

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
для поступающих в магистратуру по направлению подготовки  
**13.04.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника»**

**Магистерская программа  
«Энергетика теплотехнологий»**

**АСТРАХАНЬ**

## **1. Общие положения, регламентирующие порядок проведения вступительных испытаний в магистратуру по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», требования к уровню подготовки поступающих, необходимому для освоения программы магистров**

При составлении программы вступительных испытаний в магистратуру ГАОУ АО ВО «АГАСУ» по направлению подготовки магистров 13.04.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника» учитывались требования ФГОС ВО 3++ к уровню подготовки поступающих, необходимому для освоения программы магистров.

Поступающий в магистратуру должен быть сформировавшимся специалистом, иметь навыки к научно-исследовательской работе, уметь использовать разнообразные научные и методические приемы, владеть методами и средствами исследования, а также, иметь уровень подготовки, соответствующий требованиям ФГОС и необходимый для освоения программы магистров.

К сдаче вступительного экзамена допускаются лица, имеющие законченное высшее профессиональное образование со степенями «бакалавр», «специалист», «магистр» (за исключением степени магистр по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника»).

## **2. Организационно-методические указания по проведению экзамена**

Вступительные испытания по программе магистратуры «Теплоэнергетика и теплотехника» проводятся в письменной форме. Разделы, включенные в экзамен:

- техническая термодинамика и тепломассообмен;
- источники и системы теплоснабжения предприятий;
- котельные установки предприятий.

Каждый экзаменационный билет содержит 3 вопроса (как правило, 1 вопрос по каждому разделу, включённому в экзамен).

Длительность экзамена – 2 часа (120 мин).

Абитуриентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи и электронно-вычислительной техники, за исключением случаев, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации.

## **3. Критерии оценивания знаний**

Максимальная оценка вступительного испытания составляет 100 баллов, абитуриенты, набравшие 0-49 баллов, выбывают из конкурса.

**Критерии оценки знаний по 100-балльной шкале вступительного экзамена в магистратуру:**

- 90 - 100 баллов – полный безошибочный ответ с поясняющими примерами. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.

- 76 - 89 – достаточно полный ответ с примерами, но с небольшими неточностями.
- 50 - 75 – недостаточно полный ответ, наличие ошибок и упущений, отсутствие примеров, некоторые пробелы в знаниях.
- 0 - 49 – неполный ответ или его отсутствие, наличие ошибок и существенные пробелы в знаниях.

Общая оценка ответа на экзаменационный билет вычисляется как арифметическое среднее оценок на каждый вопрос.

#### **4. Содержание программы вступительного экзамена по направлению 13.04.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника»**

##### **Раздел: техническая термодинамика и тепломассообмен**

1. Основные понятия технической термодинамики. Термодинамическая система.
2. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс. Диаграммы P-v, T-S.
3. Параметры состояния. Уравнение состояния идеального и реального газа.
4. Аналитические выражения для расчета работы расширения, технической работы, внутренней энергии и теплоты термодинамического процесса.
5. Теплоемкость идеального и реального газа. Виды теплоемкости. Уравнение теплоемкости политропного процесса.
6. Первый закон термодинамики. Формулировка и математическое выражение.
7. Уравнение Майера. Газовая постоянная. Аналитические выражения для расчета газовой постоянной смеси газов.
8. Энтропия. Физический смысл. Принцип возрастания энтропии.
9. Второй закон термодинамики и его аналитическое выражение. Основные формулировки. Диаграмма T-S и изображение процессов идеального газа в диаграмме T-S
10. Прямой цикл Карно. КПД цикла. Его изображение в pV и TS-координатах.
11. Энтальпия. Физический смысл и математическое выражение для вычисления энтальпии.
12. Водяной пар. Диаграмма i-S водяного пара и изображение в ней термодинамических процессов.
13. Эксергетический метод термодинамического анализа. Эксергия рабочего тела. Эксергия теплоты.
14. Анализ политропного процесса: уравнение процесса, соотношение параметров, определение теплоты, работы процесса, графики в pV и TS координатах.
15. Реальные газы. Условия фазового равновесия. Теплота фазовых переходов.

16. Процесс парообразования. Степень сухости пара. Параметры кипящей воды, влажного насыщенного, сухого насыщенного и перегретого пара.
17. Влажный воздух. Термодинамические характеристики. Диаграмма состояния влажного воздуха.
18. Компрессор. Термодинамический цикл идеального и реального компрессора. Аналитическое выражение для расчета работы привода одноступенчатого и многоступенчатого поршневого компрессора.
19. Устройство Д.В.С. с комбинированным подводом теплоты. Изображение цикла в диаграмме  $P-v$ . Определение работы и отведенного количества тепла.
20. Циклы газотурбинных установок. Устройство и работа ГТУ со сгоранием топлива при  $P$  и  $v = \text{const}$ .
21. Циклы паротурбинных установок. Изображение процессов цикла Ренкина в диаграмме  $P-v$ .
22. Парогазовый цикл. Схема установки и изображение процессов парогазового цикла в диаграмме  $T-S$ .
23. Бинарный цикл. Изображение бинарного цикла в диаграмме  $P-v$ . Коэффициент полезного действия бинарного цикла.
24. Циклы холодильных установок. Изображение процессов цикла идеальной холодильной установки в диаграммах  $P-v$ ,  $T-S$ . Холодильный коэффициент и холодопроизводительность.
25. Изображение процессов цикла реальной холодильной установки в диаграммах  $P-v$ ,  $T-S$ . Холодильный коэффициент и холодопроизводительность.
26. Способы теплообмена. Основные понятия теплообмена.
27. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, твердых тел.
28. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
29. Теплопроводность в плоской стенке. Термическое сопротивление теплопроводности.
30. Сущность конвективной теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция.
31. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Факторы, влияющие на его значение.
32. Дифференциальное уравнение теплообмена.
33. Теория подобия. Основные положения теории подобия. Критериальное уравнение конвективного теплообмена.
34. Критерии подобия конвективного теплообмена.
35. Гидродинамическая структура потока. Режимы течения. Тепловой и гидродинамический пограничные слои.
36. Расчет теплоотдачи при свободной конвекции
37. Теплообмен излучением. Виды лучистых потоков. Эффективное излучение.
38. Законы теплового излучения. Серое тело и степень черноты.

39. Лучистый теплообмен между телами. Уравнение для расчета лучистого теплообмена между двумя параллельными поверхностями.
40. Расчет теплопередачи через плоскую однослойную стенку.
41. Расчет теплопередачи через однородную цилиндрическую стенку.
42. Расчет теплопроводности через однородную плоскую стенку.
43. Расчет теплопроводности через однородную цилиндрическую стенку.
44. Тепловая изоляция. Критическая толщина изоляции.
45. Теплообмен при конденсации пара на вертикальной поверхности, на поверхности горизонтальной трубы.
46. Теплообмен при кипении жидкости. Режимы кипения. Механизм кипения.
47. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов.
48. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
49. Массообмен. Основные понятия и определения.
50. Молекулярная диффузия, градиент концентрации, законы Фика.

### **Раздел: источники и системы теплоснабжения предприятий**

1. Основные определения и понятия (энергетика, теплофикация, энергетическая эффективность теплофикации, тепловое потребление, тепловое хозяйство, централизованное теплоснабжение, тепловые сети).
2. Определение потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде.
3. Годовой расход теплоты.
4. Методы регулирования: централизованное, местное и индивидуальное.
5. Схемы и конфигурации тепловых сетей.
6. Конструкция теплопроводов.
7. Теплоизоляционные материалы и конструкции.
8. Трубы и их соединения. Опоры.
9. Компенсация температурных деформаций.
10. Методы определения расчетного расхода воды и пара.
11. Порядок гидравлического расчета.
12. Пьезометрический график.
13. Гидравлические режимы и параметры эксплуатации тепловых сетей.
14. Выбор сетевых зимних и летних насосов.
15. Выбор подкачивающих, подпиточных и смесительных насосов.
16. Способы поддержания давлений в «нейтральных» сетях.

### **Раздел: котельные установки предприятий**

1. Тепловой баланс котельного агрегата. Тепло, полезно затраченное на производство пара, расход топлива и КПД котла.
2. Классификация дисперсных систем и способы выражения их состава. Надежность движения в опускных трубах испарительного контура котла.
3. Поверочный расчет водяного экономайзера котлоагрегата. Зависимость высоты экономайзерного участка трубы с двухфазным потоком в секции топочного экрана прямоточного котла от тепловой нагрузки.

4. Поверочный расчет воздухоподогревателя котлоагрегата. Принципиальные схемы газовоздушных трактов котлоагрегатов.
5. Характеристики форм факела распыла жидкости форсунками. Основные требования к мазутным форсункам, устанавливаемым на котел.
6. Первичный и вторичный воздух. Классификация газовых горелок по способу смешения газа с первичным воздухом. Основные схемы подвода воздуха в вихревую газовую горелку. Основные схемы подвода газа в вихревую горелку.
7. Атмосферная эжекционная горелка, ее принципиальная схема. Диапазон устойчивой работы горелки. Особенности работы диффузионной горелки. Конструктивные схемы диффузионных горелок.
8. Поверочный расчет водяного экономайзера котлоагрегата.
9. Поверочный расчет пароперегревателя котлоагрегата. Принципиальные схемы регулирования температуры перегретого пара котла.
10. Коррекционная обработка котловой воды. Общие положения корректировки качества теплоносителя барабанных и прямоточных котлов. Комплексная обработка котловой воды. Область параметров ее применения.
11. Физико-химические основы распределения примесей между водой и образующимся из нее насыщенным паром. Поведение растворенных газов в процессе деаэрации питательной воды.
12. Способы распыливания жидкостей. Классификация гидравлических форсунок. Конструктивные схемы центробежных форсунок.
13. Понятие коэффициентов тепловой, конструктивной и гидравлической неравномерности. Основные причины неравномерного распределения расхода и приращения энтальпии по отдельным трубам поверхности нагрева.
14. Расходные и истинные параметры, характеризующие поток пароводяной смеси при напорном движении. Гидравлические сопротивления при вынужденном движении пароводяной смеси в трубах.
15. Гидродинамическая характеристика простого контура циркуляции. Критерии надежности естественной циркуляции.
16. Гидразинная обработка питательной воды. Точка ввода гидразина в питательную воду. Коррекционная обработка питательной воды котла аммиаком.
17. Тепловая развертка параллельно включенных труб. Коллекторный эффект гидравлической развертки параллельно включенных труб при различных схемах их включения.
18. Теплота сгорания топлива. Физические характеристики топлива, пересчет характеристик с одной массы на другую.
19. Геометрические и тепловые характеристики топок.
20. Основные конструкции топочных устройств для слоевого сжигания топлива.
21. Особенности конструкций котлов промпредприятий по способу сжигания топлива.
22. Гидравлическая характеристика потока пароводяной смеси при напорном движении. Влияние местных сопротивлений на стабильность характеристик.

23. Подготовка к сжиганию твердого топлива. Размольные характеристики топлива.

25. Атмосферная эжекционная горелка, ее принципиальная схема. Диапазон устойчивой работы горелки. Особенности работы диффузионной горелки. Конструктивные схемы диффузионных горелок.

## 5. Литература

### 5.1. Основная литература

1. А. А. Ионин, В. А. Жила, В. В. Артихович, М. Г. Пшоник. Газоснабжение: учебник для студентов ВУЗов по специальности теплогазоснабжение и вентиляция м. Издательство АСВ, 2012 г. 372 с.
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М./ Техническая термодинамика. Учебник для втузов. Высшая школа 2000.
3. Семенова, Н. Г., Раимов А.Т. Электроснабжение с основами электротехники: учебное пособие, Ч. 1 Н. Г. Семенова. – Оренбург : ОГУ, 2014 2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=469654&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=469654&sr=1)
4. А. О. Мирам, В. А. Павленко Техническая термодинамика. Тепломассообмен. Учебное издание. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 352 с. ISBN 978-5-93093-841-8.
5. Лапше Н.Н Основы гидравлики и теплотехники. Учебное пособие для студентов высшего профессионального образования. Лапшев Н.Н; Леонтьева Ю.Н. (Серия-Бакалавриат) образования /– М.: Издательский центр «Академия».2012-400с
6. Рожков Л.Д., Корнеева Л.К., Черкова Т.В. Электрооборудование электростанций и подстанций. М.: Академия 2013г. – 448 с.
7. Теплотехника: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др.]; под ред. М.Г. Шатрова. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 288 с.
8. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие для вузов / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 275 с.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Шишкин Н.Д. Малые энергоэкономичные комплексы с возобновляемыми источниками энергии –М.: Готика, 2000-236 с.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха производственных зданий сельхозназначения: [учебное пособие по направлению 08.03.01 "Строительство"] / В. И. Бодров, Л. М. Махов, Е. В. Троицкая. - Москва: Издательство АСВ, 2014. - 239 с.
3. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. Цанев С.В. Буров В.Д. Ремезов А. Н. - М.: МЭИ, 2002. - 584 с.
4. Теплоснабжение/Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Изд-во ассоциации строительных вузов 2007 г.

5. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник под общ. Ред. А.В. Клименко, В. Зорина-М.: Изд-во МЭИ, 1999-528с.
6. Теплотехника/М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др. Изд. дом «Академия» 2012
7. Теплотехника. Учебное пособие для ВУЗов. Под ред. В.Н. Луканина. 4 изд-е исправ.-М.: Высшая школа, 2003 - 671с.
8. Холщевников В.В., Луков А.В. Климат местности и микроклимат помещений. Учебное пособие-М.: Изд-во АСВ, 2001 г.-200 с.
9. Крупнов П.А. Отопительные приборы, производимые в России и близлежащем зарубежье. Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2002-368с.
10. Амерханов Р.А., Бессараб. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства /Под ред. Б.Х. Драганова - М.: Колос- Пресс, 2002. – 423 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).
11. Крылов Ю. А., Карандаев А. С., Медведев В. Н. «Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частно-регулируемый привод. Лань. 2013 г.
12. Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. М.: Ижевск, 2013. – 591 с.
13. Турхинский А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. М.: Изд-во МЭИ. 2002. – 539 с.
14. Некряченко Г.П., Артюшин А.Н. «Паровые и водогрейные котлы». Учебно-справочное пособие. Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. – 285 с.
15. Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий» в 2 частях, учебник для вузов / под общ. ред. проф. А.П. Несенчука, Минск, УП «Технопринт», 2005. – 410 с.
16. Кондрашова Н.Г., Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки, М, Высшая школа, 1984. – 336 с.
17. Карелин В.Я. Насосы и насосные станции. – М.:Стройиздат, 1986. – 320 с.
18. Черкасский В.М. и др. Нагнетатели и тепловые двигатели. – М.: Энергоатомиздат, 1997. —384 с.
19. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов/ Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С., Чистяков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 460 с

### 5.3. Перечень интернет-ресурсов:

- |   |   |      |
|---|---|------|
| 1. Консультант  | Плюс.   | URL: |
| <a href="http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160060/">http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160060/</a> |   |      |
| 2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»  | <a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>  |      |
| 3. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для «технически умных» людей                                       | <a href="http://www.tehlit.ru">http://www.tehlit.ru</a>   |      |
| 4. Электронная энциклопедия энергетики  | <a href="http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm">http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm</a> |      |
| 5. Научная электронная библиотека   | <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>                                       |      |