

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:  
Врио ректора ФГБОУ ВО «БрГУ»

  
И.С. Ситов

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний

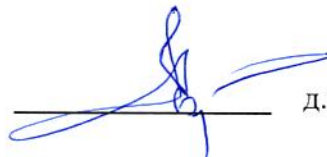
**Направление подготовки магистров  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Магистерская программа  
«Тепломассообменные процессы и установки»**

Братск 2019 г.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Руководитель магистерской программы



д.т.н., доцент Федяев А.А.

Программа вступительных испытаний рассмотрена и утверждена на заседании научно-методического совета факультета магистерской подготовки «21» июня 2019 г., протокол №7

Председатель НМС ФМП



Видищева Е.А.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Программа вступительных испытаний для приема на обучение по магистерской программе «Тепломассообменные процессы и установки» направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника сформирована на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №1081 от 01.10.2015 г.

### **ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОВЕДЕНИЮ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

#### **Порядок поступления**

К освоению программ магистратуры допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня и получившие диплом о высшем образовании (бакалавр, магистр, специалист, дипломированный специалист), выданный вузом, имеющим свидетельство о государственной аккредитации, и успешно прошедшие вступительные испытания. Получение образования по программам магистратуры лицами, имеющими диплом магистра, диплом специалиста, рассматривается как получение второго высшего образования.

Прием документов от поступающих, проведение вступительных испытаний и зачисление на ФМП организуется Центральной приемной комиссией университета. Прием документов на ФМП осуществляется отборочной комиссией, созданной приказом ректора по магистерским программам в рамках реализуемых направлений подготовки магистров.

Правила приема в магистратуру, перечень направлений подготовки и магистерских программ, на которые осуществляется прием документов, сроки подачи документов, перечень вступительных испытаний, порядок учета индивидуальных достижений поступающих содержатся в Правилах приема в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Братский государственный университет» на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утверждаемых ежегодно ученым советом ФГБОУ ВО «БрГУ».

#### **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительные испытания по магистерской программе «Тепломассообменные процессы и установки» представляют собой междисциплинарный экзамен по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Цель вступительных испытаний – выбрать из числа поступающих на факультет магистерской подготовки наиболее подготовленных абитуриентов, имеющих диплом бакалавра, магистра или специалиста для обучения на магистерской программе «Тепломассообменные процессы и установки», реализуемой в рамках направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Вступительные испытания проводятся в виде тестирования.

Расписание вступительных испытаний (дата, начало экзамена, место) определяется Центральной приемной комиссией и действует на период работы Центральной приемной комиссии и отборочной комиссии ФМП.

Время проведения вступительных испытаний – 60 минут.

В день проведения вступительных испытаний по данной магистерской программе поступающий должен:

- прийти в отборочную комиссию ФМП за 30 мин. до начала вступительного испытания (при себе иметь паспорт);
- получить экзаменационный лист и пройти к месту проведения вступительных испытаний;

- предъявить паспорт и экзаменационный лист дежурному в аудитории и занять указанное им место;
- выполнить тестовое задание;
- получить на руки протокол с результатами пройденного вступительного испытания и расписаться в ведомости, подтверждающей присутствие на испытании и полученный результат.

Во время проведения вступительных испытаний, поступающие должны соблюдать следующие правила поведения:

- работать самостоятельно, не разговаривать и не отвлекать других поступающих;
- при возникновении любых вопросов, связанных с проведением вступительного испытания, поступающий поднятием руки обращается к дежурному в аудитории, при его подходе задает вопрос, не отвлекая находящихся рядом;
- не использовать какие-либо справочные, методические материалы, а также любого вида шпаргалки;
- не использовать мобильные телефоны и любое другое электронное оборудование.

За нарушение правил поведения на вступительных испытаниях поступающий может быть удален с экзамена с проставлением неудовлетворительной оценки, не зависимо от объема выполненного задания, о чем составляется акт.

Во время проведения вступительного испытания вход в экзаменационные аудитории разрешен:

- председателю Центральной приемной комиссии;
- заместителю Центральной приемной комиссии;
- ответственному секретарю Центральной приемной комиссии;
- заместителям Центральной приемной комиссии;
- ответственному секретарю отборочной комиссии факультета магистерской подготовки;
- дежурным в аудитории.

### **Структура тестового задания**

Тестовое задание автоматически формируется из вопросов, входящих в банк тестовых заданий студии разработки тестовых заданий MMIS Lab.

Тестовое задание по своей структуре представляет собой задание из 25 вопросов разного типа (уровня) сложности (таблица 1).

Таблица 1

Тип тестового задания, формы заданий и способы ответа на них

Тип тестового задания	Формы заданий и способы ответа на них
№1	1. Задание с ответом типа Верно/Неверно (Да/Нет). 2. Задание с одним или несколькими верными вариантами ответов.
№2	1. Задание на соответствие, где требуется установить соответствие между элементами двух множеств (элементы одного множества перенумерованы, а другого обозначены буквами). 2. Задание на установление правильной последовательности.
№3	3. Задание с числовым вариантом ответа. 4. Открытое задание, в котором требуется набрать пропущенное слово.

### **Критерии оценивания результатов вступительных испытаний**

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-бальной системе. Каждому вопросу, относящемуся к определенному типу заданий, в зависимости от уровня сложности устанавливается балл за правильный ответ. Так за каждый положительный ответ на вопросы, относящиеся к типу заданий №1 поступающий получает 4 балла, за каж-

дый положительный ответы на вопросы, относящиеся к типу заданий №2 – 6 баллов, за каждый положительный ответы на вопросы, относящиеся к типу заданий №3 – 2 балла.

Минимальное количество баллов, подтверждающее освоение программ высшего образования, необходимое для поступления на ФМП – 30 баллов.

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

### **Термодинамика**

Первый закон термодинамики; второй закон термодинамики. Реальные газы; водяной пар; термодинамические свойства реальных газов;  $PV$ -диаграмма; таблицы термодинамических свойств веществ.  $H-d$ -диаграмма.

Циклы паротурбинных установок. Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки; газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок. Эксергетический анализ циклов.

Основы химической термодинамики; основы термодинамики необратимых процессов.

### **Тепломассообмен**

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 компонента; вектор плотности потока массы. Молекулярная диффузия: концентрационная диффузия, закон Фика; термо- и бародиффузия. Массоотдача, математическое описание и аналогия процессов массо- и теплообмена. Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов.

### **Системы теплоснабжения предприятий**

Назначение, структура, классификация систем теплоснабжения. Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения.

Тепловые сети: их назначение, конструкции; методы определения расчетного расхода воды и пара; гидравлический расчет паро-, водо- и конденсатопроводов; гидравлический режим тепловых сетей; выбор сетевых, подпиточных и подкачивающих насосов; способы поддержания давлений в "нейтральных" точках; тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей.

### **Источники теплоснабжения**

Источники генерации тепла, используемые в системах теплоснабжения: промышленные котельные: назначение, классификация, параметры, рациональные области использования; тепловые схемы и их расчет; методы выбора основного и вспомогательного оборудования; методы распределения нагрузки между котлами; энергетические, экономические и экологические характеристики котельных.

Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий: назначение, классификация; методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей (ТЭЦ); методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ; выбор ее оборудования.

Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии; схемы, режимы работы, определение технико-экономических показателей; расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями.

Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.

### **Котельные установки и парогенераторы**

Общая характеристика современных котельных установок, их место и роль на промышленных предприятиях. Источники теплоты промышленных котельных установок; материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.

Конструкции, выбор и расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Обеспечение надежной гидродинамики в котельных агрегатах с естественной циркуляцией и принудительным движением воды и пароводяной смеси; основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции; основные элементы котельного агрегата.

Пароперегреватели котлов, конструктивные схемы включения в дымовой тракт. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей.

Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы на отходящих газах, особенности выполнения. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Испарительное охлаждение элементов технологических установок. Энерготехнологические агрегаты.

Системы топливоподачи. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Металлы, используемые в котлостроении; каркас и обмуровка котла. Эксплуатация котельных установок; пуск, обслуживание котла во время работы, останов, организация ремонтов. Теплотехнические испытания котельных установок: виды испытаний, требования к ним, методика проведения испытаний, определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.

### **Тепломассообменное оборудование предприятий**

Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий, теплоносителей, их свойства, область применения.

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации; тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников; деаэраторы; назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета.

Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки; принцип действия, основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки; физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации; основы теплового расчета.

Перегонные и ректификационные установки; конструкции и принцип действия аппаратов; физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации, фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей: основы кинематики массообмена; материальный и тепловой расчет установки.

Конструкции, принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов.

Сушильные установки; понятие о процессе сушки; формы связи влаги с материалом; основы кинетики и динамики сушки; принципиальные схемы и конструкции сушильных установок; тепловой баланс конвективной сушильной установки; построение процесса сушки в  $h-d$  диаграмме влажного газа.

Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов; основные конструкции, принцип действия, основы расчета и подбора стандартного оборудования; вспомогательное оборудование.

### **Тепловые двигатели и нагнетатели**

Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Типы коммуникаций в системах промтеплоэнергетики.

Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.

Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров; предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями, КПД компрессора. Схемы поршневых компрессоров; нормализованные базы; принцип работы поршневого детандера; холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера.

Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия. Понятие удельной работы, напора и давления; газодинамические основы расчета турбомашин; теоретическая характеристика нагнетателя; общая классификация потерь в нагнетателях; учет потерь и переход к действительной характеристике; понятие о рабочей зоне характеристики; условия работы нагнетателя на сеть.

Классификация вентиляторов; область применения; способы изменения характеристики вентилятора.

Классификация насосов; особенности работы насосов в сети; центробежные и осевые компрессоры; области применения; основные способы изменения характеристики компрессора; сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров; область применения различных типов тепловых двигателей.

Классификация; типы паровых турбин; стандартные параметры пара; работа и мощность турбинной ступени; типы потерь в проточной части турбины; баланс энергии и структура КПД турбинной ступени; анализ потерь в характерных сечениях турбины; основы регулирования мощности паровых турбин; принципиальные схемы паротурбинных установок.

Принцип работы и схемы газотурбинных установок; особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины; работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок.

Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров; характеристика турбодетандера.

### **Технологические энергоносители предприятий**

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях: характеристика энергоносителей; масштабы их производства и потребления; методика определения потребности в энергоносителях.

Система воздухообеспечения: назначение, схема; классификация потребителей сжатого воздуха; определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС); выбор типа и количества компрессоров КС; расчет технологических схем КС.

Система технического водоснабжения: назначение, классификация, схемы; состав оборудования; методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия; требования к качеству и параметрам технической воды; прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение, схемы, классификация; состав оборудования; газовый баланс предприятия; определение

расчетной потребности в газе; природные искусственные и отходящие горючие газы; проблемы очистки, аккумулярование, использование избыточного давления.

Системы обеспечения искусственными горючими газами: области использования; способы получения; технико-экономические показатели; проблемы защиты окружающей среды.

Системы холодоснабжения: назначение, схемы, классификация; методика определения потребности в холоде; технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет.

Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха: назначение, схемы, классификация; характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения.

### **Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях**

Актуальность энергосбережения в России и мире. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Энергосбережение и экология. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения.

Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики; особенности энергоаудита промышленных предприятий; экспресс-аудит; углубленные энергетические обследования; энергетический паспорт; энергобалансы предприятий.

Интенсивное энергосбережение; критерии энергетической оптимизации.

Энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии. Энергосбережение в промышленных котельных. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.

Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства. Энергосбережение в системах освещения.

### **Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов**

Модель взаимодействия ТЭС и окружающей среды. Условия образования и свойства загрязнителей при работе теплоэнергетических объектов. Воздействие вредных выбросов на человека и природу. Тепловое загрязнение окружающей среды. Вторичные загрязнители атмосферы.

Санитарно-защитные зоны. Рассеивание в атмосфере выбросов ТЭС и котельных. Распространение выбросов из факела.

Снижение выбросов твердых частиц: физико-химические свойства летучей золы, основные показатели работы золоуловителя. Принцип действия и конструкции инерционных золоуловителей. Достоинства и недостатки циклонов. Тканевые (рукавные) фильтры. Принцип действия и конструкции мокрых золоуловителей, их достоинства и недостатки. Принцип действия электрофильтра. Методы повышения эффективности очистки дымовых газов в электрофильтрах.

Снижение выбросов соединений серы: переработка сернистых топлив перед сжиганием, сухие и мокрые методы сероочистки дымовых газов, сравнение и выбор метода сероочистки.

Снижение выбросов оксидов азота: механизмы образования оксидов азота при сжигании органических топлив, технологические и конструктивные методы снижения выбросов оксидов азота, методы очистки дымовых газов от оксидов азота.

Использование воды на объектах теплоэнергетики. Классификация и характеристика сточных вод. Нормирование загрязнения водоемов сточными водами.

Очистка сточных вод объектов теплоэнергетики: классификация методов очистки сточных вод; физико-механическая очистка; основные сооружения и аппараты для осветления воды; физико-химические методы очистки сточных вод.



## БАНК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### Тип тестового задания № 1

1. Определить поверхность нагрева  $F$  в  $\text{м}^2$  рекуперативного теплообменника при прямомтоке теплоносителей, если  $Q = 52422$  кВт;  $k = 60$  Вт/ $\text{м}^2$ ;  $D \dot{t}_1 = 130$  °С.

1. 8,82  $\text{м}^2$
2. 3,23  $\text{м}^2$
3. 5,82  $\text{м}^2$
4. 6,72  $\text{м}^2$

2. Указать число подобия Грасгофа

1.  $\frac{V}{a}$
2.  $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$
3.  $\frac{w \ell}{V}$
4.  $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$

3. Выделить выражение закона Планка

1.  $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$
2.  $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$
3.  $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
4.  $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$

4. Какое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?

1.  $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn}\right)$
2.  $q = \alpha(t_1 - t_2)$
3.  $q = k(t_{жс1} - t_{жс2})$
4.  $q = \varepsilon c_0 \left[ \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$

5. Указать число подобия Прандтля

1.  $\frac{V}{a}$

1.  $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$
2.  $\lambda$
3.  $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$
4.  $\frac{w \ell}{\nu}$

6. Выделить выражение закона Стефана-Больцмана для абсолютно черного тела

1.  $\varepsilon c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
2.  $c_0 \left(\frac{T}{100}\right)^4$
3.  $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$
4.  $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$

7. Которое из этих выражений является законом Фурье

1.  $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn}\right)$
2.  $q = \alpha(t_1 - t_2)$
3.  $q = \varepsilon c_0 \left[ \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 \right]$
4.  $q = k(t_{жс1} - t_{жс2})$

8. При политропном сжатии для идеального газа работа на привод компрессора определяется по формуле:

1.  $\ell_k = \frac{n}{n-1} p_1 v_1$
2.  $\ell_k = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left[ \left(\frac{p_2}{p}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$
3.  $\ell_k = p_1 v_1 \left[ \left(\frac{p_2}{p}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$
4.  $\ell_k = p_1 v_1$

9. Коэффициент теплопередачи для плоской стенки имеет вид

$$1. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$2. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} - \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$3. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$4. \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

10. Для расчета средних коэффициентов теплоотдачи труб на участке стабилизированного течения используется функциональная зависимость вида

1.  $Nu = f(Gr, Pr)$
2.  $Nu = f(Gr, Fo)$
3.  $Nu = f(Pr, Fo)$
4.  $Nu = f(Re, Pr)$

11. Как определяется термодинамический параметр  $P$ , если давление газа выше давления окружающей среды?

1.  $P = P_{ман} P_{ман}$
2.  $P = P_{ман} - P_{бар}$
3.  $P = P_{ман} + P_{бар}$
4.  $P = P_{бар} - P_{ман}$

12. Определите газовую постоянную  $R$  водяного пара?

1. 450-460 Дж/кг·°К
2. 461-480 Дж/кг·°К
3. 481-500 Дж/кг·°К

13. Сопло Лавала служит для получения:

1. сверхнизких температур
2. сверхвысоких плотностей
3. сверхзвуковых скоростей газа
4. сверхвысоких давлений

14. Холодильный коэффициент представляет собой:

1. отношение теплоты  $q_1$ , отнимаемой в конденсаторе, к затраченной на привод компрессора работе  $q_2 - q_1$
2. отношение теплоты  $q_2$ , подводимой в испарителе, к затраченной на привод компрессора работе  $q_1 - q_2$
3. отношение  $q_1$  к  $q_2$
4. отношение теплоты, преобразованной в работу  $q_1 - q_2$ , к подводимой теплоте  $q_2$

15. При снижении температуры идеального газа в адиабатном процессе давление:

1. остается постоянным
2. увеличивается и остается постоянным
3. уменьшается
4. увеличивается

16. Согласно закона Фурье коэффициент теплопроводности в характеризует:

1. скорость изменения температуры

2. способность вещества проводить теплоту
3. температуропроводность тела
4. теплоемкость тела

17. Смесь сухого и насыщенного пара с кипящей жидкостью называется ... паром.

1. мокрым
2. сухим
3. перегретым
4. влажным

18. Коэффициент полезного действия (эффективность) тепловой машины, работающей по циклу Карно равен:

1.  $T_{\text{хол}}/(T_{\text{нагр}}-T_{\text{хол}})$
2.  $(T_{\text{нагр}}-T_{\text{хол}})/T_{\text{хол}}$
3.  $T_{\text{нагр}}/(T_{\text{нагр}}-T_{\text{хол}})$
4.  $(T_{\text{нагр}}-T_{\text{хол}})/T_{\text{нагр}}$

19. Адиабатным называется процесс, происходящий при постоянной (ом):

1. температуре
2. давлении
3. энтропии
4. теплоёмкости

20. Температура при дросселировании:

1. увеличивается, уменьшается или остается постоянной
2. уменьшается или остается постоянной
3. остается постоянной
4. уменьшается

21. Водяной пар как греющий теплоноситель получил большое распространение в следствии:

1. высокий коэффициент теплоотдачи при конденсации
2. высокая температура
3. значительное повышение давления в зависимости от температуры насыщения
4. переменная температура при конденсации

22. Кожухотрубные теплообменники - это аппараты

1. представляющие систему труб различных диаметров
2. представляющие систему труб одинакового диаметра
3. выполненные из пучков труб, скрепленных при помощи трубных досок
4. выполненные из пучков труб, скрепленных при помощи трубных решеток и ограниченных кожухами

23. Простейший секционный теплообменник - это теплообменник типа:

1. две трубы
2. труба в трубе
3. труба над трубой
4. просто труба

24. Задача конструктивного метода расчета состоит:

1. в определении тепловой производительности
2. в определении поверхности нагрева
3. в определении геометрических размеров
4. в определении геометрических размеров при заданной тепловой производительности

25. При повышении скорости теплоносителя:
1. уменьшается поверхность теплообмена, но возрастает гидравлическое сопротивление
  2. возрастает теплоотдача и уменьшается поверхность теплообмена, но возрастает гидравлическое сопротивление
  3. увеличивается расход электроэнергии на перекачку
  4. уменьшается гидравлическое сопротивление
26. Распределение температуры по толщине однородной однослойной плоской стенки, через которую проходит тепловой поток  $q$ , это:
1. прямая нисходящая линия
  2. ломаная восходящая линия
  3. ломаная нисходящая линия
  4. перпендикуляр к плоской стенке
27. Наибольший средне-логарифмический температурный напор осуществляется при:
1. смешанном токе движения теплоносителей
  2. противоточной схеме движения теплоносителей
  3. прямоточной схеме движения теплоносителей
  4. перекрестном токе движения теплоносителей
28. Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно черного тела по закону Стефана-Больцмана пропорциональна:
1. коэффициенту отражения
  2. абсолютной температуре этого тела
  3. длине волны излучения
  4. абсолютной температуре этого тела в четвертой степени
29. Скорости движения для жидких сред должны находиться в пределах:
1. до 1 м/с
  2. от 0,1 до 3 м/с
  3. 1,5÷5 м/с
  4. 1÷5 м/с
30. Преимущества регенеративных аппаратов с вращающейся насадкой по сравнению с рекуперативными
1. длительный срок эксплуатации
  2. низкие эксплуатационные затраты
  3. низкое загрязнение используемых теплоносителей
  4. компактность
31. Как во времени изменяется средний температурный напор для водонагревателя - аккумулятора
1. увеличивается
  2. остается постоянным
  3. снижается
  4. сначала возрастает, затем становится постоянным
32. Средний температурный напор рассчитывается как средне логарифмический при выполнении условия:
1.  $\Delta t_{cp}/\Delta t_m > 4,5$
  2.  $\Delta t_{cp}/\Delta t_m < 1,8$
  3.  $1,8 < \Delta t_{cp}/\Delta t_m < 4,5$
  4.  $\Delta t_{cp}/\Delta t_m < 2,8$
33. Для перекрестной и более сложных схем, при отсутствии фазовых превращений средний тем-

температурный напор определяют по формуле:

1.  $\Delta t_{cp} = \Delta t_{cp}^{пор} \cdot \delta t$
2.  $\Delta t_{cp} = \Delta t_{cp}^{пор} \cdot \epsilon_{\Delta t}$
3.  $\Delta t_{cp} = \Delta t_{cp}^{пор}$
4.  $\Delta t_{cp} = \Delta t_{cp}^{пор} \cdot \lambda$

34. В каком из вариантов правильно записана формула для определения критерия Нуссельта для турбулентного течения:

1.  $Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43} (Pr_{ж}/Pr_c)^{0,25} \epsilon_c$
2.  $Nu = 1,4 (Re/L)^{0,4} Pr^{0,33} (Pr_{ж}/Pr_c)^{0,25}$
3.  $Nu = 0,008 Re_{ж}^{0,9} Re_{ж}^{0,9} Pr^{0,43}$
4.  $Nu = 1 + 31,7 Re^{0,33} Pr^{0,43} (l/d)^{-1}$

35. (продолжите соответствующее определение) Температурное поле нестационарное, в котором ....

1. температура не изменяется с течением времени
2. температура изменяется с течением времени

36. (продолжите соответствующее определение) Температурное поле стационарное, в котором ...

1. температура не изменяется с течением времени
2. температура изменяется с течением времени

37. Какие теплообменники целесообразно использовать для нагрева воды паром:

1. ребристые
2. кожухотрубные
3. секционные
4. пластинчатые

38. Передача теплоты в регенеративных теплообменниках происходит с помощью:

1. перегородки
2. разделяющей стенки
3. насадки
4. стяжки

39. Верно ли утверждение? Местные системы горячего водоснабжения связаны с развитием мощных источников теплоты. Для их эксплуатации необходима сложная служба городского теплоснабжения.

- Неверно  
Верно

40. При включении двух одинаковых насосов параллельно в сеть подача увеличивается в:

1. 1,5 раза
2. 2 раза
3. 2,5 раза
4. 4 раза

41. Поршневые компрессоры бывают (укажите неправильный ответ):

1. непрямоточный простого действия
2. непрямоточный двойного действия
3. прямоточный простого действия
4. непрямоточный косвенного действия

42. Компрессорная станция состоит (укажите неправильный ответ):
1. воздухоборники
  2. нагнетатели
  3. компрессоры
  4. тягодутьевые устройства
43. Допускается ли выполнение разъемных соединений на газопроводах в грунте?
1. не допускается
  2. допускается
  3. допускается ограниченно
  4. сумма всех ответов
44. Многоконтурные схемы атомных электростанций необходимы для:
1. снижения эксплуатационных затрат
  2. снижение капитальных затрат
  3. снижение радиоактивности оборудования второго и последующего контуров
  4. повышение КПД АЭС
45. При работе источника теплоснабжения наиболее экономичным по часовому расходу теплоносителя в сети является температурный график:
1. 95/70
  2. 130/70
  3. 150/70
  4. 105/70
46. Выпарные аппараты непрерывного действия используются в многокорпусных установках для...
1. для уменьшения расхода греющего пара
  2. для уменьшения поверхности нагрева
  3. для повышения концентрации получаемого раствора
  4. для повышения мощности выпарной установки
47. В вертикальном выпарном аппарате циркуляционная труба применяется для:
1. движение греющего пара вверх
  2. движение греющего пара вниз
  3. движение раствора вверх
  4. движение раствора вниз
48. Сепаратор в выпарных аппаратах применяется для:
1. повышения мощности выпарного аппарата
  2. уменьшения потерь греющего пара
  3. повышения качества вторичного пара
  4. увеличения концентрации раствора
49. После выпарной станции в содорегенерационный котлоагрегат в качестве первичного сырья, содержащего горючие компоненты, поступают:
1. черный щелок
  2. зеленый щелок
  3. белый щелок
  4. древесные отходы
50. В выпарной установке разность между температурами кипения раствора и чистого растворителя может соответствовать условию:
1. составляет минус 10 °С
  2. составляет плюс 20 °С

3. составляет минус 20 °С
4. равна нулю

51. Состав горючей массы топлива отличается от рабочей следующими составляющими:
1. отсутствием влажности, зольности и содержания азота
  2. отсутствием влажности и зольности топлива
  3. наличием всех насыщенных углеводородов
  4. отсутствием зольности
52. Высшая теплота сгорания топлива отличается от низшей теплоты сгорания наличием:
1. теплоты подогрева воздуха вне котла
  2. теплоты конденсации водяных паров
  3. теплоты сгорания водорода топлива
  4. теплоты подогрева топлива вне котла
53. Системы водоснабжения подразделяются на:
1. подъемные
  2. проточные
  3. механические
  4. оборотные
54. Воздушный режим помещения поддерживается системами:
1. аспирации
  2. кондиционирования
  3. вентиляции
  4. отопления
55. Наиболее характеризуют эффективность работы ТЭЦ следующие показатели:
1. коэффициент использования топлива
  2. эксергетический КПД ТЭЦ
  3. удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении
  4. первый, второй и третий пункты
56. Эффективность ТЭЦ, производящих электроэнергию для внешних потребителей, может быть выше чем у котельных начиная с тепловых нагрузок в:
1. 4 МВт
  2. 40 МВт
  3. 100 МВт
  4. 250 МВт
57. Для подбора компрессоров для промышленной энергетической станции используются характеристики:
1. давление у потребителя и максимально-длительная нагрузка
  2. расход электроэнергии
  3. полное давление, средний расход воздуха
  4. мощность, максимальный расход воздуха
58. В каналах с рабочими лопатками:
1. механическая работа преобразуется в кинетическую энергию
  2. кинетическая энергия пара преобразуется в механическую работу
  3. энергия остается неизменной
  4. потенциальная энергия преобразуется в механическую работу
59. Отработавший пар из конденсационной турбины направляется:
1. в котлоагрегат



2. к потребителю
3. в пароперегреватель
4. в конденсатор

60. При расчете тепловой схемы паровой котельной определяется параметр:

1. КПД котельной
2. температура сетевой воды
3. поверхность нагрева котлоагрегатов
4. паропроизводительность котельной

### Тип тестового задания № 2

1. Укажите соответствующее определение

1. Паровая турбина
2. Газовая турбина

1. тепловой двигатель, в котором рабочим телом является продукт сгорания смеси топлива с воздухом
2. тепловой двигатель, в котором энергия пара преобразуется в механическую работу

2. Укажите соответствующее определение

1. Компрессор
2. Насос

1. устройство для сжатия и подачи воздуха или другого газа под давлением
2. устройства для напорного перемещения главным образом жидкостей с сообщением им энергии

3. Укажите соответствующее определение

1. Лучистый теплообмен (излучение) - это...
2. Конвекция - это...
3. Теплопроводность - это...

1. передача теплоты с помощью электромагнитных волн или лучей
2. передача теплоты с помощью движущейся жидкотекучей среды или газового потока под действием разности температур
3. передача теплоты внутри одного тела или при непосредственном соприкосновении тел, обусловленная тепловым движением микрочастиц (атомов, молекул)

4. Укажите последовательность этапов при процессе теплопередачи через стенку:

1. перенос теплоты теплопроводностью через стенку
2. перенос теплоты конвекцией от второй поверхности стенки к холодному теплоносителю
3. перенос теплоты конвекцией от горячего теплоносителя к стенке

5. Укажите соответствующее определение

1. Устройство или прибор, для усиления тяги из каналов естественной системы вентиляции
2. Отопительный прибор, в котором тепло от теплоносителя или нагревательного элемента передаётся в отапливаемое помещение конвекцией
3. Устройство для перемещения газа со степенью сжатия менее 1,15 (или разностью давлений на выходе и входе не более 15 кПа)

1. вентилятор
2. дефлектор
3. конвектор

6. Для подбора вентилятора используются характеристики:

1. Скорость

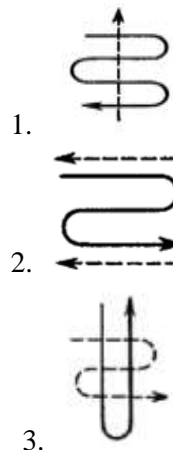
2. Полное давление
3. Мощность
4. Расход воздуха

7. Укажите соответствующее определение

1. Для подбора компрессора используются характеристики
2. Для подбора конденсатора используются характеристики
3. Для подбора насоса используются характеристики

1. полное давление, скорость
2. мощность, расход воздуха
3. давление у потребителя и расход воздуха

8. Укажите соответствующие названия схемам движения теплоносителей



1. противоток
2. прямоток
3. перекрестная

9. Укажите соответствующее определение

1. Температурное поле
2. Изометрическая поверхность

1. геометрическое место точек, имеющих в данный момент времени одинаковую температуру
2. совокупность значений температур во всех точках рассматриваемого тела или части пространства в данный момент времени

10. Установите соответствие:

1.  $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2).$

2.  $q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$

1. уравнение теплопроводности для плоской стенки, имеющей «n» слоев
2. уравнение теплопроводности для однослойной плоской стенки

11. Установите соответствие

1. Температура воды в системе горячего водоснабжения не должна быть ...
2. Температура теплоносителя в отопительных приборах жилых зданий не должна превышать ...

1. 95°C
2. 55°C

12. Выберите соответствующую схему

1. Независимая схема присоединения систем отопления и вентиляции к тепловым сетям
2. Зависимая схема присоединения систем отопления и вентиляции к тепловым сетям

1. вода из тепловой сети непосредственно поступает в нагревательные приборы систем отопления и вентиляции
2. вода из тепловой сети проходит через подогреватели с передачей тепла от первичной сети к вторичной сети, которые гидравлически изолированы друг от друга

13. Укажите соответствующие процессы, из которых состоит цикл Карно

1. 2-х изотерм
2. 2-х изохор
3. 2-х политроп
4. 2-х адиабат
5. 2-х изобар

14. Укажите соответствующее определение

1. Идеальный газ - это ..
2. Одноатомный газ - это...

1. газ, в котором атомы не образуют химических связей друг с другом
2. газ, равновесное состояние которого для одного моля описывается уравнением  $PV=RT$

15. Укажите соответствующее применение системы вентиляции в жилых зданиях

1. Вытяжная
2. Общеобменная

1. Механическая
2. Естественная

16. Укажите соответствующие единицы измерения

1. Единицы измерения коэффициента теплопроводности
2. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи

1. Вт/м\*К
2. Вт/м<sup>2</sup>\*К

17. Укажите соответствующее определение

1. Трубопровод, соединяющий наружный водопровод с внутренним водопроводом
2. Комплекс приборов, которые задействованы для учета расхода воды, потребляемой абонентом

1. водомерный узел
2. ввод

18. Выберите соответствующий принцип регулирования величины тепловой нагрузки:

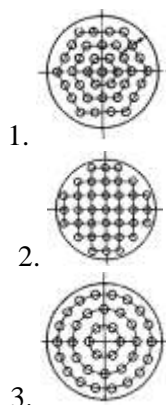
1. Регулирование величины тепловой нагрузки при качественном регулировании осуществляется изменением....
2. Регулирование величины тепловой нагрузки при количественном регулировании осуществляется благодаря изменению....

1. расхода теплоносителя
2. температуры теплоносителя

19. Укажите соответствующее определение

1. Водосчетчик, установленный на трубопроводе между двумя задвижками или вентилями, образует
  2. Байпасная линия, представляет собой устройство, позволяющее системе отопления с естественной циркуляцией, работать более эффективно
  3. Завершение тепловых сетей системы ЦТ и начало местных систем теплового потребления
1. абонентский ввод
  2. водомерный узел
  3. обводную линию

20. Укажите соответствующие виды расположения пучка труб в теплообменных аппаратах



1. расположение труб по концентрическим окружностям
2. ромбическое расположение труб
3. коридорное расположение труб

### Тип тестового задания № 3

1. Для систем отопления пар как теплоноситель используется в ... зданиях.
2. В системах отопления такие факторы как простота и удобство обслуживания, управления и ремонта, надежность, безопасность и бесшумность действия оцениваются ... требованиями.
3. В отопительном приборе типа конвектор преобладает способ передачи теплоты - ... .
4. Отопительный прибор, представляющий собой стальные трубы с насаженными на них ребрами из листовой стали, называется ... .
5. Для децентрализованных систем горячего водоснабжения не используются ... источники теплоты.
6. ... - это норматив, принятый для ограничения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.
7. Для экономической оценки ущерба, наносимого окружающей среде, учитывается ... и ... выбрасываемого загрязнителя.
8. Загрязнение окружающей среды твёрдыми частицами провоцирует заболевание ... .
9. Эффективность работы батарейного циклона существенно снижается при ... золы.

10. Для осуществления снижения температуры сетевой воды перед системой отопления с 130-150 до 95 путем подмешивания охлажденной (обратной) воды, применяют ... .
11. Величина КПД цикла Карно определяется значениями ... и ..., в которых осуществляется цикл.
12. По какому циклу работают холодильные установки?
1. прямой обратимый
  2. обратный обратимый
  3. прямой необратимый
  4. регулируемый
13. Тепловая машина на цикл от нагревателя получает количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Чему равен КПД, % машины?
14. ... система - объект исследования в термодинамике.
15. Какие из перечисленных величин относятся к термодинамическим свойствам?
1. масса, плотность, давление, сжимаемость
  2. температура, вязкость, теплоемкость, энергия
  3. химическое количество вещества, теплопроводность, энергия
  4. диффузия, энтальпия, объем, намагниченность
16. Какие из перечисленных величин являются внутренними параметрами системы?
1. температура, магнитная индукция, энтропия, намагниченность
  2. температура, вязкость, теплоемкость, энергия
  3. давление, поляризованность, теплоемкость при постоянном объеме, температура
  4. давление, энтальпия, объем, внутренняя энергия
17. При ... сжатии в компрессоре происходит наименьшая затраченная работа.
18. Отношение полезно использованного теплоперепада к располагаемому называется ... внутренним КПД.
19. Поступление холодного воздуха снаружи в отапливаемое помещение через неплотности оконных и дверных проемов это ... .
20. Для утилизации тепла воды после технологических аппаратов ее направляют в ... .

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: учеб. Пособие для вузов. – М.: МЭИ, 2004. – 158с.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник /Под ред. А.В.Клименко, В.М.Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МЭИ, 2004. – 632с.
3. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы. Справочник /Под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина -3-е изд. перераб. М.: МЭИ, 2000-526 с. (Теплотехника и теплоэнергетика. Кн. 1).
4. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник/Под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина – 3-е изд., перераб. – М.: МЭИ, 2001. – 564с.
5. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: Учебное пособие для вузов. – 2 –е изд., перераб. – М.: МЭИ, 2002. – 260с.
6. Величко В.И., Пронин В.А. Интенсификация теплоотдачи и повышение энерге-

- тической эффективности конвективных поверхностей теплообмена: Учебное пособие. - М.: Издательство МЭИ, 2003.
7. Сазанов В.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1990 - 304 с.
  8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд. Стереотип. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.: ил.
  9. Андрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: Учебное пособие. - Мн.: Вышейш. школа, 2005. - 294с.
  10. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях: Учебное пособие. М.: ИНФРА, 2005. - 124с.
  11. Введение в энергосбережение: Учебное пособие. Под ред. М.И. Яворского. - Томск: "Курсив Плюс", 2000 - 218 с.
  12. Лисенко В.Г. Хрестоматия энергосбережения: Справочник. – М.: Теплоэнергетик, 2003.
  13. Вагин Г.Я. Экономия энергоресурсов в промышленных технологиях: Справочно-методическое пособие. - Н. Новгород: НГТУ, НИЦЭ, 2001. – 296 с.
  14. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций: Учеб. Пособие для вузов / А.И.Абрамов, Д.П.Елизаров, А.Н.Ремезов и др.; Под ред. А.С. Седлова.- М.: Изд-во МЭИ, 2001.- 378 с.
  15. Путилов В.Я. Экология энергетики: Учебное пособие.-М.: МЭИ, 2003. – 716 с
  16. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу: Учебное пособие / П.В. Росляков, И.Л. Ионкин, И.А. Закиров и др.; Под ред. П.В. Рослякова. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 228 с.
  17. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск, 2003. – 592с.
  18. Трёмбовля В.Н. и др. Теплотехнические испытания котельных установок. – М. Энергоатомиздат, 1991. - 297с.
  19. Поляков В.В., Скворцов А.С. Насосы и вентиляторы – М.: Стройиздат, 1990 г.
  20. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках. М.: Химия, 2000. - 288с.
  21. Богословский В.Н., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляции. М.: Стройиздат, 1991. - 479 с.