

Компонент ОПОП 21.03.01 Нефтегазовое дело (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов нефтегазового комплекса Арктического шельфа»)
наименование ОПОП

Б1.О.05.01
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

Термодинамика и теплопередача

Разработчик (и):

Дьяков А.В.

ФИО

ст. преподаватель

должность

нет

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологического и холодильного
оборудования

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024

Заведующий кафедрой ТХО

_____ Похольченко В.А.
подпись ФИО

Мурманск
2024

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОПК-1 – Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания.	ИД-1опк-1 Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов	- использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, - использовать принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов	- основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, - работами по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования, -навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Задания ПР	Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – экзамен)
	ИД-2опк-1 Умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей					

	<p>ИД-3опк-1</p> <p>Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды. Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования. Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивает их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия.</p>					
--	---	--	--	--	--	--

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
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 недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.2 Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

Баллы	Критерии оценки
28	посещаемость 75 - 100 %
12	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %

3.3 Критерии и шкала оценивания расчетно-графической работы

Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант контрольного задания.

Сухой воздух массой 1 кг совершает термодинамический цикл, состоящий из четырех последовательных термодинамических процессов.

Требуется:

1. Рассчитать давление P , удельный объем v , температуру T воздуха для основных точек цикла;
2. Определить значения показателей политропы n , удельное значение теплоемкости c , вычислить изменения удельной внутренней энергии Δu , удельной энтальпии Δi , удельной энтропии Δs , удельную теплоту процесса q , удельную работу процесса l , удельную располагаемую работу l' для каждого из процессов;
3. Определить суммарные количества теплоты подведенной q_1 и отведенной q_2 , работу цикла l_u , располагаемую работу l_{ou} , термический КПД цикла η_t , среднее индикаторное давление P_i ;
4. Построить цикл в координатах:
а) $lgv - lgp$;

б) $v - P$, используя предыдущее построение для нахождения координат трех-четырех промежуточных точек в каждом из процессов цикла;

в) $s - T$, нанеся основные точки цикла и составляющие его процессы.

5. Используя $v - P$ и $s - T$ – диаграммы, графически определить Δu , Δi , Δs , q , l , l' и сопоставить результаты аналитического и графического расчетов.

При выполнении расчетов воздух считать идеальным газом, а его свойства – не зависящими от температуры. Принять газовую постоянную $R = 0,287 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, теплоемкость при постоянном давлении $c_p = 1,025 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, что соответствует свойствам сухого воздуха при $T = 473 \text{ К}$.

Результаты расчетов представить в виде таблицы, указав в числителе значения, полученные аналитически, а в знаменателе – графически.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ РГР не выполнена.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену:

1. Термодинамическая система и окружающая среда. Виды термодинамических систем.
2. Термодинамические параметры состояния. Общее уравнение состояния. Термодинамический процесс. V-P- диаграмма и термодинамические процессы в ней.
3. Нулевое начало термодинамики. Равновесные и неравновесные системы. Общее уравнение состояния.
4. Уравнение состояния идеальных газов. Удельная и универсальная газовые постоянные.
5. Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания газовых смесей, их взаимосвязь.
6. Первый закон термодинамики. Работа и теплота процесса.
7. Внутренняя энергия системы. Энтальпия.
8. Теплоемкость. Уравнение Майера для идеальных и реальных газов.
9. Энтропия. Тепловая S-T диаграмма. Ее свойства.
10. Изохорный процесс (определение, уравнение процесса, изображение процесса в V-P и S-T координатах, 1 закон термодинамики для процесса, определение изменения основных калорических параметров и работы процесса).

11. Изотермический процесс (определение, уравнение процесса, изображение процесса в V-P и S-T координатах, 1 закон термодинамики для процесса, определение изменения основных калорических параметров и работы процесса).
12. Изобарный процесс (определение, уравнение процесса, изображение процесса в V-P и S-T координатах, 1 закон термодинамики для процесса, определение изменения основных калорических параметров и работы процесса).
13. Адиабатный процесс (определение, уравнение процесса, изображение процесса в V-P и S-T координатах, 1 закон термодинамики для процесса, определение изменения основных калорических параметров и работы процесса).
14. Политропный процесс (определение, уравнение процесса, изображение процесса в V-P и S-T координатах, определение теплоты и работы в процессе).
15. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы.
16. Прямой и обратный циклы Карно. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Обобщенный (регенеративный) цикл.
17. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
18. Фазовые переходы. Фазовая диаграмма вещества.
19. Водяной пар. Процессы парообразования, конденсации и перегрева пара, их изображение в V-P и S-T координатах.
20. Диаграмма Молье. Изображение процессов парообразования, конденсации и перегрева пара в S-I диаграмме. Определение параметров воды и водяного пара.
21. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров потока при дросселировании. Эффект Джоуля-Томпсона.
22. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении.
23. Циклы газотурбинных установок. 24. Циклы паросиловых установок.
25. Циклы холодильных машин.
26. Понятие холодильной машины. Простейшая парокompрессионная холодильная машина с дроссельным вентилем (схема, принцип действия, изображение идеального цикла в диаграммах i-lgP, S-T, основы теплового расчета).
27. Воздушная холодильная машина (схема, принцип действия, изображение идеального цикла в диаграммах i-lgP, S-T).
28. Циклы тепловых насосов.
29. Термогазодинамические характеристики природного газа.
30. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен. Температурное поле. Градиент температуры.
31. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
32. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
33. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке.
34. Теплопроводность в однослойной и многослойной цилиндрической стенке.
35. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку.
36. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
37. Тепловая изоляция. Выбор теплоизоляционного материала. Критический диаметр изоляции трубопровода. Оценка эффективности изоляции.
38. Конвективный теплообмен. Виды движения теплоносителя. Факторы, влияющие на процесс конвективного теплообмена.
39. Тепловой и динамический пограничный слой. Подобие физических процессов. Числа подобия. Критериальные уравнения.
40. Теплообмен при свободном движении теплоносителя. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя в трубах. Теплообмен при поперечном обтекании труб.
41. Теплообмен излучением. Лучистый поток. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тела.
42. Тепловое излучение. Законы теплового излучения.

43. Охлаждение. Физические принципы получения низких температур.
44. Классификация компрессоров. Основные требования, предъявляемые к компрессорам. Основные характеристики компрессора.
45. Классификация теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.
46. Тепловой расчет теплообменных аппаратов.
47. Особенности теплообмена в добывающей скважине.
48. Температуры элементов конструкции скважины и скважинного оборудования.
49. Температурный режим магистральных газонефтепроводов.

Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по критериям и шкале, представленным в таблице:

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Удовлетворительно	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
Отлично	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
Хорошо	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
Удовлетворительно	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан

Неудовлетворительно	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен
---------------------	------------	--

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*

Комплект заданий диагностической работы

<i>ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</i>	
1	Абсолютная температура измеряется в градусах по шкале а) Цельсия б) Фаренгейта в) Кельвина г) Реомюра
2	Укажите параметр, который не входит в перечень тех параметров, на основании введения которых в методиках теплового расчет кожухотрубных теплообменных аппаратов, принятых в нефтеперерабатывающей промышленности, рассчитывают водяной эквивалент поверхности теплообмена: а) средний температурный напор б) отношение водяных эквивалентов теплоносителей в трубном и межтрубном пространстве в) степень передачи теплоты по трубному и межтрубному пространству г) коэффициент теплоотдачи со стороны среды, имеющей более высокую температуру
3	Закон Бойля-Мариотта записывается следующим образом а) $P_1 \times v_1 = P_2 \times v_2$ б) $v_1/v_2 = T_1/T_2$ в) $P_1 \times v_1 = P_2 \times v_2$ г) $P_1/P_2 = T_1/T_2$
4	Выберите верное утверждение а) Дросселирование всегда сопровождается увеличением работоспособности б) В результате дросселирования идеального газа его температура не изменяется в) В результате дросселирования реального газа давление его не изменяется г) При дросселировании реального газа его энтальпия на протяжении всего процесса не изменяется
5	Сумма барометрического и избыточного давлений даст давление, называемое а) абсолютным б) атмосферным в) вакуумметрическим г) манометрическим
6	Термодинамическая система, не обменивающаяся теплом с окружающей средой,

	<p>называется</p> <p>а) изолированная</p> <p>б) адиабатная</p> <p>в) закрытая</p> <p>г) открытая</p>
7	<p>Критерий Грасгофа характеризует</p> <p>а) соотношение подъемной силы, возникшей вследствие разности плотностей неравномерно нагретых объемов жидкости и силы молекулярного трения;</p> <p>б) соотношение сил инерции к силам вязкостного трения;</p> <p>в) безразмерное время;</p> <p>г) физические свойства жидкости или газа и их влияние на конвективный теплообмен</p>
8	<p>Укажите параметр, не относящийся к функциям состояния</p> <p>а) Удельная внутренняя энергия</p> <p>б) Удельная работа расширения</p> <p>в) Удельная энтальпия</p> <p>г) Удельная энтропия ов</p>
9	<p>В технологических процессах добычи нефти и газа передача теплоты от скважинной продукции (теплоносителя) к горной породе осуществляется в несколько стадий. Укажите не реализующуюся стадию.</p> <p>а) вынужденной конвекцией в текучей среде (скважинная продукция, теплоноситель)</p> <p>б) теплопередачей от текучей среды к стенкам колонны насосно-компрессорных труб</p> <p>в) вынужденной конвекцией флюида в затрубном пространстве</p> <p>г) теплопроводностью через стенки обсадных труб</p>
10	<p>Критерий Прандтля характеризует</p> <p>а) физические свойства жидкости и их влияние на конвективный теплообмен</p> <p>б) соотношение между силами инерции и вязкости</p> <p>в) соотношение подъемной силы и силы инерции</p> <p>г) скорость выравнивания температуры при вынужденной конвекции</p>