

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»



Утверждаю:
Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

Е.О. Степанова

17.07.2025

**Программа вступительного испытания в аспирантуру
по научной специальности 2.4.7 «Турбомашины и поршневые двигатели»**

ЯГТУ самостоятельно проводит вступительное испытание при приеме на обучение по программам аспирантуры. Вступительное испытание проводится с каждым поступающим индивидуально. Экзаменационная комиссия в устной форме проводит собеседование по темам, представленным в приложении № 1 к настоящей программе. Цель собеседования – определить готовность поступающего к освоению выбранной программы аспирантуры.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания и необходимое для участия в конкурсе – 70.

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 100 баллов.

Критерии оценивания:

Оценка от 81 до 100 баллов	Соответствует высокому уровню подготовленности поступающего (поступающий исчерпывающе и точно ответил на все вопросы, продемонстрировал отличное владение базовыми знаниями в области выбранного направления).
Оценка от 61 до 80 баллов	Соответствует хорошему уровню подготовленности поступающего (поступающий точно и без повторных наводящих вопросов ответил на 60 – 80 % вопросов, продемонстрировал хорошее владение базовыми знаниями в области выбранного направления).
Оценка от 41 до 60 баллов	Соответствует удовлетворительному уровню подготовленности поступающего (поступающий точно и без повторных наводящих вопросов ответил на менее 60 % вопросов, продемонстрировал удовлетворительное владение базовыми знаниями в области выбранного направления).
Оценка от 21 до 40 баллов	Соответствует неудовлетворительному уровню подготовленности поступающего (поступающий не смог в полной мере продемонстрировать владение базовыми знаниями в области выбранного направления, при этом неудовлетворительно отвечал на заданные комиссией вопросы).
Оценка от 1 до 20 баллов	Выставляется за неподготовленность поступающего, проявившуюся в неспособности ответить на большую часть вопросов, заданных комиссией, и/или за грубые ошибки в базовых вопросах.
0 баллов	Оценка не выставляется в случае отсутствия ответа.

Перечень тем для подготовки к собеседованию

1. Термодинамика. Тепломассообмен

- 1.1. Внутренняя энергия и теплота. Энтальпия и энтропия. Термодинамическая система. Газовые процессы.
- 1.2. Термодинамические циклы. Полезная работа и КПД циклов.
- 1.3. Циклы компрессорных и холодильных установок.
- 1.4. Способы и законы передачи теплоты.
- 1.5. Основы теории подобия.
- 1.6. Теплообменные аппараты двигателей.

2. Энергетические машины и установки

- 2.1. Энергетическая ситуация в мире. Производство и потребление энергии. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.
- 2.2. Перспективы развития отраслей энергетики (гидро-, ветро-, гелиоэнергетика, атомная энергетика, водородная энергетика).
- 2.3. Альтернативные энергетические двигатели и установки (двигатель с внешним подводом теплоты, пяти- и шеститактные двигатели, двигатели с продолженным расширением, с переменными степенью сжатия и рабочим объемом).
- 2.4. Комбинированные энергетические установки.

3. Теория рабочих процессов поршневых двигателей

- 3.1. Теоретические циклы двигателей. Термический КПД. Рабочие тела.
- 3.2. Термодинамика процессов впуска, сжатия, расширения, выпуска.
- 3.3. Смесеобразование и сгорание в ДВС.
- 3.4. Индикаторные и эффективные показатели ДВС.
- 3.5. Характеристики ДВС (скоростные, нагрузочные, регулировочные, внешние, частичные, многопараметровые).
- 3.6. Тепловой баланс ДВС.
- 3.7. Экологические характеристики ДВС. Нормативы выбросов токсических веществ и средства их выполнения. Нейтрализация отработавших газов.
- 3.8. Моделирование и оптимизация параметров рабочих процессов ДВС.
- 3.9. Наддув ДВС. Турбопоршневые двигатели.

4. Конструкция и расчет поршневых двигателей

- 4.1. Расчетные режимы.
- 4.2. Аналитический расчет прочности основных деталей КШМ (расчетная схема, объем расчета, расчетные параметры, допускаемые значения).
- 4.3. Механизмы газораспределения.
- 4.4. Расчет прочности с учетом усталости, малоцикловой усталости.
- 4.5. Современные конструкционные материалы.
- 4.6. Основы теории метода конечных элементов (основная концепция, вариационное начало, содержание и алгоритмы решения типовых задач, библиотека конечных элементов).
- 4.7. Основы численного расчета прочности, теплопроводности, частот и форм свободных колебаний, контактного взаимодействия.
- 4.8. Система автоматизированного проектирования ДВС. Многодисциплинарные расчеты. Цифровые двойники.

5. Динамика поршневых двигателей

- 5.1. Преобразующие механизмы поршневых двигателей.
- 5.2. Кинематика звеньев кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Матричный метод исследования.
- 5.3. Идентификация параметров КШМ. Статические и динамические модели.
- 5.4. Силы в КШМ. Порядок работы цилиндров. Образование суммарного крутящего момента. Равномерность крутящего момента и хода двигателя. Дифференциальное уравнение вращения вала. Определение параметров маховика.
- 5.5. Нагрузки на шейки и подшипники коленчатого вала. Аналитический и численный расчет.
- 5.6. Уравновешивание поршневых двигателей. Критерии уравновешенности. Остаточная неуравновешенность. Внутренняя неуравновешенность.
- 5.7. Крутильные и продольные колебания в двигателях. Алгоритм расчета. Способы подавления.
- 5.8. Вибрации и шум поршневых двигателей. Вибрационные модели. Способы снижения вибраций.

6. Системы поршневых двигателей

- 6.1. Топливо и смазочные материалы. Основные понятия химмотологии.
- 6.2. Современные системы топливоподачи дизелей, бензиновых и газовых двигателей.
- 6.3. Моделирование рабочих процессов топливоподачи.
- 6.4. Основные понятия трибологии (макро- и микроскопический аспекты механизма образования силы трения; толщина масляного слоя как критерий вида трения). Гидродинамическая теория смазки. Конструкция и расчет системы смазки двигателя.
- 6.5. Тепловой баланс двигателя. Система охлаждения.

7. Управление энергетическими установками с поршневыми двигателями

- 7.1. ДВС как регулируемый объект, его скоростные характеристики. Причины необходимости регулирования частоты вращения дизельных, бензиновых и газовых ДВС.
- 7.2. Устройство основных элементов электронных систем управления, их передаточные функции и структурные схемы: электромагнитные исполнительные механизмы; датчики: блоки управления.
- 7.3. Требования, предъявляемые к динамике систем автоматического управления (САУ) двигателями. Адаптивное регулирование частоты вращения двигателей.
- 7.4. Способы исследования динамики САУ двигателей: переходные функции; частотные характеристики; статистические характеристики.
- 7.5. Математическое описание САР частоты вращения ДВС. Линеаризация уравнений.
- 7.6. Качество регулирования частоты вращения двигателей. Порядок анализа, признаки состояния устойчивости. Способы оценки устойчивости и точности систем.
- 7.7. Синтез САР силовых установок на основе ПИД-регулятора. Последовательность синтеза. Параметрическая и структурная оптимизация.
- 7.8. Применение нечеткой логики и искусственного интеллекта в САУ.

Рекомендуемая литература

К разделу 1

1. Теплотехника. Под ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 344 с.
2. Кригер А.М. [и др.]. Жидкостное охлаждение автомобильных двигателей. – М.: Машиностроение, 1985. – 173 с.
3. Лушпа А.И. Основы химической термодинамики и кинетики химических реакций. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.

К разделу 2

1. Тер-Мкртчян Г.Г. Управление движением поршней в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Metallurgizdat, 2011. – 304 с.
2. Уокер Г. Машина, работающие по циклу Стирлинга. – М.: Энергия, 1978. – 152 с.
3. Яманин А.И. Современные энергетические технологии. Ч. 1. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2016. – 168 с.
4. Яманин А.И. Тепловой расчет двигателя с внешним подводом теплоты. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2015. – 82 с.
5. Смиль В. Энергетика: Мифы и реальность. – М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2012. – 272 с.
6. Тер-Мкртчян Г.Г. Двигатели внутреннего сгорания с нетрадиционными рабочими циклами. – М.: Изд-во МАДИ, 2015. – 80 с.

К разделу 3

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / Д.Н. Вырубов [и др.]; Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
2. Дизели. Справочник / Б.П. Байков, В.А. Ваншейдт, И.П. Воронов [и др.]; под ред. В.А. Ваншейдта, Н.Н. Иванченко, Л.К. Коллерова. – Л.: Машиностроение, 1977. – 480 с.
3. Лямцев Б.Ф. [и др.]. Испытания автомобильных турбокомпрессоров. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 1995. – 132 с.
4. Лямцев Б.Ф. [и др.]. Турбокомпрессоры для наддува двигателей внутреннего сгорания: теория, конструкция и расчет. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2005. – 39 с.
5. Кулешов А.С., Грехов Л.В. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 64 с.
6. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Газодинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 384 с.
7. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1988. – 360 с.
8. Циннер К. Наддув двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1978. – 264 с.
9. Петриченко Р.М., Оносовский В.В. Рабочие процессы поршневых машин. – Л.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
10. Звонов В.А. [и др.]. Оценка и контроль выбросов дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей. – М.: Изд-во ПРИМА-ПРЕСС_М, 2005. – 312 с.
11. Белоусов Е.В. Топливные системы современных судовых дизелей. – СПб.: Лань, 2022. – 256 с.

К разделу 4

1. Чайнов Н.Д. [и др.]. Конструирование двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.
2. Луканин В.Н., Шатров М.Г. Двигатели внутреннего сгорания. Динамика и конструирование. М.: Высшая школа, 2005. – 400 с.

3. Яманин А.И. [и др.]. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении. – М.: Машиностроение, 2005. – 480 с.
4. Конструирование и расчет двигателей внутреннего сгорания / Н.Х. Дьяченко, Б.П. Харитонов, В.М. Петров [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1978. – 392 с.
5. Mollenhauer K., Tschöke H. Handbuch Dieselmotoren. – Berlin, Magdeburg: Springer Verlag, 2007. – S. 703.
6. Исерлис Ю.Э., Мирошников В.В. Системное проектирование двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1981. – 255 с.
7. Ваншейдт В.А. Конструирование и расчет прочности судовых дизелей. – Л.: Судостроение, 1969. – 640 с.
8. Володин А.И. Локомотивные двигатели внутреннего сгорания. – М.: Транспорт, 1978. – 239 с.
9. Котельников В.Р. Отечественные авиационные поршневые моторы (1910-2009). – М.: изд-во Русского Фонда Содействия Образованию и Науке, 2010. – 504 с.
10. Румб В.К. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Конструирование, расчеты прочности, износостойкости. – Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2024. – 480 с.
11. Румб В.К. Судовая пропульсивная установка с двигателем внутреннего сгорания. – Вологда: Изд-во Инфра-Инженерия, 2024. – 480 с.

К разделу 5

1. Яманин А.И. [и др.]. Динамика поршневых двигателей внутреннего сгорания. – СПб.: Лань, 2020. – 592 с.
2. Яманин А.И. Динамические расчеты поршневых двигателей в среде Microsoft Excel. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. – 111 с.
3. Яманин А.И. Динамические расчеты поршневых двигателей в среде Autodesk Inventor. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2013. – 112 с.
4. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей. – М.: Машиностроение, 1990. – 279 с.
5. Яманин А.И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей. – М.: Машиностроение, 2003. – 479 с.
6. Истомина П.А. Крутильные колебания в судовых ДВС. – Л.: Судостроение, 1968. – 304 с.
7. Маслов Г.С. Расчеты колебаний валов. Справочник. – М.: Машиностроение, 1980. – 151 с.

К разделу 6

1. Троицкий С.Н. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости для строительных машин. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 96 с.
2. Бакулин В.Н. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология. – М.: ИД МЭИ, 2016. – 615 с.
3. Новиков В.Г., Жаров А.В. Трибология. Трение металлов и эластомеров. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2004. – 79 с.
4. Новиков В.Г., Жаров А.В. Трибология. Смазка трущихся сопряжений. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2008. – 92 с.
5. Новиков В.Г., Жаров А.В. Трибология. Изнашивание металлов. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2008. – 102 с.
6. Путинцев С.В. Введение в трибологию поршневых двигателей. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 184 с.

К разделу 7

1. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1989. – 415 с.
2. Хрящев Ю.Е. [и др.]. Введение в теорию цифрового управления дизелем. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2012. – 76 с.

3. Хрящев Ю. Е. Оптимизация управления топливоподачей автомобильных ДВС. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. – 72 с.
4. Хрящев Ю.Е. [и др.]. Алгоритмы управления двигателями внутреннего сгорания – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. – 203 с.
5. Автомобильные двигатели с турбонаддувом / Н.С. Ханин, Э.В. Аболтин, Б.Ф. Лямцев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1991. – 336 с.
6. Петров В.А. Автоматические системы транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1974. – 336 с.
7. Сига Х., Мидзутани С. Введение в автомобильную электронику. – М.: Мир, 1989. – 232 с.
8. Автоматическое регулирование теплового состояния судовых двигателей внутреннего сгорания / В.Н. Тимофеев [и др.]. – СПб.: Лань, 2024. – 272 с.
9. Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р. Управление техническими системами. – СПб.: Лань, 2023. – 344 с.