

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

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ
_____ М.А. Легчанов
«20» марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.ОД.11 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии»
для подготовки магистр

Направление подготовки: 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: «Тепломассообменные процессы и установки»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: _____ очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: АТС

Объем дисциплины: 72/2
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет

Разработчик(и): Терёхин А.Н.
(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 3++) по направлению подготовки 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 146 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от 17.12.2024 г. № 6)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «10» марта 2025 г. № 3).

Зам. заведующего кафедрой «Атомные
и тепловые станции»

_____ А.Н. Терехин
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «19» марта 2025 г. № 1).

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

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 13.04.1-т-18

Начальник методического отдела УМУ

_____ (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.....	5
5. Структура и содержание дисциплины	6
6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины	8
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	11
8. Информационное обеспечение дисциплины	13
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз	13
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	16
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	18

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

формирования знаний по основным видам технологий и основного теплотехнического оборудования, используемого для производства тепловой и электрической энергии;

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление о принципах работы оборудования для выработки тепловой или электрической энергии, о проблемах данного оборудования, а также о проблемах технологических процессов, происходящих в данном оборудовании.
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические выкладки в процессе проектирования, конструирования и эксплуатации оборудования для выработки тепловой или электрической энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» включена в перечень вариативной части дисциплин по выбору (запросу студентов) и направлена на углубление уровня освоения компетенции ПКС-2. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются:

«Методы решения инженерных задач при проектировании энергетических установок», «Моделирование процессов тепломассопереноса в НИОКР по созданию энергетических установок».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» у обучающегося частично формируется компетенция ПКС-2, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ПКС-2

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПКС-2	Организация теплофизического эксперимента				
	Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии				
	Ознакомительная практика				
	Научно-исследовательская работа				
	Научно-исследовательская работа				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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

Профессиональные компетенции ПКС-2 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-2. Способен к организации сбора и изучению научно-технической информации по теме исследований и разработок, к систематизации, анализу, теоретическому обобщению, применению актуальной нормативной документации и научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	ИПКС-2.2. Систематизирует, анализирует, обобщает и применяет актуальную нормативную документацию и научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии и информационные ресурсы, обеспечивающие научно-технической информацией в соответствующей области знаний.	применять актуальную нормативную документацию и научные данные, результаты экспериментов и наблюдений, методику и последовательность изучения источников научно-технической информации, оценивать релевантность ее процедуры поиска.	навыками систематизации полученной научно-технической информации, современными подходами и методами ее анализа и теоретического обобщения.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1) Задания на практические занятия (оценка по критерию 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.6 «Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований» (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), решает следующие профессиональные задачи:

- разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;
- сбор, обработка, анализ и систематизация научно - технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;
- подготовка научно - технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.

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.	
	Всего	в том числе в 3 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 (ПЗ)	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)	34	34
Подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму и зачету	-	-

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов				
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине					
ПКС-2 ИПКС-2.2	Введение	1	-	-	-	п. 1 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	1. Некоторые особенности отечественной энергетики	1	-	0,25	3	п. 1,4 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	2. Технологии современной энергетики	2	1	0,75	5	п. 2, 5 табл. 9 РПД	Лекция \ Семинар	-	-
	3. Альтернативные, или нетрадиционные, технологии	3	3	0,5	6	п. 2, 5 табл. 9 РПД	Проблемная лекция \ Работа в малых группах	-	-
	4. Теплоснабжение: состояние и перспективы	3	4	0,5	4	п. 2, 5 табл. 9 РПД	Лекция \ Коллоквиум	-	-
	5. Энергетическое использования растительной биомассы	1	3	0,5	6	п. 4 табл. 9 РПД	Проблемная лекция \ Работа в малых группах	-	-
	6. Проблема утилизации отходов	1	2	0,5	4	п. 3 табл. 9 РПД	Проблемная лекция \ Работа в малых группах	-	-
	7. Парогазовые энергетические установки	2	2	0,5	3	п. 3 табл. 9 РПД	Лекция \ Коллоквиум	-	-
	8. Вопросы безопасности АЭС	3	2	0,5	3	п. 4, 5 табл. 9 РПД	Проблемная лекция \ Семинар	-	-
ИТОГО:		17	17	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		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1		• Назовите основные предпосылки развития энергетики. • Какие тенденции развития имели различные энергетические технологии?
2	2	• Структура энергетики России. • Критерии распределения энергетических ресурсов по карте нашей страны. • Какие технологии используются в современных электрических станциях.
3	3	• Термоядерная энергетика • Водородная энергетика • Газогидраты • Сланцевый газ и гипотеза геолога В. Н. Ларина • Топливные элементы
4	4	• Централизованное теплоснабжение и тепловые сети • Тенденции в децентрализованном теплоснабжении • Перспективные пути развития системы теплоснабжения
5	5	• Отечественный опыт эксплуатации технологических установок для энергетического использования растительной биомассы • Зарубежный опыт создания газогенераторных тепловых электрических станций • Разработка установки газификации отходов производства маслоэкстракционного завод • Разработка газогенераторной дизельной электростанции • Разработка газогенераторной паротурбинной электростанции
6	6	• Существующие подходы к проблеме отходов • Мусоросжигающие электростанции • Комбинированная переработка • Захоронение на полигонах и некоторые другие технологии • Техничко-экономические показатели технологий переработки твердых бытовых отходов
7	7	• Ртутно-водяной цикл • Цикл Фильда-Барановского • Бинарный парогазовый цикл • Циклы с дожиганием топлива в продуктах сгорания газотурбинных установок • Цикл с высоконапорным парогенератором • Установки с раздельными контурами газа и пара • Особенности тепловых процессов в контактных газопаровых установках • Котлы-утилизаторы • Паровые турбины для парогазовых установок • Регулирование нагрузки парогазовых установок
8	8	Барьеры безопасности АЭС

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1.	Роль науки в решении современных проблем теплоэнергетики, теплотехники и технологий.
2.	Эволюционные и инновационные пути решения проблем теплоэнергетики, теплотехники и технологий.
3.	Задачи современной и перспективной теплоэнергетики, теплотехники и технологий.
4.	Проблемы современных котельных установок и пути их решения.
5.	Проблемы современных газотурбинных установок.
6.	Парогазовые установки и перспективы их развития.
7.	Проблемы установок с двигателями внутреннего сгорания.
8.	Проблемы энергоисточников на основе ядерных реакций (обзор).

9.	Технологии ядерных реакторов деление нейтронами тяжелых ядер.
10.	Технологии реакторов управляемого термоядерного синтеза.
11.	Технологии ускорительно-управляемых систем (электроядерных установок).
12.	Проблемы энергоисточников на основе возобновляемых источников (обзор).
13.	Проблемы гидроэнергетики.
14.	Проблемы ветроэнергетики.
15.	Проблемы солнечной энергетики.
16.	Проблемы установок, использующих биотехнологии, термальные энергоносители, приливные и волновые установки.
17.	Укажите теплоносители современных теплоэнергетических установок и сравните их свойства с точки зрения экономичности и безопасности.
18.	Обоснуйте проблемы сырьевых запасов современных теплоэнергетических установок.
19.	Обоснуйте достоинства и недостатки энергоустановок с возобновляемыми источниками энергии с позиций экономичности и безопасности.
20.	Сравните современные и перспективные энергоисточники на углеводородном топливе.
21.	Выполните анализ современного состояния и перспектив развития ядерных источников энергии.
22.	Нарисуйте и обоснуйте научно-технические решения экспериментального участка, выполняемого Вами в индивидуальном задании и его роль в решении современных задач в теплоэнергетике, теплотехнике и технологиях.
23.	Составьте план программы-методики одного из экспериментов выполняемых Вами в индивидуальной научно-исследовательской работе.
24.	Приведите пример выполняемого Вами расчетно-вычислительного подраздела Вашей индивидуальной научно-исследовательской работы.

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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенции ПКС-2 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ПКС-2 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»
ПКС-2	ИПКС-2.2	Лекционные занятия Проблемные лекции Семинар	<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
		Коллоквиум Работы малыми группами	<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-4

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.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания, включая обязательное присутствие на коллоквиуме.

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПКС-2	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ПКС-2, (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если компетенция усвоена на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если компетенция усвоена на очень низком уровне

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.	В. М. Головизнин Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов / В. М. Головизнин [и др.]. - М. : Изд-во МГУ, 2013. - 468 с	35
2.	В. И. Ляшков. Тепловые двигатели и нагнетатели : Учеб.пособие / В. И. Ляшков. - М. : Абрис, 2012. - 168 с.	7
3.	А. С. Козелков Математические модели и алгоритмы для имитационного моделирования задач гидродинамики и аэродинамики : Учеб.пособие / А. С. Козелков [и др.] ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 164 с.	20
4.	С. М. Дмитриев Основное оборудование АЭС : Учеб.пособие / С. М. Дмитриев [и др.] ; Под ред.С.М.Дмитриева. - Минск : Вышэйш.шк., 2015. - 288 с.	50
5.	В. В. Петрунин Обоснование прочности и ресурса реакторов различного типа : Учеб.пособие / В. В. Петрунин, В. Б. Кайдалов, Ю. Н. Татарский ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 104 с.	9
2. Дополнительная литература		
6.	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. Учебник. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.	90
7.	А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике. Учебное пособие. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.	2

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
8.	А.Я. Крамеров, Я.В. Шевелёв. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 736 с.	4
9.	Б.Г. Ганчев, Л.Л. Калишевский, Р.С. Демешев и др. Ядерные энергетические установки. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 629 с.	31
10.	Г.Б. Усынин, Е.В. Кусмарцев. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие для вузов; под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.	80
11.	В.М. Будов, В.А. Фараонов. Конструирование основного оборудования АЭС. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 264 с.	20
12.	И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин. Конструирование ядерных реакторов. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.	21
13.	Р. В. Радченко. Водород в энергетике. Учебное пособие; под общ. ред. Р. В. Радченко, А.С. Мокрушина, В.В. Тюльпа. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 229 с.	Электронное издание

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 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 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?q_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

№ 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
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:

- 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.

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>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

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, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных

Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

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

- профессиональным справочным системам «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 «Циркуляционные насосы для электрических станций» 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.	<u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	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 ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 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)
2.	<u>5213</u> Центр расчетных исследований и вычислительного моделирования гидродинамических и теплофизических процессов для самостоятельной работы	- Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью 10^{12} операций в секунду. 3D-принтер DESIGNERPRO250	OC Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная.
3.	<u>Бокс</u> Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы	- 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. - Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.	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.
4.	<u>5214</u> Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	Рабочее место студента – 28 Доска меловая; ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: - 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

№ 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
			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 ПКС-2.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

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

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

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

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенции ПКС-2 результате выполнения определенных видов работы оценивается:

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

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

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенции ПКС-2. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

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

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;
- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;
- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

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

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

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

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

представленной в разделе 6 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Тепломассообменные процессы и установки" по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Атомные и тепловые станции» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПКС-2, прописанные в учебном плане по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». 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 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». 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 «Трибологические аспекты проектирования и конструирования энергетических установок», «Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии», «Экологическая безопасность» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на ознакомительной и проектной практиках и при выполнении научно-исследовательской работы, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии», 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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии» 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, профессор кафедры «Ядерные реакторы
и энергетические установки», д.т.н., профессор

(подпись) В.И. Мельников