

**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  
«20» 06 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФТД.2 «Дополнительные главы по генерации пара»**  
**для подготовки специалистов**

Направление подготовки/специальность: **14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"**  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: **"Ядерные реакторы"**  
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

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

Год начала подготовки: **2023**

Выпускающая кафедра: **ЯРиЭУ**  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: **ЯРиЭУ**  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: **72/2**  
(часов/з.е.)

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

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

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание) \_\_\_\_\_  
(подпись)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины: «Дополнительные главы по генерации пара» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 153 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от «18» 05 2023 г. № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от  
30.05.2023 № 8

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная  
программа  
\_\_\_\_\_, Протокол от 20.06.2023 № 23

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № \_\_\_\_\_

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

## **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 .....	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
РЕЦЕНЗИЯ.....	19

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Целью освоения дисциплины является:

- Приобретение специальных знаний в теории передачи тепла и режимов работы устройств генерации пара теплоэнергетических установок.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление о характеристиках систем и оборудования;
- познакомить студента технологическими регламенты безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций;
- изучить назначение, устройство и принцип работы обслуживаемых систем и оборудования.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) ФТД.2 «Дополнительные главы по генерации пара» включена в перечень дисциплин факультативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы".

Изучение дисциплины осуществляется на 4-м курсе в 8-м семестре. Кроме дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара» в формировании компетенций ПКС-2, 4 параллельно участвуют дисциплины «Общее устройство судов», «Тепловые схемы ядерных энергетических установок», «Ядерные топливные материалы», «Генерация пара», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Физическая теория реакторов», «Циркуляторы физико-энергетических установок», «Насосы и компрессоры», «Турбомашины», «Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок», «Дополнительные главы по тепловым схемам ядерных энергетических установок».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара» получают необходимые знания в теории передачи тепла и режимов работы устройств генерации пара теплоэнергетических установок.

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, знающего работу устройств генерации пара теплоэнергетических установок.

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

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара» у обучающегося частично формируются компетенции ПКС-2,4, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПКС-2,4

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.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ПКС-2	Тепловые схемы ядерных энергетических установок											
	Общее устройство судов											
	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности											
	Ядерные топливные материалы											
	Генерация пара											
	Технологическая практика											
	Дополнительные главы по генерации пара										■	
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок											
	Физическая теория реакторов											
	Научно-исследовательская работа											
ПКС-4	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
	Циркуляторы физико-энергетических установок											
	Насосы и компрессоры											
	Турбомашины											
	Генерация пара											
	Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок											
	Дополнительные главы по тепловым схемам ядерных энергетических установок											

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

Профессиональные компетенции ПКС-2, 4 формируются 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-2</b> Готов к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов	<b>ИПКС-2.1</b> Создаёт новые реакторные установки и физические устройства, новые системы преобразования энергии.	методы исследования теплофизических процессов и свойств	применять специальные прикладные пакеты, используемые при моделировании физических процессов и установок	специальными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок	Задания на практические занятия (оценка по критериям 1 и 2)	Перечень контрольных заданий
	<b>ИПКС-2.2</b> Разрабатывает новые методы расчета современных реакторных установок и физических устройств, методы исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; методы и методики оценки количественных характеристик ядерных материалов	реакторных материалов и теплоносителей				
<b>ПКС-4</b> Способен применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области	<b>ИПКС-4.1</b> Проводит научные исследования в области физики реакторов, реакторного материаловедения, процессов теплообмена в реакторной установке.	о конструкциях и схемах включения основных и вспомогательных систем в ФЭУ	разбираться в конструкциях современных парогенераторов; обоснованно выбирать нужное оборудование	специальными навыками работы по проведению испытаний парогенераторов; по выполнению комплекса расчетов и конструированию парогенераторов	Задания на практические занятия (оценка по критериям 1 и 2)	Перечень контрольных заданий
	<b>ИПКС-4.2</b> Применяет экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области.					

Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.7«Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- 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 2 зачетных единицы (з.е.) или 72 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 38 часов, самостоятельная работа обучающихся - 34 часа (таблица 3).

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

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 8 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	72/2	72/2
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Занятия лекционного типа (Л)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические занятия (ПЗ)	34	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	4	4
Консультации по дисциплине	4	4
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	34	34
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	34	34
Подготовка к зачёту	-	-
3. Контроль		

#### 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	Практические работы	Консультации по дисциплине								
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	1.Введение	-	-	4	-	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 7 - 12	Работа в малых группах	-	-		
	2.Гидродинамика пароводяной смеси	-	-	4	1	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 15 - 27 п.3табл. 9 РПД, стр. 12 - 22	Работа в малых группах	-	-		
	3.Безнапорное движение пароводяной смеси ПГ	-	-	4	1	4	-	п.3табл. 9 РПД, стр. 25 - 34	Работа в малых группах	-	-		
	4.Теплоотдача при кипении жидкости	-	-	4	1	4	-	п.3табл. 9 РПД, стр. 36 - 42	Работа в малых группах	-	-		
	5.Инженерные расчеты парогенераторов	-	-	4	1	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 97 - 115	Работа в малых группах	-	-		
	6.Процессы коррозии в парогенераторах	-	-	4	-	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 201 - 223	Работа в малых группах	-	-		
	7.Водный режим парогенераторов в составе ФЭУ	-	-	4	-	4	-	п.2табл. 9 РПД, стр. 56 - 66	Работа в малых группах	-	-		
	8.Процессы и аппараты водоподготовки	-	-	4	-	4	-	п.2табл. 9 РПД, стр. 66 - 74	Работа в малых группах	-	-		
	9. Эксплуатация систем парогенераторов	-	-	2	-	2	-	п.2 табл. 9 РПД, стр. 74 - 83	Работа в малых группах	-	-		
<b>ИТОГО:</b>				34	4	34							

## 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 Практических занятий	Перечни контрольных вопросов и заданий
1	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «введение»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Место парогенератора в ЯЭУ</li> <li>2. Требования, предъявляемые к теплообменному оборудованию</li> <li>3. Специфика прямоточного змеевикового парогенератора с теплоносителем второго контура в трубках (змеевиках)</li> </ol>
2	<p>Перечень контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура и режимы течения парожидкостного потока в обогреваемом канале</li> <li>2. Расходные и истинные параметры циркуляции двухфазных потоков</li> <li>3. Расчет истинного объемного паросодержания одиночных паровых пузырей</li> <li>4. Способы измерения паросодержания</li> <li>5. Гидравлические сопротивления при движении двухфазной среды в каналах</li> <li>6. Гидравлические характеристики обогреваемых каналов в экономайзерной, испарительной и пароперегревательных областях ПГ</li> <li>7. Гидравлические характеристики обогреваемых каналов с экономайзерной областью</li> <li>8. Гидродинамическая неустойчивость</li> </ol>
3	<p>Перечень контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема устройства и основные параметры простого контура с естественной циркуляцией ПЖС</li> <li>2. Напор естественной циркуляции. Интеграл по замкнутому контуру. Схема расчета естественной циркуляции в контурах ЕЦ</li> <li>3. Назначение, схема устройства и режимы работы барабана-сепаратора ПГ</li> <li>4. Режимы работы погруженного дырчатого листа</li> </ol>
4	<p>Перечень контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зарождение и рост паровых пузырей</li> <li>2. Отрыв и движение паровых пузырей. Кривая кипения</li> <li>3. Кризисы теплоотдачи</li> </ol>
5	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Инженерные расчеты парогенераторов»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графики температурных напоров прямоточного ПГ</li> <li>2. Последовательность теплового расчета прямоточного парогенератора</li> <li>3. Ограничение скорости воды и пара в парогенерирующих элементах</li> <li>4. Секционирование трубной системы</li> </ol>
6	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Процессы коррозии в парогенераторах»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрохимическая коррозия в воде и ее растворах</li> <li>2. Внешние и внутренние факторы, влияющие на коррозию металлов</li> <li>3. Хлорная коррозия аустенитных сталей</li> <li>4. Наводораживание титановых сплавов</li> </ol>
7	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Водный режим парогенераторов в составе ФЭУ»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термическаяdeaэрация воды</li> <li>2. Источники и поглотители газов в первом контуре ЯЭУ с ВВРД</li> <li>3. Газовыделение дефектных тепловыделяющих элементов</li> </ol>

8	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Процессы и аппараты водоподготовки»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинетика укрупнения частиц примесей (коагуляция). Осаждение частиц (седиментация). Механическое фильтрование</li> <li>2. Термическая дистилляция. Мембранные способы очистки воды</li> <li>3. Очистка воды с использованием ионного обмена</li> <li>4. Химическая технология водных теплоносителей ЯЭУ</li> <li>5. Контроль водяного режима</li> </ol>
9	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Эксплуатация систем парогенераторов»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типы теплообменных аппаратов. Схемы движения теплоносителей</li> <li>2. Расчетные уравнения. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Средний температурный напор</li> <li>3. Расчет конечной температуры рабочих жидкостей. Прямоток. Противоток. Сравнение прямотока с противотоком</li> <li>4. Методика расчета теплообменника. Пример расчета</li> </ol>

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1	Карта режимов течения.
2	Расчет истинного объемного паросодержания одиночных и пристенных пузырьков пара.
3	Дисперсно-кольцевой режим течения смеси.
4	Способы измерения паросодержания.
5	Гидравлические сопротивления при движении двухфазной среды в каналах.
6	Методика расчета гидравлических характеристик парогенерирующих каналов различных типов.
7	Устойчивость режима течения и методы ее увеличения.
8	Основы гидродинамики парогенерирующих контуров с естественной циркуляцией.
9	Методы интенсификации процесса.
10	Нормативный метод расчетов циркуляции в паровых котлах.
11	Устройство барабанов-сепараторов.
12	Механизм формирования уноса влаги при барботаже пара.
13	Режимы работы и определение размеров погружного дырчатого щита.
14	Способы и устройства сепарации пара, принципы их расчета.
15	Введение в физику кипения и обоснование существующих методов расчета коэффициентов теплоотдачи.
16	Теории кризисов теплоотдачи при кипении.
17	Методика инженерных расчетов теплопередающих устройств в режиме кризиса теплоотдачи.
18	Классификация парогенераторов ФЭУ.
19	Графики температурных напоров ПГ различных типов.
20	Характер теплопередачи и ее интенсивность на участках прямоточных ПГ.
21	Задачи и методы инженерных расчетов при их проектировании.
22	Определение главных размеров аппаратов различных типов расчетным путем.

## **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»:

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПКС-2, 4, с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПКС-2, 4 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-2 ПКС-4	ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Семинары по темам 1 , 5 - 9 Работа малых группах темам 2 - 4	<b>Критерий 1</b> 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
			<b>Критерий 2</b> 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-2,4

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) 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 «не зачтено» по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность 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 и выполняли практические задания.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

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 усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПКС-2	Достаточный	По критериям 1, 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критериям 1, 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ПКС-2 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне
ПКС-4	Достаточный	По критериям 1, 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.2)
	Недостаточный	По критериям 1, 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.2)
ПКС-4 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

## 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 9 – 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.	Петухов Б.С. Теплообмен в ядерных энергетических установках: Учеб.пособие / Б.С. Петухов [и др.]. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 548 с.	35
2.	Дмитриев С.М. Краткий курс тепломассообмена: Учеб.пособие / С.М. Дмитриев, А.Е. Хробостов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2008. - 144 с.	99
3.	Аношкин, Ю.И. Теплообменные процессы в ЯЭУ: учеб.пособие / Ю.И. Аношкин, А.В. Дунцев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2015. – 139 с.	27
2. Дополнительная литература		

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
4.	Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: учебное пособие для вузов. – 2-е издание, дополненное. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 358, [2] с.: ил.	10
5.	Кириллов П.Л. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках: Учеб.пособие / П.Л. Кириллов, Г.П. Богословская. - 2-е изд.,перераб. - М.: ИздАТ, 2008. - 256 с.	20
6.	Кириллов П.Л. Справочник по теплогидравлическим расчётом в ядерной энергетике. Т.1: Теплогидравлические процессы в ЯЭУ / П.Л. Кириллов [и др.]; Под общ.ред.П.Л.Кириллова. - М.: ИздАТ, 2010. - 772 с.	12
7.	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

## 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» по вкладке «ЭБС «Лань»»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт»».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science 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);
- SpringerNature (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 «КиберЛенинка»: <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 11 раздела 9 настоящей РПД.

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

В таблице 10 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 10 - 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 «Дополнительные главы по генерации пара» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 11.

**Таблица 11 - 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.	<u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5214</u> Информационно образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО.</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> <li>• T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО.</li> <li>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul>
3.	<u>5114</u> Лабораторный комплекс экспериментальных теплофизических стендов для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• КИП.</li> <li>• ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400.</li> <li>• Экспериментальный стенд «Трёхконтурная модель ядерной энергетической установки».</li> <li>• Экспериментальный стенд «Модель контура естественной циркуляции».</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• LabVIEW 7.1, National Instruments, S/N G12X21084, корпоративная университетская лицензия, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> </ul>

## **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-2, 4.

Основным видом аудиторной работы студентов по данной дисциплине является

- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- 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-2, 4 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 практических занятиях – работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

### **10.2. 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**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ М. А. Легчанов  
«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.

### Лист актуализации рабочей программы дисциплины

ФТД.2 «Дополнительные главы по генерации пара»  
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

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

Год начала подготовки: 2023

Курс: 4

Семестр: 8

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2023 года начала подготовки;
- 2)

Разработчик РПД

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Ядерные реакторы  
и энергетические установки»

\_\_\_\_\_ (подпись)

### Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой  
«Ядерные реакторы и энергетические установки»

\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.

Методический отдел УМУ

\_\_\_\_\_ (подпись) (Ф.И.О.)

«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара»,  
реализуемую по основной образовательной  
программе высшего образования "Ядерные реакторы и энергетические установки"  
по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"  
(квалификация выпускника «специалист»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и  
энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический  
университет»

Учебная дисциплина «Дополнительные главы по генерации пара» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПКС-2, 4, прописанные в учебном плане по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "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/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". 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 ««Общее устройство судов», «Тепловые схемы ядерных энергетических установок», «Ядерные топливные материалы», «Генерация пара», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Дополнительные главы по генерации пара», 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 «Дополнительные главы по генерации пара» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Рецензент,

---

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.