

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет
имени Доржи Банзарова»

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по научной специальности
2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

Улан-Удэ, 2026

1. Аннотация

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

Поступающий в аспирантуру должен иметь высшее образование – диплом об окончании магистратуры или специалитета. Объем требований к поступающим в аспирантуру определяется содержанием программ вступительных испытаний. Поступающие в аспирантуру должны продемонстрировать достаточный уровень знаний в области физики, а также навыки работы с основной и дополнительной литературой по дисциплине, дать оценку актуальности проблематики разных научных школ, владение методами и приемами анализа свойств материалов.

2. Цели и задачи вступительных испытаний

Целью вступительных испытаний является оценка уровня знаний, умений и навыков теоретических и методологических основ специальности «Теоретическая и прикладная теплотехника» на базе знаний и по общей физике, термодинамике, тепломассообмену, приобретенных в процессе обучения по программам бакалавриата, магистратуры.

Задачи вступительных испытаний:

- определить объем знаний по курсу термодинамики, тепломассообмена и гидрогазодинамики;
- оценить сформированные умения по применению теоретических знаний при решении задач;
- определить умения и навыки самостоятельной научно-исследовательской поступающего.

3. Форма проведения вступительных испытаний

Для поступающих на места в рамках контрольных цифр приема, а также по договорам об оказании платных образовательных услуг на определенное

направление подготовки устанавливаются одинаковые вступительные испытания по дисциплине на русском языке. Вступительные испытания проводятся в устной форме по билетам.

4. Оценка результатов вступительных испытаний

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по стобалльной шкале, минимальный балл для зачисления составляет 60 баллов.

Оценка определяется как средний балл, выставленный экзаменаторами во время экзамена.

Критерии оценки результатов экзамена в аспирантуру:

100 - 85 полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.

84 - 65 правильные и достаточно полные, не содержащие ошибок и упущений ответы. Оценка может быть снижена в случае затруднений студента при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.

64 - 30 недостаточно полный объем ответов, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

29 - 20 неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях.

19 - 1 отсутствие необходимых знаний.

Пересдача вступительных испытаний не допускается. Сданные вступительные испытания действительны в течение календарного года.

5. Перечень вопросов для вступительных испытаний

5.1. Термодинамика

Основные положения и определения термодинамики. Термодинамическая система, термодинамический процесс, параметры состояния. Внутренние параметры состояния (давление, температура, плотность). Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Законы Джоуля и Майера. Влажный воздух. Относительная влажность, влагосодержание. Энтальпия. $I-d$ диаграмма влажного воздуха. Энергия, энтальпия, теплота, работа. Теплоемкость, виды теплоемкости, средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкость газовой смеси. Отношение теплоемкостей. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия и внешняя работа. Закон сохранения и превращения энергии. Термодинамические процессы. Представление термодинамических процессов в $P-v$ и $T-s$ диаграммах. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. Адиабатный процесс. Политропные процессы. Определение показателя политропы. Работа и теплота политропного процесса. Второе начало термодинамики. Термодинамические циклы. Цикл Карно. Теорема Карно. Интеграл Клаузиуса. Энтропия, физический смысл энтропии. Эксергия. Термодинамические потенциалы. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества.

5.2. Тепломассообмен

Основное уравнение теплопереноса. Температурный напор и термическое сопротивление. Теплопроводность, схема переноса теплоты теплопроводностью. Коэффициент теплопроводности. Закон Фурье. Температурное поле и его характеристики. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Многослойная стенка. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия.

Конвективный теплоперенос и теплоотдача. Формула Ньютона–Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и основные факторы, влияющие на его величину. Пограничный слой среды и его влияние на коэффициент теплоотдачи.

Элементы теории теплового подобия. Критерии подобия для стационарной теплоотдачи. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплоотдача при движении среды в трубах и каналах. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и в их пучках. Теплоотдача при кипении. Теплоотдача при конденсации. Тепловое излучение. Основные законы излучения. Степень черноты. Лучистый теплообмен между твердыми телами. Приведенный коэффициент излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты. Элементы теплового расчета. Расчетная разность температур. Схемы движения теплоносителей. Интенсификация теплопередачи.

5.3. Гидрогазодинамика

Основные законы гидрогазодинамики. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Течение жидкостей и газов в трубах и каналах. Гидравлическое сопротивление. Потери давления при течении. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Критерий Рейнольдса. Движение газа в соплах и диффузорах. Критические параметры. Скорость звука. Число Маха. Истечение газов.

5.4. Теплофизические свойства веществ

Теплофизические свойства чистых веществ и их смесей, включая флюидонасыщенные горные породы, в широкой области параметров состояния. Связи между строением веществ и их феноменологическими свойствами. Методы расчета термодинамических и переносных свойств в различных агрегатных состояниях. Теплофизические свойства теплоносителей (вода, водяной пар, газы, органические теплоносители, жидкометаллические теплоносители). Таблицы и диаграммы состояния рабочих тел.

5.5. Термодинамические циклы и установки

Термодинамические процессы и циклы применительно к установкам производства, преобразования и потребления энергии. Циклы тепловых двигателей (цикл Ренкина, цикл Карно, циклы газотурбинных установок,

циклы двигателей внутреннего сгорания). Циклы холодильных машин и тепловых насосов. Сжатие газов и паров. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие. Выбор степени повышения давления на ступень.

5.6. Энергоэффективность и оптимизация теплотехнических систем

Научные основы повышения эффективности использования энергетических ресурсов в теплотехническом оборудовании и использующих теплоту системах и установках. Оптимизация схем теплоэнергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, в том числе основанных на принципах их комбинированного производства. Совершенствование методов расчета тепловых сетей и систем теплопотребления с целью повышения их энергоэффективности. Новые конструкции теплопередающих и теплоиспользующих установок и оборудования.

6. Рекомендуемая литература

1. Трухний А.Д., Изюмов М.А., Поваров О.А., Малышенко С.П. Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1. Современная теплоэнергетика / под ред. А.Д. Трухния. – М.: МЭИ, 2008.
2. Карминский В.Д. Техническая термодинамика и теплопередача. Курс лекций для вузов ж.д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005.
3. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1975.
4. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
5. Новиков И.И. Термодинамика. – М.: Машиностроение, 1984.
6. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967.
7. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981.
8. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – М.: Издательство МЭИ, 2001.

9. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат, 1979.
10. Зигель Р., Хауэлл Д. Теплообмен излучением. – М.: Мир, 1975.

Дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для студентов втузов: В 3 т. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1982.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебник для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1985.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – М.: Высш. шк., 1987.
4. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1981.

Зав. кафедрой общей и теоретической
физики, к.т.н., доцент

А.А. Машанов