

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт гражданской защиты
Кафедра аварийно-спасательных работ**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
ИНСТИТУТ
гражданской
защиты
В.Ю. Малкин
2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплотехника в спасательных работах»

по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность

специализация «Пожарная безопасность»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника в спасательных работах» по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника в спасательных работах» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «25» мая 2020 года № 679, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации «06» июля 2020 года за № 58838, учебного плана по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, (специализация «Пожарная безопасность») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доц., доцент Киричевский Р.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры аварийно-спасательных работ «18» 04 2023 года, протокол № 14

Заведующий кафедрой  Д.В. Михайлов

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована:

Заведующий выпускающей кафедрой  А.В. Красногрудов

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института гражданской защиты «20» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической
комиссии института

 Д.В. Михайлов

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – сформировать компетенции в области теплотехнических задач.

Задачи:

- 1) привить студентам теоретические знания о наиболее эффективных методах преобразования тепловой энергии в механическую работу в тепловых двигателях и холодильных машинах;
- 2) обучить рационально использовать теплотехническое оборудование;
- 3) усвоить термодинамические методы исследования циклов тепловых двигателей и тепловых машин для использования их в практической деятельности,
- 4) обучить рациональной эксплуатации, экономии топливно-энергетических ресурсов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Теплотехника в спасательных работах» входит в обязательную часть учебного плана (Б1.О.17) по направлению подготовки студентов по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания теоретических и научных основ в области теплотехнических и технологических процессов, связанных с подводом и отводом тепла, умения правильно применять методику расчета тепловых машин, их производительность, безопасность работы и технологического обслуживания, навыки рациональной эксплуатации, экономии топливно-энергетических ресурсов, решения проблем охраны окружающей среды и создания безотходных технологий.

Дисциплина реализуется кафедрой аварийно – спасательных работ. Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теория горения и взрыва».

Является основой для изучения следующих дисциплин:

«Прогнозирование опасных факторов пожара», «Информационные системы оценки и прогнозирования пожаров».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-3 – способен решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя	ОПК 3.1 способен решать прикладные задачи в области термодинамика и основных термодинамических процессах.	Знать: предмет и методы теплотехники, основные параметры рабочего тела, первый и второй законы термодинамики, основные термодинамические изопроцессы,

теорию и методы фундаментальных наук.		термодинамические циклы ДВС, средства распространения тепла и виды теплообмена.
		Уметь: рассчитывать термодинамический цикл ДВС, использовать первый и второй законы термодинамики, рассчитывать теплообменный аппарат, рассчитывать термическое сопротивление многослойной стенки, определить параметры влажного воздуха, использовать законы Фурье, Ньютона и др.
		Владеть: методами определения мер тепловой защиты и организации систем охлаждения, методами и принципами минимизации рациональной эксплуатации, экономии топливно-энергетических ресурсов и решения проблем охраны окружающей среды.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68		8
Лекции	34		4
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	34		4
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Индивидуальное задание	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	76		136
Форма аттестации	зачет		зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. ПРЕДМЕТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ. Теплота и работа, как форма передачи энергии. Термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния и уравнения состояния. Термодинамический процесс, круговой процесс (цикл). Идеальные и реальные газы. Уравнение состояния газа. Смеси рабочих тел и способы их задания. Газовая постоянная смеси.

Тема 2. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Внутренняя энергия системы. Формулировка и аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость (истинная и средняя). Изохорная и изобарная теплоемкости и связь между ними. Теплоемкость газовой смеси. Понятие об энтальпии.

Тема 3. ЭНТРОПИЯ. ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Обратимые и необратимые процессы. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Идеальный термодинамический цикл Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, закон возрастания энтропии.

Тема 4. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный). Определение теплоемкости в политропных процессах.

Тема 5. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА ВОДЫ. Процесс парообразования при постоянном давлении. Термодинамические диаграммы воды и водяного пара. Расчет процессов изменения состояния водяного пара по таблицам и диаграммам. Основные свойства и характеристика влажного воздуха. Энтальпия влажного воздуха. Процессы изменения состояния влажного воздуха в диаграмме $i-d$ («Энтальпия – влагосодержание»).

Тема 6. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ ДЛЯ ПОТОКА. Дросселирования газов и паров. Эффект Джоуля-Томпсона. Техническое применение процесса дросселирования.

Тема 7. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В КОМПРЕССОРАХ. Работа при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии газа. Объемный КПД, коэффициент наполнения и адиабатный КПД компрессора.

Тема 8. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. Принцип действия и индикаторные диаграммы четырех и двухтактных ДВС. Анализ и сравнение циклов с изохорным, изобарным и со смешанными подводами теплоты.

Тема 9. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕПЛООБМЕНА. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

Теплопроводность. Закон Фурье теплопроводность при стационарном режиме. Коэффициент теплопроводности.

Тема 10. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок. Дифференциальное уравнение теплопроводности.

Тема 11. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокс), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение закона сохранения и однозначности. Основные теоремы теории подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл критериев подобия.

Тема 12. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН. КРИТЕРИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ.

Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; решение задач методом теории подобия. Конвективный теплообмен в трубах. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах течения. Теплообмен в каналах некруглого поперечного сечения.

Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы и пучков труб, коридорно- и шахматно-расположенных. Критериальные уравнения.

Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Критериальные уравнения.

Тема 13. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ И КОНДЕНСАЦИИ. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризис кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении в большом объеме. Уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.

Пленочное и пузырьковое кипение при вынужденном течении в каналах; режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.

Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсация. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Теплообмен при конденсации чистых паров из паровых смесей.

Тема 14. ТЕПЛООБМЕН ИЗЛУЧЕНИЕМ.

Общие понятия и определения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; между телами, произвольно расположенными в пространстве. Излучение газов. Защита от излучения.

Тема 15. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и оробренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Интенсификация теплопередачи. Изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

Тема 16. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ. МЕТОДИКА РАСЧЕТА. Классификация и схемы теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчет теплообменного аппарата.

Температурный напор и среднее значение коэффициента теплопередачи. Современные конструкции теплообменников.

Тема 17. ТОПЛИВО И ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ.

Проблемы защиты окружающей среды от выброса продуктов сгорания топлива. Основы теории горения и организация сжигания топлив в промышленных условиях. Топочные устройства.

Сжигание газообразного топлива (гомогенное горение). Коэффициент избытка воздуха и его величина. Сжигание жидкого топлива. Особенность горения жидкого топлива. Коэффициент избытка воздуха при сжигании жидкого топлива. Сжигание твердого топлива. Элементы теории горения углерода (гетерогенное горение).

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Предмет технической термодинамики.	2		
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	2		
3	Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики.	2		
4	Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов	2		1
5	Тема 5. Фазовые переходы, фазовая диаграмма воды.	2		
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для потока.	2		
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	2		
8	Тема 8. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания.	2		1
9	Тема 9. Основные виды теплообмена.	2		1
10	Тема 10. Теплопроводность.	2		
11	Тема 11. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия.	2		
12	Тема 12. Конвективный теплообмен. Критериальные уравнения.	2		
13	Тема 13. Теплообмен при кипении и конденсации.	2		
14	Тема 14. Теплообмен излучением.	2		
15	Тема 15. Теплопередача. Тепловая изоляция.	2		
16	Тема 16. Теплообменные аппараты.	2		1

	Методика расчета.			
17	Тема 17. Топливо и основы горения.	2		
Итого:		34		4

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Предмет технической термодинамики. Термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния и уравнения состояния. Термодинамический процесс, круговой процесс (цикл). Идеальные и реальные газы. Уравнение состояния газа.	2		
2	Тема 2. Первый закон термодинамики. Формулировка и аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость (истинная и средняя). Понятие об энтальпии.	2		
3	Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Идеальный термодинамический цикл Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, закон возрастания энтропии.	2		1
4	Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы.	2		
5	Тема 5. Фазовые переходы, фазовая диаграмма воды. Расчет процессов изменения состояния водяного пара по таблицам и диаграммам. Процессы изменения состояния влажного воздуха в диаграмме i-d («Энтальпия – влагосодержание»).	2		1
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для потока. Дросселирования газов и паров. Эффект Джоуля-Томпсона.	2		
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	2		1

	Работа при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии газа. Объемный КПД, коэффициент наполнения и адиабатный КПД компрессора.			
8	Тема 8. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания. Анализ и сравнение циклов с изохорным, изобарным и со смешанными подводами теплоты.	2		
9	Тема 9. Основные виды теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье теплопроводность при стационарном режиме. Определение коэффициента теплопроводности.	2		
10	Тема 10. Теплопроводность. Определение теплопроводности однослойной и многослойной плоской, цилиндрической стенок.	2		
11	Тема 11. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Основные теоремы теории подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл критериев подобия.	2		
12	Тема 12. Конвективный теплообмен. Критериальные уравнения. Конвективный теплообмен в трубах. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах течения.	2		
13	Тема 13. Теплообмен при кипении и конденсации. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсация. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Теплообмен при конденсации чистых паров из паровых смесей.	2		
14	Тема 14. Теплообмен излучением. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; между телами, произвольно расположенными в пространстве.	2		1
15	Тема 15. Теплопередача. Тепловая изоляция. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.	2		
16	Тема 16. Теплообменные аппараты. Методика расчета.	2		

	Расчет теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчет теплообменного аппарата. Температурный напор и среднее значение коэффициента теплопередачи.			
17	Тема 17. Топливо и основы горения. Основы теории горения и организация сжигания топлив в промышленных условиях. Сжигание газообразного топлива. Сжигание жидкого топлива. Сжигание твердого топлива.	2		
Итого:		34		4

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Смеси рабочих тел и способы их задания. Газовая постоянная смеси.	выполнение домашнего задания написание реферата	4		9
2	Теплоемкость газовой смеси. Понятие об энтальпии.	выполнение домашнего задания	4		9
3	Термический КПД и холодильный коэффициент. Идеальный термодинамический цикл Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, закон возрастания энтропии.	выполнение домашнего задания, написание реферата	5		9
4	Определение теплоемкости в политропных процессах.	выполнение домашнего задания, написание реферата	5		9

5	Основные свойства и характеристика влажного воздуха. Энтальпия влажного воздуха. Процессы изменения состояния влажного воздуха в диаграмме i-d («Энтальпия – влагосодержание»).	выполнение домашнего задания, написание реферата			9
6	Техническое применение процесса дросселирования.	написание реферата	5		9
7	Объемный КПД, коэффициент наполнения и адиабатный КПД компрессора.	написание реферата	5		9
8	Принцип действия и индикаторные диаграммы четырех и двухтактных ДВС.	написание реферата	5		9
9	Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.	выполнение домашнего задания	5		9
10	Теплопроводность цилиндрической и сферической стенок. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	выполнение домашнего задания, написание реферата	5		9
11	Уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение закона сохранения и однозначности.	выполнение домашнего задания	4		9
12	Теплообмен в каналах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы и пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.	выполнение домашнего задания, написание реферата	5		9
13	Теплоотдача при пузырьковом	выполнение домашнего	5		9

	плёночном кипении в большом объеме. Уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Плёночное и пузырьковое кипение при вынужденном течении в каналах; режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.	задания, написание реферата			
14	Излучение газов. Защита от излучения.	написание реферата	4		5
15	Интенсификация теплопередачи. Изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.	написание реферата	5		5
16	Проблемы защиты окружающей среды от выброса продуктов сгорания топлива. Элементы теории горения углерода (гетерогенное горение). Очистка дымовых газов от сернистых газов, окислов азота и золы.	написание реферата	5		9
Итого:			76		136

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, размещенный во внутренней сети) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении практических и самостоятельных работ по темам дисциплины.

Традиционные технологии: обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

Технологии дифференцированного обучения: обеспечивают возможность создания оптимальных условий для развития способностей студентов.

6. Формы контроля освоения дисциплины

При изучении дисциплины особое внимание уделяется приобретению обучаемыми теоретических знаний и привитию им практических навыков и приемов организации и технологии проведения аварийно-спасательных работ, работ по ликвидации последствий ЧС, умения разрабатывать оперативно-тактическую документацию, а также работать с современной аварийно-спасательной техникой.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- собеседование (устный или письменный опрос);
- рефераты;
- контрольные работы.

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств»

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме:

зачета (предполагает выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно	

	четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ляшков В.И., Теоретические основы теплотехники : Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков. - М. : Абрис, 2012. - 318 с. - ISBN 978-5-4372-0051-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.htm>

2. Александров А.А., Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн. Кн. 2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : Справочная серия / под общ. ред. А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. - 4-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - 564 с. (Справочная серия) - ISBN 978-5-383-00017-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт].-URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000175.html> (дата обращения: 20.02.2020).

3. Алхутов М.С., Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн. Кн. 1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы : Справочная серия / под общ. ред. А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. - 4-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - 528 с. (Справочная серия) - ISBN 978-5-383-00016-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000168.html>

4. Алхутов М.С., Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн. Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции : Справочная серия / под общ. ред. А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. - 4-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - 648 с. (Справочная серия) - ISBN 978-5-383-00018-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000182.html>

5. Боруш О.В., Парогазовые установки : учебное пособие / Боруш О.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 64 с. - ISBN 978-5-7782-3074-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230743.html>

б) дополнительная литература:

1. Назаров В.И., Теплотехнические измерения и приборы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.И. Назаров, А.Л. Буров, Е.Н.

Криксина - М. : Абрис, 2012. - 131 с. - ISBN 978-985-06-2146-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850621467.html>

2. Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн. Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Электронный ресурс] : Справочная серия / под общ. ред. А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. - 4-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000199.html>

3. Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы [Электронный ресурс] / Клименко А.В. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника" Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011683.html>

4. Костюк А.Г., Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций: учебник для вузов / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01400-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html>

Создана база электронных учебников и подобраны ссылки на интернет-ресурсы для углубленного изучения материалов курса.

в) Интернет-ресурсы:

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>.

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теплотехника в спасательных работах» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Теплотехника в спасательных работах»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенций (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	2	3		4	5
1	ОПК-3	способен решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК- 3.1 способен решать прикладные задачи в области термодинамики и основных термодинамических процессах.	Тема 1. Предмет технической термодинамики.	5
				Тема 2. Первый закон термодинамики.	5
				Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики.	5
				Тема 4. Энтропия. Второй закон термодинамики.	5
				Тема 5. Фазовые переходы, фазовая диаграмма воды.	5
				Тема 6. Первый закон термодинамики для потока.	5
				Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	5
				Тема 8. Теоретические циклы двигателей внутреннего сгорания.	5

			Тема 9. Основные виды теплообмена.	5
			Тема 10. Теплопроводность.	5
			Тема 11. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия.	5
			Тема 12. Конвективный теплообмен. Критериальные уравнения.	5
			Тема 13. Теплообмен при кипении и конденсации.	5
			Тема 14. Теплообмен изучением.	5
			Тема 15. Теплопередача. Тепловая изоляция.	5
			Тема 16. Теплообменные аппараты. Методика расчета.	5
			Тема 17. Топливо и основы горения.	5

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-3	ОПК- 3.1 способен решать прикладные задачи в области термодинамика и основных термодинами	Знать: предмет и методы теплотехники, основные параметры рабочего тела, первый и второй законы термодинамики, основные	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10	Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений), тесты, рефераты, практические задания.

		ческих процессах.	термодинамические изопроцессы, термодинамические циклы ДВС, средства распространения тепла и виды теплообмена; Уметь: рассчитывать термодинамический цикл ДВС, использовать первый и второй законы термодинамики, рассчитывать теплообменный аппарат, рассчитывать термическое сопротивление многослойной стенки, определить параметры влажного воздуха, использовать законы Фурье, Ньютона и др., Владеть: методами определения мер тепловой защиты и организации систем охлаждения, методами и принципами минимизации рациональной эксплуатации, экономии топливно-энергетических ресурсов и решения проблем охраны окружающей среды	Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15 Тема 16 Тема 17	
--	--	-------------------	---	---	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине:
«Теплотехника в спасательных работах»**

Практические задания (типовые)

Задание 1. Предусмотрено решение задач по методическим указаниям (ссылка в списке литературы).

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«практическая работа»**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Практическая работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
хорошо (4)	Практическая работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
удовлетворительно (3)	Практическая работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
неудовлетворительно (2)	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Вопросы для устного опроса (доклад, сообщение):

1. История развития теплотехники.
2. Предмет технической термодинамики и ее задачи.
3. Значение и задачи теплоэнергетики.
4. Круговые процессы или циклы.
5. Токсичность и дымность продуктов сгорания топлива.
6. Способы снижения дымности и токсичности продуктов сгорания топлива.
7. Характеристика и области применения ДВС.
8. Индикаторная и эффективная мощность.
9. Перспективы развития газотурбинных двигателей и области применения
10. Перспективы развития парогазовых установок.
11. Термическое сопротивление теплопередачи.
12. Тепловая изоляция.
13. Классификация теплообменных аппаратов.
14. Процесс горения топлива. Коэффициент избытка топлива.
15. Котельный агрегат (парогенератор), его составные части.
16. Паровые турбины, их классификация, принцип работы.
17. Устройство паровой турбины.
18. Потери в паровых турбинах и их КПД.
19. Тепловые электрические станции, их схемы.
20. Электрические показатели теплоэлектроцентралей, их роль в единой энергосистеме страны.
21. Понятие о теории подобия, критерии подобия, теоремы подобия для подобных процессов, критериальная уравнения подобия.
22. Развитие ядерной энергетики и ее роль в научно-технической революции.
23. Магнетогидродинамические электрогенераторы.
24. Термоэлектрические установки.
25. Термоионным генераторы.

26. Перспективные источники энергии.
27. Установки для уменьшения токсичности, применяемые в тяжелой промышленности.
28. Принцип действия солнечных батарей.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад, сообщение»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
хорошо (4)	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов

- 1.Смеси рабочих тел и способы их задания. Газовая постоянная смеси.
- 2.Термический КПД и холодильный коэффициент.
- 3.Идеальный термодинамический цикл Карно.
- 4.Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, закон возрастания энтропии.
- 5.Определение теплоемкости в политропных процессах.
- 6.Энтальпия влажного воздуха. Процессы изменения состояния влажного воздуха в диаграмме i-d («Энтальпия – влагосодержание»).
- 7.Техническое применение процесса дросселирования.
- 8.Объемный КПД, коэффициент наполнения и адиабатный КПД компрессора.
- 9.Принцип действия и индикаторные диаграммы четырех и двухтактных ДВС.
- 10.Теплопроводность цилиндрической и сферической стенок. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
- 11.Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы и пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.
- 12.Пленочное и пузырьковое кипение при вынужденном течении в каналах; режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.
- 13.Излучение газов. Защита от излучения.
- 14.Интенсификация теплопередачи. Изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.
- 15.Проблемы защиты окружающей среды от выброса продуктов сгорания топлива.
- 16.Элементы теории горения углерода (гетерогенное горение).
- 17.Очистка дымовых газов от сернистых газов, окислов азота и золы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
хорошо (4)	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
удовлетворительно (3)	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
неудовлетворительно (2)	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тесты по дисциплине «Теплотехника в спасательных работах»

Часть 1

1. Сколькими независимыми параметрами характеризуется состояние рабочего тела.
 - а) одним; в) тремя;
 - б) двумя; г) четырьмя.

2. От чего зависит теплоемкость идеального газа?
 - а) единицы взятой вещества;
 - б) от характера процесса;
 - в) от температуры, характера процесса, единицы взятой вещества;
 - г) от количества атомов идеального газа.

3. На каких основных законах, существующих в природе, базируется термодинамика?
 - а) 1 и 2 начала термодинамики;
 - б) 3 закон Ньютона;
 - в) 1 аксиома статики;
 - г) соотношение неопределенностей Гейзенбергу.

4. Какой из термодинамических процессов протекает при постоянном давлении?
 - а) изохорный; в) политропный;
 - б) изобарный; г) изотермический.

5. По какому процесса происходит отвод тепловой энергии в идеальных ДВС?
 - а) по изохорном; в) по адиабатном;
 - б) по изобарном; г) по изотермическом.

6. Чем оценивается экономичность циклов тепловых двигателей?
 - а) количеством топливной энергии, подводимой;

- б) количеством тепловой энергии, отводимой;
 - в) механическим КПД двигателя;
 - г) термическим КПД цикла.
7. При каком процессе все подведено тепло идет на увеличение внутренней энергии?
- а) при адиабатическом процессе сжатия;
 - б) при Политропный Процесс сжатия;
 - в) при изобарном процессе сжатия;
 - г) при изохорном.
8. Как влияет вредное пространство компрессора на производительность компрессора?
- а) снижает производительность;
 - б) увеличивает производительность;
 - в) может увеличивать или уменьшать производительность;
 - г) не влияет на производительность.
9. Почему для получения газа высокого давления в компрессоре применяют многоступенчатое сжатие?
- а) для увеличения производительности;
 - б) для снижения затрат на сжатие;
 - в) для уменьшения конструктивных размеров камеры сжатия;
 - г) для повышения экономичности компрессора.
10. Какая пара называется перегретым?
- а) пара, в которой температура выше температуры насыщения при данном давлении;
 - б) пара, в которой температура ниже температуры насыщения при данном давлении;
 - в) пара, в которой мера сухости меньше степени сухости сухого насыщенного пара;
 - г) пара с температурой, выше 100°C .
11. Чем отличаются различные циклы двигателей внутреннего сгорания?
- а) подводом тепла при постоянном объеме;
 - б) подводом тепла при постоянном давлении;
 - в) подводом тепла при постоянном объеме и при постоянном давлении;
 - г) способом подвода тепла.
12. Как зависит термический КПД циклов от степени сжатия рабочего вещества?
- а) при повышении степени сжатия термический КПД увеличивается;
 - б) при понижении степени сжатия термический КПД увеличивается;
 - в) все зависит от характера процесса;
 - г) термический КПД не зависит от степени сжатия.
13. Какие преимущества имеют газотурбинные установки по сравнению с двигателями внутреннего сгорания?
- а) меньшие габариты при больших мощностях;
 - б) меньшие затраты на эксплуатацию;
 - в) принципиально возможен большой КПД;
 - г) меньше экологическую нагрузку.
14. Из каких процессов состоит цикл Карно?
- а) двух изотерм и двух адиабат;
 - б) одной изотермы и трех адиабат;

- в) двух политропы и двух изотерм;
- г) четырех адиабат.

15. По каким круговыми процессами работают холодильные установки?

- а) обратными;
- б) прямыми;
- в) смешанными;
- г) нет правильного ответа.

16. Что выражает второй закон термодинамики?

- а) тепловой смерти Вселенной;
- б) невозможность существования вечного двигателя;
- в) возможность существования вечного двигателя;
- г) невозможность существования Вселенной.

17. В каких установках применяется влажный воздух?

- а) в сушильных установках;
- б) в системах вентиляции;
- в) в ускорителях заряженных частиц;
- г) в сушильных установках, в системах вентиляции, кондиционерах.

18. Какие параметры пара необходимо знать для определения энтальпии сухого насыщенного пара?

- а) температуру насыщения или давление;
- б) молярную массу и теплоемкость;
- в) степень сухости;
- г) температуру пара и давление.

Часть 2

1. Что называется коэффициентом теплопроводности?

- а) Количество тепловой энергии, которая проходит за единицу времени через 1 м^2 поверхности при падении температуры в 1 К на 1 м пути теплового потока;
- б) Количество тепловой энергии, которая проходит за единицу времени через 1 м^2 поверхности;
- в) Коэффициент теплопроводности равна плотности теплового потока;
- г) Физическая константа, не зависит от свойств материала.

2. Какие материалы имеют наибольший коэффициент теплопроводности?

- а) чистое серебро и медь;
- б) пористые материалы;
- в) изоляционные материалы;
- г) углеродистые стали, чугуна.

3. По какому закону определяется мощность теплового потока при теплопроводности?

- а) закон Ньютона - Рихмана;
- б) закон Фурье;
- в) закон Стефана - Больцмана;
- г) закон Гука.

4. Что называется конвективным теплообменом?

- а) процесс теплообмена между поверхностями твердых тел при контакте;

- б) процесс теплообмена между твердой поверхностью и газом;
- в) процесс теплообмена между твердой поверхностью и жидкостью;
- г) процесс теплообмена между жидкостями или газами при перемешивании.

5. От каких величин зависит коэффициент теплоотдачи?

- а) от режима движения жидкости или газа;
- б) от термодинамического состояния и физических свойств среды (температуры, вязкость, теплопроводности)
- в) от термодинамического состояния и физических свойств среды, омывающих поверхность, от скорости и режима движения среды, от формы поверхности;
- г) коэффициент теплоотдачи является фундаментальной константой.

6. Назовите основной закон конвективного теплообмена.

- а) закон Ньютона - Рихмана;
- б) закон Фурье;
- в) закон Кеплера;
- г) закон Стефана - Больцмана.

7. Какие теплообменники в зависимости от способов передачи тепла от одного теплоносителя к другому?

- а) смешивают, рекуперативные;
- б) регенеративные;
- в) смешивают, рекуперативные, регенеративные;
- г) объемные и динамические.

8. Что определяется при конструкции теплообменных аппаратов?

- а) температура греющего теплоносителя;
- б) температура нагреваемого теплоносителя;
- в) поверхность нагрева теплообменника;
- г) площадь поверхности теплообменного аппарата.

9. Как распространяется тепловая энергия внутри твердых тел?

- а) фотонами;
- б) конвекцией;
- в) теплопроводностью;
- г) излучением.

10. Какие требования предъявляются при конструировании теплообменных аппаратов?

- а) компактность;
- б) простота обслуживания;
- в) низкая металлоемкость;
- г) высокий коэффициент теплопередачи, компактность и низкая металлоемкость.

11. Что определяется при проверочном расчете теплообменных аппаратов?

- а) площадь поверхности теплообменника;
- б) начальные параметры теплоносителей;
- в) конечные параметры теплоносителей;
- г) стоимость изготовления аппарата.

12. От чего зависит интенсивность теплопередачи?

- а) от перепада температуры между теплоносителями;
- б) от термического сопротивления теплопередачи;

- в) от периода температур между теплоносителями и термического сопротивления теплопередачи;
- г) от температуры окружающей среды.

13. Что является общим уравнением для расчета теплообменника любого типа?
 - а) уравнение теплового баланса;
 - б) уравнение теплопередачи;
 - в) уравнение теплового баланса и уравнения теплопередачи;
 - г) уравнение Лагранжа второго рода.
14. По какому закону определяется мощность теплового потока лучистого теплообмена?
 - а) закон Стокса;
 - б) закон Ньютона - Рихмана;
 - в) закон Фурье;
 - г) закон Стефана - Больцмана.
15. Как различаются в теплообменниках виды движения жидкости?
 - а) свободный теплообменник;
 - б) управляемый теплообмен;
 - в) вынужден теплообмен;
 - с) свободный и вынужден теплообмен.
16. Где используются процессы теплопередачи?
 - а) в двигателях;
 - б) в системах водоснабжения;
 - в) в системах вентиляции;
 - г) в компрессорах, в двигателях, в калориферах.
17. Что называется сложным теплообменом?
 - а) теплообмен, при котором чаще всего передается двумя способами передачи, то есть конвективный и тепловое излучение;
 - б) теплообмен излучением;
 - в) теплообмен, включающий в себя все 3 формы теплопередачи;
 - г) теплообмен конвективный.
18. Как зависит коэффициент теплопередачи от термического сопротивления стенки, разделяющей теплоноситель?
 - а) не зависит от термического сопротивления стенки;
 - б) чем больше термическое сопротивление, тем выше коэффициент теплопередачи;
 - в) чем больше термическое сопротивление, тем меньше коэффициент теплопередачи;
 - г) нет правильного ответа.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Теплота и работа, как форма передачи энергии.
2. Термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния и уравнения состояния.
3. Термодинамический процесс, круговой процесс (цикл).
4. Идеальные и реальные газы. Уравнение состояния газа.
5. Смеси рабочих тел и способы их задания. Газовая постоянная смеси.
6. Внутренняя энергия системы. Формулировка и аналитическое выражение первого закона термодинамики.
7. Теплоемкость (истинная и средняя). Изохорная и изобарная теплоемкости и связь между ними. Теплоемкость газовой смеси.
8. Обратимые и необратимые процессы. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент.
9. Идеальный термодинамический цикл Карно.
10. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, закон возрастания энтропии.
11. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный изопроцессы.
12. Определение теплоемкости в политропных процессах.
13. Процесс парообразования при постоянном давлении. Термодинамические диаграммы воды и водяного пара.
14. Основные свойства и характеристика влажного воздуха. Энтальпия влажного воздуха.
15. Процессы изменения состояния влажного воздуха в диаграмме $i-d$ («Энтальпия – влагосодержание»).
16. Дросселирования газов и паров. Эффект Джоуля-Томпсона.
17. Техническое применение процесса дросселирования.
18. Работа при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии газа.
19. Объемный КПД, коэффициент наполнения и адиабатный КПД компрессора.
20. Принцип действия и индикаторные диаграммы четырех и двухтактных ДВС.
21. Анализ и сравнение циклов с изохорным, изобарным и со смешанными подводами теплоты.
22. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.
23. Теплопроводность. Закон Фурье теплопроводность при стационарном режиме. Коэффициент теплопроводности.
24. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок.
25. Теплопроводность цилиндрической и сферической стенок.
26. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
27. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
28. Уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье).
29. Уравнение закона сохранения и однозначности.
30. Основные теоремы теории подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии.
31. Метод моделирования. Физический смысл критериев подобия.
32. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; решение задач методом теории подобия.
33. Конвективный теплообмен в трубах. Теплоотдача при ламинарном и

турбулентном режимах течения.

34. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы и пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.

35. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей.

36. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Критериальные уравнения.

37. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризис кипения.

38. Пленочное и пузырьковое кипение при вынужденном течении в каналах.

39. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб.

40. Теплообмен при конденсации чистых паров из паровых смесей.

41. Тепловой баланс лучистого теплообмена.

42. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; между телами, произвольно расположенными в пространстве.

43. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и ребренную стенки.

44. Классификация и схемы теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов.

45. Проблемы защиты окружающей среды от выброса продуктов сгорания топлива.

46. Основы теории горения и организация сжигания топлив в промышленных условиях.

47. Топочные устройства.

48. Сжигание газообразного топлива (гомогенное горение). Коэффициент избытка воздуха и его величина.

49. Сжигание жидкого топлива. Особенность горения жидкого топлива. Коэффициент избытка воздуха при сжигании жидкого топлива.

50. Сжигание твердого топлива.

51. Элементы теории горения углерода (гетерогенное горение).

52. Очистка дымовых газов от сернистых газов, окислов азота и золы.

Критерии и шкала оценивания к аттестации «зачет»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
Не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)