

**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  
«21» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.7 «Парогенераторы АЭС»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: "Атомные электрические станции и установки"  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: 2022, 2023

Выпускающая кафедра: АТС  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АТС  
(аббревиатура кафедры)

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

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

Разработчик(и): Соборнов А.Е.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рецензент: В.И. Мельников, д.т.н., профессор  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 148, на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ

- протокол от 13.04.2023 г. № 17 (для 2022 года приема);
- протокол от 18.05.2023 г. № 21 (для 2023 года приема)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «13» июня 2023 г. № 7).

Заведующий кафедрой «Атомные  
и тепловые станции», д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ С.М. Дмитриев  
(подпись)

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «20» июня 2023 г. № 5).

Председатель совета ИЯЭиТФ,  
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ М.А. Легчанов  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.03.01-а-45

Начальник методического отдела УМУ

\_\_\_\_\_ Булгакова Н.Р.  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(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 .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП .....	6
<b>5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
<b>8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	18
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Целью освоения дисциплины является:

- формирования знаний по основным конструктивным элементам современных парогенераторов АЭС;
- формирование знаний о порядке проведения теплового и гидравлического расчёта парогенераторов АЭС;
- формирования навыков по проектированию парогенераторов АЭС.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование знаний у студента о типах парогенераторов АЭС и материалах, применяемых при их изготовлении;
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические выкладки в процессе проектирования парогенераторов АЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Парогенераторы АЭС» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части и направлена на углубление уровня и завершение освоения компетенций ПКС-1,2. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых базируется данная дисциплина являются:

«Начертательная геометрия и инженерная графика», «Тепломассообмен в энергетических установках», «Механика жидкости и газа», «Физика» и «Атомные электрические станции».

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.

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

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

**Таблица 1 - Формирование компетенций ПКС-1,2**

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-1	Циркуляционные насосы для электрических станций								
	Турбомашины электрических станций								
	Ядерные энергетические реакторы								
	Парогенераторы АЭС								
	Особенности расчёта гидравлической части насосов для электрических станций								
	Преддипломная практика								
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								

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-2	Турбомашины электрических станций								
	Ядерные энергетические реакторы								
	Парогенераторы АЭС							■	■
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования								
	Защита от ионизирующего излучения								
	Проектная практика						■		
	Преддипломная практика								■
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								■

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Профессиональные компетенции ПКС-1,2 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-1</b> Способен разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии	<b>ИПКС-1.1</b> Разрабатывает проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований.	основные требования, предъявляемые к современному теплообменному оборудованию.	осуществлять выбор оптимальной формы теплообменной поверхности, режимов движения теплоносителей и применяемых материалов при проектировании парогенераторов.	навыками выбора типа парогенератора на стадии проектирования основного теплотехнического оборудования современных ядерных энергетических установок.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8)	Перечень контрольных вопросов
	<b>ИПКС-1.2</b> Использует в разработке технических проектов новые информационные технологии.	принцип проведения теплового, конструктивного и прочностного расчета парогенераторов.	применять новые информационные технологии при проведении расчетов параметров парогенераторов.	навыками использования современных компьютерных программ в профессиональной деятельности.		
<b>ПКС-2</b> Способен к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок.	<b>ИПКС-2.1</b> Участвует в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок.	конструкционные схемы парогенераторов АЭС, обогреваемых водой под давлением, жидким металлом и газами.	производить теплогидравлический и прочностной расчёты парогенераторов.	основными навыками проектирования теплообменных аппаратов.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и	Выполнение курсового проекта

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы	<b>ИПКС-2.2</b> Учитывает экологические требования и обеспечение безопасной работы основного оборудования атомных электростанций при проектировании.	критерии оценки технико-экономических характеристик надежности парогенераторов.	и	учитывать результаты теплогидравлического и прочностного расчётов парогенераторов АЭС при обеспечении безопасной работы теплообменного оборудования.	навыками проектирования парогенераторов с учётом экологических требований и обеспечения его безопасной работы в составе АЭС	2 из таблицы 8) Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ А/01.6 «Составление технического задания» (ПС 24.009 «Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями»), ТФ А/01.6 «Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара» (ПС 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»), впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- разработка конструктивных схем элементов оборудования АЭС реактора, парогенератора, турбины, теплообменных аппаратов, локализующих соответствующие технологические процессы с требуемыми параметрами;
- выполнение основных проектных расчетов парогенераторов АЭС - теплового, гидравлического, конструктивного, водного режима.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. 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 - 90 часа, самостоятельная работа обучающихся - 99 часов, контроль – 27 часа (таблица 3).

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

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.		
	Всего	7 семестр	8 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость, ч/з.е.	216/6	135/3,75	99/2,75
1. Контактная работа:	90	56	34
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	81	51	30
Занятия лекционного типа (Л)	54	34	20
Практические занятия (ПЗ)	27	17	10
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	9	5	4
Консультации по дисциплине	4	2	2
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	1	1	-
Промежуточная аттестация	4	2	2
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	126	79	47
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	41	31	10
Подготовка к практическим занятиям	40	30	10
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	18	18	-
Подготовка к экзамену (контроль)	27	-	27

## 5.2. 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								
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине									
7 семестр													
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2  ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	1	-	-	-	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Тема 1. Парогенераторы, обогреваемые водой под давлением.	5	-	-	6	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Практическое занятие №1. Характеристика теплоносителя и выбор основных параметров в ПГ.	-	2	-	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	-			
	Тема 2. Парогенераторы, обогреваемые газами.	5	-	1	4	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Практическое занятие №2. Особенности выбора конструктивной схемы ПГ.	-	3	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	-			
	Тема 3. Парогенераторы, обогреваемые жидкокометаллическим теплоносителем.	5	-	1	6	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Практическое занятие №3. Теплообмен в парогенераторах.	-	3	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	-			
	Тема 4. Гидродинамика парогенераторов с напорным движением пароводяной смеси.	6	-	-	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Практическое занятие №4. Гидравлическая характеристика парогенерирующих каналов.	-	3	-	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	-			
	Тема 5. Определение температуры стенок парогенерирующих трубок.	6	-	1	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			
	Практическое занятие №5. Влияние теплообмена и гидродинамики потока на температурное состояние поверхности.	-	3	-	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	-			
	Тема 6. Тепловой, конструктивный и прочностной расчет парогенератора.	6	-	1	5	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	-			

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)	
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине	Самостоятельная работа студентов					
	Практическое занятие №6. Определение тепловой мощности, коэффициента теплопередачи и температурного напора в парогенераторе.	-	3	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	
	Курсовой проект (КП)	-	-	1	18	Методические указания по курсовому проектированию	Консультация	-	-	
	ИТОГО за 7 семестр	34	17	5	79					
8 семестр										
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2  ПКС-2 ИПКС-2.2	Тема 7. Сепараторы.	6	-	-	3	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	
	Практическое занятие №7. Методы расчета сепараторов.	-	2	-	3	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	
	Тема 8. Расчет естественной циркуляции.	8	-	2	3	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-	
	Практическое занятие №8. Расчет простого контура с естественной циркуляцией	-	4	-	4	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-	
	Тема 9. Гидродинамика парогенераторов с безнапорным движением пароводяной смеси.	6	-	2	3	п. 1,2 табл. 9 РПД	Лекция	-	-	
	Практическое занятие №9. Определение истинных параметров на участке стабилизированного течения пара и высоты переходной зоны.	-	4	-	4	п. 1,2 табл. 9 РПД	Семинар	-	-	
	Подготовка к экзамену	-	-	-	27					
	ИТОГО за 8 семестр	20	10	4	47					
<b>ИТОГО:</b>		54	27	9	126					

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

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

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

Номер темы		Перечень контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
<b>7 семестр</b>		
1	1	Виды ПГ для реакторов с водой под давлением; Теплофизические параметры теплоносителей первого контура; Основные элементы парогенераторов различного типа;
2	2	Виды ПГ для реакторов с газовым охлаждением; Конструктивные схемы ПГ; Особенности конструктивных схем ПГ зарубежного производства;
3	3	Виды ПГ, обогреваемых жидкокометаллическим теплоносителем; Кратность циркуляции и основные формулы для ее расчёта; Основные критерии подобия при тепловом расчёте ПГ;
4	4	Основы гидравлического расчёта ПГ различного типа; Расчёт коэффициента гидравлического трения в канал ПГ; Гидродинамическая неустойчивость системы параллельных каналов;
5	5	Методы расчёта температуры стенок теплообменной поверхности; Кризис теплоотдачи в ПГ; Методы интенсификации теплообмена в ПГ;
6	6	Прочностной и конструктивный расчёт ПГ; Расчёт коэффициента теплопередачи для ПГ различного типа; Оценка тепловой эффективности теплообменной поверхности ПГ;
<b>8 семестр</b>		
7	7	Конструкции сепараторов, применяемых в ПГ; Расчёт сепараторов различного типа; Оценка пульсаций температуры теплообменной поверхности при конденсации пара;
8	8	Методы расчёта естественной циркуляции теплоносителя; Особенности расчёта ПГ со смешанным режимом движения сред; Оценка пульсаций поля температуры при естественной циркуляции теплоносителя;
9	9	Особенности парогенераторов с безнапорным движением пароводяной смеси; Методы измерения теплофизических параметров сред в ПГ; Оценка погрешности измерения теплофизических параметров сред в ПГ;

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

Проверяемые компетенции	Контрольные вопросы для проведения зачета
<b>7 семестр (зачёт)</b>	
ПКС-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Основные факторы, определяющие выбор конструктивной схемы.</li> <li>Основные направления в развитии конструктивных схем ПГ в России и за рубежом.</li> <li>Конструктивная схема и параметры парогенератора ВВЭР-1000.</li> <li>Конструктивная схема и параметры парогенератора БН-350.</li> <li>Конструктивная схема и параметры парогенератора БН-600.</li> <li>Конструктивные схемы и параметры некоторых ПГ, применяемых за рубежом (США, Франция).</li> <li>Характеристика теплоносителя и выбор основных параметров ПГ, обогреваемых газами.</li> <li>Основные направления развития конструктивных схем и параметров ПГ, обогреваемых газами.</li> </ol>
ПКС-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>Критерии оценки технико-экономических характеристик и надежности ПГ.</li> <li>Сопоставление технико-экономических характеристик различных типов ПГ.</li> <li>Режимы движения двухфазного потока в трубах. Методика определения истинных параметров потока.</li> <li>Гидравлическая характеристика парогенерирующих каналов.</li> <li>Особенности гидравлической характеристики в зависимости от типа каналов.</li> </ol>

Проверяемые компетенции	Контрольные вопросы для проведения зачета						
	6. Гидравлический расчет парогенератора. Цель расчета, методика расчета, определение необходимого шайбования парогенератора. 7. Прочностной расчёт парогенератора. 8. Конструкционный расчёт парогенератора. 8 семестр (экзамен)						
ПКС-1	1. Основные факторы, определяющие выбор конструктивной схемы. 2. Основные направления в развитии конструктивных схем ПГ в России и за рубежом. 3. Конструктивная схема и параметры парогенератора ВВЭР-1000. 4. Конструктивная схема и параметры парогенератора БН-350. 5. Конструктивная схема и параметры парогенератора БН-600. 6. Конструктивные схемы и параметры некоторых ПГ, применяемых за рубежом (США, Франция). 7. Характеристика теплоносителя и выбор основных параметров ПГ, обогреваемых газами. 8. Основные направления развития конструктивных схем и параметров ПГ, обогреваемых газами. 9. Режимы движения двухфазного потока в трубах. Методика определения истинных параметров потока.						
ПКС-2	1. Критерии оценки технико-экономических характеристик и надежности ПГ. 2. Сопоставление технико-экономических характеристик различных типов ПГ. 3. Режимы движения двухфазного потока в трубах. Методика определения истинных параметров потока. 4. Гидравлическая характеристика парогенерирующих каналов. 5. Особенности гидравлической характеристики в зависимости от типа каналов. 6. Расчет простого контура с естественной циркуляцией. 7. Расчет сложного контура с естественной циркуляцией. 8. Критерий надежности естественной циркуляции. Определение возможности застоя и опрокидывание циркуляции в каналах, образование свободного уровня. 9. Надежность работы опускной системы. Определение возможности захвата пара в опускную систему, квитанция на входе в опускную систему. 10. Особенности движения питательной воды и пара в парогенераторе с безнапорным движением 11. Гидродинамическая характеристика барботажного слоя жидкости. 12. Определение истинных 13. Основные показатели работы сепараторов. 14. Влияние основных параметров на характеристики сепаратора, типы сепараторов. 15. Гравитационные сепараторы. Принцип действия, пути попадания влаги в паровой объем. 16. Устройства, применяемые для обеспечения надежной работы парового объема, методы расчета. 17. Жалюзийные сепараторы. Принцип действия, конструктивные схемы, метод расчета. 18. Центробежные сепараторы. Принцип действия и типы центробежных сепараторов. Основные особенности. 19. Кризисы кипения I и II рода. Влияние параметров потока и состояние поверхности на возникновение кризисных явлений в парогенераторах. 20. Методика расчета теплоотдачи при кипении. 21. Типы теплового расчета ПГ. Цели и задачи теплового расчета. Определение тепловой мощности, коэффициента теплопередачи и температурного напора в парогенераторе. Расчет поверхностей теплообмена. 22. Выбор основных конструктивных характеристик парогенератора. Определение проходных 23. Гидравлический расчет парогенератора. Цель расчета, методика расчета, определение необходимого шайбования парогенератора. 24. Прочностной расчёт парогенератора.						

Таблица 7 – Примерная тематика курсовых проектов

№ п/п	Тип ПГ	Паропроизводительность, кг/с	Давление пара, МПа	Температура пара, °C	Температура питательной воды, °C	Расход, кг/с	Температура теплоносителя, °C	Давление теплоносителя, МПа	Тип теплоносителя
-------	--------	------------------------------	--------------------	----------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------

							вх	вых		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Модульный змеевиковый	100	17	520	235	-	540	350	0,5	натрий
2.		150	18	500	240	-	550	350	0,5	
3.		120	16	510	230	-	540	360	0,5	
4.	Горизонтальный с насыщенным паром	400	4,7	-	180	4500	325	-	16	вода
5.		350	6,7	-	190	4000	320	-	16	
6.		450	6,0	-	210	5000	325	-	16,5	
7.		400	5,0	-	200	4000	335	-	14,0	
8.	Змеевиковый бухтовый	100	14	520	220	-	800	350	4,5	гелий
9.		120	16	550	200	-	750	320	5,0	
10.		140	15	530	210	-	800	350	5,5	
11.		100	18	550	230	-	820	350	5,0	
12.	Вертикальный с насыщенным паром	300	6,5	-	200	4000	320	300	17	вода
13.		350	7,5	-	180	3000	320	290	17	
14.		250	6,5	-	170	2800	315	280	16,5	
15.		200	6,5	-	170	2500	320	285	16,5	
16.	Модульный прямоточный	100	16	520	240	-	550	350	0,5	натрий
17.		150	17	510	240	-	550	345	0,5	
18.		130	16,5	505	235	-	545	340	0,5	
19.		100	16,0	510	220	-	540	340	0,5	

## 6.2. 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 «Парогенераторы АЭС» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенций ПКС-1,2 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенций ПКС-1,2 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 8.

**Таблица 8 – 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-1	ИПКС-1.1 ИПКС-1.2	Практические занятия	<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-2	ИПКС-2.1 ИПКС-2.2						

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 и выполняли практические задания, включая обязательное присутствие на коллоквиуме (при наличии).

Оценивание формируемых компетенций по курсовому проекту и по экзамену осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 9.

**Таблица 9 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
Зачёт ПКС-1 ПКС-2	Удовлетворительно	В соответствии с критериями «Удовлетворительно» таблицы 8.
	Неудовлетворительно	В соответствии с критериями «Неудовлетворительно» таблицы 8.
Экзамен ПКС-1 ПКС-2	Высокий уровень «5» (отлично)	В соответствии с критериями «Отлично» таблицы 8.
	Средний уровень «4» (хорошо)	В соответствии с критериями «Хорошо» таблицы 8.
	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	В соответствии с критериями «Удовлетворительно» таблицы 8.
	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	В соответствии с критериями «Неудовлетворительно» таблицы 8.
Курсовой проект ПКС-2 (ИПКС-2.1)	Высокий уровень «5» (отлично)	Проект выполнен абсолютно верно, чертежная часть полностью соответствует нормативам единой системы конструкторской документации.
	Средний уровень «4» (хорошо)	Проект выполнен с небольшим количеством недочётов, чертежная часть соответствует нормативам единой системы конструкторской документации, но присутствуют незначительные недочёты в указании размеров, допусков и пр. или неправильно выбран разрез или сечение на сборочном чертеже.
	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Проект выполнен с большим количеством недочётов или с одним существенным недочётом, чертежная часть соответствует нормативам единой системы конструкторской документации, но присутствуют значительные недочёты в указании размеров, допусков и пр. или неправильно выбран формат для чертежей.
	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Проект выполнен полностью не верно, использованы не верные расчётные зависимости, чертежная часть не соответствует нормативам единой системы конструкторской документации.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 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 10 – 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.И. Бельтиков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щекlein. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 1; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с.	20
2.	А.И. Бельтиков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щекlein. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с.	30
3.	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с	49
4.	А.В. Безносов, Т.А. Бокова. Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкокометаллическими теплоносителями в атомной энергетике. Учебное пособие. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2012. - 536 с.	5
5.	Б.А. Дементьев. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.	8
6.	А.Г. Алымов, Э.Г. Новинский Гидравлический расчет проточной части центробежных насосов для АЭУ : Учеб.пособие НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под общ.ред.Э.Г.Новинского. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. - 99 с.	10
7.	Ф.М. Митенков, Э.Г. Новинский, В.М. Будов Главные циркуляционные насосы АЭС Под ред.Ф.М.Митенкова. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 376 с. : ил. - (Библиотека эксплуатационника АЭС. Вып.31). - Библиогр.:с.365-361. - 1-60.	26
2. Дополнительная литература		
8.	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. Учебник. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.	90
9.	А.В. Безносов, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. Тяжелые жидкокометаллические теплоносители в атомной энергетике. Учебное пособие. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.	2
10.	А.Я. Крамеров, Я.В. Шевелёв. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 736 с.	4
11.	Б.Г. Ганчев, Л.Л. Калишевский, Р.С. Демешев и др. Ядерные энергетические установки. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежаля. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 629 с.	31
12.	Г.Б. Усынин, Е.В. Кусмарцев. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие для вузов; под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.	80
13.	В.М. Будов, В.А. Фарафонов. Конструирование основного оборудования АЭС. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 264 с.	20
14.	И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин. Конструирование ядерных реакторов. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежаля. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.	21
15.	Р. В. Радченко. Водород в энергетике. Учебное пособие; под общ. ред. Р. В. Радченко, А.С Мокрушина, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 229 с.	Электронное издание

## 7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

**Таблица 11 – Список справочно-библиографической и научной литературы**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
1. Справочно-библиографическая литература		
1.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с.	12
2.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.	17
3.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2014. – 688 с.	28
4.	В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по	9

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
	свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства поглотителей нейтронов. Книга 1. Поглощающие материалы на основе бора и его соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.	
5.	Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): <a href="https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf">https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf</a> на сайте <a href="http://www.rosatom.ru">www.rosatom.ru</a>	Электронное издание
6.	«AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт <i>AtomInfo.Ru</i> (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года)	Электронное периодическое издание
7.	Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86/Госатомэнергонадзор СССР – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 525 с. – Правила и нормы в атомной энергетике)	Электронное издание
2. Научная литература		
8.	«Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://j-atomicenergy.ru">j-atomicenergy.ru</a>	1 раз в месяц
9.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://vant.iterru.ru/vant.html">http://vant.iterru.ru/vant.html</a>	4 раза в год
10.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, Science Citation Index, INIS Atomindex, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331">http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331</a>	5 раз в год
11.	«Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich's Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="https://nuclear-power-engineering.ru">https://nuclear-power-engineering.ru</a>	4 раза в год
12.	Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 /под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7 (в пер.)	Электронное издание

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

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

- 1) [Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения](#);
- 2) [Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине](#);
- 3) [Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся](#);
- 4) [Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине](#).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### 8.1. 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>;

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;

Кроме того, с сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Scopus Preview, 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 «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

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/>.

## **8.2. Перечень программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 13 раздела 10 настоящей РПД.

## **9. 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

## **10. 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 «Парогенераторы АЭС» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 13.

**Таблица 13 - 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, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска меловая. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500; Экран.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Прористарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО) Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
	Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50.</li> <li>Ресиверная емкость.</li> <li>Инвертор.</li> <li>Газоанализатор.</li> <li>Газовый расходомер.</li> <li>Набор пневтометрических зондов.</li> <li>КИП.</li> <li>ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400.</li> <li>Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смешения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</li> </ul>	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: <ul style="list-style-type: none"> <li>Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная);</li> <li>Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО;</li> <li>Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО;</li> <li>MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul>
3	<u>5214</u> Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	Рабочее место студента – 28 Доска меловая; 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	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: <ul style="list-style-type: none"> <li>Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная);</li> <li>Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО;</li> <li>Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО;</li> <li>MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul>

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

### **11.1. 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-1,2.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- работа на семинарах и коллоквиуме.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

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

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенций ПКС-1,2 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть);
- при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, 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 семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка за экзамен и за курсовой проект по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

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

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенций ПКС-1,2. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение

запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму 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.

### **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала и как форма групповых практических занятий применяются для коллективной проработки (изучения) тем, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, и при этом являющихся наиболее трудными для индивидуального понимания и усвоения. Семинар включает:

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;

- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;

- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

Успех семинара зависит от качества подготовки к нему как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов. Основным методическим документом при подготовке студентов к данному семинару является его план, разработанный преподавателем.

### **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях при работе в малых группах**

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПКС-1,2 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах — это совместная работа студентов в группах из 2-4 человек над определенным заданием, при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы — решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

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

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку 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 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 12. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические

материалы.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Парогенераторы АЭС»**  
**ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность**  
**«Атомные электрические станции и установки»**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Владимиром Ивановичем Мельниковым, профессором кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Парогенераторы АЭС» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – старший преподаватель Соборнов А.Е.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Парогенераторы АЭС» закреплена две профессиональные компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Парогенераторы АЭС» составляет 6 зачётных единицы (216 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Парогенераторы АЭС» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Парогенераторы АЭС» не предполагает занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием при выполнении курсового проекта и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме 2х экзаменов и защиты КП, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 7 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, справочно-библиографической литературой – 12 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Парогенераторы АЭС» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Парогенераторы АЭС».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Парогенераторы АЭС» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной старшим преподавателем Соборновым А.Е., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики и рынка труда. Реализация данной дисциплины позволит успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

В.И. Мельников, профессор кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» 2023 г.