

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР
Н.И. Никифорова

« 03 » 05 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.12 «Техническая термодинамика»

(код и наименование дисциплины (модуля))

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Безопасность технологических процессов и производств»

(наименование профиля/специализации)

бакалавр

(квалификация)

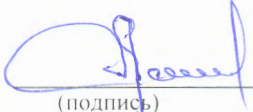
Форма обучения заочная

Нижекамск, 2023

Составитель ФОС:

Доцент

(должность)




(подпись)

А.А.Сагдеев_
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ПАХТ,
протокол от 29.03 _____ 2023г. № 7 _____

Зав. кафедрой



(подпись)

Д.Н.Латыпов_
(Ф.И.О.)

Эксперт:



Руководитель ООП Латыпов Д. Н. зав. каф. ПАХТ

Ф.И.О., должность, организация, подпись

Перечень компетенций с указанием уровней их формирования

Компетенция:

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1 Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность

УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов

УК-2.3 Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией

Индекс Компетенции	Содержание компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Наименование оценочного средства
УК-2.1	Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность	Тема 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	-	Тема 5,6	Лабораторные работы. Реферат. Контрольная работа
УК-2.2	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые	Тема 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	-	Тема 5,6	Лабораторные работы. Реферат. Контрольная работа

	нормы при достижении профессиональных результатов				
УК-2.3.	Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией	Тема 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10		Тема 5,6	Лабораторные работы. Реферат. Контрольная работа

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Форма обучения	Наименование оценочных средств	Количество баллов
заочная		
	Контрольная работа	max 20 - min 10
	Реферат	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 60 - min 40
	итого	max 100 - min 60
	<i>Форма контроля –диф. зачет</i>	

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,	

			наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	<p>Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.</p> <p>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования</p>	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы
2.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения	Темы рефератов
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

Направление подготовки/специальность: **20.03.01 «Техносферная безопасность»**

Лабораторные работы
по дисциплине Б1.В.12 «Техническая термодинамика

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение **трех** лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Определение теплоемкости воздуха.

1. Дать определение массовой, объемной и мольной теплоемкостям.
2. Как обозначаются и в каких единицах измеряются теплоемкости?
3. Уравнение, связывающее между собой теплоемкости.
4. Объяснить смысл величин, входящих в уравнение Майера?
5. Какие существуют способы определения теплоемкости?
6. Объяснить теоретический метод определения теплоемкости.

Лабораторная работа 2. Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха.

1. Определение влажного воздуха, насыщенного и ненасыщенного влажного воздуха.
2. Что называется абсолютной и относительной влажностью?
3. Что называется влагосодержанием воздуха и температурой точки росы?
4. Как определяют плотность и энтальпию влажного воздуха?
5. Какие линии изображаются на id – диаграмме влажного воздуха?
6. Как изображаются основные процессы влажного воздуха на id – диаграмме.

Лабораторная работа 3. Исследование кривой насыщения водяного пара.

1. Что называется кипением, парообразованием, испарением?
2. Какой процесс называют сублимацией и десублимацией?
3. Что называется фазой, фазовым переходом и тройной точкой?
4. Изобразить фазовую pT – диаграмму.
5. Что такое теплота парообразования?
6. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.

Материалы лабораторных работ приведены в учебно, учебно-методических пособиях, разработанных на кафедре:

- 1) Сагдеев А.А., Галимова А.Т. Тепло- хладотехника : учебно-методическое пособие.- – Санкт-Петербург : Свое издательство , 2019 – 128 с.
- 2) Сагдеев К.А., Хазипов М.Р., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. «Термодинамика и основы теплопередачи» : учебное пособие.- Нижнекамск : НХТИ 2016- 81с.

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Техническая термодинамика» студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	2	4

Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	2	4
Выполнение необходимого эксперимента	3	4
Обработка результатов исследования, построение графиков	3,3	4
Анализ результатов исследования и вывод по работе	3	4
ИТОГО :	13,3	20

Критерии оценки:

При изучении дисциплины предусматривается выполнение *трех* лабораторных работ, за эти работы студент может получить максимальное кол-во баллов – 60. *Каждая лабораторная работа оценивается по следующим критериям:*

Оценка «отлично» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $18 \leq R \leq 20$ и студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов с наибольшей точностью; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно оценивает точность результатов измерений; умеет выполнять анализ погрешностей прямых и косвенных измерений.

Оценка «хорошо» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $16 \leq R < 18$ и выполнены требования к оценке 5, но было допущено два - три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $13,3 \leq R < 16$ и работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки: а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большой погрешностью; б) в отчете допущено не более двух грубых ошибок; в) не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если балл рейтинга студента составляет $R < 13$ и работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

Направление подготовки/специальность **20.03.01 «Техносферная безопасность»**

Темы рефератов

По дисциплине Б1.В.12 «Техническая термодинамика»

1. Паровая машина Ползунова И.И.
2. Тепловая теорема Нернста.
3. Основы механической теории теплоты (по работам Ломоносова М.В.).
4. Принцип сохранения энергии применительно к химическим процессам (Г. Гесс).
5. Параметры состояния – энтальпия и энтропия.
6. Эффект Джоуля-Томсона.
7. Дросселирование реальных газов.
8. Двигатели внутреннего сгорания (цикл Отто).
9. Двигатели внутреннего сгорания (цикл Дизеля).
10. Двигатели внутреннего сгорания (цикл Тринклера).
11. Газотурбинная установка.
12. Идеальные циклы реактивных двигателей.
13. Воздушная холодильная установка.
14. Пароэжекторная холодильная установка.
15. Абсорбционная холодильная установка.

Критерии оценки рефератов:

- актуальность темы;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота использования источников;
- оформление реферата.

«Отлично» - от 17 до 20 баллов - присутствие всех вышеуказанных требований; знание изложенного материала, умение грамотно и аргументировано изложить проблемы; умение анализировать фактический материал, свободно беседовать по любому пункту реферата, отвечать на поставленные вопросы по теме реферата.

«Хорошо» - от 13 до 16 баллов - мелкие замечания по оформлению реферата; незначительные трудности по одному из вышеперечисленных требований.

«Удовлетворительно» от 10 до 12 баллов - тема реферата раскрыта недостаточно полно; неполный список литературы и источников; затруднения в изложении материала.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

Направление подготовки/специальность: **20.03.01 «Техносферная безопасность»**

**Комплект заданий для контрольных работ
по дисциплине Б1.В.12 «Техническая термодинамика»**

По изучении дисциплины «**Техническая термодинамика**» студент **заочной** формы обучения должен выполнить контрольную работу, состоящую из 5 задач.

Номер варианта контрольного задания определяется двумя последними цифрами шифра (личного номера студента). Например, при шифре 2149 (две последние цифры 49). Для первой задачи в контрольной работе студент-заочник получает следующие исходные данные: (по последней цифре шифра 9, по предпоследней цифре шифра 4)

- выписать условия задачи;
- решение сопровождать краткими пояснениями, в которых показать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу и откуда они берутся (например, из условия задачи, из справочника, определены ранее);
- проставить размерности (в системе СИ (SI – system international));
- задачи сопровождать соответствующими схемами или диаграммами;
- сформулировать краткие выводы по результатам расчетов.

Контрольная работа

Задача № ТД – 1

Определить газовую постоянную, кажущуюся молекулярную массу, плотность и удельный объем при нормальных условиях для смеси идеальных газов, объемное содержание которых задано.

Найти также средние массовые теплоемкости этой смеси при постоянном давлении p_1 в интервале температур от t_1 до t_2 и определить количество теплоты для изобарного нагревания m кг газовой смеси от t_1 до t_2 , если задан общий начальный объем этой смеси $V_{см}$. Данные для расчета приведены в табл.1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	P_1 , бар	$V_{см}$, м ³	t_1 , °C	t_2 , °C	Предпоследняя цифра шифра	Объемный состав газовой смеси			
						N ₂	O ₂	H ₂	CO ₂
0	1	50	100	500	0	70	20	10	
1	3	60	200	600	1	70		10	20
2	5	70	300	700	2	60	10		30
3	7	80	400	600	3	50		10	40
4	9	90	100	400	4	40	5		55
5	2	40	200	500	5	30	20		50
6	4	30	300	600	6	20	10		70
7	6	20	400	700	7	50		5	45
8	8	10	100	500	8	45	5	50	
9	10	100	200	600	9	10		20	70

Задачу следует решать с учетом нелинейной зависимости теплоемкости газов от температуры $c = f(T)$. Значения c , t , m_0 приведены в приложении (табл.П.1.) методических указаний «Теплотехника. Техническая термодинамика. Теплопередача». Напоминаем, что $c'_{см} = \sum r_i c'_i = c'_{см} / \rho_{см.(н.у.)}$, $\rho_{см} = 1 / v_{см}$, $\rho v_{см} = R_{см} T$, $R_{см} = \mu R / \mu_{см}$, $\mu R = 8314 \text{ Дж} / (\text{кмоль} \cdot \text{К})$, $\mu_{см} = \sum_{i=1}^{i=n} r_i \mu_i$, $\rho_{см.(н.у.)}$ - плотность смеси при нормальных условиях ($T_{ну}=273 \text{ К}$, $p_{ну} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$).

Задача № ТД – 2.

m кг газа расширяется политропно с показателем политропы n от начального состояния с параметрами p_1 и t_1 до конечного давления p_2 . Определить теплоту Q , работу L , изменение внутренней энергии ΔU , энтальпии ΔH и энтропии ΔS . Считать, что $c = \text{const}$.

Изобразить процесс на p - v -диаграмме без соблюдения масштаба. Данные для расчета приведены в табл.2.

Таблица 2

Последняя цифра шифра	Газ	m , кг	N ₂	Предпоследняя цифра шифра	p_1 , МПа	t_1 , °C	p_2 , МПа
0	N ₂	10	1,0	0	0,2	10	0,8
1	O ₂	20	1,1	1	0,4	15	2,0
2	H ₂	30	1,2	2	0,6	20	3,0
3	CO ₂	40	1,3	3	0,8	25	6,4
4	N ₂	50	1,4	4	1,0	30	8,0
5	O ₂	60	1,0	5	1,2	50	12,0
6	H ₂	70	1,1	6	1,4	70	14,0
7	CO ₂	80	1,2	7	1,6	100	16,0

8	N ₂	90	1,3	8	1,8	120	18,0
9	O ₂	100	1,4	9	2,0	140	20,0

Задача № ТД – 3.

Водяной пар при давлении p_1 и температуре t_1 , дросселируется до давления p_2 . Определить неизвестные параметры пара h , v , s в начале и в конце дросселирования и потерю работоспособности $D_h = T_0 \Delta s$.

Принять температуру окружающей среды равной t_0 . изобразить процессы на hs -диаграмме (см.в приложении методические указания «Теплотехника. Техническая термодинамика. Теплопередача»).

Данные для расчета приведены в табл.3.

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$p_1, \text{МПа}$	Предпоследняя цифра шифра	$p_2, \text{МПа}$	$t_0, ^\circ\text{C}$
0	700	50	0	0,5	10
1	600	30	1	0,3	15
2	500	20	2	0,2	20
3	400	10	3	0,1	25
4	300	5	4	0,05	30
5	650	50	5	0,5	10
6	550	30	6	0,3	15
7	450	20	7	0,2	20
8	350	10	8	0,1	25
9	500	30	9	0,3	30

Задача № ТД – 4.

Определить холодильный коэффициент ξ' парокомпрессионной аммиачной холодильной установки (с дросселем), массовый расход аммиака m , кг/с и теоретическую мощность привода компрессора $N_{\text{компр.}}$ по заданным значениям температуры влажного пара NH_3 на входе в компрессор t_1 и температуре сухого насыщенного пара за компрессором t_2 и холодопроизводительности установки Q .

Изобразить схему установки и цикл на Ts – диаграмме. Данные для расчета приведены в табл.4.

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра шифра	$Q, \text{кВт}$
0	-10	40	0	150
1	-15	35	1	180
2	-20	30	2	200
3	-25	25	3	220
4	-20	15	4	250
5	-25	20	5	280

6	-20	25	6	300
7	-15	20	7	160
8	-10	25	8	190
9	-15	30	9	200

Напомним: $\xi' = \frac{q_2}{l_u}$, $q_2 = h_1 - h_4$, $l_u = q_1 - q_2 = h_2 - h_1$, $q_1 = h_2 - h_3 = h_2 - h_4$ (3-4 – процесс дросселирования). При адиабатном сжатии $s_1 = s_2 = \text{const}$, поэтому степень сухости в т.1 можно рассчитать как $x = \frac{s''_{(t_2)} - s'_{(t_1)}}{s''_{(t_1)} - s'_{(t_1)}}$,

где $s_{(t)}$ – соответственно значение энтропии при указанных температурах, из приложения (табл.П2) методических указаний «Теплотехника. Техническая термодинамика. Теплопередача».

Задача № ТД – 5.

Путем сравнительного расчета показать целесообразность применения пара высоких начальных параметров и низкого конечного давления на примере паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Для этого определить предполагаемое теплопадение, термический КПД цикла и удельный расход пара для двух вариантов значений начальных и конечных параметров пара. Указать конечное значение степени сухости x_2 (при давлении p_2) на Ts- и hs-диаграммах.

Изобразить схему простейшей паросиловой установки и дать краткое описание ее работы. Данные для решения задачи взять из табл.5.

Таблица 5

Последняя цифра шифра	Параметры пара I вариант			Предпоследняя цифра шифра	Параметры пара II вариант		
	p_1 , МПа	t_1 , °C	p_2 , кПа		p_1 , МПа	t_1 , °C	p_2 , кПа
0	1,5	250	80	0	8,0	480	3
1	2,0	300	70	1	9,0	480	4
2	2,5	325	90	2	10,0	500	4
3	2,0	350	100	3	11,0	520	4
4	2,5	375	110	4	12,0	530	5
5	3,0	350	90	5	12,0	540	3
6	3,5	370	80	6	13,0	550	4
7	3,0	400	70	7	14,0	560	4
8	4,0	425	90	8	14,0	580	5
9	4,5	400	100	9	15,0	600	5

Критерии оценки контрольной работы:

Контрольная работа оценивается на **«отлично» от 17 до 20 баллов:** если 4 задачи выполнены правильно, а в одной задаче имеются недочеты, т.е. правильно выполнено 88-100% работы.

Контрольная работа оценивается на **«хорошо» от 14 до 17 баллов:** если 3 задачи выполнены правильно, а в двух задачах имеются недочеты, т.е. правильно выполнено 72-84% работы.

Контрольная работа оценивается на **«удовлетворительно» от 10 до 14 баллов:** если 3 задачи выполнены правильно, а в двух задачах допущены ошибки т.е. правильно выполнено 56-68% работы.

Контрольная работа оценивается на **«неудовлетворительно»:** если 2 задачи выполнены правильно, а в трех задачах имеются недочеты или допущены ошибки менее 55 % работы.