

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Мочалин Константин Сергеевич  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 30.05.2026 14:38:03  
Уникальный программный ключ:  
b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.18

## Техническая физика

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Судовых энергетических установок</b>		
Образовательная программа	26.03.02	Направление подготовки "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры"	
		Профиль "Судовые энергетические установки"	
		год начала подготовки 2026	
Квалификация	<b>бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля на курсах:	
в том числе:		зачет с оценкой 3	
аудиторные занятия	42		
самостоятельная работа	62		

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	14 3/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	28	28	28	28
Практические	14	14	14	14
Иная контактная работа	4	4	4	4
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	46	46	46	46
Сам. работа	62	62	62	62
Итого	108	108	108	108

Рабочая программа дисциплины

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1021)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

26.03.02 Направление подготовки "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры"  
Профиль "Судовые энергетические установки"  
год начала подготовки 2026

**Рабочую программу составил(и):**

*к.т.н., Доцент, Губин Е.С.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Андриющенко Сергей Петрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Познакомить студентов с законами термодинамики, ее методами, общими вопросами теории фазовых превращений, циклами теплосиловых установок и подготовить студентов к изучению дисциплин специальности.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

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

**ОПК-1: Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования**

ОПК-1.1: Применяет основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные понятия и законы термодинамики, теплопередачи. Основные законы гидро- и газодинамики. Идеальные циклы тепловых двигателей и установок, их термодинамические качества; методы термодинамического анализа циклов СЭУ и пути повышения их термического КПД
3.2	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Применять основные законы термодинамики, теплопередачи, гидро- и газодинамики для решения типовых задач
3.3	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Владеть навыками решения задач по разделам дисциплины

**4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	<b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>				
Лек	Основные понятия и определения /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Основные понятия и определения /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Законы термодинамики /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Основные термодинамические параметры состояния. Уравнение состояния рабочего тела /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Законы термодинамики /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Идеальные газы /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Идеальные газы /Ср/	3	8	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Анализ политропных процессов идеальных газов /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Особенности политропных процессов, адиабатный, изотермический, изобарный, изохорные процессы. Их анализ /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Анализ политропных процессов идеальных газов /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Процессы течения идеальных газов /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение скорости и массового расхода газа на выходе из сопла. Определение площади сечения сопла Лавала на выходе /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Процессы течения идеальных газов /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Поршневые компрессоры /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Поршневые компрессоры /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Водяной пар /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Изучение диаграммы h-s водяного пара. Определение пара-метров состояния с помощью диаграммы. Определение ра-боты, теплоты, изменения внутренней энтропии с помощью диаграммы h-ш таблицы воды и водяного пара /Пр/	3	2	Л3.1	0
Ср	Водяной пар /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0

Лек	Преобразование теплоты в работу /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Преобразование теплоты в работу /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Идеальные циклы ДВС /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение удельной работы и термический КПД идеального цикла ДВС по начальным параметрам $p$ , $T$ и безразмерным характеристикам /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Идеальные циклы ДВС /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Идеальные циклы газотурбинных двигателей /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Расчет цикла идеального газотурбинного двигателя (ГТД). Построение цикла ГТД на диаграмме $p-v$ и $T-s$ . /Пр/	3	2	Л3.1	0
Ср	Идеальные циклы газотурбинных двигателей /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Циклы пароэнергетических установок /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение удельной теплоты, переданную в парогенераторе, работы в паровой турбине и термического КПД установки. Изобразить в диаграммах $p-v$ , $T-s$ и $h-s$ /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Циклы пароэнергетических установок /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Цикл комбинированных двигателей /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Цикл комбинированных двигателей /Ср/	3	4	Л2.1 Л2.2	0
Раздел	<b>Раздел 2. Теплопередача</b>				
Лек	Теплопроводность /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение плотности теплового потока для плоской одно-слойной и многослойной стенки. Определение температур на границе слоев многослойной плоскости стенки. /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Теплопроводность /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Конвективный теплообмен /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Ср	Конвективный теплообмен /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Частные случаи конвективного теплообмена /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости, свободной конвекции, кипении и конденсации. /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Частные случаи конвективного теплообмена /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Теплопередача при конвективном теплообмене /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение теплового потока при теплопередаче через плоскую и цилиндрическую стенку /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Теплопередача при конвективном теплообмене /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Лучистый теплообмен /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Определение лучистого потока при теплообмене между твердыми телами. Уравнение Стефана-Больцмана. /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Лучистый теплообмен /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Теплообменные аппараты /Лек/	3	1	Л1.1 Л1.2	0
Пр	Теплообменные аппараты /Пр/	3	1	Л3.1	0
Ср	Теплообменные аппараты /Ср/	3	2	Л2.1 Л2.2	0
ИКР	Текущий контроль /ИКР/	3	4	Л3.2	0

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Раздел 1. Техническая термодинамика

#### Тема 1.1. Основные понятия и определения

Предмет термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Рабочее тело. Основные термодинамические параметры состояния. Функции состояния. Понятие идеального газа. Термодинамический процесс.

#### Тема 1.2. Законы термодинамики

Энергия. Работа изменения объема. Теплота и теплоемкость. Начальные сведения об энтропии. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Второй закон термодинамики.

#### Тема 1.3. Идеальные газы

Законы идеальных газов. Смеси идеальных газов. Влажный воздух.

#### Тема 1.4. Анализ политропных процессов

Особенности политропных процессов, адиабатный, изотермический, изобарный, изохорный процессы. Их анализ. Круговые диаграммы политропных процессов.

Тема 1.5. Процессы течения идеальных газов

Преобразование энергии в потоке. Сопла и диффузоры. Формы сопел и диффузоров. Истечение газа из суживающегося сопла. Сопла Лавалья.

Тема 1.6. Поршневые компрессоры

Принцип действия и назначение поршневых компрессоров. Работа компрессора с изотермическим, адиабатным и политропным сжатием. Компрессор с многоступенчатым сжатием.

Тема 1.7. Водяной пар

Состояние вещества и фазовые переходы. Свойства реальных газов. Диаграммы реальных газов. Анализ обратимых процессов с водяным паром. Процессы истечения пара.

Тема 1.8. Преобразование теплоты в работу

Основные принципы преобразования теплоты в работу. Цикл Карно. Эксергия и анергия. Свойства обратимых и необратимых циклов.

Тема 1.9. Идеальные циклы ДВС

Принцип действия 4-х тактного двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Рабочие процессы ДВС. Идеальный цикл ДВС. Коэффициент полезного действия ДВС с изохорно-изобарным подводом теплоты. Влияние различных факторов на экономические показатели ДВС. Анализ циклов ДВС.

Тема 1.10. Идеальные циклы Газотурбинных двигателей

Принципиальная схема газотурбинных двигателей (ГТД) и принцип его работы. Идеальный цикл газотурбинного двигателя. Коэффициент полезного действия газотурбинного двигателя. Цикл газотурбинного двигателя с регенерацией теплоты.

Тема 1.11. Циклы пароэнергетических установок

Цикл Карно для пароэнергетических установок (ПЭУ). Цикл Ренкина. Способы повышения эффективности ПЭУ.

Тема 1.12. Циклы комбинированных установок

Достоинства и недостатки различных типов тепловых двигателей (ДВС, ГТД, ПЭУ). Цикл комбинированной установки ДВС + газовая турбина. Цикл комбинированной установки ДВС + ПЭУ. Циклы холодильных машин и тепловых насосов.

Раздел 2. Теплопередача

Тема 2.1. Теплопроводность

Способы передачи теплоты. Физические принципы процессов теплообмена. Закон Фурье. Стационарная теплопроводность плоской стенки. Стационарная теплопроводность цилиндрической стенки.

Тема 2.2. Конвективный теплообмен

Понятие о тепловом гидродинамическом пограничных слоях. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия в экспериментальных исследованиях конвективного теплообмена.

Тема 2.3. Частные случаи конвективного теплообмена

Теплообмен при движении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы. Теплоотдача в пучках труб. Теплоотдача при вынужденном движении потока вдоль горизонтальной пластины. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при кипении и конденсации.

Тема 2.4. Теплопередача при конвективном теплообмене

Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Тепловая изоляция труб. Теплопередача через ребристую стенку.

Тема 2.5. Лучистый теплообмен

Основные понятия и законы лучистого теплообмена. Лучистый теплообмен между параллельными пластинами. Использование экранов для защиты от теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, одно из которых находится внутри другого. Излучение газов.

Тема 2.6. Теплообменные аппараты

Типы теплообменных аппаратов. Схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах. Основы расчета теплообменников. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по практическим работам  
Вопросы к зачету с оценкой

## 6.2. Темы письменных работ

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

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?

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?

Исследование термодинамических процессов идеального газа

1. Изобразите на  $pV$ - и  $pT$ -диаграммах изобарный и изохорный процессы для идеального газа.
2. Изобразите на  $pV$  и  $pT$ -диаграммах изохорный и изобарный 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?

Реальные газы и пары

1. Изобразите процесс парообразования на  $pV$ - и  $pT$ -диаграммах.
2. Какой пар называется влажным? Сухим? Перегретым?
3. Какой пар называется насыщенным? Чему равна его степень сухости?
4. Покажите на  $is$ -диаграмме критическую точку, - чем она характеризуется?
5. Почему на теплостанциях 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  $pT$ - и  $is$ -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?

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  $pV$ -диаграмме.
5. Какой физический смысл имеет понятие "критическая скорость"?
6. Что такое располагаемая работа? Как ее можно представить на  $pV$ -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?

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?

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.

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.

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 пароконпрессорной 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.

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?

Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена

1. С помощью каких исходных аналитических зависимостей находят определяющие критерии?
2. Какой критериальной зависимостью следует воспользоваться для определения  $\square$  при вынужденном движении жидкости в трубках теплообменника?
3. Какая критериальная зависимость применима для определения  $\square$  при свободном конвективном теплообмене?
4. Как влияет характер движения жидкости (ламинарный, турбулентный) на выбор критериального уравнения, с помощью которого подсчитывается коэффициент теплоотдачи  $\square$ ?
5. По каким показателям определяют возможность применения того или иного критериального уравнения для подсчета коэффициента теплоотдачи  $\square$ ?

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?

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.

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?

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?

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?

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

При защите практических работ студенту задается не менее 2-х вопросов. Оценка «незачтено» ставится в случае, если студент не ответил на заданные вопросы.

Методика оценки зачета с оценкой

Оценка 2 (неудовлетворительно) выставляется при условиях: не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы, необходимые практические компетенции не сформированы.

Оценка 3 (удовлетворительно) выставляется при условиях: теоретическое содержание программы дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос обучающий допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка 4 (хорошо) выставляется при условиях: теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические навыки владения и опыт компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка 5 (отлично) выставляется при условиях: теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены. Демонстрирует анализ полученных результатов, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1 Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Колпаков Борис Андрьянович, Лебедев Борис Олегович	Техническая физика: учеб. пособие для студентов высш. учеб.заведений	Новосибирск: НГАВТ, 2003
Л1.2	Ерофеев Валентин Леонидович, Семёнов Пётр Дмитриевич, Пряхин Александр Сергеевич	Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Эксплуатация трансп. средств", спец. "Эксплуатация СЭУ" направления подготовки диплом. специалистов "Эксплуатация вод. трансп. и трансп. оборудования" и спец. "Эксплуатация перегрузоч. оборудования портов и трансп. терминалов" направления подготовки диплом. спец. "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования"	Москва: Академия, 2008

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Овсянников М. К., Орлова Е. Г., Костылев И. И.	Теплотехника. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник	Санкт-Петербург: Нестор-История, 2013
Л2.2	Долгополов Г. А., Лебедев О. Б.	Теплофизика: метод. указ. по выполн. самост. раб.	Новосибирск: СГУВТ, 2018

##### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Сисин Виктор Дмитриевич	Термодинамика и теплопередача: контрол. задания и метод. указ.по их выполнению	Новосибирск: НГАВТ, 2001

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.2	Сисин	Анализ термодинамических процессов и циклов в тепловых двигателях и установках: Метод.указ.по выполнению курсовой работы по дисциплине "Теплотехника" для студентов спец.240500 -Эксплуатация судовых энергет.установок	Новосибирск: НГАВТ, 2005

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения занятий практических занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); ПК – 11 шт. (в т.ч преподавательский).