

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплотехника

Кафедра общей физика

Образовательная программа
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:
Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
очная

Статус дисциплины:
базовая

Махачкала 2017 г.

Рабочая программа дисциплины "Теплотехника" составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – электроэнергетика и электротехника; профиль подготовки – нетрадиционные и возобновляемые источники энергии от 03.09.2015 г. № 955; (уровень: бакалавриат).

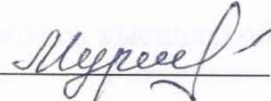
Разработчик: кафедра общей физики, Гираев М.А. к.ф.-м.н. , доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

– на заседании кафедры общей физики от «27» марта 2017 г.,
протокол № 7

Зав. кафедрой, профессор  Гусейханов М.К.

– на заседании Методической комиссии физического факультета
от «29» марта 2017 г., протокол № .

Председатель, профессор  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«04» 05 2017 г.

/Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Рабочая программа дисциплины.

- 1.1.Цели освоения дисциплины.
- 1.2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата (специалитета, магистратуры)
- 1.3.Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
- 1.4.Структура и содержание дисциплины (модуля).
- 1.5.Образовательные технологии
- 1.6.Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.
- 1.7.Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).
- 1.8.Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

II. Материалы, устанавливающие содержание и порядок изучения дисциплины.

- 2.1.Распределение часов по темам и видам учебной работы
- 2.2.Содержание курса
- 2.3.Темы практических и семинарских занятий
- 2.4.Лабораторные работы (лабораторный практикум)
- 2.5.Методические указания студентам
- 2.6.Методические рекомендации для преподавателя

I. Рабочая программа дисциплины.

1.1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) ТЕПЛОТЕХНИКА являются: 1) изучение студентами фундаментальных законов, являющихся основой функционирования тепловых машин и аппаратов; 2) получение практических представлений о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах и их эффективности, о свойствах рабочих тел и теплоносителей.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

Овладение студентами основными понятиями теплотехники, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах, методами расчета процессов, методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата Профессиональный цикл. Вариативная (профильная) часть. БЗ.В.5

Дисциплина «Теплотехника» относится к федеральному компоненту цикла общепрофессиональных дисциплин. Ее изучение базируется на знании дисциплин естественно-научного цикла (математика, физика, химия). Дисциплина занимает одно из центральных мест в системе подготовки инженера. Знания по дисциплине «Теплотехника» являются базовыми для выполнения выпускной квалификационной работы.

1.3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) ТЕПЛОТЕХНИКА

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

а) общекультурных (ОК):

Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

- Готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений, с использованием знаний инженерных дисциплин профессионального цикла, на производстве (ОК-7).

б) профессиональных (ПК):

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- Готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-3).
- Способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию и зарубежный опыт по для реализации новейших инженерно-технических проектов в области энергетики (ПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, calorические и переносные свойства веществ, применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках;

Уметь: проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;

Владеть: основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности

1.4. Структура и содержание дисциплины (модуля) ТЕПЛОТЕХНИКА

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 зачетных единиц, 2 часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	СР	
1	Модуль I. <i>Раздел 1</i> Техническая термодинамика.	2		12			3	Текущий контроль: коллоквиум (2 семестр) Промежуточная аттестация: экзамен (2 семестр)
	<i>Раздел 2</i> Основы теории теплообмена.	2		12			3	
	<i>Раздел 3</i> Теплоэнергетические установки	2		12			3	
	Модуль II Подготовка к экзамену						27	экзамен
	Итого			36			36	

Условные обозначения: Л – лекции, ПЗ – практические и семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы (лабораторный практикум), СР – самостоятельная работа студентов.

1.4. Структура и содержание дисциплины (модуля) **Физпрактикум (ТЕПЛОТЕХНИКА)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 зачетных единиц, 2 часа.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	СР	
1	Модуль I. Техническая термодинамика.	2				18	18	
	Модуль II Основы теории теплообмена.	2				18	18	
	Итого					36	36	

1.5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теплотехника» применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения, лекционно-зачетная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 20 часов аудиторных занятий.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.(ауд.1-8 на 27 мест)

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Для выполнения физического практикума разработаны учебно-методические пособия, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

1.6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Теплотехника".

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ 1.

Раздел 1.

- 1.Что изучает термодинамика?
- 2.Что называется макроскопической системой?
- 3.Что изучает техническая термодинамика?
- 4.Дайте определение термодинамической системы.
- 5.Какие параметры называются термодинамическими?
- 6.Дайте понятие равновесного и неравновесного термодинамического процесса.
- 7.Уравнение состояния идеального газа.

8. Уравнение состояния реального газа.
9. Что понимается под внутренней энергией?
10. Дайте определение Работы расширения.
11. Дайте определение Теплоты.
12. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
13. Теплоемкость газов.
14. Соотношение Майера.
15. Дайте определение Энтальпии.
16. Физический смысл энтальпии.
17. Дайте определение Энтропии.
18. Формулировка второго закона термодинамики.
19. Прямой цикл Карно
20. Обобщенный (регенеративный) цикл Карно.
21. Обратный цикл Карно.
22. Изменение энтропии в неравновесных процессах.
23. Статистическое толкование второго начала термодинамики.
24. Дайте понятие Эксергии.
25. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах (изохорный, изобарный, изотермический процесс).
26. Адиабатный процесс, политропный процесс и его обобщающее значение.
27. Термодинамические процессы реальных газов. Процесс парообразования. Основные понятия и определения.
28. Определение параметров воды и пара. T, s -диаграмма водяного пара, h, s -диаграмма водяного пара.
29. Основные термодинамические процессы водяного пара. (Изохорный процесс, изобарный процесс, изотермический процесс, адиабатный процесс).
30. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона.
31. Способы задания идеальной смеси.
32. Теплообменный аппарат, тепловой двигатель, компрессор, сопла и диффузоры. Истечение из суживающегося сопла.
33. Дросселирование газов и паров.
34. Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок
35. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
36. Цикл газотурбинной установки.
37. Циклы паротурбинных установок
38. Теплофикация.
39. Парогазовые циклы

Раздел 2

1. Способы передачи теплоты.
2. Количественные характеристики переноса теплоты.
3. Основной закон теплопроводности.
4. Коэффициент теплопроводности.

5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме (Однородная плоская стенка)
6. Многослойная стенка.
7. Контактное термическое сопротивление. Цилиндрическая стенка.
8. Шаровая стенка. Тела сложной конфигурации.
9. Основной закон конвективного теплообмена.
10. Пограничный слой.
11. Продольное обтекание пластины.
12. Поперечное обтекание одиночной трубы и пучка труб. Течение теплоносителя внутри труб.
13. Теплоотдача при естественной конвекции.
14. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.
15. Лучистый теплообмен. Описание процесса и основные определения.
16. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде.
17. Использование экранов для защиты от излучения.
18. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.
20. Сложный теплообмен.
21. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
22. Интенсификация теплопередачи.
23. Тепловая изоляция.
24. Типы теплообменных аппаратов
25. Учет возможных отклонений реальных условий работы теплообменника от расчетных.
26. Виды теплового расчета теплообменников.
27. Расчет нагрева и охлаждения термически тонких тел.
28. Аналитическое решение нестационарных задач теплопроводности.

Раздел 3.

1. Состав и основные характеристики твердого топлива.
2. Состав и основные характеристики жидкого топлива.
3. Состав и основные характеристики газообразного топлива.
4. Теплота сгорания топлива.
5. Условное топливо. Приведенные характеристики.
6. Классификация топлив.
7. Основы расчета и основные параметры топочных устройств.
8. Особенности сжигания газа.
9. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства.
10. Форсунки и топки для жидкого топлива.
11. Особенности сжигания твердых топлив.
12. Слоевые топки.
13. Факельные топки.

14. Циклонные топки. Топки с кипящим слоем. Топки с циркулярным кипящим слоем.
15. Котельные установки (общие сведения).
16. Паровой котел и его основные элементы.
17. Испарительные поверхности. Пароперегреватели. Низкотемпературные поверхности нагрева.
18. Конструкции отечественных котлов.
19. Тепловой баланс парового котла. Коэффициент полезного действия.
20. Технологическая схема котельной установки.
21. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельных агрегатов.
22. Паровые и газовые турбины. Действие рабочего тела на лопатки.
23. Активные турбины.
24. Реактивные турбины.
25. Мощность и КПД турбины.
26. Классификация турбин.
27. Конденсационные устройства паровых турбин.
28. Газотурбинные установки.

1.7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) Теплотехника.

а) основная литература:

1. Баскаков А. П., Берг Б. В., Витт Б. В. Теплотехника. Учеб. для вузов – М.: Энергоатомиздат, 1991, 224 с.
2. Теплотехника: учебник для вузов/ под ред. В.Н. Луканина- М.: Высш. школа, 2008 г.
3. Кирилин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Наука, 1979.
4. Исаченко В. А., Осипова В. А., Сукомел А.С. Теплопередача – М.: Энергия, 1981.
5. Пехович А. И., Жидких В. М. Расчеты теплового режима твердых тел. – Л.: Энергия, 1976.
6. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1975.
7. Теплотехнический справочник/ Под ред. В.Н. Юренева, П. Д. Лебедева. Т.1, 2. – М.: Энергия, 1975-1976.
8. Тепловой расчет котельных агрегатов.-2-е изд/ Под ред. Н. В. Кузнецова – М.: Энергия, 1973.

б) дополнительная литература:

8. Бекман У., Клейн С., Дефери Дж. Расчет систем солнечного отопления – М.: Энергоиздат, 1982.
9. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. М.: Энергия, 1972.
10. Ширикас З.Э. Теплоснабжение. М.: Энергия, 1979.

11. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергия, 1976.
 12. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1978.
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
1. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
 2. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru).
 3. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
 4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
 5. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

1.8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. (Ауд. 1-8 на 27 мест)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» - «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» .

Автор (ы)

Акаева А.И., ст. преподаватель кафедры «Возобновляемые источники энергии», к.ф.м.н.

Программа одобрена на заседании кафедры «Общая физика» физического факультета Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дагестанский государственный университет» (ГОУ ВПО ДГУ)

от _____ года, протокол № ____.

2.1. Распределение часов по темам и видам учебной работы (Лекции).

Название разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			Самостоятельная работа
		Аудиторные занятия, в том числе			
		Лекции	Практ. занятия, семинары	Лабор. работы	
Модуль I.					
<i>Раздел 1.</i>					
<i>Техническая термодинамика</i>					
1. Основные понятия и исходные положения термодинамики	2	2			3
2. Первый закон термодинамики	2	2			
3. Второй закон термодинамики	2	2			
4. Основные термодинамические процессы в газах парах и смесях	2+1	2			
5. Особенности термодинамики открытых систем	2	2			
6. Циклы теплосиловых установок	2+2	2			
<i>Раздел 2</i>					
<i>Основы теории теплообмена</i>					
7. Теплопроводность	2	2			3
8. Конвективный теплообмен (теплоотдача)	2	2			
9. Расчетные зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи	2+1	2			
10. Лучистый теплообмен	2	2			
11. Теплопередача	2	2			
12. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов	2+2	2			
<i>Раздел 3</i>					
<i>Теплоэнергетические установки и промышленная теплоэнергетика</i>					
13. Виды и характеристики топлив	2	2			3
14. Основы теории горения и организация сжигания топлив в промышленных условиях. Топочные устройства	2	2			
15. Котельные установки	2	2			
16. Паровые и газовые турбины	2+1	2			

17. Тепловые электрические станции	2+2	2		2	
18. Теплоснабжение	2	2		2	

2.1. Распределение часов по темам и видам учебной работы (Физпрактикум).

Название разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			Самостоятельная работа
		Аудиторные занятия, в том числе			
		Лекции	Практ. занятия, семинары	Лабор. работы	
Модуль I.					
<i>Техническая термодинамика</i>					
1. Лабораторная работа № 1	6			3	18
2. Лабораторная работа № 2	6			3	
3. Лабораторная работа № 3	6			3	
4. Лабораторная работа № 4	6			3	
5. Лабораторная работа № 5	6			3	
6. Лабораторная работа № 6	6			3	
Модуль II.					
<i>Основы теории теплообмена</i>					
7. Лабораторная работа № 1	6			3	18
8. Лабораторная работа № 2	6			3	
9. Лабораторная работа № 3	6			3	
10. Лабораторная работа № 4	6			3	
11. Лабораторная работа № 5	6			3	
12. Лабораторная работа №	6			3	

2.2. Содержание курса

Основные разделы

Предмет, методы и аксиоматика теплотехники; первый закон термодинамики; второй закон термодинамики; дифференциальные уравнения термодинамики, реальные газы; водяной пар; термодинамические свойства реальных газов; таблицы термодинамических свойств веществ, диаграммы параметров состояния; истечение из сопел, дросселирование; эксергетический анализ циклов; основы химической термодинамики; основы термодинамики необратимых процессов.

Способы теплообмена; дифференциальное уравнение теплопроводности и его решения; система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена; применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена; теплоотдача и гидравлическое сопротивление при вынужденном течении в каналах, обтекании трубы и пучка труб; расчет коэффициентов теплоотдачи при свободной конвекции; теплообмен при фазовых превращениях; теплообмен излучением, сложный теплообмен; массообмен, поток массы;

Виды и характеристики топлив; топочные устройства; циклы паротурбинных установок; тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки; газовые циклы; схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок;

2.3. Темы практических и/или семинарских занятий

Практические занятия не предусмотрены.

2.4. Лабораторные работы (физический практикум)

Лабораторные занятия по дисциплине «Теплотехника» проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследования, методических пособий, компьютерных средств обработки результатов измерений.

Главные задачи практикума:

- научить студентов применять теоретический материал программного курса к анализу эксперимента;
- ознакомить с приборами и измерительной аппаратурой;
- привить практические навыки с измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, ознакомить с техникой безопасности при проведении эксперимента;
- обладать культурой записи полученной информации, правильным представлением полученных результатов в виде графиков, схем и таблиц.

В ходе выполнения работы студент должен научиться:

- планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели;
- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения;
- обработать результаты проведенного эксперимента и делать правильные выводы;
- вести запись результатов измерений аккуратно, грамотно и кратко.

Работой студенческой группы в лаборатории руководят преподаватели.

Полный парк лабораторных работ на кафедре содержит 12 работ, ко всем имеются методические указания. Руководства к выполнению лабораторных работ, разработанные на кафедре, приведены в разделе «Учебно-методическое обеспечение».

Ниже в виде примера дана краткая характеристика типовых работ, выполняемых студентами во втором семестре.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
МОДУЛЬ I. Техническая термодинамика		
Лабораторная работа № 1. «Определение отношения теплоемкостей (C_p/C_v) для воздуха.»		
	Изучение процессов в идеальных газах, определение отношений теплоемкостей.	
Лабораторная работа № 2. «Исследование изменения энтропии при нагревании и плавлении олова».		
	Ознакомление с понятием энтропии и определение изменения энтропии при фазовом переходе первого рода на примере плавления олова.	
Лабораторная работа № 3 «Определение теплоемкости твердых тел».		
	Определение теплоемкости образцов металлов калориметрическим методом с использованием электрического нагрева	
Лабораторная работа № 4. «Получение и измерение высокого вакуума».		
	Изучение принципа работы вакуумных насосов (форвакуумный и диффузионный), приборов для измерения вакуума и методики получения высокого вакуума.	

Лабораторная работа № 5. «Определение скрытой теплоты кристаллизации и плавления вещества».		
	Определение удельной скрытой теплоты кристаллизации и плавления олова.	
Лабораторная работа № 6. «Определение теплоты парообразования воды».		
	Определение удельной и молярной теплоты парообразования воды при фазовом переходе первого рода по экспериментально полученной зависимости давления насыщенных паров от температуры.	
МОДУЛЬ II. Основы теории теплообмена.		
Лабораторная работа № 1. «Определение коэффициента поверхностного натяжения».		
	Измерение силы и коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца от ее поверхности.	
Лабораторная работа № 2. «Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом».		
	Изучение внутреннего трения-вязкости воздуха как одного из явлений переноса в газах.	
Лабораторная работа № 3. «Определение коэффициента теплопроводности методом нагретой нити».		
	Изучение теплопроводности воздуха как одного из явлений переноса в газах.	
Лабораторная работа № 4. «Определение молярной массы и плотности газа методом откачки».		
	Ознакомление с одним из методов определения молярной массы и плотности газа и вычисление этих величин для газа.	
Лабораторная работа № 5. «Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара».		
	Изучение диффузии как одного из явлений переноса; определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара по скорости испарения жидкости в капилляре.	
Лабораторная работа № 6. «Определение термического коэффициента давления с помощью газового термометра».		
	Определение термического	

	коэффициента давления и на этой основе определение абсолютной температуры тающего льда. Проверка справедливости закона Шарля.	
--	---	--

2.5. Методические указания студентам

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, лабораторных работ курса «Теплотехника», и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения физики особое значение имеет рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «Теплотехника» в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследования, методических пособий, компьютерных средств обработки результатов измерений.

Главные задачи практикума:

- научить студентов применять теоретический материал программного курса к анализу эксперимента;
- ознакомить с приборами и измерительной аппаратурой;
- привить практические навыки с измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, ознакомить с техникой безопасности при проведении эксперимента;
- обладать культурой записи полученной информации, правильным представлением полученных результатов в виде графиков, схем и таблиц.

В ходе выполнения работы студент должен научиться:

- планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели;
- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения;
- анализировать результаты проведенного эксперимента и делать правильные выводы;
- вести запись результатов измерений аккуратно, грамотно и кратко.

Прохождение всего цикла лабораторных занятий является обязательным условием допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<p>Модуль 1.</p> <p>1. Уравнения состояния идеальных и реальных газов.</p> <p>2. Внутренняя энергия, работа расширения, теплота, теплоемкость газов.</p> <p>3. Обратный цикл Карно. Эксергия.</p> <p>4. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах.</p> <p>5. Термодинамические процессы для реальных газов.</p>	<p>Тестирование, отчеты лабораторных работ. Выполнение реферата. Контрольная работа.</p> <p><u>Вопросы к первому модулю:</u></p> <p>1. Что произойдет с температурой системы, если при постоянном удельном объеме и давлении из системы убрать половину ее структурных единиц?</p> <p>2. На торцах стержня, боковая поверхность которого теплоизолирована, поддерживаются постоянные температуры T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$). В каком состоянии находится система?</p> <p>3. 1 л. воды нагревается с помощью электрического кипятильника мощностью 300 Вт. За какое время вода нагреется до температуры кипения, если обмен с окружающей средой отсутствует, а начальная температура воды 200С.</p> <p>4. Воздух по объему состоит из 21% кислорода</p>

	<p>и 79% азота. Определить состав воздуха по массе, парциальные давления кислорода и азота при давлении смеси 760 мм рт. ст. и плотность воздуха при нормальных физических условиях, считая его идеальным газом.</p> <p>5. 3м³ воздуха при давлении 4·10⁵ Па расширяется до трех кратного объема и давления p₂ =10⁵ Па. Считая процесс политропным, вычислить показатель политропы, работу расширения, количество теплоты и изменение внутренней энергии в этом процессе</p>
<p>Модуль2.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Основной закон теплопроводности, коэффициент теплопроводности. 2.Основной закон конвективного теплообмена. Пограничный слой. 3.Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. 4.Теплоотдача при естественной конвекции. 5.Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. 6.Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. 7.Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. 	<p>Отчеты лабораторных работ. Сдача рефератов, контрольная работа.</p> <p><u>Вопросы к модулю 2:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему в сауне с температурой 1000С человек может находиться довольно долго, а в кипящей воде нет? 2. Оцените влияние скорости жидкости на коэффициент теплоотдачи при продольном протекании пластины. 3. Оцените влияние температуры воздуха на интенсивность конвективной теплоотдачи от него к стенке трубы. 4. Каким образом можно интенсифицировать теплоотдачу при конденсации пара на вертикальной трубе? 5. Почему с увеличением содержания углекислого газа в атмосфере Земли (при сжигании больших количеств органического топлива в процессе производственной деятельности человека) возможно потепление климата?
<p>Модуль3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Паровой котел и его основные элементы. 2.Технологическая схема котельной установки. 3.Действие рабочего тела на лопатки паровой турбины. 4.Активные и реактивные турбины. 5.Классификация турбин. 6.Рабочий процесс ГТУ. 7.Общие сведения и классификация двигателей внутреннего сгорания. 	<p>Выполнение реферата, контрольная работа.</p> <p><u>Вопросы к модулю 3:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На какой способ сжигания бурого угля лучше всего ориентировать топку котла мощностью 150 МВт? 2. На электрической станции для привода турбины 1200МВт построен котел. Определить примерный объем его топки, если КПД станции равен 40%. 3. Можно ли создать барабанный котел с естественной циркуляцией для работы на сверхкритических параметрах? 4. Чем отличается друг от друга паровой котел и котел-утилизатор? 5. Объясните назначение дымовой трубы.

	6. Почему в качестве маневренных могут быть предложены газотурбинные ТЭС? 7. Чем график потребления электроэнергии отличается от графика нагрузки электростанции?
--	--

2.6. Методические рекомендации для преподавателя

1. Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс.
2. Пакет заданий для самостоятельной работы со сроками их выполнения и сдачи.
3. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
 - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
 - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
 - возможность проблемного изложения с целью активизации деятельности студентов;
 - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.
4. При изложении материала помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.
5. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

ТЕСТЫ

Билет № 1

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Которая из величин является параметром состояния газа?	А) Молекулярная масса Б) Масса В) Теплота Г) Абсолютное давление
2	Испарение – это:	А) парообразование в объеме жидкости Б) парообразование с поверхности жидкости В) переход 1 кг жидкости в пар Г) переход 1 м ³ жидкости в пар
3	В какой формулировке II закона термодинамики говорится о необходимости двух источников теплоты для преобразования тепловой энергии в механическую?	А) Карно Б) Клаузиуса В) Томсона Г) Планка
4	Указать число подобия Грасгофа!	А) $\frac{\nu}{a}$ Б) $\frac{\alpha l_0}{\lambda}$ В) $\frac{wl}{\nu}$

		$\Gamma) g\beta\theta_c \frac{\ell^3}{v^2}$
5	Укажите, какие элементы входят во внутренний балласт топлива?	<p>А) O^p, N^p</p> <p>Б) O^p, W^p</p> <p>В) O^p, A^p</p> <p>Г) N^p, A^p</p>

Билет № 2

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Какая величина является отношением массы к объему?	<p>А) Молекулярная масса</p> <p>Б) Плотность</p> <p>В) Теплота</p> <p>Г) Удельный объем</p>
2	Укажите выражение закона Бойля-Мариотта!	<p>А) $pv = Const$</p> <p>Б) $p/T = Const$</p> <p>В) $v/T = Const$</p> <p>Г) $pv^k = Const$</p>
3	Влажностью пара называется отношение	А) массы сухого пара к массе влажного

	ние...	Б) объема сухого пара к объему влажного В) массы жидкости к массе влажного пара Г) объема жидкости к объему влажного пара
4	Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25; \varepsilon_2 = 0,5?$	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5
5	Повышение какой из приведенных характеристик топлива приводит к уменьшению коэффициента избытка воздуха?	А) Теплоты сгорания Б) Дискретности размола В) Влагосодержания

Билет № 3

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Укажите уравнение состояния идеального газа (Клапейрона) для « m » кг газа!	А) $pV=N(\mu R)T$ Б) $p(\mu\nu)=(\mu R)T$ В) $p\nu=RT$ Г) $pV=mRT$
2	Чему равен энергетический коэффициент ϕ для изохорного процесса?	А) 0 Б) $1/k$ В) ∞ Г) 1

3	Выбрать наиболее экономичный цикл в одинаковом диапазоне температур.	<p>А) Карно</p> <p>Б) Ренкина</p> <p>В) Отто</p> <p>Г) Дизеля</p>
4	Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля!	<p>А) $t = f(x, \tau)$</p> <p>Б) $t = f(x)$</p> <p>В) $t = f(x, y, z, \tau)$</p> <p>Г) $t = f(x, y, z)$</p>
5	Какие пароперегреватели эффективнее?	<p>А) Прямоточные</p> <p>Б) Противоточные</p> <p>В) Смешанного типа</p>

Билет № 4

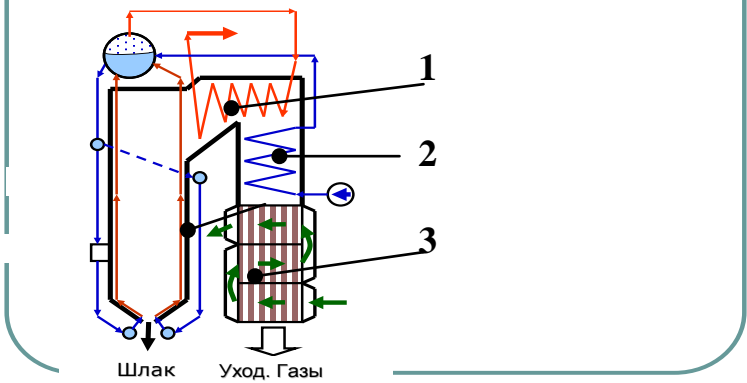
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	По какому выражению можно определить парциальный объем компонента?	<p>А) Vg_i</p> <p>Б) Vp_i/p</p> <p>В) p/R_iT</p> <p>Г) $p_iV=m_iR_iT$</p>
2	Объемная доля компонента – это отношение...	<p>А) парциального объема компонента к объему смеси</p> <p>Б) массы компонента к массе смеси</p>

		<p>В) удельного объема компонента к объему смеси</p> <p>Г) парциальных объемов компонентов</p>
3	Какие параметры относятся к сухому насыщенному пару?	<p>А) v', h', s'</p> <p>Б) v_x, h_x, s_x</p> <p>В) v'', h'', s''</p> <p>Г) v, h, s</p>
4	<p>Каким способом передается теплота</p> <p>поперек ламинарного пограничного слоя?</p>	<p>А) теплопроводностью</p> <p>Б) конвекцией</p> <p>В) излучением</p> <p>Г) всеми перечисленными (А+Б+В)</p>
5	Для чего перед использованием мазут подогревается до 60-70 °С?	<p>А) Для облегчения его перекачивания насосами, так как холодный мазут имеет высокую вязкость</p> <p>Б) Для возможности гравитационного осаждения воды и твердых частиц и снижения вязкости перед его перекачиванием</p> <p>В) Для его термического разложения на фракции с целью использования для сжигания более легких составляющих</p>

Билет № 5

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Укажите значение универсальной газовой постоянной в кДж/(кмоль·К)!	<p>А) 848</p> <p>Б) 8,314</p> <p>В) 8314</p>

		Г) 1,985
2	Укажите выражение закона Гей-Люссака!	<p>А) $pv^k = Const$</p> <p>Б) $pv = Const$</p> <p>В) $p/T = Const$</p> <p>Г) $v/T = Const$</p>
3	Степень перегрева пара – это...	<p>А) температура пара в °С</p> <p>Б) температура пара в °К</p> <p>В) разность температур пара и насыщения</p> <p>Г) разность температур пара и критической</p>
4	<p>Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?</p>	<p>А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$</p> <p>Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$</p> <p>В) $q = -\lambda(\frac{dt}{dn})$</p> <p>Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$</p>

5	<p>Которая из поверхностей нагрева котла является экономайзером?</p>	<p style="text-align: center;">Барабанный котел</p> 	<p>А) 1 Б) 2 В) 3</p>
---	--	---	-------------------------------

Билет № 6

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Отметить неверное продолжение: «Теплоемкость реального газа зависит от ...»</p>	<p>А) рабочего тела» Б) термодинамического процесса» В) универсальной газовой постоянной» Г) давления»</p>
2	<p>Массовая доля компонента – это отношение...</p>	<p>А) парциального объема компонента к объему смеси Б) удельного объема компонента к объему смеси В) массы компонента к массе смеси Г) парциальных объемов компонентов</p>
3	<p>Которая из изохор соответствует большему удельному объему?</p>	<p>А) 1 Б) 2</p>

			В) 3 Г) 4
4	Указать выражение термического сопротивления теплопроводности 1-слойной плоской стенки!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$	
5	Указать наиболее влияющую на коэффициент избытка топлива характеристику топлива.	А) Теплота сгорания Б) Выход летучих В) Зольность	

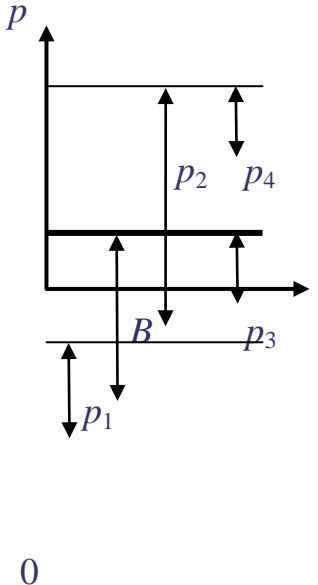
Билет № 7

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Которая из теплоемкостей является наибольшей при одинаковых параметрах состояния?	А) Объемная Б) Мольная

		<p>В) Массовая</p> <p>Г) Удельная</p>
2	Какая формула записана неверно?	<p>А) $\sum(g_i \cdot R_i) = R$</p> <p>Б) $\nu p = 1$</p> <p>В) $p_i + B = p_a$</p> <p>Г) $c_v - c_p = R$</p>
3	Найти цикл Ренкина на сухом насыщенном паре.	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1;"> <p>А) 73467</p> <p>Б) 73567</p> <p>В) 125671</p> <p>Г) 82468</p> </div> </div>
4	Выделить выражение закона Планка!	<p>А) $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$</p> <p>Б) $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$</p> <p>В) $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$</p> <p>Г) $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$</p>

5	В каком направлении должна протекать вода через экономайзер?	<p>А) Сверху вниз</p> <p>Б) Снизу вверх</p> <p>В) В любом направлении</p>
---	--	---

Билет № 8

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Определить объемную теплоемкость c', если мольная теплоемкость $\mu c = 34,6$ кДж/(кмоль·К).</p>	<p>А) 1,42</p> <p>Б) 1,54</p> <p>В) 1,63</p> <p>Г) 1,37</p>
2	<p>Укажите абсолютное давление при $B > p_a$!</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>А) p_1</p> <p>Б) p_2</p> <p>В) p_3</p> <p>Г) p_4</p> </div> </div>
3	<p>Которое из выражений соответствует термическому КПД цикла Ренкина?</p>	<p>А) $(T_1 - T_2)/T_1$</p> <p>Б) $(q_1 - q_2)/q_1$</p> <p>В) $(h_1 - h_2)/(h_1 - h'_2)$</p> <p>Г) $1 - \varepsilon^{(k-1)/k}$</p>

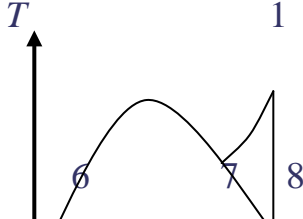
4	Каков закон изменения температуры для теплопроводности в цилиндрической стенке?	<p>А) Гиперболический</p> <p>Б) Параболический</p> <p>В) Прямолинейный</p> <p>Г) Логарифмический</p>
5	Как регулируется температура перегрева пара?	<p>А) Расходом сжигаемого топлива</p> <p>Б) Переключением направления движения пара с прямотока на противоток с газами</p> <p>В) Впрыском вода в поток пара</p>

Билет № 9

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Каким прибором измеряется избыточное давление?	<p>А) Манометр</p> <p>Б) Пьезометр</p> <p>В) Вакуумметр</p> <p>Г) Барометр</p>
2	Какой объем занимает 1 кмоль газа при нормальных физических условиях?	<p>А) 24,4 м³</p> <p>Б) 22,4 л</p> <p>В) 24,4 л</p> <p>Г) 22,4 м³</p>
3	Кипение – это...	<p>А) парообразование на поверхности жидкости</p> <p>Б) парообразование во всем объеме жидкости</p> <p>В) преобразование жидкости в пар</p>

4	Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!	<p>А) $Nu = cGr^m Pr^n$</p> <p>Б) $Nu = cRe^m Pr^n$</p> <p>В) $Nu = cGr^m$</p> <p>Г) $Nu = cRe^m$</p>
5	Как определяется влажность топлива по рабочей массе?	<p>А) По массе испарившейся влаги во время сушки топлива при $t=100-105\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>Б) По массе испарившейся влаги при прокаливании топлива до $t=400\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>В) По массе испарившейся влаги во время сушки топлива при $t=100\text{ }^\circ\text{C}$, а затем при дополнительном прокаливании с целью удаления гидратной влаги</p>

Билет № 10

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	<p>Определить избыточное давление в барокамере в барах, если:</p> <p>$p_a=1200$ мм рт. ст.;</p> <p>$B=990$ мбар.</p>	<p>А) 2,59</p> <p>Б) 0,99</p> <p>В) 0,61</p> <p>Г) 1,61</p>
2	Какая теплоемкость является наибольшей по своему значению?	<p>А) Мольная</p> <p>Б) Массовая</p> <p>В) Объемная</p>
3	Найти цикл Карно на сухом насыщенном паре.	<div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p>А) 73467</p> <p>Б) 73567</p> <p>В) 125671</p>

			Г) 82468
4	Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями?	<p>А) $(\Delta t_o - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_o / \Delta t_m)$</p> <p>Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$</p> <p>В) $(\Delta t_o + \Delta t_m) / 2$</p> <p>Г) $(\Delta t_o - \Delta t_m) / 2$</p>	
5	По какому каналу протекает вторичный воздух?	<p style="text-align: center;">Вихревая пылеугольная горелка</p>	<p>А) 1</p> <p>Б) 2</p> <p>В) 3</p> <p>Г) 4</p>

Билет № 11

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Парциальным давлением называется давление компонента смеси	А) V_i, T

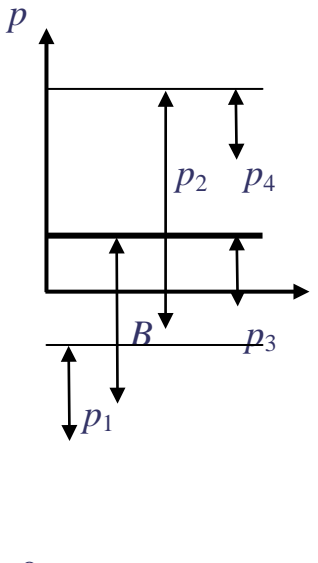
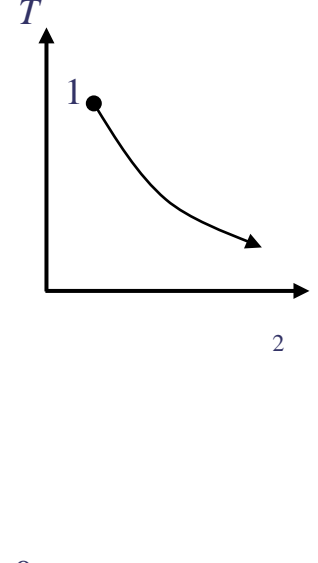
	при:	<p>Б) $V_i, 20\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>В) $V_i, 0\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>Г) V, T</p>
2	Указать формулу теплоты, подведенной к газу в изохорном процессе!	<p>А) $c_v(T_2-T_1)$</p> <p>Б) $c_p(T_2-T_1)$</p> <p>В) $RT\ln(v_2/v_1)$</p> <p>Г) $c_v(T_2-T_1)(n-k)/(n-1)$</p>
3	Скрытая теплота парообразования – это теплота, необходимая для превращения...	<p>А) 1 кг кипящей жидкости в пар</p> <p>Б) 1 м³ кипящей жидкости в пар</p> <p>В) 1 кг кипящей жидкости в сухой насыщенный пар</p>
4	От чего зависит степень черноты поверхности?	<p>А) от всех перечисленных (Б+В+Г)</p> <p>Б) от физических свойств</p> <p>В) от состояния поверхности</p> <p>Г) от температуры</p>
5	В какой топке тепловое напряжение топочного объема максимально?	<p>А) Слоевая</p> <p>Б) Камерная</p> <p>В) Вихрекамерная</p>

Билет № 12

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	По какой формуле можно посчитать газовую постоянную смеси?	А) $\sum(r_i \cdot R_i)$

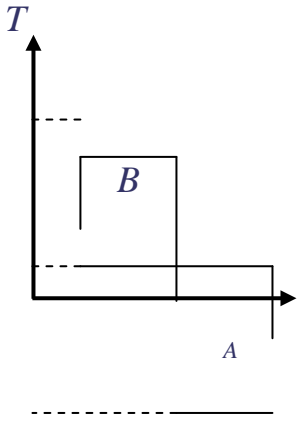
		<p>Б) $\sum R_i$</p> <p>В) $\sum(g_i \cdot R_i)$</p> <p>Г) $\sum(\mu_i \cdot R_i)$</p>
2	Какие параметры соответствуют нормальным физическим условиям?	<p>А) 760 мм рт. ст. и 0 °С</p> <p>Б) 760 мм рт. ст. и 20 °С</p> <p>В) 736 мм рт. ст. и 20 °С</p> <p>Г) 736 мм рт. ст. и 0 °С</p>
3	Указать формулу изменения энтропии в изохорном процессе.	<p>А) $c_p \ln(T_2/T_1)$</p> <p>Б) $c_v \ln(T_2/T_1)$</p> <p>В) $c_v \ln(T_2/T_1) + R \ln(v_2/v_1)$</p> <p>Г) $R \ln(v_2/v_1)$</p>
4	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную плоскую стенку!	<p>А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$</p> <p>Б) $\frac{\delta}{\lambda}$</p> <p>В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$</p> <p>Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$</p>
5	Какое число камер предпочтительно в топке с жидким шлакоудалением?	<p>А) Однокамерная топка</p> <p>Б) Двухкамерная топка</p> <p>В) Топка с любым числом камер</p>

Билет № 13

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Которая зависимость является уравнением Майера?	А) $c_p/c_v=k$ Б) $c_p-c_v=R$ В) $\sum p_i=p$ Г) $c_p+c_v=R$
2	Какое из этих давлений является разрежением?	 <p>А) p_1 Б) p_2 В) p_3 Г) p_4</p>
3	Каковы условия протекания этого термодинамического процесса?	 <p>А) С подводом теплоты Б) Без теплообмена В) С отводом теплоты</p>
4	Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху?	А) теплопроводностью

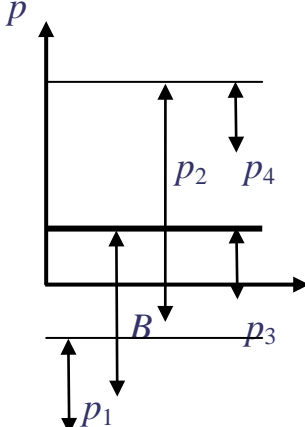
		Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)
5	К какой категории относится зола с температурой плавления 1200 °С?	А) Тугоплавкая Б) Среднеплавкая В) Легкоплавкая

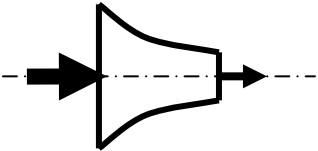
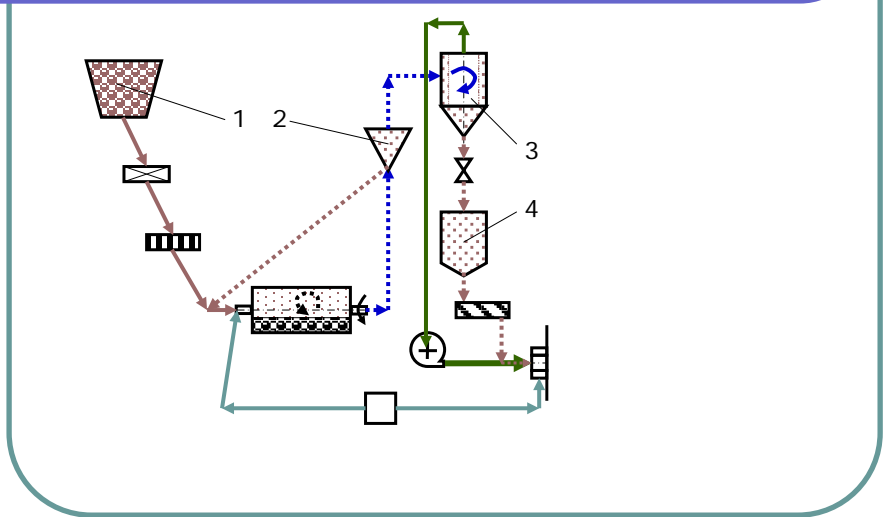
Билет № 14

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Определить теплоемкость $\mu_{ср}$ газа, если $\mu_{св}=25,7$ кДж/(кмоль·К).	А) 27,9 Б) 23,7 В) 34,0 Г) 17,4
2	Какая из величин является функцией процесса?	А) Энтальпия Б) Энтропия В) Теплота Г) Давление
3	Сравнить циклы Карно по термическому КПД.	 <p> А) $\eta_{тА} > \eta_{тВ}$ Б) $\eta_{тА} = \eta_{тВ}$ В) $\eta_{тА} < \eta_{тВ}$ </p>

		0	s
4	Выделить уравнение теплового баланса теплообменного аппарата!	<p>А) $Q = kF \Delta t_{cp}$</p> <p>Б) $Q = \varepsilon F c_0 \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{жс}}{100} \right)^4 \right]$</p> <p>В) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$</p> <p>Г) $Q = \alpha F \Delta t$</p>	
5	Каково назначение багерного насоса на тепловой электростанции?	<p>А) Подача питательной воды в котел</p> <p>Б) Перекачивание шлакозольной пульпы</p> <p>В) Перекачивание мазута для котлов, работающих на жидких топливах</p>	

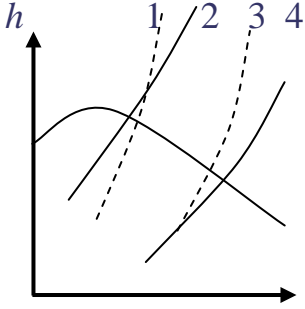
Билет № 15

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г	
1	<p>Которое из давлений является избыточным при $p_a > B$?</p> 	0	v
2	Чему равен показатель политропы в изохорном процессе?	<p>А) 0</p> <p>Б) 1</p>	

		<p>В) k</p> <p>Г) ∞</p>
<p>3 Какова скорость истечения воздуха из сопла, если:</p> <p>$p_1=10$ и $p_2=1$ бар?</p>	<p>p_1 p_2</p> 	<p>А) $c > c_{кр}$</p> <p>Б) $c = c_{кр}$</p> <p>В) $c < c_{кр}$</p>
<p>4 Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!</p>	<p>А) $Nu = c Re^m Pr^n$</p> <p>Б) $Nu = c Gr^m$</p> <p>В) $Nu = c Re^m$</p> <p>Г) $Nu = c Gr^m Pr^n$</p>	
<p>5 Найдите в схеме сепаратор пыли.</p>	<p style="text-align: center;">Индивидуальная схема пылеприготовления</p> 	<p>А) 1</p> <p>Б) 2</p> <p>В) 3</p> <p>Г) 4</p>

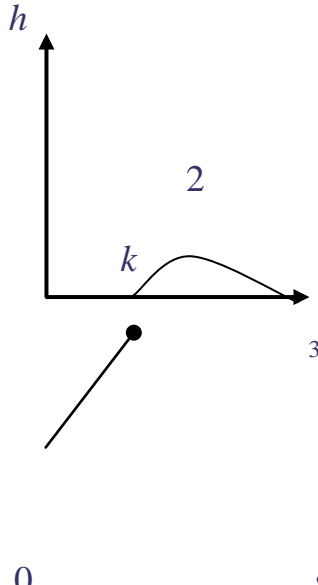
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Подводная лодка находится на глубине 12 м. Определить абсолютное давление внутри лодки в кПа, если атмосферное давление $B=750$ мм рт. ст.	А) 36,3 Б) 256 В) 220 Г) 320
2	Изобарный процесс в области влажного пара является одновременно...	А) изохорным Б) изотермическим В) адиабатным Г) политропным
3	Что такое степень предварительного расширения ρ для циклов ДВС?	А) v_1/v_2 Б) p_3/p_2 В) v_4/v_3
4	Указать математическое выражение 1-мерного стационарного температурного поля!	А) $t = f(x, y, z)$ Б) $t = f(x, \tau)$ В) $t = f(x)$ Г) $t = f(x, y, z, \tau)$
5	Какие технологические операции относятся только к первичной обработке топлива?	А) Дробление, размол, сепарация пыли, удаление щепы Б) Магнитная сепарация, удаление щепы, грохочение, дробление В) Магнитная сепарация, размол, отделение пыли в циклоне

Билет № 17

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Истинной называется теплоемкость...	А) в данном диапазоне температур Б) при данной температуре В) в диапазоне температур от 0 до t Г) в диапазоне температур от t_1 до t_2 .
2	Указать выражение энтальпии для влажного насыщенного пара!	А) $(1-x)h'$ Б) xh'' В) $h_x - p_x v_x$ Г) $(1-x)h' + xh''$
3	Которая из изобар соответствует более высокому давлению?	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 0 s </div> <div style="margin-top: 10px;"> А) 1 Б) 2 В) 3 Г) 4 </div>
4	Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную цилиндрическую стенку!	А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$

		В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$
5	Какое давление в топке котла с уравновешенной тягой?	А) Выше атмосферного и достаточное для перемещения продуктов сгорания в газоходах котла Б) Ниже атмосферного на 20-30 Па В) Значительное разрежение, создаваемое дымососом

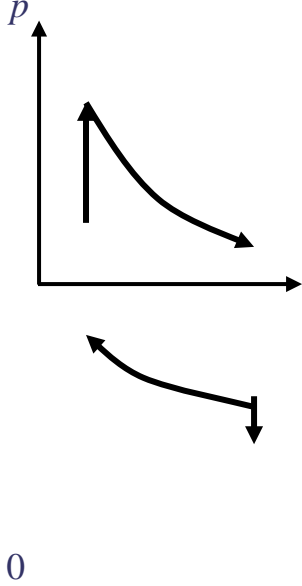
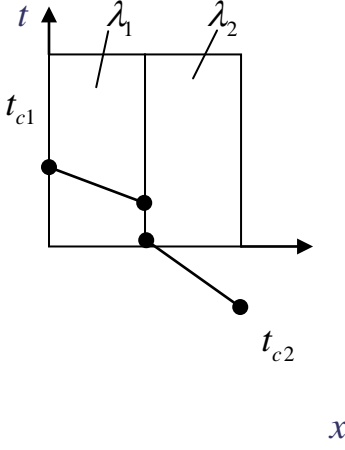
Билет № 18

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Определить массовую теплоемкость c_p , если: $\mu c_p = 32,8$ кДж/(кмоль·К); $\mu = 27,8$.	А) 1,18 Б) 1,26 В) 1,46 Г) 1,09
2	Которая из кривых соответствует верхней (правой) пограничной кривой?	 А) 0k Б) k23 В) 0k23 Г) 23
3	В каком состоянии находится водяной пар во влажном воздухе с	А) Перегретом

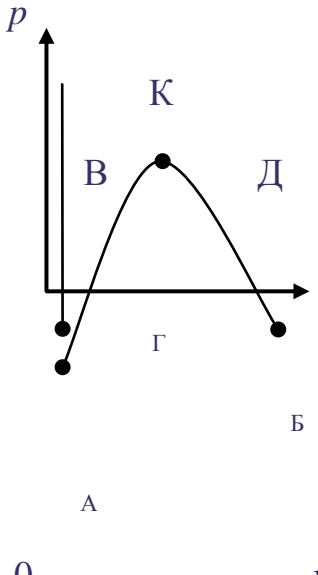
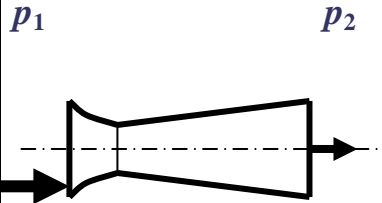
	относительной влажностью $\varphi=20\%$?	Б) Сухом насыщенном В) Влажном насыщенном
4	Каково направление вектора температурного градиента?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 [(\frac{T_1}{100})^4 - (\frac{T_2}{100})^4]$ В) $q = -\lambda(\frac{dt}{dn})$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$
5	Каково назначение дымовой трубы парогенератора?	А) Для создания тяги в топке Б) Для удаления продуктов сгорания из газового тракта котла В) Для создания тяги и рассеивания вредных выбросов

Билет № 19

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Газовая постоянная – это...	А) работа 1 кг газа при $v=Const, \Delta T=1K$ Б) работа 1 кг газа при $p=Const, \Delta T=1K$ В) работа 1 кмольа газа при $p=Const, \Delta T=1K$ Г) работа 1 кмольа газа при $v=Const, \Delta T=1K$
2	Какими мероприятиями можно повысить термический КПД цикла	А) снижением давления пара в кон-

	Ренкина?	денсаторе Б) уменьшением начального давления пара перед турбиной В) снижением температуры перегрева пара	
3	Какой это цикл?		А) Карно Б) Ренкина В) Отто Г) Дизеля Д) Тринклера
4	Сравнить коэффициенты теплопроводности слоев плоской стенки при $\delta_1 = \delta_2$!		А) $\lambda_1 = \lambda_2$ Б) $\lambda_1 < \lambda_2$ В) $\lambda_1 > \lambda_2$
5	Каково назначение продувки котла?	А) Удаление шлама из нижних точек котла Б) Удаление шлама и поддержание допустимого солесодержания котловой воды В) Удаление избытков воды при перепитке котла	

Билет № 20

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г	
1	<p>Вакуумметр показывает разрежение $p_v=200$ мм рт. ст. Атмосферное давление $B=1020$ мбар.</p> <p>Определить абсолютное давление в сосуде в барах.</p>	<p>А) 1,02</p> <p>Б) 0,75</p> <p>В) 0,27</p> <p>Г) 1,28</p>	
2	<p>Какая линия или область соответствует влажному насыщенному пару?</p>		<p>А) Область Д</p> <p>Б) Линия КБ</p> <p>В) Область Г</p> <p>Г) Область В</p> <p>Д) Линия АК</p>
3	<p>Какова скорость истечения воздуха из сопла, если:</p> <p>$p_1=10$ и $p_2=1$ бар?</p>		<p>А) $c > c_{кр}$</p> <p>Б) $c = c_{кр}$</p> <p>В) $c < c_{кр}$</p>
4	<p>Которое из приведенных выражений является лучистым тепловым потоком?</p>	<p>А) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$</p> <p>Б) $q = k(t_{жс1} - t_{жс2})$</p>	

		<p>В) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$</p> <p>Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$</p>
5	<p>При каком способе задания элементарного состава топлива содержание углерода выше?</p>	<p>А) По рабочей массе</p> <p>Б) По сухой массе</p> <p>В) По горючей массе</p>