

Приложение к рабочей программе дисциплины Техническая термодинамика и теплопередача

Специальность – 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

Специализация – Эксплуатация главной судовой двигательной установки

Учебный план 2019 года разработки

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1 Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине

ФОС по учебной дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача» – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения, а также их уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Задачи ФОС:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС ВО и Конвенции ПДНВ-78 с поправками, по соответствующему направлению подготовки (специальности);
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение в образовательный процесс университета инновационных методов обучения;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

2 Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний

2.1 Общие сведения о ФОС

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных в рабочей программе дескрипторов компетенции, установленных ОПОП и Международной конвенцией ПДНВ-78 с поправками. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой (Performancetests), наблюдение за действиями в смоделированных условиях (Simulationtests), применение активных методов обучения, экспресс-тестирование, программированные тесты.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: входной контроль (предназначается для определения уровня входных знаний), ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из устных, письменных заданий, тестов, и шкалу оценивания; ФОС для проведения промежуточной аттестации, состоящий из устных, письменных заданий, и других контрольно-измерительных материалов, описывающих показатели, критерии и шкалу оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Применяемые методы оценки полученных знаний по разделам (темам) дисциплины

Тема	Текущая аттестация (количество заданий, работ)				Промежуточная аттестация
	Задания для самоподготовки обучающихся	Экспресс опрос на лекциях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Защита отчетов по лабораторным работам	Защита расчетно-графической работы	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики Идеальный газ	+	+	+	+	экзамен
Тема 2. Первый закон термодинамики Основные положения второго закона термодинамики	+	+	+	+	экзамен
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа	+	+	+	+	экзамен
Тема 4. Реальные газы и пары	+	+	+	+	экзамен
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок	+	+	+	+	экзамен
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров	+	+	+	+	экзамен
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания	+	+	+	+	экзамен
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей	+	+	+	+	экзамен
Тема 9. Циклы холодильных установок	+	+	+	+	экзамен
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи, теплопроводность, закон Фурье	+		-	+	зачет
Тема 11. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности	+	+	-	+	зачет
Тема 12. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена	+	+	-	+	зачет
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости	+	+	-	+	зачет
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях	+	+	-	+	зачет
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения	+	+	-	+	зачет
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки	+	+	-	+	зачет
Тема 17. Теплообменные аппараты	+	+	-	+	зачет

2.2 Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Входной контроль

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины.

Входной контроль проводится в виде выполнения тестовых заданий:

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Какое давление измеряет манометр?	1. Абсолютное давление; 2. Барометрическое давление; 3. Парциальное давление; 4. Разность между абсолютным и барометрическим давлением
2	Какое соотношение параметров состояния устанавливает закон Гей-Люссака?	1. $p_1/p_2 = V_2/V_1$; 2. $p_1/p_2 = T_1/T_2$; 3. $V_2/V_1 = T_2/T_1$
3	Какое соотношение соответствует закону Майера?	1. $k = c_p / c_v$; 2. $c_p - c_v = R$; 3. $\Delta i = s(T_2 - T_1)$
4	Какое выражение соответствует первому закону термодинамики?	1. $q = \Delta i + \Delta s$; 2. $q = \Delta i + R$; 3. $q = \Delta u + L$
5	В каком процессе работа совершается за счет внутренней энергии рабочего тела?	1. Изохорическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изотермическом
6	В каком процессе вся подводимая теплота расходуется на совершение работы?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
7	Что такое критический режим течения рабочего тела?	1. Это такой режим, при котором плотность паровой фазы становится равной плотности жидкой фазы; 2. Это такой режим, при котором скорость течения становится равной местной скорости звука; 3. Это такой режим, при котором массовый расход рабочего тела не зависит от степени понижения давления в соплах
8	Как на термодинамических диаграммах изображаются прямые циклы?	1. Замкнутыми круговыми процессами, направленными против часовой стрелки; 2. Замкнутыми круговыми процессами, направленными по часовой стрелке
9	Перечислите процессы, из которых состоит цикл Карно	1. Два изобарических и два адиабатных; 2. Два изобарических и два изотермических; 3. Два изотермических и два адиабатных
10	Что является теплоносителем при теплопроводности?	1. Электромагнитные волны; 2. Микрочастицы тела; 3. Макрообъемы теплоносителя; 4. Плазма
11	Что является теплоносителем при лучистом теплообмене?	1. Электромагнитные волны; 2. Микрочастицы тела; 3. Макрообъемы теплоносителя
12	Что является теплоносителем при конвекции?	1. Электромагнитные волны; 2. Макрообъемы теплоносителя; 3. Микрочастицы тела

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%.

Количество попыток прохождения теста – одна. Время прохождения теста – 12 минут.

Задания для самоподготовки обучающихся

Контрольный вопрос	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ	
1.	Перечислите параметры, которыми характеризуется состояние рабочего тела или вещества.
2.	Что понимается под термодинамической системой?
3.	Что представляет собой равновесное и неравновесное состояния термодинамической системы?
4.	Что такое газовая смесь? Способы задания газовых смесей.
5.	Что такое "неравновесный процесс"?
6.	Расшифруйте понятия "равновесный процесс", "неравновесный процесс".
7.	Дайте определения обратимых и необратимых процессов.
8.	Каковы условия обратимости процессов?
9.	В чем отличие понятий "истинная" и "средняя" теплоемкости?
10.	Какие теплоемкости вам известны?
11.	Как вычислить теплоемкость смеси идеальных газов?
12.	Каков физический смысл ульной газовой постоянной?
13.	В чем физический смысл уравнения Майера?
Тема 2. Первый закон термодинамики Основные положения второго закона термодинамики	
1.	Что такое внутренняя энергия? Дайте определение.
2.	Дайте формулировку теплоты и работы процесса.
3.	Что такое энтальпия и энтропия?
4.	В чем разница между функцией состояния и функцией процесса? Приведите примеры этих функций.
5.	Когда теплота, работа и изменение внутренней энергии считаются положительными, когда - отрицательными?
6.	Как вычислить изменения энтропии идеального газа?
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа	
1.	Изобразите на p - и T -диаграммах изобарный и изохорный процессы для идеального газа.
2.	Изобразите на p - и T -диаграммах изотермический и адиабатный процессы для идеального газа.
3.	Какие процессы в термодинамике называются основными?
4.	Как называется процесс, в котором все подведенное тепло идет на увеличение внутренней энергии?
5.	Чему равен показатель адиабаты в изотермическом процессе идеального газа?
6.	Как называется процесс, в котором работа совершается только за счет изменения внутренней энергии?
7.	Как называется процесс, в котором энтальпия остается неизменной?
Тема 4. Реальные газы и пары	
1.	Изобразите процесс парообразования на p - и T -диаграммах.
2.	Какой пар называется влажным? Сухим? Перегретым?
3.	Какой пар называется насыщенным? Чему равна его степень сухости?
4.	Покажите на p -диаграмме критическую точку, - чем она характеризуется?
5.	Почему на теплоэлектростанциях с повышением давления перегретого пара возникает экономия топлива?
6.	Какими параметрами можно охарактеризовать состояние влажного, сухого и перегретого пара?
7.	Что такое скрытая теплота парообразования? Покажите ее на p - и T -диаграммах для какого-либо одного давления.
8.	Дайте определение влажного воздуха.
9.	Что такое абсолютная влажность воздуха? В каких единицах она измеряется?
10.	Что такое влагосодержание воздуха? В каких единицах оно измеряется?
11.	Что такое относительная влажность воздуха?
12.	Что такое точка росы?
13.	В каких пределах может измеряться влагосодержание?
14.	Как изменяется влагосодержание воздуха при его охлаждении?

15.	Как изменяется влагосодержание при нагреве воздуха?
16.	Покажите на id -диаграмме, как определяется парциальное давление водяных паров.
17.	Какие процессы можно построить на id -диаграмме влажного воздуха?
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок	
1.	Напишите уравнение энергии газового потока и дайте объяснение отдельным его членам.
2.	Какие допущения лежат в основе вывода уравнения первого закона термодинамики для потока?
3.	Что такое работа проталкивания (перемещения) и какой она может иметь знак?
4.	Покажите техническую работу расширения газов на vP -диаграмме.
5.	Какой физический смысл имеет понятие “критическая скорость”?
6.	Что такое располагаемая работа? Как ее можно представить на vp -диаграмме?
7.	Каково назначение сопла и диффузора?
8.	Как изменяется вдоль сходящегося профиля сопла плотность рабочего тела и скорость потока?
9.	Как изменяется вдоль сопла Лаваля плотность рабочего тела и скорость потока для дозвукового и сверхзвукового режимов истечения?
10.	Каким термодинамическим процессом является процесс дросселирования?
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров	
1.	Объясните, в чем отличие цикла от процесса.
2.	Какие термодинамические процессы вам известны?
3.	Из каких термодинамических процессов состоит прямой цикл Карно?
4.	Из каких термодинамических процессов состоит обратный цикл Карно?
5.	Чем оценивается эффективность прямого и обратного циклов Карно?
6.	Для чего служат тепловые машины, работающие по прямому и обратному циклам?
7.	Что такое термический КПД?
8.	Что такое холодильный коэффициент?
9.	Чему равно приращение энтропии в прямом и обратном циклах Карно?
10.	Покажите на sT -диаграмме, что термический КПД прямого цикла Карно не может быть больше 1.
11.	Покажите на sT -диаграмме, для прямого цикла Карно, что не все подведенное тепло превращается в полезную работу.
12.	В чем состоит общность разных формулировок второго закона термодинамики?
13.	Как изменяется энтропия изолированной системы при протекании в ней обратимых процессов?
14.	Что такое энергия?
15.	Чем определяется уменьшение работоспособности изолированной системы?
16.	Каков принцип действия одноступенчатого компрессора?
17.	В каких случаях необходимо применять двухступенчатые компрессоры?
18.	Какой процесс в компрессоре наиболее выгоден и в чем сложность его осуществления?
19.	Изобразите цикл двухступенчатого компрессора на vP -диаграмме. Из каких процессов состоит этот цикл?
20.	Как влияет показатель политропы сжатия на конечную температуру сжимаемого газа?
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания	
1.	Изобразите цикл поршневого ДВС со смешанным процессом подвода теплоты в vp – диаграмме.
2.	Приведите основные характеристики цикла Тринклера.
3.	Изобразите цикл поршневого ДВС с изобарическим процессом подвода теплоты в vp – диаграмме.
4.	Приведите основные характеристики цикла Дизеля.
5.	Изобразите цикл поршневого ДВС с изохорическим процессом подвода теплоты в vp – диаграмме.
6.	Приведите основные характеристики цикла Отто.
7.	Как влияет степень сжатия на термический КПД цикла Тринклера?
8.	Как влияет степень повышения давления на термический КПД цикла Тринклера?
9.	Как влияет степень предварительного расширения на термический КПД цикла Тринклера?
10.	От каких характеристик зависит термический КПД цикла Отто?
11.	Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты в vp – диаграмме.
12.	Изобразите цикл ГТД с изохорическим процессом подвода теплоты в vp – диаграмме.
13.	Приведите основные характеристики цикла ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты.
14.	Изобразите схему ГТД с регенерацией.
15.	Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и полной регенерацией в vp – диаграмме.
16.	Изобразите схему ГТД с промежуточным охлаждением воздуха.
17.	Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и промежуточным охлаждением воздуха в vp – диаграмме.
18.	Изобразите схему ГТД с промежуточным подводом теплоты.
19.	Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и промежуточным подводом теплоты в vp – диаграмме.
20.	Приведите выражение термического КПД ГТД.
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей	
1.	Приведите схему простейшего паротурбинного двигателя (ПТД).
2.	Изобразите цикл Ренкина в vp - и sT -диаграмме.

3. Приведите выражение термического КПД цикла Ренкина. 4. Как влияет повышение начального давления пара на термический КПД ПТД? 5. Как влияет повышение начальной температуры пара на термический КПД ПТД? 6. Как влияет повышение давления пара в конденсаторе на термический КПД ПТД? 7. Приведите схему паротурбинной установки (ПТУ) с промежуточным перегревом пара. 8. Изобразите цикл ПТУ с промежуточным перегревом пара в vp - и sT -диаграмме. 9. Приведите выражение термического КПД цикла ПТУ с промежуточным перегревом пара. 10. Объясните работу регенеративного цикла ПТУ.
Тема 9. Циклы холодильных установок
1. Изобразите цикл воздушной холодильной установки. Опишите процессы, происходящие в нем. 2. Изобразите цикл парокомпрессорной холодильной установки. Опишите процессы, происходящие в нем. 3. Поясните, как определить параметры в характерных точках цикла парокомпрессорной холодильной установки. 4. Чем характеризуется цикл парокомпрессорной холодильной установки на перегретом паре? На влажном паре? 5. Может ли быть осуществлен цикл парокомпрессорной холодильной установки на сухом насыщенном паре?
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи, теплопроводность, закон Фурье
1. Что называется теплопроводностью? 2. Каков физический смысл уравнения теплопроводности Фурье? 3. Напишите уравнение теплопроводности Фурье и объясните физический смысл составляющих этого уравнения. 4. От чего зависит величина теплопроводности? 5. Какие материалы обладают большой, средней и малой теплопроводностью? 6. Что такое начальные условия? 7. Способы задания граничных условий.
Тема 11. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности
1. Напишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной стенок. 2. Что такое термическое сопротивление многослойной стенки? В каких единицах оно измеряется? 3. Чем отличаются уравнения теплового потока через твердые предметы различной формы (шар, цилиндр, труба, прямоугольник)? 4. Что такое регулярный режим нагревания (охлаждения) тел? 5. Что такое темп нагревания (охлаждения) тел?
Тема 12. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена
1. С помощью каких исходных аналитических зависимостей находят определяющие критерии? 2. Какой критериальной зависимостью следует воспользоваться для определения α при вынужденном движении жидкости в трубках теплообменника? 3. Какая критериальная зависимость применима для определения α при свободном конвективном теплообмене? 4. Как влияет характер движения жидкости (ламинарный, турбулентный) на выбор критериального уравнения, с помощью которого подсчитывается коэффициент теплоотдачи α ? 5. По каким показателям определяют возможность применения того или иного критериального уравнения для подсчета коэффициента теплоотдачи α ?
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости
1. Какой критерий характеризует свободную конвекцию? 2. Что такое определяющая температура и характерный размер? 3. Какая температура является определяющей при свободной конвекции? 4. Как определить характерный размер при свободной конвекции? 5. Почему около стенки при ее обтекании жидкостью возникает большой температурный градиент?
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях
1. Что такое динамический и тепловой пограничный слой? Объясните их физический смысл. 2. На какие подслои делится пограничный слой при турбулентном режиме движения жидкости? 3. Особенности омывания шахматного и коридорного пучков труб. 4. Особенности омывания одиночной трубы. 5. Сформулируйте основной закон теплоотдачи конвекцией. 6. Что такое кризис кипения? 7. Каковы особенности теплоотдачи при кипении жидкости? 8. Назовите виды режимов кипения жидкости.
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения
1. Какие преобразования происходят с лучистой энергией при попадании на твердое тело? 2. Что такое абсолютно серое тело? 3. Какими свойствами должны обладать радиационные экраны?

4. Сформулируйте закон Кирхгофа. Каков его физический смысл?
5. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана. Какие величины входят в уравнение для определения коэффициента теплоотдачи излучением?
6. Сформулируйте закон Планка. Напишите уравнение Планка и объясните его физический смысл.
7. Сформулируйте закон Вина и объясните его связь с законом Планка.
9. Каковы особенности излучения газов?
10. Как определить степень черноты газовой среды?
12. Как определяют лучистый теплообмен между параллельными плоскими стенками?
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки
1. Нарисуйте плоскую стенку и покажите, какие виды теплообмена наблюдаются при передаче тепла от одного теплоносителя к другому через эту разделительную стенку.
2. Назовите наиболее распространенные природные теплоносители.
3. Чем отличаются расчетные формулы теплопередачи через цилиндрическую стенку от формул для плоской стенки?
4. Как участвует в теплообмене оребрение трубок?
5. Что такое коэффициент оребрения?
6. Какой эффект дает оребрение?
7. В каких случаях теплопередачу в трубчатых теплообменниках можно рассматривать как теплопередачу через плоскую стенку?
Тема 17 Теплообменные аппараты
1. Какие виды теплообмена можно наблюдать в теплообменных аппаратах? Приведите пример.
2. Как составляется тепловой баланс теплообменного аппарата? Приведите пример.
3. В каких случаях среднелогарифмический температурный перепад заменяется среднеарифметическим?
4. Что такое рекуперативные теплообменники? Назовите области их применения.
5. Что называется горением?
6. Как теоретически рассчитывается количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива?
7. Что такое коэффициент избытка воздуха и как он определяется?

Экспресс-опрос на лабораторных и практических занятиях по текущей теме и при защите лабораторных работ и расчетно-графических заданий

Устный опрос проводится в виде выполнения тестовых заданий.

Раздел 1. Техническая термодинамика

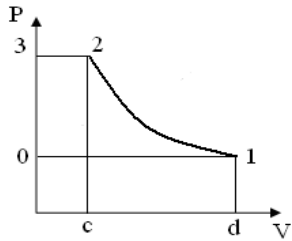
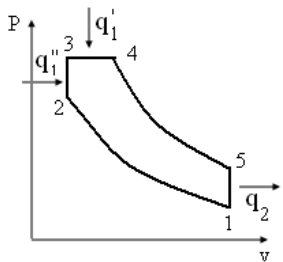
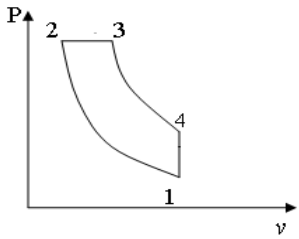
№	Вопрос	Варианты ответов
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ		
1	Какое давление измеряет манометр?	1. Абсолютное давление; 2. Барометрическое давление; 3. Парциальное давление; 4. Разность между абсолютным и барометрическим давлением
2	Какое соотношение параметров состояния устанавливает закон Гей-Люссака?	4. $p_1/p_2 = V_2/V_1$; 5. $p_1/p_2 = T_1/T_2$; 6. $V_2/V_1 = T_2/T_1$
3	Объясните физический смысл удельной газовой постоянной	1. Постоянная, характеризующая плотность газа; 2. Работа 1 кг газа в изохорном процессе при $T = \text{const}$; 3. Работа 1 кг газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 градус
4	В каких единицах измеряется удельная объемная теплоемкость?	1. Дж/(кг К); 2. Дж/(м³ К); 3. Вт/(м³ К); 4. Моль/(кг К)
5	Что такое парциальный объем газовой смеси?	1. Объем, который занимает компонент газовой смеси при температуре и давлении смеси; 2. Объем, который занимает компонент газовой смеси при его парциальном давлении; 3. Объем, который занимает компонент газовой смеси при барометрическом давлении
6	Какое соотношение является справедливым для вычисления условной молекулярной массы газовой смеси?	1. $\mu_{см} = \sum_{i=1}^n \mu_i g_i$; g_i – массовая доля компонента; μ_i –

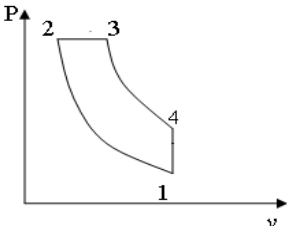
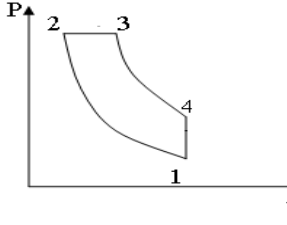
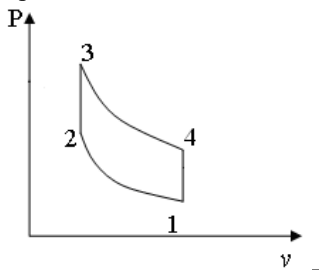
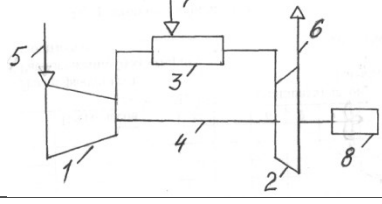
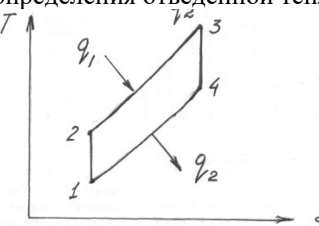
		молярная масса компонента; $\mu_{cm} = \sum_{i=1}^n \mu_i r_i$ 2. r_i – объемная доля компонента; $\mu_{cm} = \sum_{i=1}^n r_i g_i$ 3.
Тема 2. Первый закон термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики		
7	Какое соотношение является справедливым для вычисления работы изменения объема?	$L = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} p dV$ 1. $L = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} V dp$ 2. $L = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} s dT$ 3.
8	Какое соотношение является справедливым для вычисления изменения внутренней энергии идеального газа?	1. $\Delta u = s(T_2 - T_1)$ 2. $\Delta u = c_v(T_2 - T_1)$ 3. $\Delta u = c_p(T_2 - T_1)$
9	Какое соотношение является справедливым для вычисления располагаемой работы?	$L_0 = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} p dV$ 1. $L_0 = - \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} V dp$ 2. $L_0 = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} d(pV)$ 3.
10	Какое соотношение является справедливым для вычисления изменения энтальпии?	1. $\Delta i = s(T_2 - T_1)$ 2. $\Delta i = c_v(T_2 - T_1)$ 3. $\Delta i = c_p(T_2 - T_1)$
11	Какое соотношение является справедливым для вычисления работы перемещения?	$L_{nep} = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} p dV$ 1. $L_{nep} = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} V dp$ 2. $L_{nep} = \int_{p_1 V_1}^{p_2 V_2} d(pV)$ 3.
12	Какое соотношение соответствует закону Майера?	1. $k = c_p / c_v$ 2. $c_p - c_v = R$ 3. $\Delta i = s(T_2 - T_1)$
13	Какое выражение соответствует средней теплоемкости по процессу?	1. $c_{cp} = \frac{(cI_0^{t_2} t_2 - cI_0^{t_1} t_1)}{(t_2 - t_1)}$ 2. $c_{cp} = \frac{(cI_0^{t_2} p_2 - cI_0^{t_1} p_1)}{(t_2 - t_1)}$ 3. $c_{cp} = \frac{(cI_0^{t_2} t_2 - cI_0^{t_1} t_1)}{(s_2 - s_1)}$
14	Какое выражение соответствует первому закону термодинамики?	1. $q = \Delta i + \Delta s$ 2. $q = \Delta i + R$

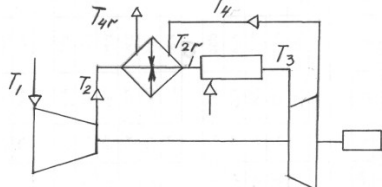
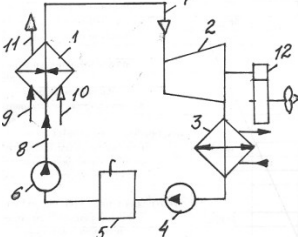
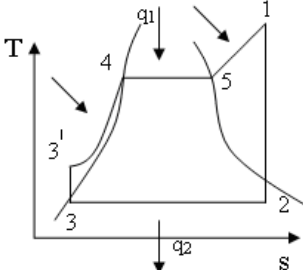
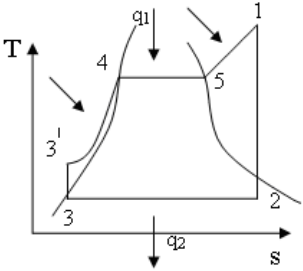
		3. $q = \Delta u + L$
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа		
15	Какое выражение соответствует изменению энтропии в термодинамическом процессе?	$\Delta s = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq}{T}$ 1. $\Delta s = \int_{T_1}^{T_2} \frac{pdv}{T}$ 2. $\Delta s = \int_{T_1}^{T_2} \frac{vdp}{q}$ 3.
16	Выберите правильное определение политропного процесса	1. Процесс при постоянной энтропии; 2. Процесс при постоянной энтальпии; 3. Процесс при постоянной теплоемкости
17	При каком значении показателя политропы уравнение $pv^n = \text{const}$ соответствует изобарному процессу идеального газа?	1. $n = 0$; 2. $n = +\infty$; 3. $n = k$
18	В каком процессе идеального газа энтропия остается постоянной?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
19	В каком процессе работа совершается за счет внутренней энергии рабочего тела?	5. Изохорическом; 6. Изобарическом; 7. Адиабатном; 8. Изотермическом
20	В каком процессе вся подводимая теплота расходуется на совершение работы?	5. Изотермическом; 6. Изобарическом; 7. Адиабатном; 8. Изохорическом
21	В каком процессе подводимая и отводимая теплота определяется как разность энтальпий?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
22	В каком термодинамическом процессе внутренняя энергия рабочего тела не изменяется?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
23	В каком термодинамическом процессе показатель политропы равен бесконечности ($n = +\infty$)	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
Тема 4. Реальные рабочие тела		
24	Выберите правильную формулу для определения теплоты парообразования	1. $r = u'' - u' + p(v'' - v')$; 2. $r = i'' - i'$; 3. $r = i' - i''$
25	Выберите правильную формулу для вычисления удельного объема влажного пара	1. $v_x = v' + rx$ 2. $v_x = v' + (v'' - v')x$ 3. $v_x = v'x + v''(1 - x)$
26	Выберите правильную формулу для вычисления энтальпии влажного пара	1. $i_x = i' + rx$ 2. $i_x = i'x + r(1 - x)$ 3. $i_x = i' + r(1 - x)$
27	Выберите правильную формулу для вычисления изменения внутренней энергии водяного пара в термодинамическом процессе 1-2	1. $u_2 - u_1 = i_2 - i_1 + p_1 v_1 - p_2 v_2$ 2. $u_2 - u_1 = i_2 - i_1 - p_1 v_1 + p_2 v_2$ 3. $u_2 - u_1 = i_2 - i_1$
28	Выберите правильную формулу для	1. $q = i_2 - i_1$

	вычисления теплоты в изотермическом термодинамическом процессе водяного пара 1-2	2. $q = i_2 - i_1 + T_1(s_2 - s_1)$ 3. $q = T_1(s_2 - s_1)$
29	В каком термодинамическом процессе водяного пара располагаемая работа равна разности энтальпий начального и конечного состояний?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
30	В каком термодинамическом процессе водяного пара теплота процесса равна разности энтальпий конечного и начального состояний?	1. Изотермическом; 2. Изобарическом; 3. Адиабатном; 4. Изохорическом
31	Какое из перечисленных условий соответствует нагреву влажного воздуха в калорифере:	1. $i = \text{const}$ 2. $\varphi = \text{const}$ 3. $d = \text{const}$ 4. $t_M = \text{const}$
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок		
32	Выберите правильную формулу для уравнения неразрывности потока рабочего тела в дифференциальной форме	1. $\frac{df}{f} + \frac{dp}{\rho} + \frac{dw}{w} = 0$ 2. $f df + \rho dp + w dw = 0$ 3. $\frac{df}{\rho w} + \frac{dp}{fw} + \frac{dw}{fp} = 0$
33	Выберите правильную формулу для вычисления энтальпии заторможенного потока рабочего тела	1. $i + \frac{w^2}{2}$ 2. $i + \rho \frac{w^2}{2}$ 3. $i + u + \frac{w^2}{2}$
34	Выберите правильную формулу для вычисления теоретической скорости истечения рабочего тела из сопла в адиабатном процессе	1. $w_2 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} + w_1^2$ 2. $w_2 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_1 T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} + w_1^2$ 3. $w_2 = \sqrt{\frac{2k}{k-1} R T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} + w_1^2$
35	Что такое критический режим течения рабочего тела?	1. Это такой режим, при котором плотность паровой фазы становится равной плотности жидкой фазы; 2. Это такой режим, при котором скорость течения становится равной местной скорости звука; 3. Это такой режим, при котором массовый расход рабочего тела не зависит от степени понижения давления в соплах
36	Выберите правильную формулу для вычисления критической степени понижения давления в соплах	1. $\beta_{кр} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$ 2. $\beta_{кр} = p v \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$ 3. $\beta_{кр} = R T \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$
37	При каком режиме течения массовый расход	1. Докритическом;

	рабочего тела не зависит от степени понижения давления $\beta = p_2/p_1$?	2. Критическом; 3. Сверхкритическом
38	Какая должна быть форма канала сопла для разгона потока от критической скорости до сверхкритической?	1. Сходящаяся; 2. Сходяще-расходящаяся; 3. Расходящаяся
39	Какая должна быть форма канала для торможения потока от сверхкритической скорости до критической?	1. Сходящаяся; 2. Сходяще-расходящаяся; 3. Расходящаяся; 4. Расходяще-сходящаяся
40	Для каких энергетических преобразований используются сопла?	1. Для преобразования части внутренней энергии рабочего тела во внешнюю кинетическую энергию; 2. Для преобразования части внешней потенциальной энергии рабочего тела во внешнюю кинетическую энергию; 3. Для преобразования механической энергии во внешнюю кинетическую энергию рабочего тела
41	При каких условиях идет процесс дросселирования газов и паров?	1. С понижением давления и скорости рабочего тела; 2. При постоянной энтальпии с понижением давления рабочего тела; 3. С понижением энтальпии и давления рабочего тела
42	Что такое коэффициент скорости сопла?	1. Это отношение давления на входе в сопло к давлению на выходе; 2. Это отношение скорости потока на входе в сопло к скорости на выходе; 3. Это отношение действительной скорости истечения из сопла к теоретической скорости
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров		
43	Как на термодинамических диаграммах изображаются прямые циклы?	1. Замкнутыми круговыми процессами, направленными против часовой стрелки; 2. Замкнутыми круговыми процессами, направленными по часовой стрелке
44	Каким показателем оценивается эффективность обратного цикла?	1. Термическим коэффициентом полезного действия; 2. Работой, затраченной на реализацию цикла; 3. Подведенной теплотой; 4. Холодильным коэффициентом
45	Выберите правильную формулу термического КПД цикла	1. $\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$; 2. $\eta_t = 1 - \frac{q_1}{q_2}$ 3. $\eta_t = \frac{q_1}{q_1 - q_2}$ где q_1 , q_2 - подведенная и отведенная теплота соответственно
46	Перечислите процессы, из которых состоит цикл Карно	1. Два изобарических и два адиабатных; 2. Два изобарических и два изотермических; 3. Два изотермических и два адиабатных
47	Выберите правильную формулу для вычисления холодильного коэффициента обратного цикла Карно	1. $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_2}{T_1} - 1}$ 2. $\varepsilon = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$ 3. $\varepsilon = \frac{T_2 - T_1}{T_1}$
48	Какая линия на диаграмме соответствует всасыванию газа в поршневой компрессор?	1. 1-2 2. 2-3 3. 3-0 4. 0-1 5. d-1

		
49	Что такое степень повышения давления в компрессоре?	1. Разница между давлением на выходе и давлением на входе; 2. Отношение давления на входе к давлению на выходе; 3. Отношение давления на выходе к давлению на входе; 4. Отношение разницы между давлением на выходе и давлением на входе к давлению на выходе
50	Какой процесс повышения давления в компрессоре будет самым экономичным?	1. Адиабатный; 2. Политропный; 3. Изотермический
51	Чему будет равна степень повышения давления в двухступенчатом компрессоре, если в первой ступени степень повышения давления β_1 , во второй – β_2 ?	1. $\beta = \beta_1 + \beta_2$ 2. $\beta = \beta_1 / \beta_2$ 3. $\beta = \beta_1 \beta_2$
52	С какой целью выполняют промежуточное охлаждение газа в многоступенчатых компрессорах?	1. Для увеличения производительности; 2. Для повышения экономичности; 3. Для повышения надежности
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания		
53	Каким термодинамическим процессом является процесс отвода теплоты в циклах поршневых ДВС?	1. Изобарическим; 2. Изохорическим; 3. Изотермическим; 4. Адиабатным
54	Каким термодинамическим процессом является процесс сжатия рабочего тела в циклах поршневых ДВС?	1. Изобарическим; 2. Изохорическим; 3. Изотермическим; 4. Адиабатным
55	Каким термодинамическим процессом является процесс подвода теплоты в цикле Отто?	1. Изобарическим; 2. Изохорическим; 3. Изотермическим; 4. Адиабатным
56	Каким термодинамическим процессом является процесс подвода теплоты в цикле Дизеля?	1. Изобарическим; 2. Изохорическим; 3. Изотермическим; 4. Адиабатным
57	Какой цикл изображен на диаграмме? 	1. Цикл газотурбинного двигателя с изобарным процессом подвода теплоты; 2. Цикл газотурбинного двигателя с изохорным процессом подвода теплоты; 3. Цикл поршневого ДВС с изобарным процессом подвода теплоты; 4. Цикл поршневого ДВС со смешанным процессом подвода теплоты
58	Что такое степень сжатия в цикле Дизеля? 	1. $\varepsilon = \frac{P_2}{P_1}$ 2. $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$ 3. $\varepsilon = \frac{V_3}{V_2}$ 4. $\varepsilon = \frac{V_4}{V_3}$

59	<p>Что такое степень предварительного расширения в цикле Дизеля?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $\rho = \frac{P_2}{P_1}$ $\rho = \frac{V_1}{V_2}$ $\rho = \frac{V_3}{V_2}$ $\rho = \frac{V_4}{V_3}$
60	<p>Чему равна степень повышения давления в цикле Дизеля?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $\lambda = \frac{P_2}{P_1}$ $\lambda = \frac{P_3}{P_4}$ $\lambda = 1$ $\lambda = \frac{P_4}{P_1}$
61	<p>Укажите правильную формулу для определения подведенной теплоты цикла:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $q_1 = c_p(T_3 - T_2)$ $q_1 = c_v(T_3 - T_2)$ $q_1 = c_p(T_4 - T_1)$ $q_1 = c_p(T_2 - T_1)$
62	<p>Как изменяется термический КПД цикла Тринклера с повышением степени сжатия?</p>	<ol style="list-style-type: none"> Повышается; Понижается; Не изменяется
63	<p>Как изменяется термический КПД цикла Тринклера с повышением степени предварительного расширения?</p>	<ol style="list-style-type: none"> Повышается; Понижается; Не изменяется
64	<p>Как изменяется термический КПД цикла Тринклера с увеличением степени повышения давления расширения?</p>	<ol style="list-style-type: none"> Повышается; Понижается; Не изменяется
65	<p>Какой элемент на схеме ГТУ соответствует позиции 2?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Компрессор; Газовая турбина; Камера сгорания; Регенератор
66	<p>Какие функции выполняет компрессор ГТУ?</p>	<ol style="list-style-type: none"> Повышение давления рабочего тела и подача его в камеру сгорания; Подвод теплоты к рабочему телу; Преобразование внутренней энергии рабочего тела в механическую
67	<p>Укажите правильную формулу для определения отведенной теплоты цикла ГТУ</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $q_2 = c_p(T_3 - T_2)$ $q_2 = c_v(T_3 - T_2)$ $q_2 = c_p(T_4 - T_1)$ $q_2 = c_p(T_2 - T_1)$

68	<p>Какой способ повышения экономичности ГТУ приведен на схеме?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Промежуточное охлаждение рабочего тела; 2. Промежуточный подвод теплоты; 3. Регенерация теплоты
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей		
69	 <p>Какой элемент на схеме ПТУ соответствует позиции 1?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Паровая турбина; 2. Конденсатор; 3. Паровой котел; 4. Питательный насос
70	<p>Укажите процесс конденсации пара на диаграмме цикла ПТУ</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 4-1; 2. Процесс 2-3; 3. Процесс 1-2; 4. Процесс 3'-1
71	<p>Укажите процесс расширения пара в турбине на диаграмме цикла ПТУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 4-1; 2. Процесс 5-1; 3. Процесс 1-2; 4. Процесс 3'-1
72	<p>Каким термодинамическим процессом является процесс расширения пара в турбине ПТУ?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изобарическим; 2. Изохорическим; 3. Изотермическим; 4. Адиабатным
73	<p>Укажите процесс повышения давления воды от P_2 до P_1</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 4-5; 2. Процесс 5-1; 3. Процесс 1-2; 4. Процесс 3-3'
74	<p>Укажите правильную формулу для определения подведенной теплоты в цикле ПТУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q_1 = c_p(T_2 - T_1)$ 2. $q_1 = i_1 - i_2$ 3. $q_1 = c_p(T_1 - T_3)$ 4. $q_1 = i_1 - i_3$
75	<p>Укажите правильную формулу для определения располагаемой работы паровой турбины в цикле ПТУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $l_0 = c_p(T_2 - T_1)$ 2. $l_0 = i_1 - i_2$

		$l_0 = c_p (T_1 - T_3)$ $l_0 = i_1 - i_3$
76	<p>Укажите процесс промежуточного перегрева пара в цикле ПТУ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 4-0; 2. Процесс 0-1' ; 3. Процесс 1'-0' ; 4. Процесс 0'-1
Тема 9. Циклы холодильных установок		
77	<p>Какой процесс цикла воздушной холодильной установки соответствует расширению в детандере:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 1-2; 2. Процесс 2-3; 3. Процесс 3-4; 4. Процесс 4-1
78	<p>Выберите правильную формулу для вычисления подведенной теплоты в цикле воздушной холодильной машины</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q_2 = c_v (T_1 - T_4)$ 2. $q_2 = \frac{k}{k-1} RT_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$ 3. $q_2 = c_p (T_1 - T_4)$
79	<p>Выберите правильную формулу для вычисления холодильного коэффициента цикла воздушной холодильной машины</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\varepsilon = \frac{q_2}{l_{1-2}}$ 2. $\varepsilon = \frac{q_1}{l_{1-2}}$ 3. $\varepsilon = \frac{q_2}{l_{1-2} - l_{3-4}}$ 4. $\varepsilon = \frac{q_1}{l_{1-2} - l_{3-4}}$
80	<p>Цикл какого теплового двигателя изображен на диаграмме?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цикл паровой холодильной установки на перегретом паре; 2. Цикл паровой холодильной установки на сухом насыщенном паре; 3. Цикл паровой турбинной установки на сухом насыщенном паре; 4. Цикл двигателя внутреннего сгорания
81	<p>Укажите процесс дросселирования в цикле:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс 1-2; 2. Процесс 2-3;

		3. Процесс 3-4; 4. Процесс 4-1
82	<p>Укажите процесс конденсации холодильного агента в цикле</p>	1. Процесс 1-2; 2. Процесс 2-3; 3. Процесс 3-4; 4. Процесс 4-1
83	<p>Укажите процесс испарения в цикле:</p>	1. Процесс 1-2; 2. Процесс 2-3; 3. Процесс 3-4; 4. Процесс 4-1

Раздел 2. Теплопередача

№	Вопрос	Варианты ответов
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи. Теплопроводность, закон Фурье		
1	Что является теплоносителем при теплопроводности?	1. Электромагнитные волны; 2. Микрочастицы тела; 3. Макрообъемы теплоносителя; 4. Плазма.
2	Какое из приведенных уравнений описывает основной закон теплопроводности - закон Фурье:	1. $q = \alpha (t_{жс} - t_{см})$ 2. $q = -\lambda grad t$ 3. $q = \sigma_0 T^4$
3	Что представляет выражение $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t$	1. Оператор Лапласа; 2. Дифференциальное уравнение теплопроводности; 3. Граничное условие первого рода
4	Какое из приведенных уравнений описывает основной закон теплоотдачи – закон Ньютона-Рихмана:	1. $q = \alpha (t_{жс} - t_{см})$ 2. $q = -\lambda grad t$ 3. $q = \sigma_0 T^4$
5	Что является теплоносителем при лучистом теплообмене?	1. Электромагнитные волны; 2. Микрочастицы тела; 3. Макрообъемы теплоносителя
6	Что характеризует коэффициент теплопроводности?	1. Теплоинерционные качества тела; 2. Способность тела проводить теплоту; 3. Интенсивность передачи теплоты; 4. Скорость прохождения теплового потока через тело
7	Какие физические параметры вещества связывает коэффициент температуропроводности?	1. Массу, плотность, теплоемкость; 2. Теплоемкость, коэффициент теплопроводности, коэффициент теплоотдачи; 3. Плотность, коэффициент теплоотдачи, коэффициент теплопроводности; 4. Теплоемкость, коэффициент теплопроводности, плотность

8	Что характеризует коэффициент температуропроводности?	1. Скорость изменения температуры вещества в неравновесных тепловых процессах; 2. Теплоинерционные свойства тела; 3. Интенсивность теплопередачи; 4. Способность тела изменять плотность теплового потока
9	Что является теплоносителем при конвекции?	1. Электромагнитные волны; 2. Макрообъемы теплоносителя; 3. Микрочастицы тела
10	Что такое градиент температур?	1. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равный частной производной от температуры по этому направлению; 2. Вектор, направленный вдоль изотермической поверхности и численно равный частной производной от температуры по этому направлению; 3. Вектор, направленный в сторону уменьшения температур и численно равный частной производной от температуры по этому направлению

Тема 11. Теплопроводность стационарного процесса. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности

11	Какое выражение описывает термическое сопротивление трехслойной плоской стенки с коэффициентами теплопроводности слоев $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, и толщинами соответственно $\delta_1, \delta_2, \delta_3$?	1. $R = (\delta_1/\lambda_1) + (\delta_2/\lambda_2) + (\delta_3/\lambda_3)$ 2. $R = (\lambda_1/\delta_1) + (\lambda_2/\delta_2) + (\lambda_3/\delta_3)$ 3. $R = (\delta_1/\lambda_1) \cdot (\delta_2/\lambda_2) \cdot (\delta_3/\lambda_3)$
12	Выберите правильную формулу для вычисления удельного теплового потока через однослойную плоскую стенку:	1. $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{cm1} - t_{cm2})$ 2. $q = \alpha (t_{cm1} - t_{cm2})$ 3. $q = \frac{\delta}{\lambda} (t_{cm1} - t_{cm2})$
13	Выберите правильную формулу для вычисления коэффициента теплопроводности эквивалентной двухслойной плоской стенки:	1. $\lambda_{экв} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$ 2. $\lambda_{экв} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$ 3. $\lambda_{экв} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$
14	Какой закон изменения температуры по толщине плоской стенки?	1. Линейный; 2. Гиперболический; 3. Логарифмический
15	Какой закон изменения температуры по толщине цилиндрической стенки?	1. Линейный; 2. Гиперболический; 3. Логарифмический

Тема 12. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена

16	Какой из критериев подобия характеризует подъемную силу, возникающую в жидкости вследствие разности плотностей, а также кинематическое подобие при свободном движении жидкости?	1. Критерий Re - Рейнольдса; 2. Критерий Nu - Нуссельта; 3. Критерий Pr - Прандтля; 4. Критерий Gr - Грасгофа
17	Какой из критериев подобия характеризует физические свойства жидкости?	1. Критерий Re - Рейнольдса; 2. Критерий Nu - Нуссельта; 3. Критерий Pr - Прандтля; 4. Критерий Gr - Грасгофа
18	Какой из критериев подобия определяет режим течения жидкости?	1. Критерий Re - Рейнольдса; 2. Критерий Nu - Нуссельта; 3. Критерий Pr - Прандтля;

		4. Критерий Gr - Грасгофа
19	Какой из критериев подобия характеризует теплоотдачу между жидкостью и стенкой?	1. Критерий Re - Рейнольдса; 2. Критерий Nu - Нуссельта; 3. Критерий Pr - Прандтля; 4. Критерий Gr - Грасгофа
20	Какую размерность имеет критерий подобия Pr – Прандтля?	1. Вт/(м ² К) ; 2. Безразмерная величина; 3. Вт/м ²
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости		
21	В каких средах имеет место конвекция?	1. Только в газах; 2. Только в жидкостях; 3. В твердых телах; 4. В газах и жидкостях
22	Какие виды конвекции различают?	1. Самопроизвольную, естественную; 2. Вынужденную и естественную; 3. Турбулентную, естественную; 4. Ламинарную, турбулентную, вынужденную
23	Какой вид имеет зависимость для описания теплоотдачи при свободной конвекции жидкости?	1. $Nu = Nu(Re, Pr)$ 2. $Nu = Nu(Pr, Gr)$ 3. $Nu = Nu(Re, Eu)$ 4. $Nu = Nu(Re, Gr)$
24	Какая температура принимается за определяющую в расчетах теплоотдачи при естественной конвекции по формуле Михеева $Nu = c(Pr \cdot Gr)^n$?	1. Средняя температура жидкости; 2. Средняя температура пограничного слоя; 3. Средняя температура теплопередающей поверхности
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях		
25	Как учитывается влияние свободной конвекции на теплоотдачу при вынужденном ламинарном течении жидкости?	1. Введением в критериальное уравнение теплоотдачи критерия подобия Эйлера - $Eu = \Delta p / (\rho W^2)$; 2. Введением в критериальное уравнение теплоотдачи критерия подобия Грасгофа - $Gr = (g \beta \Delta t l^3) / \nu^2$; 3. Введением в критериальное уравнение теплоотдачи критерия подобия Био - $Bi = (\alpha l) / \lambda$; 4. Введением в критериальное уравнение теплоотдачи критерия подобия Нуссельта - $Nu = (\alpha l) / \lambda_{ж}$
26	Какой размер принимается за определяющий для вычисления критериев подобия при вынужденном движении жидкости в круглой трубе, расположенной горизонтально?	1. Внутренний диаметр трубы; 2. Длина трубы; 3. Наружный диаметр трубы
27	Какие принципиально различные по физической сути режимы течения жидкости используются в расчетах вынужденной конвекции?	1. Стабильные и нестабильные; 2. Стационарные и нестационарные; 3. Ламинарные и турбулентные; 4. Вихревые и нестационарные
28	Какая температура принимается за определяющую при расчете теплоотдачи при вынужденной конвекции?	1. Средняя температура жидкости; 2. Средняя температура пограничного слоя; 3. Средняя температура стенки
29	В каких пучках труб - коридорных или шахматных - интенсивность теплоотдачи выше? Почему это так?	1. Коридорных. Так как степень турбулизации потока в коридорных пучках труб меньше; 2. Шахматных. Потому, что степень турбулизации потока в шахматных пучках труб меньше; 3. Коридорных. Так как степень турбулизации потока в коридорных пучках труб больше; 4. Шахматных. Потому, что степень турбулизации потока в шахматных пучках труб больше
30	Как учитывается направление теплового потока в критериальных уравнениях вынужденной конвекции?	1. Введением поправки $[(\mu_{жс} / \mu_c)^{0,25} (\rho_{жс} / \rho_c)]$ в критериальное уравнение теплоотдачи; 2. Введением поправки $[Gr_{жс}^{0,25}]$ в критериальное уравнение теплоотдачи; 3. Введением поправки $[(Pr_{жс} / Pr_c)^{0,25}]$ в критериальное уравнение теплоотдачи; 4. Введением поправки $[Eu^{0,25}]$ в критериальное уравнение теплоотдачи
31	Какого вида критериальное уравнение описывает теплоотдачу при вынужденном	1. $Re = Re(Pr, Nu)$ 2. $Nu = Nu(Fo, Bi)$

	движении теплоносителя?	3. $Nu = Nu(Re, Fo)$ 4. $Nu = Nu(Re, Pr)$
32	Как и почему изменяется интенсивность теплоотдачи при первом кризисе кипения?	1. Увеличивается, т.к. возникает пузырьковое кипение жидкости; 2. Уменьшается, т.к. возникает пузырьковое кипение жидкости; 3. Увеличивается, т.к. возникает пленочное кипение жидкости; 4. Уменьшается, т.к. возникает пленочное кипение жидкости
33	Как влияют примеси газа на теплоотдачу при конденсации пара на поверхности тела?	1. Уменьшают интенсивность теплоотдачи; 2. Увеличивают интенсивность теплоотдачи; 3. Не влияют; 4. Сначала увеличивают, а потом уменьшают интенсивность теплоотдачи
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения		
34	Как излучает энергию твердое тело?	1. Во всем диапазоне длин волн от 0 до ∞ ; 2. В узком диапазоне длин волн $\Delta\lambda$
35	Как излучают энергию чистые однородные газы?	1. Во всем диапазоне длин волн от 0 до ∞ ; 2. В узком диапазоне длин волн $\Delta\lambda$
36	Во сколько раз снижается тепловой поток излучением при установке между источником излучения и поглощающим телом двух экранов?	1. В 2 раза; 2. В 3 раза; 3. В 4 раза
37	На какие части делится энергия излучения при взаимодействии с веществом?	1. Энергия поглощения, энергия отражения, энергия проницаемости; 2. Энергия отражения, энергия поглощения, энергия тепловая; 3. Энергия отражения, энергия поглощения, энергия рассеянная; 4. Энергия поглощения, энергия отражения, энергия дифракционных явлений
38	Какое тело будет абсолютно черным? (R - коэффициент отражения, A - коэффициент поглощения, D - коэффициент диатермичности)	1. $R = 1; A = D = 0$ 2. $R = 1; A = 1; D = 0$ 3. $R = 0; A = 1; D = 0$ 4. $R = 0; A = 0; D = 1$
39	Как называется тело, пропускающее через себя всю лучистую энергию?	1. Абсолютно черным; 2. Белым; 3. Диатермичным
40	Что называется степенью черноты серого тела?	1. Отношение поглощательной способности серого тела к его отражательной способности; 2. Отношение излучательной способности абсолютно черного тела, к поглощательной способности серого тела; 3. Отношение отражательной способности серого тела к излучательной способности абсолютно черного тела; 4. Отношение поглощательной способности серого тела к излучательной способности абсолютно черного тела
41	Какой спектр излучения соответствует газам, парам?	1. Сплошной во всем диапазоне длин волн; 2. Линейчатый (селективный), равномерный по диапазону длин волн; 3. Линейчатый, независимо от физических свойств газов и паров; 4. Линейчатый, зависящий от физических свойств газов и паров
42	От каких параметров зависит степень черноты газов?	1. От температуры газа, давления, направления теплового потока; 2. От давления, физических свойств газа, температуры, толщины излучающего слоя; 3. От давления, физических свойств газа, направления теплового потока, толщины излучающего слоя; 4. От физических свойств газа, температуры, толщины излучающего слоя
43	Как влияет установка экрана на количество	1. Увеличивает плотность теплового потока;

	тепла, передаваемого от источника излучения к пластине?	2. Увеличивает коэффициент лучистой теплоотдачи; 3. Уменьшает плотность теплового потока и увеличивает коэффициент лучистой теплоотдачи; 4. Уменьшает плотность теплового потока
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки		
44	Какие виды теплообмена включает сложный теплообмен?	1. Все виды теплообмена; 2. Передачу теплоты конвекцией и излучением; 3. Передачу теплоты теплопроводностью и излучением; 4. Теплообмен при горении
45	По какой из приведенных формул определяется коэффициент теплопередачи через плоскую двухслойную стенку?	$1. k = \frac{1}{\alpha_1 + \frac{\delta}{\lambda} + \alpha_2}$ $2. k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}$ $3. k = \frac{1}{\alpha_1 + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \alpha_2}$
46	Коэффициент эффективности ребер всегда:	1. Больше единицы; 2. Меньше единицы; 3. Равен единице
47	По какой из приведенных формул определяется линейный коэффициент теплопередачи через однослойную цилиндрическую стенку?	$1. k_l = \frac{1}{\pi d_1 \alpha_1} + \ln \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{1}{2\pi\lambda} + \frac{1}{\pi d_2 \alpha_2}$ $2. k_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$ $3. k_l = \frac{1}{\frac{1}{\pi \alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\pi \alpha_2 d_2}}$
48	Если наружный диаметр трубы меньше критического, то как будет изменяться суммарное термическое сопротивление при нанесении слоя изоляции?	1. Уменьшаться до наружного диаметра изоляции равного критическому, затем увеличиваться; 2. Всегда увеличиваться; 3. Всегда уменьшаться
Тема 17. Теплообменные аппараты		
49	Какие теплообменные аппараты называются регенеративными?	1. Греющая и нагреваемая среды разделены теплопередающей поверхностью, не проницаемой для теплоносителей; 2. Одна и та же поверхность теплообмена периодически используется для охлаждения одного теплоносителя и для нагрева другого теплоносителя; 3. Нагрев (охлаждение) одного теплоносителя производится за счет добавления горячего (холодного) другого теплоносителя
50	Какие теплообменные аппараты называются рекуперативными?	1. Греющая и нагреваемая среды разделены теплопередающей поверхностью, не проницаемой для теплоносителей; 2. Одна и та же поверхность теплообмена периодически используется для охлаждения одного теплоносителя и для нагрева другого теплоносителя; 3. Нагрев (охлаждение) одного теплоносителя производится за счет добавления горячего (холодного) другого теплоносителя
51	Какие уравнения положены в основу теплового расчета теплообменных аппаратов?	1. Уравнение состояния, уравнение теплового баланса; 2. Первый закон термодинамики, уравнение состояния, уравнение массового расхода; 3. Уравнение теплового баланса, уравнение теплопередачи
52	Какие теплообменные аппараты будут более компактными?	1. При прямоточном движении теплоносителей; 2. При противоточном движении теплоносителей;

		3. При перекрестном движении теплоносителей; 4. Схема движения теплоносителей не влияет на площадь поверхности теплообмена
--	--	---

Правильные ответы и время тестирования

Техническая термодинамика

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Правильный ответ	4	3	3	2	1	2	1	2	2	3	3	2	1	3	1
Время ответа (мин.)	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2

№ вопроса	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	3	1	3	3	1	2	1	4	2	2	1	1	3	3	2
Время ответа (мин.)	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1

№ вопроса	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Правильный ответ	3	2	1	1	2	1	3	3	1	1	2	3	2	4	1
Время ответа (мин.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2

№ вопроса	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Правильный ответ	3	1	4	3	3	3	2	2	4	2	1	4	2	3	3
Время ответа (мин.)	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2

№ вопроса	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Правильный ответ	2	1	2	1	2	1	3	3	3	2	3	4	4	4	2
Время ответа (мин.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

№ вопроса	76	77	78	79	80	81	82	83
Правильный ответ	3	3	3	3	2	3	2	4
Время ответа (мин.)	2	2	2	2	2	2	2	2

Теплопередача

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Правильный ответ	2	2	2	1	1	2	4	1	2	1	1	1	2	1	3
Время ответа (мин.)	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1

№ вопроса	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	4	3	1	2	2	4	2	2	2	2	1	3	1	4	3
Время ответа (мин.)	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2

№ вопроса	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Правильный	4	4	1	1	2	2	1	3	3	4	2	2	4	1	2

ответ															
Время ответа (мин.)	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2

№ вопроса	46	47	48	49	50	51	52
Правильный ответ	2	2	1	2	1	3	2
Время ответа (мин.)	1	2	2	2	2	2	1

Критерии оценивания

Оценивание текущего тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за неправильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%.

Количество попыток прохождения теста и время на его прохождение – неограниченно.

Защита расчетно-графических работ

Обучающиеся выполняют две расчетно-графические работы (РГР) на практических занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы. Одна РГР выполняется в первом семестре изучения дисциплины, вторая во втором семестре.

Тематика РГР №1:

Расчетное задание №1. Расчет процессов поршневых компрессоров;

Расчетное задание №2. Расчет цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания;

Расчетное задание №3. Расчет цикла газотурбинного двигателя с полной регенерацией;

Расчетное задание №4. Расчет цикла паротурбинной установки;

Расчетное задание №5. Расчет цикла воздушной холодильной машины.

Тематика РГР №2:

Расчетное задание №1. Расчет теплопроводности многослойной плоской стенки;

Расчетное задание №2. Расчет теплоотдачи при естественной конвекции;

Расчетное задание №3. Расчет теплоотдачи при вынужденной конвекции;

Расчетное задание №4. Расчет теплопередачи через многослойную плоскую стенку;

Расчетное задание №5. Расчет теплового потока при излучении;

Расчетное задание №6. Расчет теплообменного аппарата.

Выполненные РГР оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в учебных пособиях (практикумах), и сдаются на проверку преподавателю.

Критерии оценивания РГР

Оценивание каждого расчетного задания осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критерии оценки	Весомость в %
– выполнение всех пунктов задания	до 30%
– проведение расчетов в соответствии с изложенной методикой	до 30%
– получение корректных результатов расчета	до 20%
– качественное оформление расчётной и графической частей	до 5%
– корректные ответы на вопросы по сути расчетов и работы устройств	до 5%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

Защита отчетов по лабораторным работам

Оценивание каждой лабораторной работы осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критерии оценки	Весомость в %
– выполнение всех пунктов задания	до 30%
– степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям	до 30%
– получение корректных результатов работы	до 20%
– качественное оформление работы	до 5%
– корректные ответы на вопросы по сути расчетов и работы устройств	до 5%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

Перечень контрольных вопросов, задаваемых при защите отчетов по лабораторным работам

Контрольный вопрос
Лабораторная работа № 1. Определение изобарной теплоемкости воздуха
1. Что такое удельная средняя теплоемкость?
2. Какими приборами измеряются расход и температура воздуха в данной установке?
3. От каких термодинамических параметров зависит теплоемкость?
4. Учитываются ли в данной работе потери теплоты в окружающую среду?
Лабораторная работа № 2. Исследование процессов во влажном воздухе
1. Перечислите основные параметры, определяющие состояние влажного воздуха.
2. Дайте определение абсолютной влажности воздуха.
3. Дайте определение относительной влажности воздуха.
4. Расшифруйте термин "влажностное содержание" влажного воздуха и укажите его единицы.
5. Как измеряется давление влажного воздуха, поступающего в установку?
6. Как измеряется расход влажного воздуха, поступающего в сушильную камеру?
7. Как определяется парциальное давление влажного воздуха?
8. Как определяется парциальное давление пара при проведении эксперимента?
9. Объясните значение линий d_i - диаграммы.
Лабораторная работа № 3. Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло
1. Какие режимы истечения из сопла вам известны?
2. Почему истечение газа из сопла можно считать адиабатным?
3. Как определяется величина i ?
4. Как определяется действительная скорость истечения?
5. Какие параметры влияют на значения μ и ϕ ?
Лабораторная работа № 4. Исследование индикаторной диаграммы компрессора
1. Что называется вредным пространством цилиндра компрессора?
2. Чем ограничено получение высоких давлений в одноступенчатом компрессоре?
3. Что называется средним индикаторным давлением ступени компрессора?
Лабораторная работа № 5. Сравнительный анализ паровых циклов Карно и Ренкина
1. Чем отличается паровой цикл Ренкина от парового цикла Карно?
2. Как определить термический КПД в цикле Ренкина? В цикле Карно?
3. Как влияет на термический КПД повышение начальных параметров пара? Почему?
4. Каково влияние конечного давления на термический КПД цикла Ренкина?

2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Устный экзамен

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита всех лабораторных заданий, заданий расчетно-графической работы, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Промежуточная аттестация включает экзамен и зачет.

Экзамен проводится в виде собеседования по контрольным вопросам

Экзаменационные контрольные вопросы по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача»

Первый семестр

(5 семестр обучения для очной и заочной формы обучения)

1. Предмет и метод технической термодинамики. Параметры состояния термодинамической системы.

2. Понятие о термодинамическом процессе. Равновесные и неравновесные состояния. Термодинамические процессы обратимые и необратимые.

3. Работа и теплота как формы передачи энергии. Уравнение состояния.

4. Идеальные газы. Законы идеальных газов.

5. Реальные газы.

6. Смеси газов. Средняя молекулярная масса и газовая постоянная смеси.

7. Первый закон термодинамики. Работа перемещения.

8. Энтальпия как функция состояния рабочего тела. Энтропия. vP , sT -диаграммы.

9. Теплоемкость. Истинная и средняя теплоемкость.

10. Изобарная и изохорная теплоемкость. Уравнение Майера.

11. Изохорный термодинамический процесс идеального газа.

12. Изобарный термодинамический процесс идеального газа.

13. Изотермический термодинамический процесс идеального газа.

14. Адиабатный термодинамический процесс идеального газа.

15. Политропный термодинамический процесс идеального газа.

16. Второй закон термодинамики Условия для создания тепловых двигателей.

17. Прямой и обратный цикл Карно.

18. Диаграмма фазового перехода. Процессы парообразования.

19. Водяной пар. vP -, is -, sT - диаграммы водяного пара.

20. Процессы изменения состояния водяного пара.

21. Определение параметров влажного пара.

22. Изохорный процесс водяного пара.

23. Изобарный процесс водяного пара.

24. Изотермический процесс водяного пара.

25. Адиабатный процесс водяного пара.

26. Влажный воздух. Основные свойства и характеристики влажного воздуха.

27. id -диаграмма влажного воздуха. Процесс сушки.

28. Истечение газов и паров.

29. Критический режим течения. Критическая скорость. Максимальный расход.

30. Сопло Лавалья.

31. Действительные процессы течения в соплах. Параметры торможения. Дросселирование газов и паров.

32. Термодинамические процессы в поршневых компрессорах.

33. Многоступенчатое сжатие в поршневых компрессорах с промежуточным охлаждением.

34. Цикл поршневого ДВС со смешанным процессом подвода теплоты. Характеристики цикла

35. Циклы поршневых ДВС с изохорным и изобарным процессами подвода теплоты. Характеристики циклов.

36. Сравнительный анализ циклов поршневых ДВС.

37. Теоретические циклы газотурбинных установок. Принцип действия и схема простейшей ГТУ.

38. Теоретические циклы паротурбинных установок. Схемы и принцип действия простейшей ПТУ.

39. Способы повышения тепловой экономичности ПТУ.

40. Принцип работы, схема, цикл воздушной холодильной установки.

41. Принцип работы, схема, цикл паровой холодильной установки.

42. Принцип работы, схема абсорбционной холодильной установки.

Зачет

(6 семестр очной и заочной формы обучения)

1. Основные понятия и определения теории теплообмена.

2. Теплопроводность одно- и многослойных плоских стенок.

3. Теплопроводность одно- и многослойных цилиндрических стенок.

4. Теплопроводность при нестационарном режиме.

5. Конвективный теплообмен.

6. Моделирование процессов конвективного теплообмена.

7. Теплоотдача при свободной конвекции.

8. Характерный размер и определяющая температура при свободной конвекции.

9. Теплоотдача при вынужденной конвекции.

10. Характерный размер и определяющая температура при вынужденной конвекции.

11. Основные критерии подобия. Критериальные уравнения.

12. Теплоотдача в неограниченном объеме.

13. Оребрение стенок.

14. Критический диаметр изоляции.

15. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.

16. Лучистый теплообмен.

17. Основные законы теплового излучения.

18. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой.

Экранирование.

19. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи.

20. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки.

21. Теплообменные аппараты, их классификация. Схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах.

22. Топливо и его виды. Состав твердого, газообразного и жидкого топлива.

23. Влияние влаги и серы на качество топлива.

Ссылки на эталонные ответы контрольных экзаменационных вопросов приведены в разделе 2.2.

Экзамен принимается в соответствии с компетенциями ВПО и Кодекса ПДМНВ при условии выполнения графика учебного процесса:

- выполнение и защита всех лабораторных работ;
- решение задач на всех практических занятиях (пропущенные задачи защищаются отдельно);

- выполнение и защита расчетно-графической работы.

Экзамен проводится по билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет включает три вопроса.

Оценка «отлично» выставляется при условии, если студент отвечает правильно на 91% и более поставленных вопросов.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент отвечает правильно от 76 % до 90% поставленных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент отвечает правильно от 60% до 75% поставленных вопросов.

Если преподаватель считает ситуацию сомнительной для выставления удовлетворительной оценки, он вправе задать дополнительные вопросы.

Зачет принимается в соответствии с компетенциями ВПО и Кодекса ПДМНВ при условии выполнения графика учебного процесса:

- защита всех тем на практических занятиях по содержательным модулям (пропущенные темы защищаются отдельно);
- решение задач на всех практических занятиях (пропущенные задачи защищаются отдельно);
- выполнение и защита расчетно-графической работы.

Зачет проводится в виде собеседования в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Оценка «зачтено» выставляется в случае, если курсант отвечает правильно более 60% поставленных вопросов.