

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.Б.30 «Водоподготовка»
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: _____ 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика" _____

Направленность: _____ "Атомные электрические станции и установки" _____

Форма обучения: _____ очная _____

Год начала подготовки: _____ 2022 _____

Выпускающая кафедра: _____ АТС _____

Кафедра-разработчик: _____ АТС _____

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

Промежуточная аттестация: _____ Зачет _____

Разработчик(и): _____ ст. преподаватель _____ Пронин А.Н. _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рецензент: Мельников В.И., 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 № 148 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от «13» апреля 2023 г. № 17).

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

(подпись) С.М. Дмитриев

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

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

(подпись) М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.03.01-а-33

Начальник методического отдела УМУ

(подпись) Н.Р. Б

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Кабанина Н.И

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 |
| 5. Структура и содержание дисциплины | 8 |
| 6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины | 10 |
| 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины | 14 |
| 8. Информационное обеспечение дисциплины | 15 |
| 9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз | 16 |
| 10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 16 |
| 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-5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «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-5 полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ОПК-1, ПКС-5

| Код компетенции | Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками | | | | | | | |
|-----------------|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 сем. | 2 сем. | 3 сем. | 4 сем. | 5 сем. | 6 сем. | 7 сем. | 8 сем. |
| ОПК-1 | Химия | | | | | | | | |
| | Математический анализ | | | | | | | | |
| | Обыкновенные дифференциальные уравнения | | | | | | | | |
| | Аналитическая геометрия. Линейная алгебра | | | | | | | | |
| | Теория функций комплексного переменного | | | | | | | | |
| | Теория вероятностей и математическая статистика | | | | | | | | |
| | Физика | | | | | | | | |
| | Прикладная физика | | | | | | | | |
| | Теоретическая механика | | | | | | | | |
| | Механика жидкости и газа | | | | | | | | |
| | Техническая термодинамика | | | | | | | | |
| | 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 | | | | | | | | |
| | Экспериментальные методы исследований | | | | | | | | |
| | Ознакомительная практика | | | | | | | | |
| | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | | | | | | | | |
| ПКС-5 | Механика жидкости и газа | | | | | | | | |
| | Техническая термодинамика | | | | | | | | |
| | Ядерная физика | | | | | | | | |
| | Технология конструкционных материалов | | | | | | | | |
| | Физика ядерных реакторов | | | | | | | | |
| | Водоподготовка | | | | | | | | |
| | Электрооборудование электростанций | | | | | | | | |
| | Механика | | | | | | | | |
| | Атомные электрические станции | | | | | | | | |
| | Циркуляционные насосы для электрических станций | | | | | | | | |
| | Ядерные энергетические реакторы | | | | | | | | |
| | Режимы работы атомных и тепловых электрических станций | | | | | | | | |
| | Водоподготовка | | | | | | | | |
| | Защита от ионизирующего излучения | | | | | | | | |
| | 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-5 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

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

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине | | | Оценочные средства | |
|--|--|--|--|--|---|-------------------------------|
| | | Знать | Уметь | Владеть | Текущего контроля | Промежуточной аттестации |
| 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. | основы естественнонаучных дисциплин применительно к профессиональной деятельности. | использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин при изучении водоподготовки и водно-химических процессов в ЯЭУ. | 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-5 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного | ИПКС-5.1 Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного | - основы водоподготовки на АЭС; классификацию коррозионных процессов, теоретические основы, механизм и особенности различных видов | - определять и оценивать показатели качества воды; - учитывать влияние облучения на водно-химические процессы в 1-ом контуре ЯЭУ на АЭС. | навыками выбора материалов при проектировании основного и вспомогательного оборудования и трубопроводов на АЭС с учетом водно-химических режимов работы. | Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8) | 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 |
| технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ | технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки. | коррозии; - перечень основных современных приборов и методов контроля показателей качества воды, а также методы и средства водоочистки, включающие удаление грубодисперсных и механических примесей. | | | | |

Освоение дисциплины причастно к освоению 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:

- выполнение теплогидравлических и нейтронно-физических расчетов ядерных энергетических реакторов.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 38 часа, самостоятельная работа обучающихся - 34 часов (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-5 ИПКС-5.1 | 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 | 4 | 1 | 4 | п. 1,5 табл. 9 РПД | Лекция | - |
| | Раздел 10. Специальные методы 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 – Перечни 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-5 | Основные определения и понятия |
| 2 ОПК-1 ПКС-5 | Влияние примесей воды на ее качество |
| 3 ОПК-1 ПКС-5 | Требования к качеству воды и их классификация |
| 4 ПКС-5 | Методы, технологические процессы и сооружения. Классификация основных технологических систем. |
| 5 ПКС-5 | Основные критерии для выбора технологической и состава сооружений для подготовки воды |
| 6 ПКС-5 | Основы процесса фильтрования. Классификация аппаратов. Макрофильтрование и микрофильтрование |
| 7 ПКС-5 | Классификация методов дегазации воды, теоретические основы процесса. Физические методы дегазации. Химические методы дегазации. |
| 8 ОПК-1 ПКС-5 | Классификация методов опреснения и обессоливания воды. Ионообменный метод обессоливания воды. Обессоливание воды методы обратного осмоса. |
| 9 ОПК-1 ПКС-5 | Причины и виды загрязнения поверхности труб теплообменных поверхностей. Обработка охлаждающей воды для предупреждения загрязнения поверхности труб теплообменных труб теплообменных аппаратов. Обработка охлаждающей воды для борьбы с биологическими обрастаниями. Обработка воды для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов. |
| 10 ПКС-5 | 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 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Этапы круговорота природных и производственно-бытовых вод. 2. Различие 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-5 | <ol style="list-style-type: none"> 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 фильтрования 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 |

| Проверяемые компетенции | Контрольные вопросы для проведения зачета |
|-------------------------|--|
| | <p>две ступени.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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-5 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенций ОПК-1, ПКС-5 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

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

| Коды | | Виды и номера тем занятий | Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | | | |
|-------------|------------------------------------|---------------------------|--|---|--|---|---|
| компетенций | индикаторов достижения компетенций | | | «Отлично» | «Хорошо» | «Удовлетворительно» | «Неудовлетворительно» |
| ОПК-1 | ИОПК-2.1 | 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-5 | ИПКС-5.1 | | | | | | |

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 экзамене |
|-------------------------|---|--|
| Зачет ОПК-1 ПКС-5 | 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. |

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 |
| 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 <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): j-atomicenergy.ru | 1 раз в месяц |
| 9. | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический | 4 раза в год |

| № 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 |
|-------|--|--|
| | журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): http://vant.iterru.ru/vant.html | |
| 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»;

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

Таблица 11 - 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 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 «Водоподготовка» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные в 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 | 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 (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50. • Ресиверная емкость. • Инвертор. • Газоанализатор. • Газовый расходомер. • Набор пневмометрических зондов. • КИП. • ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400. • Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. <p>Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</p> | 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. |
| 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 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: - 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-5.

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-5 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-5. 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 11. 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 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 «Водоподготовка» 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 им. Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – д.т.н., профессор кафедры «АТС» Сандлер Н.Г.).

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 «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 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 «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 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 зачета, 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 – 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 направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

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 направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной д.т.н., профессором кафедры «АТС» Сандлером Н.Г., 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.