

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

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПИШ

(подпись) А.В. Тумасов
(ф. и. о.)

25 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.3 «Основное технологическое оборудование атомных станций»

для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: МТМ и ТОМ
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯР и ЭУ
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 72/2
(часов/з.е.)

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

Разработчик(и): Андреев В.В., д.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рецензент: Бокова Т.А., к.т.н., доцент кафедры АТС
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)(подпись)

10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.3 «Основное технологическое оборудование атомных станций» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018 г. № 306 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ, протокол № 7 от 19.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы
протокол № _____ от _____

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, где реализуется данная программа,
протокол от _____ № _____

Председатель УМС, директор ИФХТиМ _____ Ж.В. Мацулевич

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1.ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	5
3.2.ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1.РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	8
4.2.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
5.1.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ИЛИ ОПЫТА.....	10
5.2.ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6.1.УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	13
6.2.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	14
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
7.1.ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.2.ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
10.1.ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
10.2.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	17
10.3.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	15
10.4.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	16
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
РЕЦЕНЗИЯ	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- приобретение студентами знаний в области перспективных разработок оборудования, материалов и систем атомных электростанций (АЭС).

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение оборудования, материалов и систем, определяющих работу АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.3 «Основное технологическое оборудование атомных станций» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО.

Изучение дисциплины осуществляется на 1-м курсе в 1-м семестре. Кроме дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций» в формировании компетенций ПК-6 и ПК-9 параллельно участвуют дисциплины: «Современные порошковые материалы и композиты», «Конструкционные материалы ядерных реакторов», «Методология выбора материалов в атомном машиностроении», «Неметаллические материалы», «Радиационная повреждаемость материалов».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций» получают необходимые знания в области перспективных разработок оборудования, материалов и систем атомных электростанций

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 материалов для высокотемпературных ядерных реакторов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций» у обучающегося частично формируются компетенции ПК-6, ПК-9, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПК-6, ПК-9

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-6	Современные порошковые материалы и композиты				
	Конструкционные материалы ядерных реакторов				
	Основное технологическое оборудование атомных станций				
	Методология выбора материалов в атомном машиностроении				
	Неметаллические материалы				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-9	Основное технологическое оборудование атомных станций				
	Радиационная повреждаемость материалов				
	Технологическая практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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

Профессиональные компетенции ПК-6, ПК-9 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
ПК-6. Готов проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов	ИПК-6.1 Выбирает материалы для различных условий эксплуатации ИПК-6.2 Осведомлен о свойствах материалов в различных эксплуатационных условиях ИПК-6.3 Использует знания о долговечности и экономичности основных типов материалов	Современные представления о получении энергии на объектах атомной энергетики; законы применения знаний об основных этапах технологических процессов при выработке энергии на атомных станциях; правила принятия обоснованных технических решений при решении материаловедческих проблем (выбора материалов) на атомных энергетических установках.	Применить знания об основных этапах технологических процессов при выработке энергии на атомных станциях; принять обоснованных технических решений при решении материаловедческих проблем (о режимах эксплуатации материалов) на атомных энергетических установках.	Знаниями о долговечности материалов в технологическом оборудовании атомных станций.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-9. Готов применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям	ИПК-9.1 Применяет знания об эксплуатационных свойствах материалов, полученных физическими методами ИПК-9.2 Разрабатывает технологию для модификации поверхности для достижения заданных свойств ИПК-9.3 Прогнозирует эксплуатационные свойства покрытий, полученных с помощью различных методов	Современные представления о получении энергии на объектах атомной энергетики; законы применения знаний об основных этапах технологических процессов при выработке энергии на атомных станциях; правила принятия обоснованных технических решений при решении материаловедческих проблем на атомных энергетических установках.	Применить знания об основных этапах технологических процессов при выработке энергии на атомных станциях; принять обоснованных технических решений при решении материаловедческих проблем на атомных энергетических установках.	Знаниями об основных этапах технологических процессов в материаловедении; методом принятия обоснованных технических решений в материаловедении.		

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ 40.011D/01.7 «Формирование новых направлений» (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), ТФ 40.136 В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (ПС 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов»).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость 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	Трудоёмкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 1 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость, 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)	17	17
Практические занятия (ПР)	17	17
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)	16	16
Подготовка к зачету	18	18

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				
		Лекции	Практические работы	Контроль самостоятельной работы					
ПК-6, ПК-9	1. Атомные электрические станции. 1.1.Состояние и перспективы развития ядерной энергетики 1.2.Экономичность и надежность атомных электростанций	4	4	1	10	п.4 табл. 9 РПД, стр. 14- 123	Семинар – диалог	-	-
	2. Паропроизводительные установки с газоохлаждаемыми реакторами 2.1.Выбор теплоносителя. 2.2.Основные требования и условия работы	6	6	1	10	п.4 табл. 9 РПД, стр. 131-183 п.2 табл. 9 РПД, стр. 259 - 276	Семинар – диалог, коллоквиум	-	-
	3. Топливо газоохлаждаемых реакторов. 3.1. Топливо ВТГР: конструкция, особенности 3.2. Топливо ВТГР: материалы 3.2. Контроль герметичности и выгорания твэлов	7	7	2	14	п.3 табл. 9 РПД, стр. 5 – 61 п.2 табл. 9 РПД, стр. 259 – 276 п.3 табл. 9 РПД, стр. 67- 73 п.2 табл. 9 РПД, стр. 259 - 276	Семинар – диалог	-	-
ИТОГО:		17	17	4	34	72			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Атомные электрические станции »: 1. Роль энергии в развитии человечества 2. Основные этапы развития ядерной энергетики 3. Безопасность атомной электростанции 4. Понятие риска применительно к ядерной энергетической установке
2	2	Вопросы для обсуждения на коллоквиуме по теме «Паропроизводительные установки с газоохлаждаемыми реакторами»: 1. Основные особенности ВТГР 2. Свойства теплоносителей ВТГР, достоинства, недостатки
3	3	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Топливо газоохлаждаемых реакторов»: 1. Выход из топлива продуктов деления 2. Факторы, влияющие на работоспособность микротвэл (МТ) 3. Активная зона с засыпкой из шаровых и призматических твэлов 4. Обеспечение герметичности твэл

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1.	Основные проблемы развития ядерной энергетики
2.	Преимущества производства электроэнергии на АЭС
3.	Экономичность. Затраты на выпускаемую продукцию.
4.	Принципы обеспечения безопасности АЭС
5.	Надежность промышленного объекта.
6.	Паропроизводящая установка с газоохлаждаемыми реакторами
7.	Достоинства и недостатки газоохлаждаемых реакторов
8.	Критерии выбора теплоносителя ВТГР
9.	Преимущества и недостатки различных видов теплоносителей ВТГР.
10.	Особенности конструкции топлива ВТГР
11.	Технологии производства топлива ВТГР
12.	Работоспособность топливных частиц при высоких выгораниях, флюенсах и температурах
13.	Критерии годности МТ при изготовлении и эксплуатации
14.	Расчетно-экспериментальные исследования топлива.
15.	Аналитические модели оценки повреждения МТ
16.	Отличие реактора с активной зоной с засыпкой из шаровых твэлов и из призматических
17.	Контроль герметичности твэл
18.	Контроль выгорания по измерению гамма-излучения Cs-137
19.	Контроль выгорания по изменению спектра резонансных нейтронов, прошедших через топливную сборку (шаровой твэл)
20.	Метод измерения выгорания на критической сборке

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

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

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной

аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

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

В результате изучения дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-6, ПК-9 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПК-6, ПК-9 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

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

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-6 ПК-9	ИПК-6.1. ИПК-6.2. ИПК-6.3. ИПК-9.1. ИПК-9.2. ИПК-9.3.	Семинары по всем темам	<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 и не допускает ошибок	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

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

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

Оценивание формируемых компетенций и по 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
ПК-6	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно»
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно»
ПК-6, ПК-9 (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.	Дмитриев С.М. и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с	49
2.	Сухарев Ю.П. Физика ядерных реакторов. Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2012.—323 с.	43
3.	Сухарев Ю.П. Топливо ВТГР. Обращение с топливом. Топливные циклы. Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2014, — 121 с.	9
4.	Зорин В. М. Атомные электростанции: учебное пособие. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01178-2. - Текст : электронный // http://elbib.biblioatom.ru/text/zorin_atomnye-elektrostantsii_2012/go,0/	Электронное издание
2. Дополнительная литература		
1.	Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие Гриф Министерства образования РФ М.: Изд. дом МЭИ, 2006	8
2.	Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. Учебник Гриф Министерства образования РФ, М.: Изд. дом МЭИ, 2008 – 424с.	8

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

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

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

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические

материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

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

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

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

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

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» - <http://www.studentlibrary.ru/>;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» - <https://biblio-online.ru/>;
- Электронно-библиотечная система TNT-EBOOK - <https://www.tnt-ebook.ru/>.

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

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

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

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

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

В свободном доступе находятся:

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

7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 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.ntu.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 «Основное технологическое оборудование атомных станций» 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.	№1153 Учебная аудитория.	Доска меловая; Экран настенный; Мультимедийный проектор Переносной ноутбук	Программное обеспечение: Microsoft Windows 10 P7 office(C/н 5260001439) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGPот 20.05.2024) Adobe Acrobat Reader DC-Russian.-

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 компетенций ПК-6, ПК-9.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические семинары;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенции ПК-6, ПК-9 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

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

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

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях –семинары.

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

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные

разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

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

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

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

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

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

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

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК6: ИПК-6.1., ИПК-6.2., ИПК-6.3):

1. Критерии выбора теплоносителя ВТГР
2. Технологии производства топлива ВТГР
3. Работоспособность топливных частиц при высоких выгораниях, флюенсах и температурах
4. Критерии годности МТ при изготовлении и эксплуатации
5. Расчетно-экспериментальные исследования топлива.
6. Аналитические модели оценки повреждения МТ
7. Отличие реактора с активной зоной с засыпкой из шаровых твэлов и из призматических
8. Преимущества и недостатки различных видов теплоносителей ВТГР.
9. Особенности конструкции топлива ВТГР

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК9: ИПК-9.1., ИПК-9.2., ИПК-9.3):

1. Основные проблемы развития ядерной энергетики
2. Преимущества производства электроэнергии на АЭС
3. Экономичность. Затраты на выпускаемую продукцию.

4. Принципы обеспечения безопасности АЭС
5. Надежность промышленного объекта.
6. Паропроизводящая установка с газоохлаждаемыми реакторами
7. Достоинства и недостатки газоохлаждаемых реакторов
8. Контроль герметичности твэл
9. Контроль выгорания по измерению гамма-излучения Cs-137
10. Контроль выгорания по изменению спектра резонансных нейтронов, прошедших через топливную сборку (шаровой твэл)
11. Метод измерения выгорания на критической сборке

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов" по направлению подготовки 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" (квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Учебная дисциплина «Основное технологическое оборудование атомных станций» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПК-6, ПК-9, прописанные в учебном плане по направлению подготовки 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов". 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 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов". 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 «Современные порошковые материалы и композиты», «Конструкционные материалы ядерных реакторов», «Методология выбора материалов в атомном машиностроении», «Неметаллические материалы», «Радиационная повреждаемость материалов».

В процессе изучения учебной дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на при изучении дисциплин «Современные порошковые материалы и композиты», «Конструкционные материалы ядерных реакторов», а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Основное технологическое оборудование атомных станций», 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 «Основное технологическое оборудование атомных станций» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

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

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

10 марта 2025 г.