Автономная некоммерческая организация высшего образования

"Современный технический университет"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0238E87300B5B376BD468535C8C6DB5AB4
Владелец: ШИРЯЕВ АЛЕКСЕЙ ГЕОРГИЕВИЧ
Действителен: с 16.12.2025 до 16.03.2027

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____А.Г. Ширяев
_____ 2026 г.

Техническая термодинамика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Технологии и эксплуатации**

Учебный план v18.03.01 оч-за 2026.plx
Направление 18.03.01 Химическая технология

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144
в том числе:
аудиторные занятия 28
самостоятельная работа 106
часов на контроль 10

Виды контроля в семестрах:
экзамены 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**5 (3.1)**		Итого	
Недель	16 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Практические	14	14	14	14
В том числе инт.	4	4	4	4
Итого ауд.	28	28	28	28
Контактная работа	28	28	28	28
Сам. работа	106	106	106	106
Часы на контроль	10	10	10	10
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
Проф., Ширяев А.Г.

Рабочая программа дисциплины
Техническая термодинамика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

составлена на основании учебного плана:
Направление 18.03.01 Химическая технология
утвержденного учёным советом вуза от 28.06.2026 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Технологии и эксплуатации

Протокол от 28.06.2026г. № 6
Срок действия программы: 2026-2030 уч.г.
Зав. кафедрой Д.с.-х.н. Габибов М.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Изучение закономерностей взаимного превращения теплоты и работы, изучение свойств тел, принимающих участие в этом превращении, и процессов, протекающих в различных тепловых машинах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Курсы физики, химии и математики
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.2	Процессы и аппараты химической технологии
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Индикатор достижения компетенции

УК-2.2: Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта

ОПК-5: Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Индикатор достижения компетенции

ОПК-5.1: Способен применять математические и информационные методы в инженерных расчетах

ОПК-5.3: Знает аналитические и численные методы решения поставленных задач, готов смоделировать этапы технологического процесса

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Аналитические и численные методы решения поставленных задач ОПК-5.3
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Решать поставленные задачи; оценивать предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.2
3.2.2	Применять математические и информационные методы в инженерных расчетах ОПК-5.1
3.2.3	Моделировать этапы технологического процесса ОПК-5.3

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Общие положения						
1.1	Тема 1 Общие положения Источники энергии; рабочее тело - газы и газовые смеси; основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах.. /Лек/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
1.2	Тема 1 Общие положения Источники энергии; рабочее тело - газы и газовые смеси; основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах.. /Пр/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	

1.3	Источники энергии; рабочее тело - газы и газовые смеси; основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах. /Ср/	5	16	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
1.4	Тема 2. Термодинамика идеальных газов. Основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах. /Лек/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
1.5	Тема 2. Термодинамика идеальных газов. Основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах. /Пр/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	
1.6	Термодинамика идеальных газов. Основные законы термодинамики; термодинамический анализ процессов в идеальных газах. /Ср/	5	18	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
	Раздел 2. Реальные газы и пары						
2.1	Тема 3. Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы состояний водяного пара; практическое использование процессов; : компрессора, двигателей внутреннего сгорания (ДПС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС) /Лек/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
2.2	Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы состояний водяного пара; практическое использование процессов; : компрессора, двигателей внутреннего сгорания (ДПС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС) /Пр/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	2	
2.3	Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы Реальные газы и пары; P-V,T-S, h-S диаграммы состояний водяного пара; практическое использование процессов; : компрессора, двигателей внутреннего сгорания (ДПС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС) /Ср/	5	12	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	

2.4	Тема 4. Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамический анализ процессов в открытых системах: Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамиче-ский анализ процессов в открытых системах: истечение и дросселирование газов и паров, преобразование энергии в соплах и диффузорах /Лек/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
2.5	Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамический анализ процессов в открытых системах: Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамиче-ский анализ процессов в открытых системах: истечение и дросселирование газов и паров, преобразование энергии в соплах и диффузорах /Пр/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	2	
2.6	Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамический анализ процессов в открытых системах: Влажный воздух, J–d диаграмма влажного воздуха; термодинамиче-ский анализ процессов в открытых системах: истечение и дросселирование газов и паров, преобразование энергии в соплах и диффузорах /Ср/	5	20			0	
2.7	Тема 5 Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые. Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые; коэффициент полезного действия цикла, цикл Карно; термодинамический анализ циклов /Лек/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	
2.8	Тема 5 Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые. Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые; коэффициент полезного действия цикла, цикл Карно; термодинамический анализ циклов /Пр/	5	2	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	
2.9	Тема 5 Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые. Циклы: прямые и обратные, обратимые и необратимые; коэффициент полезного действия цикла, цикл Карно; термодинамический анализ циклов /Ср/	5	20	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
	Раздел 3. Практическое применение циклических процессов						

3.1	Тема 6. Практическое применение циклических процессов Компрессор, двигателей внутреннего сгорания (ДВС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС). /Лек/	5	4	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	
3.2	Тема 6. Практическое применение циклических процессов Компрессор, двигателей внутреннего сгорания (ДВС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС). /Пр/	5	4	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2	0	
3.3	Тема 6. Практическое применение циклических процессов Компрессор, двигателей внутреннего сгорания (ДВС), паротурбинной установки (ПТУ), газотурбинной установки (ГТУ), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), атомной электростанции (АЭС). /Ср/	5	20	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	
3.4	/Экзамен/	5	10	ОПК-5.1 ОПК-5.3 УК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Вопросы к промежуточной аттестации

1. Теплотехника, ее предмет и задачи. Понятия «внутренняя энергия», «температура», «теплоемкость». Единицы измерения этих величин. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
2. Изменения представлений о природе теплоты в процессе развития тепловых машин и теплотехники. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
3. Термодинамическая шкала температур. Связь со шкалой Цельсия. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
4. Молекулярно-кинетическая теория: основные предпосылки, основные положения, основные законы. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
5. Закон Менделеева-Клапейрона. Область применимости этого закона. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
6. Явление теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Размерность и физический смысл. Направление теплового потока. Плотность теплового потока. Уравнение теплопроводности. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
7. Явление диффузии. Условия возникновения этого явления. Уравнение диффузии. Коэффициент диффузии. Физический смысл и размерность. Плотность потока диффундирующего вещества. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
8. Вязкое трение. Физическая природа явления. Уравнение передачи импульса. Коэффициент вязкости. Физический смысл и размерность. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
9. «Вязкие» и «не вязкие» жидкости и газы. Связь коэффициента вязкости с молекулярными параметрами вещества. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
10. Термодинамические системы. Внутренняя энергия. Природа и способы передачи внутренней энергии. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
11. Первое начало термодинамики и его связь с законом сохранения энергии. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
12. Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
13. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость многоатомных газов. Теплоемкости твердых и жидких тел. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
14. Термодинамические процессы и циклы. Работа, совершаемая при расширении газа. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
15. Изотермический и адиабатный процессы. КПД идеальной тепловой машины. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
16. Цикл Карно. КПД цикла Карно. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
17. Некоторые классические формулировки и смысл второго начала термодинамики. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
18. Закон возрастания энтропии. Случайные события. Вероятность события. Направление протекания физических процессов. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
19. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
20. Тепловые двигатели. Рабочий цикл теплового двигателя. КПД теплового двигателя. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
21. Паровые машины. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3

22. Поршневые двигатели внутреннего сгорания. Рабочий цикл карбюраторного двигателя. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
23. Двигатели Дизеля и Ванкеля. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
24. Паровые и газовые турбины. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
25. Турбореактивные и реактивные двигатели. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
26. Холодильные машины. Получение и применение низких температур. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
27. Машина Линде. Детандеры и турбодетандеры. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
28. Холодильник. Рабочий цикл холодильной машины. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
29. Получение и применение низких температур. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
30. Ожижение газов. Тепловые эффекты при ожижении газов. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
31. Методы хранения и транспортирования сжиженных газов. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
32. Детандеры и турбодетандеры. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
33. Устройство домашнего холодильника. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
34. Третье начало термодинамики. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
35. Основное неравенство и основное уравнение термодинамики. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
36. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
37. Реальные газы. Силы Ван-дер-Ваальса – физическая природа, аналитическое и графическое представление этих сил. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
38. Уравнение и изотермы Ван-дер-Ваальса. Физический смысл добавок Ван-дер-Ваальса. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
39. Газ Ван-дер-Ваальса. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
40. Критическая температура и критическое состояние вещества. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
41. Пересыщенный пар. Перегретая жидкость. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
42. Фаза. Фазовые равновесия и фазовые превращения. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
43. Тепловые эффекты при фазовых переходах. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
44. Тройная точка воды. Фазовая диаграмма состояний. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
45. Тройная точка воды. Связь с термодинамической шкалой температур. УК-2.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3

5.2. Текущий контроль и контроль СРС

Текущий контроль и контроль СРС

Термодинамические системы. Внутренняя энергия. Природа и способы передачи внутренней энергии.
Первое начало термодинамики и его связь с законом сохранения энергии.
Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении.
Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость многоатомных газов. Теплоемкости твердых и жидких тел.
Термодинамические процессы и циклы. Работа, совершаемая при расширении газа.
Изотермический и адиабатный процессы. КПД идеальной тепловой машины.
Цикл Карно. КПД цикла Карно.
Некоторые классические формулировки и смысл второго начала термодинамики. Энтропия. Неравенство Клаузиуса.
Закон возрастания энтропии. Случайные события. Вероятность события. Направление протекания физических процессов.
Энтропия и вероятность. Формула Больцмана.

5.3. Критерии выставления оценки студенту

«отлично» Оценка «отлично» выставляется студенту, если он показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

«хорошо» Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

«удовлетворительно» Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он показывает знания процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

«неудовлетворительно» Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

5.4. Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена.
Контроль за усвоением теоретических знаний и практических навыков (текущий контроль) осуществляется преподавателями при проверке умения анализировать научные теории, аргументировано отстаивать свою точку зрения; в ходе решения практических заданий, ситуационных задач, при защите докладов на практических занятиях, дебатов, проверке самостоятельной работы студента.
Фонд оценочных средств разработан и утвержден протоколом заседания кафедры.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Амирханов, Д.Г.	Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; ред. Е.И. Шевченко [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258	Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с., 2014
Л1.2	Стоянов, Н.И.	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750	Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с., 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кудинов, И.В.	Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256110	Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - Ч. I. Термодинамика. - 172 с., 2013

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Липатов А.Е.	Методические указания по самостоятельной работе студентов и подготовке к семинарским занятиям [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_samost_rab_stud.pdf	Совр. тех. универ-т. рязань, 2021
Л3.2	Ромашова И. А., Ширяев А. Г.	Техническая термодинамика.Методические указания по решению задач [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_tehn_termodin.pdf	Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2018. –38 с., 2018

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн";

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Лицензионное ПО
6.3.1.2	1. MS Office 2007. Н/лиц. 412127472 22.05.2010г.
6.3.1.3	2. Windows XP, CHEMCAD
6.3.1.4	
6.3.1.5	Свободно распространяемое ПО
6.3.1.6	1. Офисное приложение Libre Office;
6.3.1.7	2. Архиватор 7-zip;
6.3.1.8	3. Браузер изображений Fast Stone Image Viewer;
6.3.1.9	4. PDFридер Foxit Reader;
6.3.1.10	5. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer;
6.3.1.11	6. Браузер Google Chrom, FireFox;
6.3.1.12	7. Программа для работы с графикой XnView;
6.3.1.13	8. Звуковой редактор Audacity;
6.3.1.14	

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочно – правовая система «Гарант»
6.3.2.2	1. www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн";
6.3.2.3	2. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
6.3.2.4	3. www.openedu.ru - «Национальная платформа открытого образования»;

6.3.2.5	4. https://uisrussia.msu.ru - Университетская информационная система «Россия».
6.3.2.6	
6.3.2.7	Профессиональные базы данных:
6.3.2.8	http://www.tehlit.ru/ ТехЛит библиотека
6.3.2.9	http://www.raasn.ru/index.php Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
6.3.2.10	https://www.iaea.org/ru/resursy/bazy-dannykh/informacionnaya-sistema-po-usovershenstvovannym-reaktoram-aris
6.3.2.11	Информационная система МАГАТЭ по усовершенствованным реакторам (АРИС)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд. 209 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийным оборудованием: компьютер Pentium-IV с DVD-RW, Проектор.
7.2	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.117 Помещение для самостоятельной работы обучающихся.Оборудование: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 4 шт. Серверы – 2 шт; Принтеры-сканеры-копиры: МФУ HP 125 – 1шт; Canon -2520 (А3) – 1шт; Canon -2318 (А3) – 1шт; Сканер (А3) Mystec – 1 шт; Цветной принтер Canon J 1411; Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернету.
7.3	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.107,Медиа-Аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием: компьютер Pentium-IV с DVD-RW, Проектор
7.4	
7.5	
7.6	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Термодинамика использует понятия и обозначения, принятые в классической физике (механике), такие как масса, сила, объём, плотность, удельный объём и давление. Давление сплошных масс жидкостей, паров и газов, измеренное приборами барометрического типа называется [абсолютное давление], а приборами манометрического типа ─ избыточным. Следует отметить, что в уравнения термодинамики входят только абсолютные давления. На практике для получения абсолютного давления следует к манометрическому давлению прибавить барометрическое давление окружающей среды. Обычно для этой цели используют нормальное атмосферное давление. Понятия, заимствованные из физики, дополняются понятиями, свойственными термодинамике. К ним относятся: термодинамическая система, термодинамическое равновесие, термодинамические процессы, температура, теплота, термодинамическая работа, внутренняя энергия и т. д.

Термодинамические системы:

Термодинамическая система ─ исследуемый термодинамикой объект ─ представляет собой материальное содержимое выделенной области пространства (части Вселенной), отделённой реальной или условной оболочкой от внешней (окружающей) среды. В зависимости от возможности обмена веществом с внешней средой различают открытые и закрытые термодинамические системы. Системы, которые не могут обмениваться с внешней средой ни веществом, ни энергией, включающей излучение, называются изолированными. Термодинамическая система описывается рядом макроскопических переменных ─ физических величин (параметров), которые выражают свойства системы, например, объём, давление, температура, плотность, упругость, концентрация, поляризация, намагниченность и др. Для описания свойств системы используют макроскопические переменные ─ физические величины (параметры), которые называются функциями состояния. Функции состояния зависят только от состояния системы в данное время и не дают сведений об её предыстории, а, именно, каким образом система перешла в это состояние из предыдущего. Примерами функций состояния являются давление , объём , температура , внутренняя энергия, , энтальпия , энтропия , химический потенциал и др.

Параметры состояния подразделяются на внутренние, описывающие свойства самой системы, и внешние, относящиеся к окружающей среде. Ряд параметров термодинамической системы можно непосредственно измерять. Параметры, измерение которых затруднительно или невозможно, получают путём вычислений. Примеры непосредственно измеряемых параметров: давление, , объём , температура , количество молей вещества , электрический потенциал и т. п.

Неизмеряемые (вычисляемые) термодинамические параметры ─ внутренняя энергия, , энтальпия , энтропия , химический потенциал и др.

Термодинамическое равновесие, равновесный процесс, обратимый процесс

Термодинамическое равновесие есть такое (физическое, тепловое, химическое, фазовое) и тому подобное состояние термодинамической системы, при котором, в отсутствии внешнего воздействия, все её параметры сохраняют свои значения как угодно долго. Исходя из обобщённого человеческого опыта, изолированные системы обладают способностью переходить со временем в равновесное состояние. (В ряде источников это свойство возводится в ранг нулевого или общего начала термодинамики).

Равновесный процесс

Равновесным процессом называется непрерывная последовательность равновесных состояний, совершающихся в системе. Примером равновесного процесса может быть квазистатический (предельно замедленный процесс теплообмена между телами, находящимися в тепловом равновесии)

Обратимый процесс
Обратимым процессом называется процесс, который в условиях изолированной системы, то есть без внешнего воздействия, допускает возможность возврата этой системы из конечного состояния в начальное посредством какого-либо другого обратимого процесса. В обратимом процессе должны быть исключены необратимые процессы (трение, диффузия неравновесный теплообмен, и т. п.)
Простая термодинамическая система, или простое тело
Простая термодинамическая система, или простое тело, есть такая система, физическое состояние которой полностью определяется значениями двух независимых переменных ─ функций состояния простого тела, например, температура и удельный объём , или давление и удельный объём , или координаты термодинамической работы и тому подобное. Выражения зависимости трёх характеристик состояния простого тела , которые допускают непосредственное измерение и являются попарно независимыми, называются уравнениями состояния этого тела: .
Простыми телами называются изотропные тела, в частности: газы, пары, жидкости, плёнки и большинство твёрдых тел, находящихся в термодинамическом равновесии и не склонных к действию сил поверхностного натяжения, гравитационных и электромагнитных сил, а также химических превращений. Исследования простых тел в термодинамике представляют наибольший теоретический и практический интерес.
Работа и теплота
Теплота:
При построении термодинамики принимается, что все возможные энергетические взаимодействия между термодинамической системой и окружающей средой сводятся к передаче работы и теплоты.
Первый способ передачи энергии, связанный с изменением внешних параметров системы, называется работой. Понятие механической работы термодинамика заимствует из физики (механики). В термодинамике вводится понятие обратимой или термодинамической работы. В случае простой термодинамической системы (простого тела) термодинамической работой называется работа сжатия тела в зависимости от абсолютного давления и изменения объёма :

или в интегральной форме:

Интегральное выражение величины термодинамической работы возможно только при наличии уравнения связи между давлением и объёмом.
Другой способ передачи энергии, без изменения внешних параметров, называется теплотой (теплом), а сам процесс передачи энергии — теплообменом. Теплообмен — это форма передачи энергии от одних тел к другим путём теплопроводности и излучения. Количество энергии, переданной системе с помощью работы, также носит название — работа , а количество энергии, переданной посредством теплообмена, ─ количеством теплоты.[10]
Температура
Исходное определение температуры: температура есть единственная функция состояния термодинамических систем (тел), определяющая направление самопроизвольного теплообмена между этими системами, то есть системы, находящиеся в тепловом равновесии, имеют одинаковую температуру в любой температурной шкале Отсюда следует, что две системы, не соприкасающиеся между собой, но каждая из которых находится в тепловом равновесии с третьей системой (измерительный прибор), имеют одинаковую температуру. Некоторые зарубежные источники называют это утверждение нулевым началом термодинамики.[8][12] Температура в эмпирических шкалах измеряется различными приборами (термометрами), принцип действия которых основан на зависимости от температуры какого-либо свойства вещества: линейного расширения, давления, электрического сопротивления, термо-э.д.с., излучения и т. п..
С точки зрения молекулярно-кинетической теории температура определяется как физическая величина, пропорциональная средней кинетической энергии поступательного движения молекул идеального газа.
Абсолютная шкала температур
В температурных шкалах Фаренгейта и Цельсия в качестве реперных точек были выбраны температуры определённых процессов, например, температура замерзания и кипения воды при нормальных условиях (определённом значении давления). Потребность в более точных измерениях привела к усовершенствованию температурной шкалы. Существует самая низкая возможная температура, которую называют абсолютным нулём температуры. При температуре абсолютного нуля какое-либо тепловое движение в телах прекращается. Разработанная лордом Кельвином температурная шкала была выбрана таким образом, что температура тройной точки воды составляла 273,16 кельвина. При такой градации величина градуса Кельвина совпадает с величиной градуса Цельсия. Эта шкала температур получила название абсолютной. Абсолютная шкала температур используется в научных статьях, хотя в повседневной жизни шкала Цельсия удобней.
Внутренняя энергия
Внутренняя энергия системы есть полный запас энергии её внутреннего состояния, который определяется в зависимости от деформационных координат и температуры.

Полный запас энергии внутреннего состояния тел (системы) не может считаться известным ни на каком уровне развития естествознания. Однако, это обстоятельство не ограничивает уровня общности и точности математических выражений и расчётных соотношений термодинамики, поскольку в эти соотношения входят изменения внутренней энергии как функции состояния . В связи с этим внутренняя энергия отсчитывается от принятого условного уровня, например, 0 °C и 760 мм рт. ст.
Начала (законы) термодинамики
Известно, что термодинамика — наука дедуктивная, черпающая главное своё содержание из двух исходных законов, которые носят название начал термодинамики. Иными словами, под началами классической термодинамики подразумевают её основополагающие законы, однако, по вопросу, какие законы считать основополагающими, у учёных нет единого мнения. В целом можно насчитать от двух до пяти законов, претендующих на роль начал термодинамики. В англоязычной литературе наряду с традиционными первым и вторым началами некоторые авторы называют в качестве нулевого начала «общее» начало термодинамики — физический принцип, утверждающий, что вне зависимости от начального состояния

изолированной системы, в конце концов, в ней установится термодинамическое равновесие, а также, что все части системы при достижении термодинамического равновесия будут иметь одинаковую температуру. Тем самым нулевое начало вводит также определение температуры. Р. Фаулер в 1931 г. сформулировал положение, согласно которому аксиома о существовании эмпирической температуры должна рассматриваться в качестве одного из начал термодинамики, за которым в монографии закрепилось не слишком удачное название «нулевое начало термодинамики». [8]. Некоторые авторы называют «общее начало» минус первым началом, а к нулевому началу относят закон транзитивности теплового равновесия, суть которого состоит в том, что, если имеются три равновесные термодинамические системы A, B и C, и, если системы A и B порознь находятся в равновесии с системой C, то системы A и B находятся в термодинамическом равновесии между собой.
Первое начало термодинамики является математическим выражением закона сохранения энергии. Основным и неизменным подтверждением закона сохранения энергии служат результаты многовекового опыта познания природы.
Второе начало термодинамики формулируется как объединённый принцип существования и возрастания некоторой функции состояния вещества — энтропии.
Под третьим началом термодинамики подразумевается теорема Нернста(1906 — 1911г), утверждающая недостижимость абсолютного нуля, которая формулируется также в другом виде: По мере приближения температуры к 0 K энтропия всякой равновесной системы при изотермических процессах перестаёт зависеть от каких-либо термодинамических параметров состояния и в пределе (T=0 K) принимает одну и ту же для всех систем универсальную постоянную величину, которую можно принять равной нулю.
В отечественной литературе одни авторы к началам термодинамики относят первый и второй законы, а также теорему Нернста в качестве третьего начала термодинамики, другие — по традиции — началами термодинамики считают только её первый и второй законы. Вот, что пишет по этому поводу К. А. Путилов: «К этим двум началам … Нернст … присоединил третий закон, который, правда, не может претендовать на место третьего начала, но все же играет фундаментальную роль в термодинамике»[18]. Отсюда следует, что к началам предъявляются очень высокие требования общности и научной ценности в плане построения термодинамики как науки. В этом смысле «общее» начало по существу выражает лишь принцип существования равновесной системы, а закон транзитивности теплового равновесия постулирует исходное понятие температуры в любой температурной шкале. В отличие от, так называемых, нулевого и минус первого начал, первое и второе начала являются источниками практически всех уравнений и неравенств термодинамики.
Особо следует остановиться на втором начале термодинамики. Если роль, которую играет в построении термодинамики первое начало, очевидна, то второе начало состоит из двух различных и неравноценных по своему содержанию и научной значимости частей.
Математические выражения принципа существования энтропии, совместно с первым началом, формулируются как равенства, и приводят к многочисленным точным дифференциальным соотношениям термодинамики, характеризующим свойства вещества. В отличие от них, выражения, вытекающие из принципа возрастания энтропии, всегда формулируются как неравенства и используются, главным образом, в исследованиях равновесия термодинамических систем и в определениях направления течения физических процессов, химических реакций и т. п. К тому же принцип возрастания энтропии является законом статистическим и справедливым лишь в мире положительных абсолютных температур, господствующих в наблюдаемой части Вселенной. Исходя из этого, представляется целесообразным сохранить статус «Начал» термодинамики за её первым и вторым законами, а также, за третьим законом, степень общности которого уступает первому и второму законам.

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины предполагает овладение материалами лекций, учебника, творческую работу студентов в ходе проведения семинарских занятий, а также систематическое выполнение тестовых и иных заданий для самостоятельной работы студентов.
В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к семинарским занятиям.
Основной целью семинарских и практических занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Ряд вопросов дисциплины, заслушиваются на семинарских занятиях в форме подготовленных студентами сообщений (10-15 минут) с последующей их оценкой всеми студентами группы.
Практические занятия проводятся по материалам лекций, печатных изданий, электронных источников. Предусмотрено проведение индивидуальной работы (консультаций) со студентами в ходе изучении материала данной дисциплины.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИНВАЛИДАМ И ЛИЦАМ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее - обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья) определены на основании:
- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).
Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

понимаются условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется университетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собакупроводника, к зданию института.

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие обучающимся с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающихся, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (зачете).