

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по НИД

Е.А. Вдовин

» 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
для поступающих по программам подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре

2.4 ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
шифр и наименование группы научных специальностей

2.4.6 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА
шифр и наименование научной специальности

Форма обучения
очная

Год набора 2025

Кафедра
«Теплоэнергетика, газоснабжение и
вентиляция»

г. Казань – 2025 г.

При поступлении в вуз на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре поступающие сдают экзамен по специальности, соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров, в виде устного экзамена.

1. ВОПРОСЫ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

1. Термодинамика и ее метод. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе.
2. Идеальный газ. Законы идеального газа. Смеси идеальных газов.
3. Первый закон термодинамики. Теплота. Опыт Джоуля. Эквивалентность теплоты и работы. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия и внешняя работа.
4. Энтальпия. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Уравнение первого закона термодинамики.
5. Второй закон термодинамики. Формулировка второго закона термодинамики.
6. Циклы. Понятие термического КПД. Источники теплоты. Обратимые и необратимые процессы.
7. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.
8. Энтропия. Изменение энтропии в необратимых процессах. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность.
9. Дифференциальные уравнения термодинамики. Основные математические методы термодинамики.
10. Уравнение Максвелла.
11. Частные производные внутренней энергии и энтальпии.
12. Теплоемкости.
13. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия.
14. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы при искривленных поверхностях раздела.
15. Термодинамические свойства веществ. Термические и калорические свойства жидкостей. Критическая точка.
16. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
17. Термические и калорические свойства реальных газов и влажного воздуха.
18. Уравнение состояния реальных газов.
19. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов и в критической точке.
20. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Политропные процессы.
21. Дросселирование, Эффект Джоуля-Томпсона. Адиабатическое расширение реального газа в вакуум (процесс Джоуля).
22. Процесс смешения. Процессы сжатия в компрессоре.
23. Процессы истечения газов и жидкостей. Параметры торможения. Сопло, диффузор.
24. Полное и статическое давление. Уравнение Бернулли. Число Маха. Показатель адиабаты.
25. Термодинамические циклы. Термический КПД. Эксергия.
26. Циклы Карно, Отто, Дизеля, Брайтона, Ренкина. Регенерация теплоты в цикле.
27. Холодильные циклы. Обратные тепловые циклы и процессы. Холодильные установки.
28. Цикл воздушной холодильной установки.
29. Цикл пароконденсационной холодильной установки.

30. Цикл пароежекторной холодильной установки.
31. Понятие о цикле абсорбционной холодильной установки.
32. Цикл термоэлектрической холодильной установки.
33. Принцип работы теплового насоса.
34. Основные положения теплопроводности. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, твердых диэлектриках. Температурное поле. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от различных факторов.
35. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия для процессов теплопроводности. Граничные условия первого, второго, третьего и четвертого родов. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи.
36. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность при нестационарном режиме. Теплопроводность тонкой пластины, длинного цилиндра и шара при нестационарном режиме.
37. Подобие и моделирование процессов тепломассообмена. Общие условия подобия физических процессов.
38. Основные положения конвективного теплообмена. Конвективный теплообмен как совокупность молярного и молекулярного переноса. Теплоотдача в однофазных жидкостях и при фазовых превращениях, при вынужденной и естественной конвекции.
39. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Уравнение теплоотдачи. Уравнение энергии. Уравнение движения. Уравнение сплошности. Условия однозначности.
40. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Теории пограничного слоя. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
41. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб. Режимы течения в пограничном слое при поперечном омывании цилиндра и их связь с теплоотдачей.
42. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах. Особенности течения и теплообмена в трубах. Ламинарный и турбулентный режимы. Участки гидродинамической и тепловой стабилизации. Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения и в изогнутых и шероховатых трубах.
43. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Факторы, обуславливающие свободное движение.
44. Конвективный тепло- и массообмен. Основные положения теории массообмена. Концентрационная, термо- и бародиффузии. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
45. Конвективный массообмен как совокупность молярного и молекулярного переноса вещества. Плотность потока массы в процессе конвективного массообмена.
46. Диффузионный пограничный слой. Система дифференциальных уравнений диффузионного пограничного слоя. Граничные условия на поверхности раздела фаз. Коэффициент массоотдачи. Применение теории подобия к процессам массообмена, основные числа подобия. Аналогия процессов переноса тепла, массы и импульса. Теплообмен при конденсации чистого пара.
47. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Механизм пленочного кипения. Расчет теплоотдачи при пленочном кипении жидкости.
48. Теплообмен излучением. Природа теплового излучения. Основные понятия и определения: поток излучения, поверхностная и спектральная плотность потока излучения; интенсивность яркость излучения; поглощательная, отражательная и пропускная способность тела. Виды потоков излучения.
49. Законы излучения абсолютно черного тела. Закон Планка, закон Вина, закон Стефана-

Больцмана. Серое тело. Степень черноты. Закон Кирхгофа для монохроматического и интегрального излучения. Закон Ламберта.

50. Теплообменные аппараты. Общие сведения. Назначение теплообменников. Их классификация по принципу действия. Проектный и поверочный расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.
51. Средний температурный напор. Расчет поверхности теплообмена, конечной температуры теплоносителей.
52. Основы гидравлического расчета теплообменников. Определение мощности, затрачиваемой на прокачку теплоносителей.
53. Особенности выбора средств и методов тепловой защиты. Способы тепловой защиты от конвективного и совместного (конвективно-лучистого) нагрева.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Таблица 2.1

Основная литература		
№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1	Теплообменные аппараты и теплоносители (Теория и расчет) : учебное пособие / В. К. Кошкин, Э. К. Калинин. - М. : Машиностроение, 1971. - 200с.	1
2	Теплотехника : Учебник для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров. Г.М, Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. - 3-е изд., испр. - М. : Высш.шк., 2002. - 671с.	1
3	Теплопередача [Текст] : учебник для студ. теплоэнергетич. спец. вузов / Исаченко, Виктор Павлович, Осипова, Варвара Александровна, Сукомел, Александр Семенович. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1981. - 416с.	3
4	Тепломассообмен : учебник / С. Н. Шевченко. - М. : ИНФРА-М, 2015. - 464с.	1

Таблица 2.2

Дополнительная литература		
№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1	Тепломассообмен [Текст] : учеб.пособие / Брюханов, Олег Николаевич, Шевченко, Сергей Николаевич. - М. : АСВ, 2005. - 460с.	3
2	Теплотехника : учебник / С. П. Рудобашта. - изд.2-е, допол. - М. : Перо, 2015. - 672с.	27
3	Теплотехника [Текст] : учеб. пособие / Булгакова, Руфина Ивановна, Круглова, Елена Семеновна. - 2-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 208с.	17
4	Тепловое оборудование и тепловые сети [Текст] : Учебник для студ. вузов / Г.В. Арсеньев, В.П. Белоусов, А.А. Дранченко и др. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 400с.	17

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценка результатов проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Таблица 3.1

Критерии оценки	
Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Даны полные и правильные ответы на все вопросы. Поступающий четко и ясно излагает свои мысли, приводит примеры и отвечает на все дополнительные вопросы.
<i>«хорошо»</i>	Даны полные ответы на все вопросы. Поступающий четко и ясно излагает свои мысли, приводит примеры и отвечает также на большинство дополнительные вопросы.
<i>«удовлетворительно»</i>	Даны полные ответы не на все вопросы. Поступающий правильно излагает свои мысли и отвечает также на большинство дополнительные вопросы.
<i>«неудовлетворительно»</i>	Не дано ответов на большинство вопросов, имеются грубые ошибки или даны неполные ответы. Поступающий не четко выражает свои мысли, не приводит примеров.