

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)



**Программа вступительного испытания  
для поступления в магистратуру по направлению:  
24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов**

Профили подготовки:  
«Авиационные двигатели и энергетические установки»

Казань 2021

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF THE RUSSIAN FEDERATION  
federal state budget educational institution of higher education  
"Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev - KAI " (KNRTU-KAI)  
Institute of Aviation, Land Transport and Energy

Approved by  
Vice-Rector for Educational Activities

R.E. Moiseev  
«\_\_\_» 20\_\_\_

**Entrance Test Programme  
for admission to the Master's degree program:  
24.04.05 – Aircraft engines**

Training profiles:  
«Jet Engines and Power Plants»

Kazan 2021

## **1 Цели и задачи вступительного испытания**

Вступительное испытание в магистратуру направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерской программы по направлению 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов. В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения в области основ современного двигателестроения; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре по направлению 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов.

## **2 Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата и высшего образования для поступающих в магистратуру**

Лица, имеющие диплом бакалавра или специалиста, желающие освоить данную магистерскую программу, зачисляются в магистратуру по результатам вступительных испытаний, программа которых разработана Университетом.

Программа вступительных испытаний состоит из двух обязательных разделов:

- вступительного междисциплинарного экзамена;
- дополнительного собеседования (при необходимости).

Экзамен и собеседование проводятся в очной или дистанционной форме при условии идентификации поступающего посредством видеозвонка.

На вступительном экзамене абитуриент должен показать уровень знаний, соответствующих освоению следующих компетенций, эквивалентных компетенциям ФГОС ВО (3++) по направлению подготовки бакалавриата 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов:

2.1 способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранных языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

2.2 способность к самоорганизации и самообразованию;

2.3 способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с использованием современных информационных технологий;

2.4 Способность проводить технико-экономическое обоснование проектных и конструкторских решений;

2.5 Способность проводить экспериментальные исследования параметров и характеристик авиационных силовых установок с использованием автоматизированных систем регистрации и обработки информации.

В ходе дополнительного собеседования оценивается мотивация и уровень подготовки абитуриента для прохождения обучения по магистерской программе 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов.

### **3 Содержание программы вступительного междисциплинарного экзамена**

Абитуриенты, поступающие в магистратуру по программе 24.04.05 – Двигатели летательных аппаратов, должны пройти тестирование и ответить на несколько вопросов из нижеприведенного списка:

#### **Тематика основных вопросов**

##### ***3.1 Механика жидкости и газа***

###### ***1 Основные понятия и определения***

1.1 термогазодинамическая система;

1.2 жидкий и контрольный объемы при решении задач механики жидкости и газа;

1.3 свойства жидкостей;

###### ***2 Математическая модель одномерного движения газа***

2.1 уравнение неразрывности;

2.2 уравнение количества движения;

2.3 уравнение моментов количества движения;

2.4 уравнение энергии в тепловой форме;

2.5 уравнение энергии в механической форме (уравнение Бернулли) ;

2.6 уравнение состояния;

2.7 уравнение изменения энтропии;

###### ***3 Газодинамическая форма математической модели одномерного течения газа***

3.1 параметры торможения;

3.2 безразмерные скорости;

3.3 газодинамические функции;

3.4 математическая модель одномерного течения сжимаемого газа в газодинамической форме;

3.5 закон обращения воздействий;

3.6 кризис течения;

*4 Сверхзвуковые течения газа*

4.1 обтекание тел дозвуковым и сверхзвуковым потоками газа;

4.2 характеристики сжатия и разрежения;

4.3 прямые скачки уплотнения;

4.4 косые скачки уплотнения;

4.5 сверхзвуковое течение с непрерывным увеличением скорости;

*5 Реактивная тяга двигателя и газодинамические процессы в его элементах*

5.1 тяга реактивного двигателя;

5.2 течение газа в сопле;

5.3 тепловое воздействие на газ

5.4 газодинамические процессы в компрессоре и турбине;

5.5 течение газа в диффузорах.

***3.2 Вопросы по общей теории двигателей летательных аппаратов***

- 1 Окружающее пространство и его взаимодействие с летательным аппаратом, двигательными и энергетическими установками;
- 2 Механика безмоторного полета летательного аппарата, возможности, которые предоставляет полет с тяговым усилием;
- 3 Основные элементы современных летательных аппаратов;
- 4 Источники массы и энергии для двигателей летательных аппаратов;
- 5 Способы преобразования первичной энергии в энергию необходимую для использования на различных летательных аппаратах;
- 6 Основные положения динамики жидкости и газа в двигателях различных типов, уравнение обращенного воздействия;
- 7 Реактивные и ракетные двигатели, их особенности и характеристики;
- 8 Фундаментальные законы сохранения и их использование для организации рабочего процесса в двигателях;
- 9 Способы ускорения рабочих тел и получение тягового усилия;
- 10 Основные расчетные соотношения и ожидаемые параметры двигателей;
- 11 Тяга, скорость истечения, мощность и удельные характеристики двигателей;
- 12 Типы и характеристики топлив/рабочих тел двигателей;
- 13 Схемы двигателей, их основные элементы и параметры;
- 14 Классификация двигателей летательных аппаратов;
- 15 Области применения двигателей различного типа;

- 16 Основные термодинамические процессы в двигателях;
- 17 Сопло Лаваля как устройство для создания тягового усилия, принцип действия, форма сверхзвукового сопла;
- 18 Взаимодействие двигателей с различными системами летательных аппаратов;
- 19 Современное состояние основных типов летательных аппаратов и их двигателей, тенденция их развития;
- 20 Система реверса.

### ***3.7 Термодинамика и теплопередача***

- 1 Принципиальные отличия термических уравнений состояния реальных газов от идеальных;
- 2 Особенности расчетов параметров состояния для смесей идеальных газов;
- 3 Основные законы термодинамики. Их формулировки и математическая запись;
- 4 Расчеты энергетических величин для политропных процессов;
- 5 Основные уравнения для процессов течения жидкостей и газов;
- 6 Закономерности процесса дросселирования;
- 7 Термодинамические процессы в одноступенчатых и многоступенчатых компрессорах;
- 8 Эффективность прямых и обратных циклов.
- 9 Термодинамическая эффективность реактивных двигателей и их циклов;
- 10 Циклы паросиловых установок;
- 11 Механизмы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, их физические модели;
- 12 Основной закон теплопроводности. Градиент температуры;
- 13 Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия;
- 14 Стационарная теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенку;
- 15 Нестационарная теплопроводность. Критерий подобия в задачах нестационарной теплопроводности;
- 16 Конвективный теплообмен. Виды конвекции. Физический смысл критериев подобия конвективного теплообмена;
- 17 Конвективный теплообмен при движении с большой скоростью;
- 18 Конвективный теплообмен при химических реакциях;
- 19 Конвективный теплообмен при фазовых превращениях;
- 20 Основные законы теплового излучения.

### ***3.8 Технология производства ДЛА***

- 1 Конструкционные и инструментальные материалы;
- 2 Токарная обработка. Обработка, станки и инструменты;
- 3 Фрезерование. Обработка, станки и инструменты;
- 4 Сверление, зенкерование, развертывание. Обработка, станки и инструменты;
- 5 Протягивание. Обработка, станки и инструменты;
- 6 Абразивная обработка. Обработка, станки и инструменты;
- 7 Точность обработки;
- 8 Аналитические методы определения припусков;
- 9 Методы получения заготовок;
- 10 Особенности единичного, серийного и массового производства;
- 11 Структура технологического процесса;
- 12 Виды технологической документации;
- 13 Станочные приспособления;
- 14 Классификация станков с ЧПУ;
- 15 Свойства поверхностного слоя детали;
- 16 Единая система допусков и посадок;
- 17 Размерные цепи.

#### **4 Содержание дополнительного собеседования**

При прохождении конкурсного отбора абитуриенты должны рассказать о своем опыте учебной, научной и профессиональной деятельности и могут предоставить как дополнение следующие документы:

- дипломы победителей олимпиад и лауреатов конкурсов научных и проектных работ;
- данные о наличии именных стипендий и грантов министерств, ведомств, фондов, подтвержденные документально;
- опубликованные научные и научно-практические работы (заверенные копии);
- сертификаты о прохождении стажировок и курсов повышения квалификации; - рекомендации государственной аттестационной комиссии.
- сведения о полученном образовании (например, диплом бакалавра, выписка с оценками, имеющийся средний балл и т.п.);
- сертификат уровня освоения английского языка (при наличии).

## Литература

1. Прикладная газовая динамика : учеб. пособие / Б. С. Виноградов. - Репр. воспроизведение изд. 1965 г. - М. : ЭКОЛИТ, 2011. - 353 с.
2. Механика жидкости и газа : Учеб. для вузов / Л.Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с.
3. Прикладная газовая динамика : учебник для втузов / Г. Н. Абрамович. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука : Физматлит, 1969. - 824 с.
4. Гидrogазодинамика : Учебное пособие для вузов / В. А. Кузнецов. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 120 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/447704><https://urait.ru/book/cover/3EAAC409-9048-4BVE-A05B-60576ECA694F>
5. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. - Москва: Машиностроение, 2020 - . - URL: <https://e.lanbook.com/book/151080> ISBN 978-5-907104-44-0. - Текст : электронный.  
К. 1: Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ : учебник для вузов / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2020. - 336 с.
6. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник.- Москва: Машиностроение, 2020 - URL: <https://e.lanbook.com/book/151081>. ISBN 978-5-907104-44-0. - Текст : электронный.  
К.2: Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики : учебник для вузов / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2020. - 280 с.
7. Авиационный двигатель : Учебник / А.А. Иноземцев. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2007. - 320 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=851808&id=62312>.
8. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрецкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т.2.Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. Москва, Машиностроение, 2008. – 367с.
9. Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели. Основные параметры и конструктивные схемы: Учеб. пособие. — М.: ОАО "Издательство "Машиностроение", 2005. — 336 с.
10. А.А. Иноземцев «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок»; Издательство «Машиностроение», 1-5 тома, 2008 г.

11. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок:  
Учебник / В.И.Бакулев, В.А.Голубев, Б.А.Крылов и др.: Под редакцией В.А.Сосунова,  
В.М.Чепкина. - М.: Изд-во МАИ, 2003. -688 с.
12. Техническая термодинамика : Учеб. для теплоэнерг.спец.вузов / Кириллин, Владимир  
Алексеевич, Сычев, В.В, Шейндлин, А.Е. - 4-е изд. - М. : Энергоиздат, 1983. - 416с.
13. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике: Учебник для  
авиационных специальностей вузов/ В.С. Авдуевский, Б.М. Галицкий, Г.А. Глебов  
и др.; Под общ. Ред. В.С. Авдуевского, В.К. Кошкина. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.  
Машиностроение, 1992.-528с.

Директор ИАНТЭ



Магсумова А.Ф.

Ответственный секретарь  
приемной комиссии КНИТУ-КАИ



Шакирзянов Р.М.

Заведующий кафедрой РДиЭУ



Лопатин А.А.