые насосы : Справочник / В.М. Будов. - Л.: Судостроение, 1988. - 432 с.	51
3.	Африкантов И.И. Судовые атомные паропроизводительные установки (основы проектирования) / И.И. Африкантов, Ф.М. Митенков; Под ред. Н.М. Синева. - Л.: Судостроение, 1965. - 376 с.	15
2. Дополнительная литература		

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
4.	С.М. Дмитриев. Краткий курс тепломассообмена: учеб. пособие / С.М. Дмитриев, А.Е. Хробостов; НГТУ. – 2-е изд., испр. – Н. Новгород, 2012. – 144 с.	125
5.	Справочник по теплогидравлическим расчётам в ядерной энергетике. Том 1. Теплогидродинамические расчёты ЯЭУ П.Л. Кириллов, В.П. Бобков, А.В. Жуков, Ю.С. Юрьев. - 2010. - 771 с.	12
6.	Цветков Ф.Ф. Задачник по тепломассообмену: учебное пособие / Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И. Величко. — 2-е изд., исправ. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 196 с., ил.	10
7.	Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. / В.И. Ляшков. 2-е изд., стер. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. 260 с.	8

## 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 лабораторных работах;
- 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 13 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 12 - 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 «Циркуляторы физико-энергетических установок» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 13.

**Таблица 13 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ 5210 Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Рабочее место студента – 120 Доска меловая; НоутбукHPIntel® Core™ i3-5005UCPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный EpsonEBX500; Экран.	Программное обеспечение: MicrosoftWindows 10 (подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное 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)
№5114 Лабораторный комплекс экспериментальных теплофизических стендов для проведения лабораторных работ	Экспериментальный стенд «Трёхконтурная модель ядерной энергетической установки»; Экспериментальный стенд «Модель контура естественной циркуляции»; Экспериментальный стенд «Исследование воздействия изменения пространственной ориентации судовой ядерной энергетической установки на процессы тепло- и массообмена».	OC Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная; Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGPот 20.05.2024); LabVIEW 7.1, National Instruments, S/N G12X21084, корпоративная университетская лицензия, бессрочная. OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО AdobeAcrobatReaderDC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a> , бесплатное ПО. GoogleChrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное 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;
- лабораторные работы.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- лабораторные работы (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);
- при защите лабораторных работ и полученных результатах (владеть, уметь).

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 лабораторных работах – эксперименты, диалоги, 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 лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **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: экзамен

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

1. Способ действия, кинематика и динамика потока среды в центробежном насосе.
2. Вывод уравнения Эйлера.
3. Действительный напор рабочего колеса.
4. Теоретическая и действительная характеристика насоса.
5. Мощность и КПД насосной установки.
6. Работа насоса на сеть.
7. Подобие центробежных насосов.
8. Отводы и подводы центробежных машин.
9. Радиальные и осевые усилия в центробежных насосах.
10. Устойчивость работы насоса в сети.

11. Подшипниковые опоры насосов.
12. Почему уменьшается надежность насоса в крайних режимах работы?
13. Механизм кавитации в насосах. Способы борьбы с кавитацией.
14. Устойчивость работы насоса в сети.
15. Теорема Жуковского.
16. Устройство осевых насосов.
17. Способы регулирования подачи насосов.
18. Элементарная теория смазки

## РЕЦЕНЗИЯ

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

Учебная дисциплина «Циркуляторы физико-энергетических установок» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируется профессиональная компетенция ПКС-5, прописанная в учебном плане по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерная 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 «Ядерная 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 «Радиационная безопасность», «Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок», «Экономика ядерной энергетики», «Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Генерация пара» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Циркуляторы физико-энергетических установок» студенты продолжают осваивать указанную профессиональную компетенцию, формирование которой начинается при изучении дисциплин «Радиационная безопасность», «Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок», «Тепловые схемы ядерных энергетических установок» и др., а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Циркуляторы физико-энергетических установок», 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 «Циркуляторы физико-энергетических установок» 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: Бокова Т.А., к.т.н., доцент кафедры АТС \_\_\_\_\_

10 марта 2025 г.