

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

Институт ядерной энергетики и технической физики имени академика Ф.М. Митенкова
(ИЯЭ и ТФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭ и ТФ
А.Е. Хробостов
10. 06. 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.Б.17 «Техническая термодинамика»
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Направленность: "Атомные электрические станции и установки"

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: ЭУ и ТД

Объем дисциплины: 108/3
(часов/з.е.)

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

Разработчик(и): Воеводин А.Г., к.т.н., доц.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

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 27.03.2018 № 214 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от 10. 06. 2021 г. № 6).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика «Энергетические установки и тепловые двигатели» (протокол от 03. 06. 2021 г. № 9).

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и тепловые двигатели»,

к.т.н., доцент

С.Н. Хрунков
(подпись)

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭ и ТФ, где реализуется данная программа (протокол от 08.06.2021 г. № 08/1).

Председатель совета ИЯЭ и ТФ

к.т.н., доцент

А.Е. Хробостов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.03.02-я-50

Начальник методического отдела УМУ

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

Кабанина Н.И
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	4
4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	9
5. Структура и содержание дисциплины.....	11
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	20
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	23
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	24
12. Рецензия.....	25
13. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- формирования знаний по теории технической термодинамики;
- формирования навыков решения профессиональных задач по теории тепловых машин и аппаратов энергетических установок атомных электрических станций.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление о методологических принципах тепловых расчетов оборудования, применяемого в энергетических контурах атомных и тепловых электростанций;
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические выкладки в процессе проектирования теплотехнического оборудования и систем энергетических контуров атомных и тепловых электростанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Техническая термодинамика» включена в перечень базовой части дисциплин и направлена на углубление уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина, являются:

«Химия», «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Физика», «Теория функций комплексного переменного».

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 «Техническая термодинамика» у обучающегося частично формируются компетенции ОПК -1 и ПКС-5, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблицы 1 и 2 соответственно).

Таблица 1 - Формирование компетенции ОПК-1

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								
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра.								
	Обыкновенные дифференциальные уравнения								
	Ознакомительная практика								
	Теория функций комплексного переменного								
	Физика								
	Теория вероятностей и математическая статистика								
	Прикладная физика								

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.
	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								■
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								■

Таблица 2 - Формирование компетенции 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.
ПКС-5	Механика жидкости и газа					■			
	Техническая термодинамика					■			
	Механика						■		
	Ядерная физика						■		
	Атомные электрические станции						■		
	Циркуляционные насосы для электрических станций							■	
	Физика ядерных реакторов							■	
	Ядерные энергетические реакторы							■	
	Технология конструкционных материалов							■	
	Водоподготовка							■	
	Электрооборудование электростанций							■	

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.
	Режимы работы атомных и тепловых электростанций								
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования								
	Защита от ионизирующего излучения								
	Преддипломная практика								
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								

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

Профессиональные компетенции ОПК-1 и ПКС-5 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 (таблицы 3 и 4 соответственно).

Таблица 3 - 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.	основные законы теплофизики и химии; математическое дифференцирование и интегрирование; основное энергетическое оборудование атомных электрических станций.	- выделять тепловые явления в энергетических установках атомных электрических станций; - представлять и применять на практике полученные результаты УИР.	- навыками постановки задач и разработки программы исследования теплофизических процессов; - навыками представления практического применения полученных результатов исследования.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	основы анализа результатов теоретического исследования теплофизических процессов в рамках выполненных расчетно-графических работ.	- применять математический аппарат компьютерные программы решению конкретных теплофизических задач; - представлять и применять на практике полученные результаты УИР.	навыками решения практических задач в рамках курса технической термодинамики.		

Таблица 4 - 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-5 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного 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.	ИПКС-5.1 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного 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.	основные законы термодинамики, методы математического и физического анализа и моделирования термодинамических процессов, теоретического исследования характеристик цикла паротурбинных энергетических установок и атомных электростанций.	пользоваться табличными и графическими справочными материалами по газам, воздуху и водяному пару; составлять принципиальные тепловые схемы и теоретические циклы энергетических установок атомных электростанций.	навыками проведения обработки результатов теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов энергетических установок атомных электростанций.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ А/03.6 «Обработка и анализ результатов расчетных исследований и экспериментальных измерений и составление отчетов по выполненным этапам работ» (ПС 24.078 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»), решает следующие профессиональные задачи:

- знать методы и средства математической обработки и обобщения результатов исследований;
- уметь пользоваться современными методами графического представления расчетной информации;
- владеть навыками первичного анализа полученных расчетных и экспериментальных данных.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.) или 108 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 55 часов, самостоятельная работа обучающихся - 53 часа (таблица 5).

Таблица 5 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 4 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	108/3	108/3
1. Контактная работа:		
1.1. Аудиторная работа, в том числе:		
Занятия лекционного типа (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:		
Консультации по дисциплине	34	34
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:		
Контрольные работы (изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	4	4
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	53	53

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 6. 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 6 - 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											
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине	Самостоятельная работа студентов								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ПКС-5 ИПКС-5.1	1. Основные понятия и определения термодинамики	1	2	0,5	3	п. 6 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
	2. Первый закон термодинамики	2	4	0,5	10	п. 5, 7 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
	3. Исследование обратимых процессов идеального газа	4	8	0,5	10	п. 1, 5 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
	4. Второй закон термодинамики	3	6	0,5	10	п. 4, 6 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
	5. Реальные рабочие тела тепловых машин	4	8	1	10	п. 3, 6 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
	6. Термодинамические циклы тепловых машин	3	6	1	10	п. 2, 6 табл. 11 РПД	Лекция	-	-				
ИТОГО:		17	34	4	53								

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Таблица 7 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1	<p>1. Рабочее тело. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Параметры состояния. Термодинамические процессы и необратимые. Энергия, работа, теплота.</p> <p>2. Уравнение состояния идеального газа. Газовые постоянные. p-v - диаграмма и ее свойства.</p> <p>3. Газовые смеси. Применение уравнения состояния идеального газа к газовым смесям.</p> <p>4. Теплоемкость газов. Виды теплоемкостей. Истинная и средняя теплоемкость.</p>
2	2	<p>5. Первый закон термодинамики в условиях закрытой термодинамической системы. Работа расширения. Внутренняя энергия.</p> <p>6. Первый закон термодинамики в условиях открытой расширенной термодинамической системы. Располагаемая работа. Энталпия.</p> <p>7. Энтропия термодинамической системы. T-s - диаграмма и ее свойства.</p>
3	3	<p>8. Обратимы термодинамические процессы в идеальном газе: изохорный процесс. (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p-v и T-s диаграммах).</p> <p>9. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изобарный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p-v и T-s диаграммах).</p> <p>10. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изотермический процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p-v и T-s диаграммах).</p> <p>11. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: адиабатный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в p-v и T-s диаграммах).</p> <p>12. Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: политропный процесс. Классификация политропных процессов.</p> <p>13. Термодинамические процессы в идеальном поршневом компрессоре. Сравнение изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия.</p> <p>14. Термодинамические основы многоступенчатого сжатия в компрессоре.</p>
4	4	<p>15. Базисные формулировки второго закона. Прямые и обратные циклы.</p> <p>16. Прямой обратимый цикл Карно, его свойства.</p> <p>17. Обратный обратимый цикл Карно, его свойства.</p> <p>18. Обратимый регенеративный цикл. Принцип регенерации теплоты.</p>
5	5	<p>19. Особенности сжатия газа в реальном компрессоре. Вредное пространство. Объемный КПД, коэффициент наполнения. Изотермический и адиабатный КПД компрессора.</p> <p>20. Процессы испарения, кипения, сублимации и конденсации. Понятия пара. Степень сухости и влажность. Фазовая p-v - диаграмма вода-пар, ее характерные точки и области.</p> <p>21. Теплофизические свойства воды и пара. Определение внутренней энергии и энталпии воды и пара. Удельная теплота парообразования.</p> <p>22. Определения энтропии воды и пара. Удельная теплота парообразования. T-s и i-s - диаграммы водяного пара. Их характерные точки и области.</p> <p>23. Дросселирование газов и паров. Температурный дроссельный эффект в идеальных и реальных газах. Температура инверсии.</p>
6	6	<p>24. Сопла и диффузоры (назначение и принцип действия). Термодинамические процессы в соплах и диффузорах. Определение скорости истечения и массового расхода через сопло.</p> <p>25. Выбор формы канала сопла. Критическое отношение давлений. Анализ расчетных и нерасчетных режимов работы сопел.</p> <p>26. Идеальный цикл паротурбинной установки (цикл Ренкина): работа, термический КПД, графическое изображение в p-v и T-s диаграммах.</p> <p>27. Явления необратимости в ПТУ, пути повышения термического КПД ПТУ.</p> <p>28. Сложные циклы ПТУ: цикл с промежуточным перегревом пара.</p>

	<p>29. Сложные циклы ПТУ: регенеративный цикл.</p> <p>30. Идеальный цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении: работа, термический КПД и пути его повышения.</p> <p>31. Оценка эффективности работы реальной ГТУ, пути повышения ее эффективного КПД.</p> <p>32. Сложные циклы ГТУ: регенеративный цикл.</p> <p>33. Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным охлаждением рабочего тела в компрессоре.</p> <p>34. Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным подогревом рабочего тела в турбине.</p> <p>35. Термодинамический цикл воздушно-компрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ВКХМ и сравнение его с холодильным коэффициентом цикла Карно.</p> <p>36. Термодинамический цикл парокомпрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ПКХМ и пути его повышения.</p> <p>37. Абсорбционная холодильная установка.</p>
--	---

Таблица 8 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1.	Рабочее тело. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Параметры состояния. Термодинамические процессы и необратимые. Энергия, работа, теплота.
2.	Уравнение состояния идеального газа. Газовые постоянные. Р-В - диаграмма и ее свойства.
3.	Газовые смеси. Применение уравнения состояния идеального газа к газовым смесям.
4.	Теплоемкость газов. Виды теплоемкостей. Истинная и средняя теплоемкость.
5.	Первый закон термодинамики в условиях закрытой термодинамической системы. Работа расширения. Внутренняя энергия.
6.	Первый закон термодинамики в условиях открытой расширенной термодинамической системы. Располагаемая работа. Энталпия.
7.	Энтропия термодинамической системы. Т-с - диаграмма и ее свойства.
8.	Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изохорный процесс. (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в р-в и Т-с диаграммах).
9.	Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изобарный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в р-в и Т-с диаграммах).
10.	Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: изотермический процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в р-в и Т-с диаграммах).
11.	Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: адиабатный процесс (уравнение процесса, работа и теплота процесса, изменение энтропии, изображение в р-в и Т-с диаграммах).
12.	Обратимые термодинамические процессы в идеальном газе: политропный процесс. Классификация политропных процессов.
13.	Термодинамические процессы в идеальном поршневом компрессоре. Сравнение изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия.
14.	Особенности сжатия газа в реальном компрессоре. Вредное пространство. Объемный КПД, коэффициент наполнения. Изотермический и адиабатный КПД компрессора.
15.	Термодинамические основы многоступенчатого сжатия в компрессоре.
16.	Базисные формулировки второго закона. Прямые и обратные циклы.
17.	Прямой обратимый цикл Карно, его свойства.
18.	Обратный обратимый цикл Карно, его свойства.
19.	Обратимый регенеративный цикл. Принцип регенерации теплоты.
20.	Общая математическая характеристика обратимых процессов.
21.	Эксергия термодинамической системы. Энталпийный и энтропийный компоненты эксергии. Уравнения эксергетического баланса для обратимых процессов.
22.	Математическая характеристика необратимых термодинамических процессов.
23.	Уравнение эксергетического баланса при необратимых процессах. Безвозвратная потеря эксергии.
24.	Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто).
25.	Термодинамический цикл ДВС при постоянном давлении (цикл Дизеля).
26.	Термодинамический цикл ДВС со смешанным подводом теплоты (цикл Тринклера).
27.	Процессы испарения, кипения, сублимации и конденсации. Понятия пара. Степень сухости и влажность. Фазовая р-в - диаграмма вода-пар, ее характерные точки и области.
28.	Теплофизические свойства воды и пара. Определение внутренней энергии и энталпии воды и пара. Удельная теплота парообразования.
29.	Определения энтропии воды и пара. Удельная теплота парообразования. Т-с и i-s - диаграммы водяного пара.

	Их характерные точки и области.
30.	Дросселирование газов и паров. Температурный дроссельный эффект в идеальных и реальных газах. Температура инверсии.
31.	Сопла и диффузоры (назначение и принцип действия). Термодинамические процессы в соплах и диффузорах. Определение скорости истечения и массового расхода через сопло.
32.	Выбор формы канала сопла. Критическое отношение давлений. Анализ расчетных и нерасчетных режимов работы сопел.
33.	Идеальный цикл паротурбинной установки (цикл Ренкина): работа, термический КПД, графическое изображение в $p-v$ и $T-s$ диаграммах.
34.	Явления необратимости в ПТУ, пути повышения термического КПД ПТУ.
35.	Сложные циклы ПТУ: цикл с промежуточным перегревом пара.
36.	Сложные циклы ПТУ: регенеративный цикл.
37.	Идеальный цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении: работа, термический КПД и пути его повышения.
38.	Оценка эффективности работы реальной ГТУ, пути повышения ее эффективного КПД.
39.	Сложные циклы ГТУ: регенеративный цикл.
40.	Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным охлаждением рабочего тела в компрессоре.
41.	Сложные циклы ГТУ: цикл с промежуточным подогревом рабочего тела в турбине.
42.	Термодинамический цикл воздушно-компрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ВКХМ и сравнение его с холодильным коэффициентом цикла Карно.
43.	Термодинамический цикл парокомпрессионной холодильной машины. Холодильный коэффициент ПКХМ и пути его повышения.
44.	Абсорбционная холодильная установка.

Допуском к сдаче зачета является:

- выполнение тестов с правильностью выше 60% в системе управления обучением НГТУ им. Р.Е.Алексеева «eLearning Server».

ТЕСТЫ ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ НА ЗНАНИЕ

Тест № 1

1. Эффективность тепловых двигателей оценивается величиной
 - а. КПД
 - б. вероятности отказа
 - в. стоимости
2. К параметрам состояния рабочего тела относятся
 - а. манометрическое давление, плотность, абсолютная температура
 - б. абсолютное давление, абсолютная температура, удельный объем
 - в. удельный объем, абсолютная температура, скорость движения
3. Газовая постоянная R в уравнении Клапейрона имеет размерность
 - а. Н/м^2
 - б. Дж/кг
 - в. $\text{Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
4. Количественный состав газовой смеси может быть задан следующими способами
 - а. числом киломолей каждого компонента, массовыми долями, объемными долями
 - б. числом киломолей каждого компонента, абсолютной температурой, объемными долями
 - в. числом киломолей каждого компонента, массовыми долями, абсолютным давлением
5. Удельная теплоемкость идеального газа в зависимости от конкретных условий может быть
 - а. мольная, массовая, объемная
 - б. мольная, массовая, функция абсолютной температуры
 - в. мольная, функция абсолютного давления, объемная

6. В формулу первого закона термодинамики для закрытой системы входят
- теплота, изменение внутренней энергии, абсолютное давление
 - теплота, изменение энталпии, абсолютная температура
 - теплота, изменение внутренней энергии, работа деформации

Тест № 2

1. В технической термодинамике энтропия принимается равной нулю при следующих значениях температуры и давления
- ноль градусов Цельсия, ноль бар абс.
 - ноль градусов Цельсия, 1 бар абс.
 - ноль градусов Кельвина, 1 бар абс.
2. В формулу первого закона термодинамики для открытой системы входят
- теплота, изменение энталпии, располагаемая техническая работа
 - теплота, изменение энтропии, располагаемая техническая работа
 - теплота, изменение внутренней энергии, работа деформации
3. В T-S диаграмме кривые расположены
- изохора
 - изобара
 - изотерма
4. В одноступенчатом компрессоре затраты технической работы на сжатие минимальны при процессе
- адиабатном
 - изотермическом
 - политропном с показателем $n=1,2$
5. В адиабатном процессе остается постоянной
- энталпия
 - внутренняя энергия
 - энтропия
12. Цикл Карно состоит из
- двух изобар и двух адиабат
 - двух изотерм и двух адиабат
 - двух изохор и двух адиабат

Тест № 3

1. В формулу для определения величины эксергии входят
- изменение энталпии и энтропии
 - изменение внутренней энергии и давления
 - изменение температуры и объема
2. В цикле Дизеля подвод теплоты рабочему телу происходит при
- постоянном объеме
 - постоянной температуре
 - постоянном давлении
3. При значении степени сухости водяного пара $x=0$ вода находится в состоянии
- газообразном
 - жидком
 - жидком и газообразном

4. С повышением температуры перегрева водяного пара КПД цикла Рэнкина

а. уменьшается

б. остается без изменения

в. увеличивается

5. В процессе дросселирования водяного пара не изменяется

а. энтропия

б. температура

в.энталпия

18. Для достижения сверхзвуковых скоростей форма сопла должна быть

а. суженной

б. сужено-расширенной

в. расширенно-суженной

ТЕСТЫ ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ НА УМЕНИЕ

Тест № 1

1. Определить плотность кислорода O_2 при $t = 37^\circ C$ и следующих давлениях: $P_{\text{ман}} = 200$ мм вод. ст., $P_{\text{бар}} = 75$ мм рт. ст.

2. Смесь газов состоит из водорода и окиси углерода. Массовая доля водорода $gH2 = 6,67\%$. Определить газовую постоянную смеси и её удельный объем при нормальных условиях.

3. Продукты сгорания топлива расширяются в цилиндре двигателя, одновременно от них отводится охлаждающей водой теплота $q=60$ кДж/кг. Работа расширения составляет 650 кДж/кг. Определить изменение удельной внутренней энергии продуктов сгорания топлива.

4. Водяной пар давлением $p_1 = 2MPa$, $t = 250^\circ C$ дросселируется до $p_2 = 1MPa$.

Определить температуру пара в конце дросселирования, Δ перегрева пара и Δ эксергии пара.

Тест № 2

1. 1 кг углекислоты при давлении 2 бара находится в баллоне ёмкостью 400 л. Определить его энтропию.

2. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть $2 m^3$ воздуха при постоянном давлении $P=0,2$ МПа от $t_1=100^\circ C$ до $t_2=500^\circ C$. Какую работу при этом совершает воздух? Давление атмосферы принять 101325 Н/м².

3. Воздух массой 10 кг расширяется изотермически при $t_1=400^\circ C$ и $P_1=800$ кПа до конечного объема $V_2=5$ м³. Определить начальный объем, конечное давление, работу расширения, изменение энталпии, энтропии и внутренней энергии.

4. Выбрать форму сопла и определить скорость истечения для воздуха.

$$p_0 = 5 \text{бар} (abc), \quad t_0 = 37^\circ C, \quad p_1 = 1 \text{бар} (abc).$$

Тест № 3

1. 1 кг воздуха при $t_1=30^\circ C$ и $P_1=0,1$ МПа сжимается адиабатно до $P_2=1$ МПа. Определить конечный объем, конечную температуру и затраченную работу.

2. 1,5 кг воздуха сжимают политропно от $t_1=18^\circ C$ и $P_1=0,09$ МПа до $t_2=125^\circ C$ и $P_2=1$ МПа.

Определить показатель политропы, конечный объем, затраченную работу и количество отведенной теплоты.

3. Перегретый пар $p_1 = 10\text{бар}(абс)$, $t = 300^0\text{C}$ адиабатно расширяется до $p_2 = 0,2\text{бара}(абс)$. Определить состояние пара в конце расширения и найти располагаемую работу процесса расширения.
4. Перегретый пар $p_0 = 10\text{бар}(абс)$, $t_0 = 300^0\text{C}$, $p_1 = 1\text{бар}(абс)$. Выбрать форму сопла и исследовать его работу.

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

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

1. Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 25 декабря 2014 года (СМК-ПВД-7.5-11.4-12-14).

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Техническая термодинамика» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения компетенций ОПК-1 и ПКС-5, с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблицы 3,4). Оценивание формируемых компетенций в процессе контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 9.

Таблица 9 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе контроля знаний

Коды компетенций	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ОПК-1 ПКС-5	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИПКС-5.1	Лекционные и практические занятия, темы 1...6.	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам.	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.
			<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 грубых ошибок, которые сам не может исправить.

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

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

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и итог по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 10.

Таблица 10 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ОПК-1 ПКС-5	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 8)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 8)
Итог по зачету	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 11 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

Основная литература

п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
1	А.Г.Воеводин, А.В. Малахов	Исследование политропного процесса поршневого компрессора	НГТУ, 2018 Учебное пособие	Электронный вариант
2	Кудинов В.А.	Техническая термодинамика и	М.: Юрайт, 2013 Учебник	22

		теплопередача		
3	Малахов А.В.	Курс лекций по технической термодинамике, ч.1	НГТУ, 2013 Учебное пособие	49
4	Барилович В.А.	Основы технической термодинамики и теории тепло-и массообмена	М.: Инфра-М 2015 Учебное пособие	1
5	Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндин А.Е.	Техническая термодинамика	М.: Изд.дом МЭИ, 2008 Учебник	20
6	Ерофеев В.Л.	Теплотехника	М. : Академкнига, 2008 Учебник	35
7	Будаков В.П.	Термодинамика	М.: Дрофа, 2009 Учебное пособие	2

Дополнительная литература

п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
1	С.М. Дмитриев и др.	Основное оборудование АЭС	Минск: Вышэйшая школа, 2015 Учебное пособие	49
2	Кудинов А.А.	Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование	М.: Инфра-М	1
3	Бехшиева Л.Т.	Техническая термодинамика и теплотехника	М.: Академия, 2008 Учебное пособие	8

6.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 12 – 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.	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
5.	«AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт AtomInfo.Ru (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года)	Электронное периодическое издание

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
2. Научная литература		
6.	«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
7.	«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
8.	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

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

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

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

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

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

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

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

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

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

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

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

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

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

В свободном доступе находятся:

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

7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

8. 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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Техническая термодинамика» 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,</u> <u>5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5213</u> Центр расчетных исследований и вычислительного моделирования гидродинамических и теплофизических процессов для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> • Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью 10^{12} операций в секунду. • 3D-принтер DESIGNERPRO250 	ОС Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная.
3.	<u>5214</u> Информационно образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Intel® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	<ul style="list-style-type: none"> • ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО. • Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, https://get.adobe.com/reader, бесплатное ПО. • Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. • T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО. • MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-5.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

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

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенций ОПК-1 и ПКС-5 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (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 практических занятиях – работа в группах, семинары.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

10.2. 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 и ПКС-5.

Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала 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, 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.

10.4. 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.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

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

Грамузовым Евгением Михайловичем, профессором кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е.Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Техническая термодинамика» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Энергетические установки и тепловые двигатели» (разработчик – Воеводин А.Г., доцент, к.т.н.).

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 ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.Б.17.

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

В соответствии с Программой за дисциплиной «Техническая термодинамика» закреплены две **компетенции** (ОПК-1 и ПКС-5). 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 «Техническая термодинамика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Техническая термодинамика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

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

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 и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 7 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, справочно-библиографической и научной литературой – 8 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 «Техническая термодинамика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и преподавателям по организации обучения дают представление о специфике обучения по дисциплине «Техническая термодинамика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Техническая термодинамика» ОПОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Воеводиным А.Г., доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Грамузов Е.М., профессор, кафедра «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н.

(подпись)

10. 06. 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИТС

_____ А.В. Тумасов
«_____» 20 ____ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.Б.17 «Техническая термодинамика»
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки бакалавров

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

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

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2021**

Курс: **2**

Семестр: **4**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2021 года начала подготовки;
- 2)

Разработчик РПД, доцент кафедры
«Энергетические установки и тепловые двигатели», к.т.н. **А.Г. Воеводин**
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«_____» 20 ____ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и тепловые двигатели»

С.Н. Хрунков
(подпись)

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой
«Атомные и тепловые станции» **С.М. Дмитриев**
(подпись)

«_____» 20 ____ г.

Методический отдел УМУ

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

«_____» 20 ____ г.