

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
«19» сентября 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.32 «Водоподготовка»
для подготовки специалистов

Специальность: 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг"

Специализация: "Проектирование и эксплуатация атомных станций"

Форма обучения: _____ очная _____

Год начала подготовки: _____ 2023, 2024, 2025 _____

Выпускающая кафедра: _____ АТС _____

Кафедра-разработчик: _____ АТС _____

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

Промежуточная аттестация: _____ Зачет _____

Разработчик(и): _____ к.т.н. Тряев П.В. _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154, на основании учебных планов 2023-2025 годов приема, принятых УМС НГТУ (протокол от 27.05.2025 г. № 15)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от « 10 » сентября 2025 г. № 1).

Заведующий кафедрой

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

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от « 16 » сентября 2025 г. № 3).

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.05.02-а-36

Начальник методического отдела УМУ

_____ Е.Г. Севрюкова
(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	7
5. Структура и содержание дисциплины	9
6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины	11
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	14
8. Информационное обеспечение дисциплины	16
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз	17
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	18
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью изучения дисциплины «Водоподготовка» является изучение системы водоподготовки, оборудование системы водоподготовки, его принципы работы и устройство, энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки для ТЭС и АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Водоподготовка» включена в перечень обязательных дисциплин базовой части и направлена на углубление уровня ОПК-1, ПКС-7. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Для изучения необходимы знания, полученные в дисциплинах: «Химия», «Физика», «Механика жидкости и газа». В свою очередь, сведения, полученные при изучении дисциплины, используются при курсовом и дипломном проектировании.

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

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Водоподготовка» у обучающегося частично формируется компетенции ОПК-1, ПКС-7 полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ОПК-1, ПКС-7

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОПК-1	Химия											
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра											
	Математический анализ											
	Обыкновенные дифференциальные уравнения											
	Теория функций комплексного переменного											
	Теория вероятностей и математическая статистика											
	Физика											
	Прикладная физика											
	Теоретическая механика											
	Механика жидкости и газа											
	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии											
	Техническая термодинамика											

	Ознакомительная практика											
	Механика											
	Физика специальная (атомная)											
	Математические методы моделирования физических процессов в НИР											
	Электротехника и электроника											
	Тепломассообмен в энергетических установках											
	Ядерная физика											
	Материаловедение											
	Технология конструкционных материалов											
	Физика ядерных реакторов											
	Водоподготовка											
	Электрооборудование электростанций											
	Сварка											
	Научно-исследовательская работа											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-7	Механика жидкости и газа											
	Техническая термодинамика											
	Механика											
	Атомные электрические станции											
	Электротехника и электроника											
	Водоподготовка											
	Материаловедение											
	Технология конструкционных материалов											
	Физика ядерных реакторов											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Защита от ионизирующего излучения											
	Организация радиационной безопасности на АЭС											
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования											

	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС											
	Принципы обеспечения безопасности АЭС											
	Электрооборудование электростанций											
	Режимы работы атомных и тепловых электрических станций											
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

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

Профессиональная компетенция ОПК-1, ПКС-7 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1 Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	- химические и физико-химические свойства воды и требования к ней при использовании на АЭС в различных технологических процессах - основные показатели качества воды - физико-химические основы методов и технологий очистки воды	- использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин при изучении водоподготовки и водно-химических процессов в ЯЭУ. - обоснованно выбирать способ очистки воды в зависимости от состава загрязняющих веществ - проводить теоретический анализ процессов, лежащих в основе различных методов очистки воды - определять и рассчитывать основные технологические параметры процессов очистки воды	- навыками экспериментального определения основных технологических параметров процессов очистки воды - навыками выбора водно-химических режимов и оценки их влияние на ресурсную надёжность.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8)	Перечень контрольных вопросов
ПКС-7 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики,	ИПКС-7.1 . В профессиональной деятельности применяет знания основ ядерной физики, термодинамики,	- основы водоподготовки на АЭС; классификацию коррозионных процессов,	- определять и оценивать показатели качества воды; - учитывать влияние облучения на водно-	навыками выбора материалов при проектировании основного и вспомогательного оборудования и трубопроводов на АЭС с	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по	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
термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, выполнять расчёты нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки с использованием современных методик и пакетов прикладных компьютерных программ	электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС.	теоретические основы, механизм и особенности различных видов коррозии; - перечень основных современных приборов и методов контроля показателей качества воды, а также методы и средства водоочистки, включающие удаление грубодисперсных и механических примесей.	химические процессы в 1-ом контуре ЯЭУ на АЭС.	учетом водно-химических режимов работы.	критерию 1 и 2 из таблицы 8)	

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ С/01.7 «Обеспечение безопасной и экономичной эксплуатации реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции» (ПС 24.088 «Специалист (инженер) по эксплуатации и руководству эксплуатацией блока (блоков) атомной станции»), впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- участие в проектировании основного оборудования АС и других ЯЭУ с учетом экологических требований и требований безопасной работы.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные 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.
	7 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	72/2
1. Контактная работа:	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34
Занятия лекционного типа (Л)	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	4
Консультации по дисциплине	4
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	34
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	14
Подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму	12
Подготовка к зачету	8

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 (контролируемы е) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов			
		Лекции	Консультации по дисциплине				
7 семестр							
ОПК-1 ИОПК-1.1 ПКС-7 ИПКС-7.1	Раздел 1. Вводно ознакомительная часть	2	-	2	п. 1 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 2. Роль водоподготовки в процессе работы атомной и тепловой электростанций	2	-	2	п. 2 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 3. Характеристика источников водоснабжения	2	-	4	п. 1,2 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 4. Природные воды и требования, предъявляемые к их качеству	4	1	4	п. 1,2 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 5. Методы и технологические схемы улучшения качества воды	4	-	4	п. 3 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 6. Предочистка воды фильтрованием через стенку и пористые элементы	4	1	4	п. 1-3 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 7. Дегазация воды	4	-	4	п. 4 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 8. Обессоливание воды	4	-	4	п. 4-5 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 9. Обработка охлаждающей воды	4	1	4	п. 1,5 табл. 9 РПД	Лекция	-
	Раздел 10. Специальные методы обработки воды	4	1	2	п. 5 табл. 9 РПД	Лекция	-
	ИТОГО	34	4	34			

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 цикла лекций	Перечни контрольных вопросов и заданий
7 семестр	
1 ОПК-1 ПКС-7	Основные определения и понятия
2 ОПК-1 ПКС-7	Влияние примесей воды на ее качество
3 ОПК-1 ПКС-7	Требования к качеству воды и их классификация
4 ПКС-7	Методы, технологические процессы и сооружения. Классификация основных технологических систем.
5 ПКС-7	Основные критерии для выбора технологической и состава сооружений для подготовки воды
6 ПКС-7	Основы процесса фильтрации. Классификация аппаратов. Макрофильтрация и микрофильтрация
7 ПКС-7	Классификация методов дегазации воды, теоретические основы процесса. Физические методы дегазации. Химические методы дегазации.
8 ОПК-1 ПКС-7	Классификация методов опреснения и обессоливания воды. Ионообменный метод обессоливания воды. Обессоливание воды методами обратного осмоса.
9 ОПК-1 ПКС-7	Причины и виды загрязнения поверхности труб теплообменных поверхностей. Обработка охлаждающей воды для предупреждения загрязнения поверхности труб теплообменных аппаратов. Обработка охлаждающей воды для борьбы с биологическими обрастаниями. Обработка воды для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов.
10 ПКС-7	Доочистка сточных вод для использования в системах технического водоснабжения. Очистка воды от синтетических поверхностно-активных веществ. Очистка воды от радиоактивных веществ.

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

Проверяемые компетенции	Контрольные вопросы для проведения зачета
ОПК-1	1. Этапы круговорота природных и производственно-бытовых вод. 2. Различия поверхностных и подземных вод. 3. Классификация природных вод. 4. Основные химические реакции процесса известкования воды. 5. Показатели качества воды. 6. Поступление примесей в воду
ПКС-7	1. Технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках. 2. Назначение различных потоков воды в рабочих циклах АЭС и ТЭС. 3. Стабильность коллоидных систем. 4. Факторы, влияющие на отличие производственных показателей качества известкованной воды от расчетной. 5. Хранение и приготовление растворов реагентов, используемых при работе с осветлителями. 6. Механизмы фильтрации при работе осветительных фильтров. 7. Требования к фильтрующим материалам. 8. Методы удаления примесей из насыпных фильтров. 9. Материалы, используемые при синтезе ионитов полимеризационного типа. 10. Преимущества и недостатки процесса Na-катионирования при его организации в одну и две

Проверяемые компетенции	Контрольные вопросы для проведения зачета
	ступени. 11. Уравнение регенерации для Na-катионитного фильтра. 12. Параллельно-точная и противоточная технологии ионного обмена и конструкции фильтров. 13. Фильтры типов ФИСДНр и ФИСДВр. 14. Малосточные схемы ионитной обработки воды. 15. Безреагентные процессы очистки воды. 16. Преимущества мембранных методов очистки воды. 17. Технология осветления воды на насыпных фильтрах. 18. Выбор источника и производительности водоподготовки. 19. Технологические характеристики ионитов. 20. Эксплуатация ионитных фильтров. 21. Химические методы связывания кислорода и диоксида углерода. 22. Сточные воды систем охлаждения. 23. Стоки, загрязненные нефтепродуктами. 24. Типичные схемы обращения воды в циклах ТЭС 25. Типичные схемы обращения воды в циклах АЭС 26. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС и АЭС

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 «Водоподготовка» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенций ОПК-1, ПКС-7 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенций ОПК-1, ПКС-7 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»
ОПК-1	ИОПК-1.1	Лекции	<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.
ПКС-7	ИПКС-7.1						

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Студенты, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины и имеющие до 50% пропусков занятий, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине и получают академическую задолженность по данной дисциплине на основании докладной записки преподавателя заведующему кафедрой и служебной записки заведующего кафедрой «Атомные и тепловые станции» директору ИЯЭиТФ о студентах, не выполнивших всех предусмотренных заданий по дисциплине.

Оценивание формируемых компетенций по зачету 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
Зачет ОПК-1 ПКС-7	Достаточный (Зачет)	По критериям 1-2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 7)
	Недостаточный (Незачет)	По критериям 1-2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 7)

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 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.	Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник / Л.С. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 154 с.	25
2.	Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты: Учеб. пособие / А.С. Копылов, В.Ф. Очков, Ю. В. Чудова. – М.: Изд.дом. МЭИ, 2009. – 222 с	3
3.	Ларин Б.М. Основы математические моделирования химико-технологических процессов обработки теплоносителя на ТЭС и АЭС: Учеб. пособие / Б.М. Ларин, Е.Н. Бушуев. – М.: Изд. Дом МЭИ, 2009. – 311 с	4
2. Дополнительная литература		
4.	Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. Дом МЭИ, 2008. – 464 с.	8
5.	Воронов В.Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС: Учеб. пособие / В.Н. Воронов, Т.И. Петрова; Под ред. А.П. Пильщикова. – М.: Изд. Дом МЭИ, 2009. – 239 с	7

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 10 – 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

№ 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
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 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.	9
5.	Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf на сайте www.rosatom.ru	Электронное издание
6.	«AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт AtomInfo.Ru (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): j-atomicenergy.ru	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): http://vant.iterru.ru/vant.html	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): http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331	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): https://nuclear-power-engineering.ru	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».

Таблица 11 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

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

В таблице 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

Таблица 12 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 14 раздела 10 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 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 13 - 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 «Водоподготовка» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 14.

Таблица 14 - 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	5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236 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 (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025) MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное 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	• Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50. • Ресиверная емкость. • Инвертор. • Газоанализатор.	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

№ 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
		• Газовый расходомер. • Набор пневмометрических зондов. • КИП. • ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400. • Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. • Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.	лицензии: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader , бесплатное ПО; - Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО; MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.
3	5214 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 NGTY	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: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader , бесплатное ПО; - Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО; MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

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 ОПК-1, ПКС-7.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы.

Уровень развития компетенций ОПК-1, ПКС-7 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать).

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, диалоги.

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 ОПК-1, ПКС-7. 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 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 14. 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 «Водоподготовка» ОП ВО по специальности 14.05.02
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»,
специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций»
(квалификация выпускника – инженер-физик)

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 «Водоподготовка» ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – ст. преподаватель кафедры АТС, Пронин А.Н.).

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

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». 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 специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Водоподготовка» закреплены две компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её 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 «Водоподготовка» составляет 2 зачётных единицы (72 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Водоподготовка» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» 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 «Водоподготовка» 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 специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименований, справочно-

библиографической и научной литературой – 12 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Водоподготовка» 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 «Водоподготовка».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Водоподготовка» ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанной доцентом кафедры АТС Тряевым П.В., 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)