

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:
Зав. кафедрой НГОТ  С.Г.Валухов
«23» сентября 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Техническая термодинамика»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
код и наименование направления

Специализация: Машины и оборудование для транспортировки, переработки и хранения углеводородов

Квалификация выпускника: горный инженер (специалист)
наименование направленности/профиля

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы 5 лет и 6 м.

Год начала подготовки: 2026

Разработчик



А.В. Кретинин

Воронеж – 2025

Процесс изучения дисциплины «Техническая термодинамика» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли

ОПК-5 - Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий

Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	ОПК-1	знать теплотехническую терминологию, законы получения и превращения тепловой энергии; законы термодинамики, виды теплообмена;	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		уметь опираться на основные теоретические положения термодинамики и теплопередачи; осуществлять тепловые расчеты теплообменных аппаратов; производить измерения основных теплотехнических показателей, связанных с профилем инженерной деятельности.	Стандартные задания	Наличие умений
		владеть навыками исследовательской работы в области теплотехники; навыками выбора рациональных тепловых режимов эксплуатации теплотехнического оборудования	Прикладные задания	Наличие навыков
2	ОПК-5	знать методы использования теплоты в современных теплотехнических установках и технологических процессах; термодинамические свойства реальных газов и паров; основные требования по рациональному безопасному ведению эксплуатации, связанной с использованием тепловых и технологических процессов; классифи-	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний

	<p>кацию теплообменных аппаратов и устройство различных их типов; методы обеспечения тепловой и экологической безопасности при эксплуатации тепловых аппаратов</p>		
	<p>уметь свободно пользоваться общетеоретической и специальной литературой; владеть расчетными соотношениями теплотехники и навыками рационального использования теплоты в тепловых машинах и тепловых процессах; решать задачи эффективной эксплуатации теплотехнического оборудования с применением современных методов использования теплоты; решать разные прикладные задачи, связанные с теплотехническими расчетами при эксплуатации теплотехнических установок и тепловых машин</p>	Стандартные задания	Наличие умений
	<p>владеть навыками решения и анализа теплотехнических задач в нефтегазовой отрасли.</p>	Прикладные задания	Наличие навыков

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки ¹	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

¹ Критерии могут быть уточнены в соответствии со спецификой дисциплины

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ОПК-1 – Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	
1.	Термодинамическая система – это: а) Любое случайное множество тел. б) Совокупность тел, мысленно выделенная из окружающего пространства и взаимодействующая с ним. в) Любое вещество, находящееся в замкнутом объеме. г) Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую.
2.	Параметры состояния, не зависящие от массы системы, называются: а) Удельными. б) Интенсивными. в) Экстенсивными. г) Аддитивными.
3.	Первый закон термодинамики для закрытой системы математически записывается как: а) $Q = \Delta U + L$ б) $Q = \Delta U + L$ в) $Q = U + L$ г) $Q = \Delta H + L$
4.	Внутренняя энергия идеального газа зависит от: а) Только от температуры. б) Только от давления. в) Только от объема. г) От давления и температуры.
5.	Удельная теплоемкость процесса c_p относится к процессу, протекающему: а) При постоянном объеме ($V = \text{const}$). б) При постоянном давлении ($p = \text{const}$). в) При постоянной температуре ($T = \text{const}$). г) При постоянной энтропии ($s = \text{const}$).
6.	Уравнение Клапейрона-Менделеева имеет вид: а) $p / \rho = RT$ б) $pV = mRT$ в) $p_1 / T_1 = p_2 / T_2$ г) $pV = \text{const}$
7.	В каком термодинамическом процессе работа газа равна количеству теплоты, подведенной к газу? а) Изохорном ($V = \text{const}$). б) Изобарном ($p = \text{const}$). в) Изотермическом ($T = \text{const}$). г) Адиабатном ($dq = 0$).
8.	Процесс, в котором отсутствует теплообмен с окружающей средой, называется: а) Изотермическим. б) Изохорным. в) Изобарным. г) Адиабатным.
9.	Показатель адиабаты (k) для идеального газа определяется как: а) $k = c_p / c_v$

	б) $k = cV / c_p$ в) $k = R / c_p$ г) $k = c_p - cV$
10.	В политропном процессе с $n=0$ работа рассчитывается по формуле для процесса: а) Изохорного. б) Изобарного. в) Изотермического. г) Адиабатного
ОПК-5 – Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	
1.	Формулировка второго закона термодинамики по Кельвину-Планку утверждает, что: 11. а) Невозможен вечный двигатель первого рода. б) Невозможен процесс, единственным результатом которого является превращение теплоты в работу. в) Теплота не может самопроизвольно переходить от менее нагретого тела к более нагретому. г) Энтропия изолированной системы не может убывать.
2.	Термический КПД цикла Карно зависит от: а) Рабочего тела. б) Конструкции тепловой машины. в) Температур нагревателя и холодильника. г) Давления в цикле.
3.	Энтропия – это функция состояния, которая: а) Всегда уменьшается в изолированной системе. б) Остается постоянной в любом обратимом процессе. в) В необратимых процессах в изолированной системе возрастает. г) Определяет количество теплоты в системе.
4.	Цикл, в котором подвод теплоты осуществляется при постоянном объеме, характерен для: а) Газотурбинной установки (ГТУ). б) Двигателя Стирлинга. в) Поршневого двигателя внутреннего сгорания (цикл Отто). г) Паротурбинной установки (ПТУ).
5.	Холодильный коэффициент характеризует: а) Эффективность теплового двигателя. б) Эффективность холодильной машины. в) Степень сжатия в компрессоре. г) Коэффициент полезного действия цикла.
6.	Уравнение Ван-дер-Ваальса является уравнением состояния для: а) Идеального газа. б) Любого вещества. в) Реального газа. г) Только водяного пара.
7.	На h - s диаграмме для водяного пара область под кривой $x=1$ называется: а) Областью перегретого пара. б) Областью влажного пара. в) Областью кипящей жидкости. г) Кривой кипения.
8.	Процесс дросселирования – это процесс: а) Протекающий при постоянной энтальпии ($h=\text{const}$).

	б) Протекающий при постоянной энтропии ($s=\text{const}$). в) С постоянным повышением давления. г) Изотермического сжатия.
9.	Степень сухости водяного пара (x) – это: а) Отношение массы пара к общей массе влажного пара. б) Отношение массы жидкости к общей массе влажного пара. в) Температура пара. г) Давление пара.
10.	Критическая точка на диаграмме состояния воды характеризуется: а) Максимальной температурой кипения. б) Исчезновением различия между жидкостью и паром. в) Минимальным давлением. г) Началом процесса конденсации.

**Практические задания для оценки результатов обучения,
характеризующих сформированность компетенций**

ОПК-1 – Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	
1	Определите работу, совершаемую 2 кг воздуха при его изобарном нагреве от 20°C до 120°C. Удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c_p = 1.005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.
2	В цилиндре с подвижным поршнем находится 0.5 м ³ газа при давлении 0.2 МПа. Как изменится объем газа, если при постоянной температуре давление увеличить до 0.5 МПа?
3	Компрессор засасывает 100 м ³ /ч воздуха при давлении 0.1 МПа и температуре 15°C. Определите массовый расход воздуха ($R_{\text{возд.}} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).
4	В замкнутом сосуде объемом 3 м ³ находится азот. В процессе подвода 150 кДж теплоты его температура повысилась на 50°C. Определите массу азота в сосуде (c_V для азота = 0.743 кДж/(кг·К)).
5	Воздух в количестве 1 кг адиабатно расширяется, и его температура падает с 327°C до 27°C. Определите совершенную работу ($c_V = 0.72 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).
6	Рассчитайте термический КПД цикла Карно, если температура нагревателя 500°C, а температура холодильника 25°C.
7	По известным параметрам перегретого пара (по таблицам или диаграмме): давление 1 МПа, температура 300°C. Определите его удельную энтальпию (h) и удельную энтропию (s).
8	Влажный пар имеет степень сухости $x = 0.85$ при давлении 0.5 МПа. Определите его удельный объем, используя таблицы воды и водяного пара.
9	Поток воды с давлением 10 МПа и температурой 240°C дросселируется до давления 0.1 МПа. Определите состояние и температуру пара после дросселирования (воспользуйтесь h - s диаграммой или таблицами).
10	Определите, какое количество теплоты необходимо подвести к 1 кг воды при давлении 0.1 МПа, чтобы превратить ее в сухой насыщенный пар (используйте таблицы насыщенного пара)
ОПК-5 – Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	
1	Газ массой 2 кг политропно сжимается от объема V_1 до $V_2 = V_1/5$. Показатель политропы $n=1.3$. Определите работу сжатия и количество отведенной теплоты, если начальная температура 20°C, а газ – воздух.
2	Сравните работу изотермического и адиабатного сжатия 1 кг воздуха от одного и того же

	начального объема до одного и того же конечного. Какой процесс потребует большей работы и почему?
3	Определите изменение энтропии 5 кг воды при ее нагреве от 20°C до 90°C. Удельная теплоемкость воды 4.187 кДж/(кг·К). Считайте процесс изобарным.
4	Тепловой двигатель работает по циклу Карно и за один цикл получает от нагревателя 800 кДж теплоты. Определите работу цикла и количество теплоты, отдаваемое холодильнику, если КПД цикла составляет 35%.
5	Воздух в количестве 1 кг с начальными параметрами $p_1=0.1$ МПа, $t_1=27^\circ\text{C}$ сжимается в компрессоре до давления $p_2=0.8$ МПа. Рассчитайте конечную температуру и работу сжатия, если процесс: а) адиабатный; б) изотермический.
6	Паровая турбина мощностью 10 МкВт имеет удельный расход теплоты 12000 кДж/кВт·ч. Определите ее КПД и часовой расход теплоты.
7	В холодильной машине, работающей по обратному циклу Карно, температура испарителя -5°C , а конденсатора $+25^\circ\text{C}$. Определите холодильный коэффициент этой машины.
8	Определите, какое из утверждений верно для необратимого адиабатного процесса: а) энтропия системы возрастает; б) энтропия системы убывает; в) энтропия системы остается постоянной; г) энтальпия системы постоянна.
9	На T-s диаграмме изобразите цикл Отто и поясните, какие процессы в него входят и где к рабочему телу подводится и отводится теплота.
10	Предложите способ определения коэффициента полезного действия реальной паротурбинной установки, если известны расход топлива, его теплота сгорания и полезная мощность на выходе из турбины.