

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

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по научной специальности
2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели

Улан-Удэ, 2026

1. Аннотация

Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели.

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 термодинамики, гидрогазодинамики, теории рабочих процессов поршневых двигателей и турбомашин, 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 «Турбомашины и поршневые двигатели» на базе знаний и умений по термодинамике, гидрогазодинамике и теории двигателей, приобретенных в процессе обучения по программам бакалавриата, магистратуры.

Задачи вступительных испытаний:

- определить объем знаний по курсу термодинамики, гидрогазодинамики, теории поршневых двигателей и турбомашин;
- оценить сформированные умения по применению теоретических знаний при решении инженерных и научных 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. Механика жидкости и газа (гидрогазодинамика)

Динамика жидкой среды. Математическая трактовка сплошности среды. Классификация сил, действующих в жидкости. Силы массовые и поверхностные. Уравнения движения в формах Эйлера, Навье-Стокса. Начальные и граничные условия. Уравнение Бернулли для установившегося движения.

Основы теории пограничного слоя. Свойства пограничного слоя. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Интегральные соотношения импульсов Кармана. Отрыв пограничного слоя. Управление пограничным слоем.

Турбулентные течения. Возникновение турбулентности. Турбулентные касательные напряжения. Полуэмпирические теории турбулентности.

Основы теории сверхзвуковых течений. Скорость распространения малых возмущений. Возникновение скачков уплотнения. Ударная адиабата. Ударная поляра. Взаимодействие скачка уплотнения с пограничным слоем. Турбинные и компрессорные решетки и их аэродинамические характеристики.

5.2. Термодинамика и теплофизика

Основные положения и определения термодинамики. Термодинамическая система, термодинамический процесс, параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси.

Первое и второе начала термодинамики. Энтропия, физический смысл энтропии. Термодинамические потенциалы.

Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Критерии подобия в задачах теплообмена.

Теплофизические свойства рабочих тел (воздух, продукты сгорания, водяной пар, хладагенты). Таблицы и диаграммы состояния рабочих тел.

5.3. Теория рабочих процессов поршневых двигателей

Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

Рабочие тела в ДВС. Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючей смеси.

Процессы газообмена в двигателях. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Показатели процессов газообмена. Коэффициенты наполнения и остаточных газов.

Процесс сжатия. Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия. Процесс сгорания в двигателях с искровым зажиганием и с воспламенением от сжатия. Процесс расширения и выпуска.

Индикаторные и эффективные показатели двигателя. Мощность, крутящий момент, удельный расход топлива, КПД. Тепловой баланс двигателя.

5.4. Теория рабочих процессов турбомашин

Классификация турбомашин (турбины, компрессоры, насосы, вентиляторы). Принцип действия и основные параметры.

Рабочий процесс в турбинных и компрессорных решетках. Треугольники скоростей. Степень реакции. Потери энергии в лопаточных машинах.

Характеристики турбомашин. Подобие турбомашин. Критерии подобия. Коэффициенты расхода, напора, мощности.

Регулирование турбомашин. Совместная работа турбомашин в составе установок.

5.5. Динамика, прочность и надежность двигателей

Динамика поршневых двигателей. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме. Уравновешивание двигателей. Крутильные колебания.

Динамика роторов турбомашин. Критические частоты вращения. Вибрации и балансировка.

Прочность и напряженно-деформированное состояние основных деталей (поршень, шатун, коленчатый вал, лопатки, диски, валы). Надежность и ресурс.

5.6. Системы управления, регулирования и диагностирования

Системы управления и регулирования поршневых двигателей и турбомашин. Системы топливоподачи, воздухообеспечения, охлаждения, смазки.

Мониторинг технического состояния, диагностирование и контроль показателей функционирования.

Экологические характеристики двигателей. Снижение выбросов вредных веществ

6. Рекомендуемая литература

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. / под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2005.
2. Двигатели внутреннего сгорания: теория рабочих процессов / под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2007.
3. Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. – М.: Машиностроение, 1986.
4. Иноземцев А.А., Сандлер В.Л. Газотурбинные двигатели. – М.: Машиностроение, 1986.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986.
7. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
8. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981.
9. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – М.: Издательство МЭИ, 2001.
10. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1993.

Дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для студентов вузов: 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