

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

Энергетический факультет  
Кафедра энергообеспечения и теплотехники



УТВЕРЖДАЮ

Ректор Иркутского ГАУ

/Вашукевич Ю.Е./

« 24 » сентября 2018 г

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

Направление подготовки  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Иркутск – 2018

Авторы-составили:

заведующий кафедрой энергообеспечения  
и теплотехники, кандидат технических  
наук, доцент

  
(подпись)

/Очиров В.Д./

профессор кафедры энергообеспечения и  
теплотехники, доктор технических наук,  
доцент

  
(подпись)


/Алтухов И.В./

доцент кафедры энергообеспечения и теп-  
лотехники, кандидат технических наук,  
доцент

  
(подпись)

/Бочкарев В.А./

Программа одобрена на заседании кафедры энергообеспечения и теплотехники  
(протокол № 1 от «4» сентября 2018 г.)

Заведующий кафедрой  /В.Д. Очиров/

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Цели и задачи вступительного испытания в магистратуру.....	4
2 Требования к результатам освоения вступительных испытаний в магистратуру.....	4
.....	
3 Содержание вступительных испытаний в магистратуру.....	5
4 Примерный перечень вопросов (заданий) для вступительного испытания в магистратуру.....	6
5 Шкала и критерии оценивания вступительного испытания претендента для обучения в магистратуре.....	13
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение для подготовки к вступительному испытанию в магистратуру.....	14
7 Методические рекомендации по организации подготовки к вступительному испытанию претендента для обучения в магистратуре.....	18

## **1 Цели и задачи вступительного испытания в магистратуру**

Цель вступительных испытаний – отбор наиболее подготовленных и мотивированных претендентов, имеющих высокие академические результаты на предыдущем уровне образования.

Задачи вступительных испытаний:

- проверить уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций претендента;
- определить склонности к научно-исследовательской деятельности;

## **2 Требования к результатам освоения вступительных испытаний в магистратуру**

Для успешной сдачи вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника абитуриент должен:

**знать:**

- порядок разработки проектов технических условий, стандартов и технических описаний;
- порядок разработки и состав эксплуатационной, монтажной, наладочной и ремонтной документации;
- способы планирования процесса эксплуатации, монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, тепловых сетей;
- методы, способы и средства осуществления технического контроля, испытаний и управления качеством в процессе производства;
- методы и способы проведения работ по техническому обслуживанию установленного основного и вспомогательного оборудования теплотехнической части электростанций, энергетических и теплотехнологических объектов предприятий, тепловых сетей;
- методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, методы исследования, правила и условия выполнения работ;
- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности используемых технических средств, материалов и их свойства;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам и изделиям;
- достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в соответствующей области знаний;
- основы экономики, организации производства, труда и управления на предприятиях теплоэнергетического профиля;
- основы трудового законодательства;
- правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты на предприятиях теплоэнергетического профиля.

**уметь:**

- формулировать цели проекта (программы), методы и способы решения задач, выявлять и оценивать приоритеты при решении задач.
- использовать информационные технологии при проектировании и конструировании энергетического, теплотехнического, теплотехнологического оборудования, сетей и систем;
- разрабатывать программы и проводить приемо-сдаточные испытания оборудования;
- находить компромисс между различными требованиями (к стоимости, качеству, безопасности и срокам исполнения), как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании;
- оценивать производственные и непроизводственные затраты на обеспечение заданного уровня качества продукции с учетом международных стандартов;
- проводить испытания и определение работоспособности установленного и ремонтируемого эксплуатируемого оборудования;
- выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования с использованием информационных технологий;
- разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний оборудования, тепловых сетей, тепловых и теплотехнологических систем и их элементов;
- применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, испытаний и сертификации продукции;
- использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов;
- применять методы экологической безопасности на теплоэнергетических предприятиях.

### **3 Содержание вступительных испытаний в магистратуру**

Тема 1. Теоретические основы теплотехника: техническая термодинамика и тепломассообмен.

Тема 2. Гидрогазодинамика.

Тема 3. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях.

Тема 4. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов.

Тема 5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

Тема 6. Котельные установки и парогенераторы.

Тема 7. Нагнетательные и тепловые двигатели.

Тема 8. Источники и системы теплоснабжения предприятий.

Тема 9. Основы трансформации теплоты.

Тема 10. Тепломассообменное оборудование предприятий.

Тема 11. Технологические энергоносители предприятий.

Тема 12. Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения.

#### **4 Примерный перечень вопросов (заданий) для вступительного испытания в магистратуру**

*Тема 1. Теоретические основы теплотехники.* Предметы изучения термодинамики. Первое начало термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия. Необратимость реальных процессов. Изменение энтропии при изменении состояния термодинамической системы, характеристические функции. Эксергия. Максимальная полезная работа и работоспособность теплоты. Термодинамическое равновесие, равновесие фаз и фазовые превращения, формула Клапейрона-Клаузиуса. Капиллярное давление. Принцип смещения фаз. Свойства реальных веществ. Уравнения Ван-дер-Ваальса и Майера-Боголюбова. Термодинамика неравновесных процессов. Уравнения баланса и законы сохранения различных величин. Соотношения взаимности Онзагера. Идеальные газы. Первый закон термодинамики. Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Термодинамическое равновесие, характеристические функции. Термодинамические методы анализа эффективности энергетических установок. Основные термодинамические процессы. Свойства реальных веществ, водяной пар. Термодинамика газового потока. Компрессорные машины. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок. Комбинированные циклы. Циклы холодильных машин. Влажный воздух.

Дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности. Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки, критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты. Регулярный режим охлаждения (нагрева) тел. Конвективный теплообмен, уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. Система уравнений пограничного слоя, критерии подобия. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности. Теплоотдача при течении в трубах. Теплоотдача при обтекании пучков труб. Теплоотдача при естественной конвекции. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения. Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб, капельная конденсация. Перенос массы вещества при диффузии, закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача, аналогия тепло- и массопереноса, диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. Природа теплового излучения, виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением в системе тел. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Расчет теплообменных аппаратов.

*Тема 2. Гидрогазодинамика.* Основные физические свойства жидкостей и газов; общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой

(равновесие) жидких сред. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме. Одномерные потоки жидкостей и газов. Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение движения для вязкой жидкости. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Сопротивление тел обтекаемых вязкой жидкостью. Сопротивления при течении жидкости в трубах. Местные сопротивления. Турбулентность и её основные статистические характеристики. Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса. Сверхзвуковое течения. Скачки уплотнений. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Течение жидкости при фазовом равновесии. Тепловой скачек и скачек конденсации.

*Тема 3. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях.* Энергосбережение и экология, нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения, интенсивное энергосбережение, критерии энергетической оптимизации, энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии. Основы энергоаудита объектов промышленной теплоэнергетики и жилищно-коммунального хозяйства, экспресс-аудит, углубленное энергетическое обследование, энергетический паспорт, энергобаланс предприятия. Энергосбережение в промышленных котельных, рациональное использование в системах производства и распределения тепловой энергии. Энергосбережение в высокотемпературных технологиях, энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках; энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов агропромышленного комплекса. Энергосберегающие мероприятия в системах освещения.

*Тема 4. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов.* Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей. Понятие многократного измерения. Алгоритмы многократных измерений. Понятие метрологического обеспечения: организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения, правовые основы обеспечения единства измерений, основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений, структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами. Системы теплотехнического контроля. Измерение температуры, давления, разности давлений, уровня, расходов. Автоматизированные системы контроля и управления сбором данных. Научная база стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели и объекты

сертификации. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. Условия осуществления сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Сертификация услуг. Сертификация систем качества. Основы управления технологическими объектами. Теплотехнические объекты управления, их основные особенности. Управление в режимах пуска, останова и нормальной эксплуатации. Декомпозиция целей управления. Автоматизация управления. Понятие о динамических системах и виды динамических систем. Математические модели технологических объектов управления (ТОУ). Дифференциальные уравнения динамических систем. Линейные динамические системы, их временные динамические характеристики. Передаточная функция линейной системы. Частотные характеристики линейных систем. Назначение и структура одноконтурной автоматической системы регулирования (АСР). Типовые линейные алгоритмы регулирования. Понятие устойчивости и запаса устойчивости АСР. Принцип определения оптимальных настроек регуляторов. Нелинейные позиционные алгоритмы регулирования. Структурные схемы АСР с дополнительными сигналами (каскадные, с сигналом по производной, с компенсацией возмущения). Анализ установившихся и переходных режимов, методы анализа устойчивости. Алгоритмы логического управления. Логический автомат. Основы математического описания логических автоматов. Примеры построения логических систем управления. Понятие функциональной группы. Функционально-групповое управление. Постановка задачи оптимального управления технологическим объектом управления, примеры. Оптимизация статических режимов работы ТОУ. Целевые функции управления. Понятие об адаптивных системах управления и методах адаптации. Особенности построения АСУТП сложными теплотехническими объектами управления. Функции АСУТП. Состав информационных и управляющих функций. Виды обеспечения АСУТП. Содержание и назначение математического программного, метрологического, организационного обеспечения АСУТП.

*Тема 5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.* Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и ресурсы источников энергии. Динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Место нетрадиционных источников в удовлетворении энергетических потребностей человека. Использование энергии Солнца. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Типы коллекторов, принципы их действия и методы расчетов. Солнечные коллекторы с концентраторами. Аккумулирование тепла. Типы аккумуляторов и методы их расчета. Солнечные электростанции. Ветроэнергетические установки. Запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Расчет идеального и реального ветряка. Типы ветроэнергетических установок.



Ветроэлектростанции. Геотермальная энергия. Тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла. Методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Экологические показатели ГеоТЭС. Использование энергии океана. Энергетические ресурсы океана. Энергетические установки по использованию энергии океана (использование разности температуры воды, волн, приливов, течений). Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР). Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической энергии и теплоты. Способы использования и преобразования ВЭР. Использование и переработка отходов промышленного и сельскохозяйственного производства. Способы и возможности их использования в качестве первичных источников для получения электрической энергии и теплоты.

*Тема 6. Котельные установки и парогенераторы.* Общая схема, материальный, тепловой и энергетический балансы котельной установки. Энергетическое топливо и основы теории горения. Тепловая схема котла. Теплообмен и гидродинамика в элементах котла. Водный режим и качество пара. Аэродинамика газоздушного тракта. Котлы производственных технологических систем. Комбинированные энерготехнологические агрегаты. Элементы и материалы котлов. Эксплуатация котлов промышленных предприятий, перспективы развития. Количественные и качественные показатели работ котельных установок. Режимные и экономические показатели работы котельных установок. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлива и борьба с загрязнениями. Абразивный износ поверхностей нагрева золой и способы снижения абразивного износа. Физико-химические свойства воды. Требования, предъявляемые к котловой воде. Подготовка котловой воды на котельных. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе. Топливное хозяйство котельных на жидком топливе. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе. Золоулавливание при сжигании твердых топлив. Шлакозолоудаления на ТЭС и котельных. Дымовые трубы ТЭС и котельных. Основные материалы и строительные конструкции котельных агрегатов. Питательные устройства, трубопроводы и арматура котельных установок. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. Экономия топливно-энергетических ресурсов.

*Тема 7. Нагнетательные и тепловые двигатели.* Основные понятия и определения, классификация нагнетателей и тепловых двигателей, основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины. Термодинамические процессы сжатия и расширения газов, анализ влияния начальных условий и рода газа на работу сжатия и расширения, интерпретация процессов в диаграммах состояния. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Определение работы и мощности машины, понятие КПД нагнетательной и расширительной машины, многоступенчатое сжатие и расширение. Схема проточных частей нагнетательной и расширительной машины, кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях, газодинамические основы расчета турбомашин.

Классификация нагнетателей объёмного действия, ротационные (винтовые, зубчатые) и поршневые нагнетатели. Поршневой компрессор, работа сжатия газа в идеальном и реальном поршневом компрессоре, работа и мощность поршневого компрессора, мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора, предельная степень повышения давления в ступени, разделение давления между ступенями, КПД компрессора. Способы регулирования производительности поршневых и винтовых компрессоров, характеристики выпускаемых компрессоров, методика определения основных размеров компрессоров. Классификация нагнетателей кинетического действия, теоретический напор центробежного нагнетателя, зависимость напора от характерных размеров ступени и частоты вращения колеса, теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей. Условия работы нагнетателя на сеть, совместная работа нагнетателей (параллельная и последовательная) на общую сеть, допустимая высота всасывания центробежного насоса, кавитация, условия работы насоса, перекачивающего жидкость в двухфазном состоянии. Типы насосов и вентиляторов, области их применения, особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов, методика выбора насосов и вентиляторов, расчет основных размеров. Влияние сжимаемости рабочего тела на условия работы нагнетателей, работа компрессора на сеть, схема защиты турбокомпрессора от помпажа, центробежный и осевой компрессор, сопоставление показателей и зоны применения, способы регулирования производительности нагнетателей, особенности конструкций многоступенчатых центробежных и осевых компрессоров.

*Тема 8. Источники и системы теплоснабжения предприятий.* Производственные и отопительные котельные. Их назначение и области рационального использования. Классификация и параметры паровых и водогрейных котельных. Принцип выбора основного и вспомогательного оборудования. Тепловые схемы и методика их расчета. Энергетические, экологические и экономические показатели котельных. Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения. Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ. Принципиальные схемы ТЭЦ. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Определение расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и способов распределения его затраты на производство электроэнергии и теплоты отпускаемой от ТЭЦ. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Использование пиковых водогрейных котлов. Вторичные энергоресурсы промпредприятий, используемые для генерации теплоты. Их количество, параметры, доля полезного использования в системах теплоснабжения. Утилизационные котельные и ТЭЦ. Схемы работы, конструкции оборудования, технико-экономические показатели. Определение экономии топлива при работе утилизационных установок параллельно с заводскими котельными и ТЭЦ. Тепловые насосы и особенности их

использования. Системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения предприятий. Их назначение. Режимы работы. Требуемые параметры тепла. Суточные и сменные графики теплопотребления. Методика определения максимальных, средних и годовых потребностей в теплоте каждым типом потребителей. Качественный и количественный методы отпуска теплоты в тепловых сетях. Водяные тепловые сети и температурные графики регулирования отпуска теплоты для каждого типа ее потребителей. Паровые тепловые сети и методы регулирования отпуска пара от них. Тепловые сети, их назначение, классификация. Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети. Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Гидравлический режим работы сетей. Пьезометрические графики в тепловых сетях. Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов. Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Изоляционные конструкции теплопроводов. Методика их теплового расчета. Определение тепловых потерь участка тепловой сети и падения температур теплоносителя по их длине. Прочностной расчет участков тепловых сетей с выбором типов и количеств подвижных опор, способов компенсации температурных расширений, видов и конструкций регулирующей арматуры. Новые прогрессивные способы прокладки и изоляции тепловых сетей. Использование математического моделирования для исследований и расчетов системы теплоснабжения и ее элементов.

*Тема 9. Основы трансформации теплоты.* Назначение, область использования и классификация трансформаторов теплоты. Термодинамические основы процессов трансформации тепла. Циклические, квазициклические и нециклические процессы в трансформаторах тепла. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла. Удельные затраты и КПД. Энергетический и эксергетический балансы компрессионных трансформаторов тепла. Удельные энергозатраты и КПД компрессионных трансформаторов тепла. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы тепла. Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения. Адсорбционные трансформаторы тепла. Принцип действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход тепла в них. Схемы и процесс работы реальных абсорбционных трансформаторов тепла. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки. Струйные трансформаторы тепла. Принципиальная схема и КПД парожетторных холодильных установок. Газовые (воздушные) компрессионные трансформаторы тепла. Идеальные газовые циклы со стационарными процессами. Расчет нагрузок потребителей тепла на отопление, ГВС и вентиляцию. Использование тепловых насосов в качестве дополнительных источников теплоты в системах теплоснабжения административных и бытовых зданий и сооружений.

*Тема 10. Тепломассообменное оборудование предприятий.* Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования. Теплоносители, их

свойства и характеристики. Рекуперативные теплообменники, основные конструкции: кожухотрубные, секционные, с оребренными трубами, пластинчатые; виды расчета теплообменников: тепловой, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Рекуперативные теплообменники, методы интенсификации теплообмена, расчет теплообменников с фазовыми переходами. Регенеративные теплообменники, область применения, преимущества и недостатки, конструкции и принцип действия теплообменников с подвижной и неподвижной насадками, изменение температур в насадке. Смесительные теплообменники области применения и конструкции, газожидкостные и жидкостно-жидкостные теплообменники, полые, насадочные, пенные скрубберы, скрубберы Вентуры. Испарители и конденсаторы смесительного типа, оросительные камеры кондиционеров, градирни, деаэраторы. Расчет смесительных теплообменников. Испарительные, опреснительные выпарные и кристаллизационные установки, принцип действия, основные конструкции аппаратов, тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации, свойства растворов, основы теплового расчета. Перегонные и ректификационные установки, конструкция и принцип действия установок, физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Перегонные и ректификационные установки. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси, Закон Рауля, фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей. Основы кинетики массообмена, флегмовое число, рабочие линии ректификационной колонны, определение числа тарелок в колонне. Абсорбционные и адсорбционные установки, физическая сущность процессов абсорбции и адсорбции, изотерма абсорбции, принципиальные схемы установок, материальный и тепловой баланс абсорбера. Сушильные установки, понятия о процессах сушки, формы связи влаги с материалом, сушильные агенты, основы кинетики и динамики сушки, первый и второй периоды сушки материалов, методы расчета времени сушки в первом и втором периодах. Тепловой баланс конвективной сушильной установки, H-d диаграмма влажного воздуха, построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.

*Тема 11. Технологические энергоносители предприятий.* Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях: характеристика энергоносителей. Масштабы производства и потребления энергоносителей. 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 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 в расчетной потребности в газе. Природные искусственные и отходящие газы. Проблемы очистки, аккумулярование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами: области использования, способы использования, 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. Графики и режимы потребления. Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.

*Тема 12. Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения.*

Организация и эксплуатация энергопредприятий, цели и задачи, персонал энергообъектов. Прием в эксплуатацию энергооборудования после монтажа. Контроль за эффективностью работы энергооборудования. Показатели работы энергооборудования. Испытания энергооборудования, режимная карта котельного оборудования. Тепловые схемы энергооборудования и их виды. Растопка котельных агрегатов, работающих на общую паровую магистраль. Растопка котельных агрегатов, работающих в блоке в паровой турбиной. Прием и сдача смены, обслуживание энергооборудования. Аварии на ТЭС и котельных, аварийный останов котельных агрегатов. Техническое обслуживание, ремонт и консервация тепловых установок. Подготовка к зиме энергооборудования. Ремонт энергетического оборудования. Пожарная безопасность и техника безопасности при работе тепловых энергоустановок.

## **5 Шкала и критерии оценивания вступительного испытания претендента для обучения в магистратуре**

В соответствии с Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры от 14.10.2015 №1147 – результаты самостоятельно проводимого вступительного испытания при приеме на обучение по программам бакалавриата и программам специалитета оцениваются по 100-балльной шкале. При приеме на обучение по программам магистратуры – по самостоятельно установленной шкале.

Тест по вступительным экзаменам в магистратуру состоит из 25 вопросов. В каждом вопросе предлагается четыре варианта ответов, из них только один правильный. Соответствие количества набранных баллов количеству правильных ответов приведено в таблице.

Сумма баллов	Количество правильных ответов в тесте	Сумма баллов	Количество правильных ответов в тесте
4	1	56	14
8	2	60	15
12	3	64	16

16	4		68	17
20	5		72	18
24	6		76	19
28	7		80	20
32	8		84	21
36	9		88	22
40	10		92	23
44	11		96	24
48	12		100	25
52	13			

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение для подготовки к вступительному испытанию в магистратуру**

### **а) основная литература:**

1. Безруких, П.П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология [Текст] / П.П. Безруких. – М.: Колос, 2008. – 196 с.
2. Буров, В.Д. Тепловые электрические станции [Текст] / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – 4-е изд., стереот. – М.: МЭИ, 2009. – 454 с.
3. Варфоломеев, Ю.М. Отопление и тепловые сети [Текст]: учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 480 с.
4. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, Солнца, Земли, воды, биомассы [Текст] / В. Германович, А. Турилин. – СПб.: Наука и Техника, 2011. – 317 с.
5. Данилов О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: учебник для вузов / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев.; под. ред. А.В. Клименко. – 2-е изд., стер. – М.: МЭИ, 2011. – 424 с.
6. Кириллин В.А. Техническая термодинамика [Текст] / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – М.: МЭИ, 2008. – 496 с.
7. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях [Текст]: учеб. пособие / А.И. Колесников, М.Н. Федоров, Ю.М. Варфоломеев. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 123 с.
8. Круглов Г.А. Теплотехника [Текст]: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – СПб.: Лань, 2010. – 207 с.
9. Кудинов В.А. Гидравлика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – М.: Высш. шк., 2006. – 175 с.
10. Кудинов, А.А. Гидрогазодинамика [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов: допущено УМО / А.А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 335 с.
11. Кудинов, А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Текст]: учеб. пособие: допущено УМО / А. А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 324 с.
12. Кудинов, В.А. Техническая термодинамика [Текст] / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – М.: Высшая школа, 2003. – 430 с.
13. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии [Текст]: учеб. для вузов / Г.Д. Крылова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 671 с.
14. Лапшев, Н.Н. Гидравлика [Текст]: учеб. для вузов: рек. УМО / Н.Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 269 с.
15. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: учеб. для вузов: допущено УМО / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: КолосС, 2008. – 655 с.
16. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация [Текст]: учеб. для вузов / И.М. Лифиц. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2007. – 399 с.

17. Лосюк, Ю.А. Нетрадиционные источники энергии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ю.А. Лосюк, В.В. Кузьмич. – Минск: Технопринт, 2005. – 233 с.
18. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков. – М.: Высш. шк., 2008. – 318 с.
19. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учеб. пособие для вузов / О.А. Леонов [и др.]; под ред. О.А. Леонова. – М.: КолосС, 2009. – 568 с.
20. Можаяева, С.В. Экономика энергетического производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / С. В. Можаяева. – 6-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Лань, 2011. – 267 с.
21. Основы современной энергетики [Текст]: учебник для вузов в 2-х частях / под общей ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – 5-е изд, стер. – М.: МЭИ, 2010.
22. Проектирование систем энергообеспечения [Текст]: учеб. для вузов / Р.А. Амерханов [и др.]; под ред. Р. А. Амерханова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 548 с.
23. Рудобашта, С.П. Теплотехника [Текст]: учеб. для вузов / С.П. Рудобашта. – М.: КолосС, 2010. – 599 с.
24. Соколов, Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности [Текст]: учеб. для вузов / Б.А. Соколов. – М.: Академия, 2008. – 127 с.
25. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст]: учеб. для вузов / Е.Я. Соколов. – 7-е изд., стер. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.
26. Соколов, Б.А. Устройство и эксплуатация паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности [Текст]: учеб. пособие / Б.А. Соколов. – М.: Академия, 2008. – 64 с.
27. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции [Текст]: учеб. для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 2-е изд., перераб. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 406 с.
28. Теплоснабжение [Текст]: учеб. для вузов / А. А. Ионин [и др.] ; под ред. А. А. Ионина. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 336 с.
29. Теплотехника [Текст]: учеб. для вузов / под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 711 с.
30. Теплотехника [Текст]: учеб. для вузов / А. П. Баскаков [и др.]; под ред. А.П. Баскакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : БАСТЕТ, 2010. – 325 с.
31. Теплотехника [Текст]: учеб. для вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2005. – 672 с.
32. Теплотехника и теплоэнергетика [Текст]: справочник: в 4 кн. / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. Кн. 1: Теплотехника и теплоэнергетика. Общие вопросы. – 527 с.
33. Теплотехника и теплоэнергетика: Справочник. В 4-х книгах./ Под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. М.: Изд-во МЭИ. Кн.4: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. 2004. – 632 с.



34. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика [Текст]: учеб. для вузов / Д.В. Штеренлихт. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. – 655 с.

35. Цветков, Ф.Ф. Тепломассообмен / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: МЭИ, 2010. – 570 с.

36. Эксплуатация электрооборудования [Текст]: учеб. для вузов / Г.П. Ерошенко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 343 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Алтухов, И.В. Теплотехника [Текст]: учеб.-метод. пособие / И.В. Алтухов, Г.В. Лукина; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск, 2010. – 70 с.

2. Алтухов, И.В. Энергосбережение [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.В. Алтухов; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2004. – 104 с.

3. Бочкарев, В.А. Теплогенерирующие установки [Текст]: учеб. пособие / В.А. Бочкарев, В.В. Нечаев. – Иркутск: ИрГСХА, 2008. – 105 с.

4. Бочкарев, В.А. Устройство и безопасная эксплуатация паровых и водогрейных котлов [Текст]: учеб. пособие / В.А. Бочкарев, В.Д. Очиров; Иркут. гос. агр. ун. им. А.А. Ежевского. – Иркутск, 2015. – 90 с.

5. Кошелев, А.А. Определение расчетной нагрузки и годового отпуска тепла коммунально-бытовым и технологическим потребителям. Гидравлический и тепловой расчет водяных тепловых сетей [Текст]: метод. пособие / А. А. Кошелев; Иркут. гос. с.-х. акад., Ин-т систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН. – Иркутск: ИрГСХА, 2007. – 62 с.

6. Лукина, Г.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г.В. Лукина; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. – Ч. 2. – 141 с.

7. Нечаев, В.В. Котельные агрегаты. Классификация и обозначения [Текст]: метод. пособие / В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 42 с.

8. Нечаев, В.В. Оценка экологического воздействия теплоэнергетических предприятий на окружающую среду [Текст]: учеб.-метод. пособие / В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск, 2013. – 50 с.

9. Нечаев, В.В. Теплогенерирующие установки [Текст]: учеб. пособие: допущено М-вом сел. хоз-ва РФ / В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2010. – 102 с.

10. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст]: учеб. пособие: допущено УМО / Г.В. Лукина, И.В. Наумов, Э.А. Таиров, М.Ю. Бузунова; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2007. – Ч. 1: Солнце, ветер. – 2007. – 178 с.

11. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок [Текст]. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2011. – 123 с.

12. Правила технической эксплуатации электрических станции и сетей Российской Федерации [Текст]. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2011. – 143 с.

13. Примеры и задачи по тепломассообмену [Текст]: учеб. пособие для вузов: рек. Сиб. регион. учеб.-метод. об-нием / В.С. Логинов [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2011. – 255 с.
14. Руденко, М.Г. Гидромеханика и газовая динамика [Текст]: учеб. пособие для бакалавров и магистров теплоэнергет. спец. / М.Г. Руденко; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 123 с.
15. Справочник энергетика [Текст] / В.И. Григорьев [и др.]; под ред. А.Н. Чохонелидзе. – М.: Колос, 2006. – 486 с.
16. Таиров, Э.А. Теоретические основы теплотехники. Термодинамика [Текст] / Э. А. Таиров; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск : ИрГСХА, 2007. – 45 с.
17. Таиров, Э.А. Тепломассообменное оборудование предприятий. Расчет трехкорпусной выпарной установки [Текст]: учеб. пособие / Э.А. Таиров; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. – 92 с.
18. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения [Текст]. – СПб.: ДЕАН, 2002. – 158 с.
19. Федчишин, В.В. Тепломассообменное оборудование предприятий [Текст]: лабораторный практикум: доп. УМО / В.В. Федчишин, Э.А. Таиров, В.Д. Очиров. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2015. – 127 с.

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Журналы: Теплоэнергетика; Электрические станции; Промышленная энергетика; Энергосбережение; Известия РАН. Серия: Энергетика и др.
2. Сайт: <http://03-ts.ru/> – библиотека теплоэнергетика.
3. Нормативно-технические материалы, своды правил, правила учета или использования, отраслевые документы.

## **7 Методические рекомендации по организации подготовки к вступительному испытанию претендента для обучения в магистратуре**

Вступительный экзамен в магистратуру включает в себя вопросы по основам дисциплинам, входящих в образовательную программу по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) в соответствии ФГОС ВО.

Вступительное испытание проводится в форме тестирования. Время, отводимое на вступительное испытание – 60 минут.

Претендовать на успешное прохождение вступительного испытания абитуриенты вправе при наборе от 51 и более баллов.

Результаты тестирования на вступительных испытаниях в магистратуру оценивает на закрытом заседании приемная комиссия в составе трех экзаменаторов, утвержденная приказом ректора вуза.

Условием подготовки к вступительному экзамену в магистратуру является предварительное ознакомление экзаменуемого с содержанием тем и вопросов, выносимых на экзамен, а также с требованиями, предъявляемыми к процедуре экзамена.

Прием на обучение в магистратуру и зачисление осуществляется согласно порядку приема на обучение по образовательным программам высшего образования в соответствии с приказом Минобрнауки России.