

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»



Утверждаю
проректор по ОД

Н.Н. Маливанов

2018 г.

Программа
вступительного испытания в магистратуру по направлению 24.04.04
«Авиастроение»
магистерская программа
«Самолетостроение»

Казань 2018

1. Цели и задачи вступительного испытания

Целью вступительных испытаний в магистратуру является определение уровня качества подготовки абитуриентов, пригодность и соответствие знаний и умений требованиям ФГОС ВО, необходимым для обучения в магистратуре.

2. Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата для поступающих в магистратуру

Абитуриент должен показать уровень знаний, эквивалентный освоению следующих компетенций ФГОС ВО по направлению 24.03.04 «Авиастроение»:

Общекультурные компетенции

ОК-1 способность владеть культурой мышления, обобщать, воспринимать и анализировать информацию, ставить цели и выбирать пути их достижения; ОК-2 способность логически верно строить устную и письменную речь; ОК-3 способность быть готовым к кооперации с коллегами, работе в коллективе; ОК-4 способность использовать нормативные правовые акты в своей деятельности; ОК-5 способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; ОК-6 способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладает высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности; ОК-7 способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач; ОК-8 способность осознавать сущность и значение информации в развитии современного общества и владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; ОК-9 способность владеть навыками работы с компьютером как средством управления информацией; ОК-10 способность владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного; ОК-11 способность владеть навыками использования средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-1 способность получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки конструкций авиационных летательных аппаратов и их систем; ОПК-2 способность разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций; ОПК-3 способность владеть методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ; ОПК-4 способность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных конструкторских работ; ОПК-5 способность владеть навыками обращения с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации

стандартам, техническим условиям и нормативным документам; ОПК-6 способность владеть основами современного дизайна и эргономики; ОПК-7 способность использовать стандарты и типовые методы контроля и оценки качества выпускаемой продукции; ОПК-8 способность к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; ОПК-9 способность владеть методами контроля соблюдения экологической безопасности; ОПК-10 способность владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований; ОПК-11 способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу их результатов; ОПК-12 способность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию; ОПК-13 способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования.

Профессиональные компетенции

ПК-1 способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин; ПК-2 способность освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций; ПК-3 способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владеть методами технической экспертизы проекта; ПК-4 способность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции; ПК-5 способность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами; ПК-6 способность к организации рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования; ПК-7 способность владеть методами контроля соблюдения технологической дисциплины; ПК-8 способность разрабатывать документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках; ПК-9 способность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами.

3. Содержание программы вступительного экзамена

Экзамен проводится в несколько этапов:

- 1) этап определения уровня базовых знаний абитуриента;
- 2) этап(ы) определения наличия специальных знаний и умений.

По усмотрению экзаменаторов первый этап может быть проведен в форме тестирования. Также по усмотрению экзаменаторов согласно освоённой абитуриентом ОК-10 (способностью владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного) или эквивалентной ей компетенции вопросы и задания могут быть представлены на английском или французском языках с формой ответа на языке вопроса. Выбор языков обусловлен происхождением большинства терминов авиастроения.

Вопросы для этапа определения уровня базовых знаний абитуриента:

а) Общие вопросы конструирования ЛА и их агрегатов

Принципы конструирования ЛА. Эволюция компоновок конструкций ЛА. Фактор преемственности конструкций. Прогнозирование развития конструкций. Методы формирования конструктивно-силовой схемы. Критерии качества и факторы, его определяющие. Конструкционные способы обеспечения качества: прочность конструкции, устойчивость, герметичность, долговечность, надежность. Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Нормы прочности для различных случаев нагружения. Аэродинамические, динамические и тепловые нагрузки на ЛА. Влияние температуры на несущую способность конструкции. Расчетные случаи. Изменение нагрузок на различных этапах эксплуатации ЛА. Проектирование оптимальных конструкций фюзеляжа, корпуса, крыльев и топливных баков. Методы выбора основных конструкционных, теплозащитных и теплоизоляционных материалов. Процесс проектирования частей ЛА. Основные параметры частей ЛА. Методы описания поверхностей ЛА. Влияние интенсивности и вида действующей нагрузки на конструкцию ЛА. Надежность и ресурс конструкции. Выбор конструктивно-силовой схемы. Применение метода конечных элементов (МКЭ) при проектировании рациональных конструктивно-силовых схем. Выбор материалов элементов конструкции с учетом условий производства, эксплуатации, прочности, жесткости и долговечности.

б) Проектирование крыла, оперения и органов управления

Основные весовые и аэродинамические характеристики крыла. Аэродинамическая компоновка крыла, типы профилей крыла, аэродинамическая и геометрическая кривая. Проектирование механизации и органов управления. Управление пограничным слоем и циркуляции. Непосредственное управление подъемной силой. Адаптивные крылья. Основные характеристики оперения. Типы оперения. Расположение вертикального и горизонтального оперения на ЛА различного назначения. Определение основных параметров и характеристик оперения. Выбор параметров органов управления. Анализ и выбор конструктивно-силовой схемы оперения и рулей. Конструкция переставных и управляемых стабилизаторов.

в) Конструкция и проектирование фюзеляжа и силовой установки

Типы и характеристики фюзеляжа: аэродинамическая компоновка ЛА различного назначения. Понятие о несущем фюзеляже. Анализ и выбор конструктивно-силовой схемы фюзеляжа. Силовая увязка фюзеляжа с крылом, оперением, двигателями. Особенности конструктивно-силовых схем фюзеляжей современных ЛА. Конструктивные мероприятия по повышению живучести и ресурса фюзеляжей. Влияние гермокабин на конструктивно- силовую схему фюзеляжа. Требования к силовой установке, типы и характеристики авиационных двигателей. Установка двигателей на ЛА. Размещение топливных баков на дозвуковых

и сверхзвуковых ЛА. Топливные отсеки в конструкции корпуса. Защита корпуса от кинетического нагрева. Мероприятия по защите силовой установки и топливных баков от пожара и взрыва в полете.

г) Системы управления ЛА

Требования к системе управления ЛА различного назначения. Задачи проектирования систем управления, стабилизации и наведения ЛА. Важнейшие характеристики управляемости и их связи с параметрами ЛА. Возмущающие факторы. Способы управления и наведения. Автономные системы управления, системы телеуправления, системы самонаведения. Исходные данные для проектирования и выбор параметров различных каналов управления. Командные рычаги: типы и конструкция, размещение командных рычагов в кабинах экипажа пилотируемых ЛА, учет требований эргономики. Типы проводок управления, характеристики нагружения, конструкции. Электродистанционные системы управления. Принципы подключения исполнительных механизмов, гидравлические усилители. Обеспечение требований безопасности полета при проектировании систем управления. Резервирование систем. Использование систем управления ЛА для улучшения его летных характеристик.

д) Конструкция и проектирование шасси

Типы и основные параметры шасси. Анализ и рекомендации по выбору схемы шасси. Характеристики проходимости ЛА по фунтовым и бетонным ВПП. Конструктивно-силовые схемы шасси. Кинематические схемы уборки шасси, авиационные колеса. Системы торможения ЛА, их энергоемкость. Конструкция и расчет амортизаторов, связь параметров амортизации с ресурсом ЛА. Нагружение и работа элементов шасси. Принципы обеспечения надежности и долговечности. Влияние параметров шасси на технико-экономические и эксплуатационные характеристики ЛА. Выбор основных параметров шасси.

е) Надежность, ресурс и безопасность полета ЛА

Основные понятия и показатели надежности. Современный уровень надежности авиационной, находящейся в эксплуатации. Эксплуатационная технологичность ЛА. Взаимосвязь надежности и эксплуатационной технологичности ЛА и его систем. Требования ЛА по безопасности полета. Обоснование требований по надежности и безопасности полетов для вновь проектируемых ЛА их систем. Порядок работ по количественному анализу схемной надежности систем. Модели и методы количественного анализа схемой надежности ЛА в целом и его систем. Надежность, живучесть, ресурс и срок службы конструкции планера ЛА. Нагрузки, действующие на ЛА в полете и при движении на ВПП, их цикличность. Изменение состояния конструкции ЛА в условиях эксплуатации. Основы определения ресурса конструкции. Факторы, влияющие на ресурс. Испытания конструкции на ресурс. Пути повышения усталостной и коррозионной прочности конструкции. Влияние условий эксплуатации на надежность, ресурс и безопасность полета.

ж) Сертификация авиационной техники

Основные понятия о сертификации авиационной техники (АТ). Правовые основы сертификации АТ. Гармонизация правил сертификации АТ мировых авиационных сообществ. Сертификация объектов АТ и эксплуатантов. Сертификация разработчика авиационной техники. Сертификация типа и экземпляра АТ. Сертификационный базис воздушных судов (ВС). Требования по шуму и эмиссии вредных веществ. Сертификация комплектующих изделий. Сертификация производства воздушного судна. Поддержание летной годности ВС. Внедрение изменений в тип ВС. Классификация изменений. Дополнение к сертификату типа. Директивы летной годности. Действия сертификатов летной годности.

Также на этом этапе каждый абитуриент должен продемонстрировать навыки выполнения эскиза на примере магистрального самолета.

Задания для этапа(ов) определения наличия специальных знаний и умений:

Разработать алгоритм решения задачи

Пример 1: Накладка из стали 30ХГСА шириной b нагружается силой P . Подобрать толщину накладки δ , диаметр болтов из стали 30ХГСА и размер перемычки a , обеспечивающих передачу этой силы, *по исходным данным*.

Пример 2: Два листа из Д16Т шириной b склеены внахлестку клеем ВК-1 и нагружены растягивающей силой P . Определить потребную толщину листов δ и длину клеевого соединения l *по исходным данным*.

Пример 3: Пояса лонжеронов отъемной части крыла и центроплана выполнены из профилей шифра ХХХХ из стали 30ХГСА, а стенки из листа толщиной 1 мм из Д16АТ. Разработать *по исходным данным* конструкцию стыкового узла со стыковыми болтами, ось которых вертикальна, при этом узел на лонжероне отъемной части крыла выполнен в виде уха, а на лонжероне центроплана – в виде вилки. Габариты узла не должны выходить за обводы крыла.

Сделать оценку решения задачи синтеза проекта самолета по одному из следующих вопросов

Вопрос 1: Влияние массы коммерческой нагрузки на массу самолета.

Вопрос 2: Влияние скорости полета самолета на его массу.

Вопрос 3: Влияние количества промежуточных посадок на массу самолета и коммерческую скорость.

Вопрос 4: Влияние условий базирования на массу самолета.

Вопрос 5: Влияние ресурса самолета на его массу.

Вопрос 6: Реализация суперкритического профиля крыла.

Вопрос 7: Уменьшение эксплуатационного разбега центровок самолета.

Вопрос 8: Уменьшение запаса продольной статической устойчивости самолета.

Вопрос 9: Применение нового варианта средств механизации крыла.

Вопрос 10: Изменение компоновки двигателей на самолете.

Показать на примерах, в том числе на эскизах, один из принципов конструирования:

- 1) принцип равнопрочности;
- 2) принцип передачи сил по кратчайшему расстоянию;
- 3) использование максимальной базы при изгибе;
- 4) принцип равной устойчивости;
- 5) специализация и совмещение функций.

Основная литература

1. Аэрогидродинамика: учеб. пособие / А.Н. Кусюмов, А.В. Иванов, Е.В. Романова; Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. - 160 с.
2. Арепьев А.Н. Проектирование легких пассажирских самолетов. – М.: Изд-во МАИ, 2006. – 640 с.
3. Вениаминов Р.Г. Волжская крепость: История казанского авиастроения / Р.Г. Вениаминов, Р. Х. Утикеев, Т. И. Латыпов. - Казань, 2009. - 248 с.
4. Гиммельфарб А.Л. Основы конструирования в самолетостроении: учебное пособие / А.Л. Гиммельфарб. — 2-е изд., перераб. и доп. / Репринтное воспроизведение издания 1980 г. — Москва: Транспортная компания, 2016. - 368 с.
5. Ендогур А.И. Конструкция самолётов. Конструирование деталей и узлов: Учебник. - М.: Изд-во МАИ, 2013. - 556 с.: ил.
6. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов: Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 2005– 446 с.
7. Конструкция самолетов: Учебное пособие для вузов (О.А. Гребеньков, В.П. Гоголин, А.И. Осокин, В.Ф. Снигирев, В.Г. Шатаев) Под ред. проф. О.А. Гребенькова. Казань: Изд-во КГТУ, 1999. 320 с.
8. Концептуальное проектирование самолёта: учеб. пособие / [В.А. Комаров и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. - 120 с.
9. Кощеев А.Б. Аэродинамика самолетов семейства Ту-204/214: учеб. пособие / А.Б. Кощеев, А.А. Платонов, А.В. Хабров. - М.: Туполев Полигон-Пресс, 2009. – 304 с.
10. Машиностроение: Энциклопедия в 40 т.: Раздел IV. Расчет и конструирование машин/ ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т.IV-21: Самолеты и вертолеты/ ред. тома: В.Г. Дмитриев, Кн. 2.: Проектирование, конструкции и системы самолетов и вертолетов / А.М. Матвеев, А.И. Акимов, М.Г. Акопов и др.; отв. ред. К.С. Колесников. – 2004. - 752 с.
11. Метрология, стандартизация и сертификация/ А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 384с.
12. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие. – 3-е испр. изд. / под редакцией А.А. Берлина. Санкт – СПб: ЦОП «Профессия», 2011г. - 560с.

13. Проектирование самолетов: Учебник для вузов (С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.) Под ред. С.М. Егера. М. «Логос», 2005 – 648с.
14. Руководство по сертификации и надзору за производством изделий авиационной техники, ЛР МАК, 1997.
15. Селин И.С. Обеспечение безопасности полетов: учеб. пособие / И.С. Селин, В.А. Фирсов; Мин-во образ-я и науки РФ, Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «КГТУ им. А.Н. Туполева». – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2010. – 272 с.
16. Современные технологии самолетостроения / Кол. авт. Под ред. А.Г. Братухина, ЮЛ. Иванова. М.: Машиностроение, 1999.
17. Управление воздухоплавательными комплексами: теория и технологии проектирования: монография / В.Х. Пшихопов, М.Ю. Медведев, Р.В. Федоренко [и др.]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 394 с.
18. Шуваева, Е.А. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы. Курс лекций. [Электронный ресурс] / Е.А. Шуваева, А.С. Перминов. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2013. — 77 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47490> — Загл. с экрана.
19. Шумилов И.С. Системы управления рулями самолетов: учеб. пособие для студ. вузов / И.С. Шумилов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 46 с.

Перечень вопросов для подготовки

Общее устройство летательных аппаратов

1. Классификация самолётов по назначению (гражданские, военные)
2. Основные части самолёта и их назначение
3. Классификация самолётов по схеме
4. Требования к конструкции самолёта
5. Выбор материала конструкции,

Соединения элементов конструкции самолета

1. Соединения элементов конструкции самолёта.
2. Типы соединений
3. Заклёпочные соединения
4. Сварные соединения
5. Клеевые соединения
6. Клеесварные соединения
7. Недостатки заклёпочных и болтовых соединений
8. Проектирование и расчёт проушин
9. Проектирование проушин подвижных соединений
10. Установка подшипников

Конструкция и проектирование крыла

1. Назначение крыла и требования к нему.
2. Внешние формы крыла
3. Форма крыла в плане

4. Форма поперечного сечения крыла (профиль)
5. Форма крыла в виде спереди
6. Нагрузки, действующие на крыло
7. Основные элементы крыла и их назначение
8. Классификация крыльев по конструктивно-силовой схеме
9. Лонжеронные крылья
10. Моноблочные крылья
11. Стреловидные и треугольные крылья
12. Балочные и ферменные лонжероны
13. Стрингеры
14. Нервюры. Балочные и ферменные нервюры,
15. Дивергенция несущих поверхностей
16. Флаттер
17. Крылья с изменяемой стреловидностью, особенности конструкции крыльев с изменяемой в полёте стреловидностью
18. Преимущества и недостатки крыльев изменяемой стреловидности. Крыло с обратной стреловидностью
19. Конструктивные мероприятия по повышению несущих свойств, стреловидных крыльев

Механизация крыла

1. Назначение механизации и требования к ней
2. Механизация задней кромки крыла
3. Щитки
4. Закрылки
5. Нагрузки, действующие на механизацию хвостовой части крыла
6. Конструкция механизации хвостовой части крыла
7. Механизация передней кромки крыла
8. Предкрылки (управляемые и автоматические)
9. Носовые щитки (щитки Крюгера)
10. Отклоняемые носки
11. Конструкция механизации носовой части крыла
12. Управление пограничным слоем

Органы управления и стабилизации самолета

1. Назначение элеронов и требования к ним
2. Параметры элерона, его навеска на крыле
3. Аэродинамическая компенсация элеронов
4. Роговая, осевая внутренняя компенсация
5. Сервокомпенсация
6. Весовая балансировка элеронов
7. Нагрузки, действующие на элерон
9. Конструкция элеронов
10. Другие типы органов поперечного управления (интерцепторы).
11. Реверс элеронов
12. Назначение оперения и требования к нему

13. Внешние формы оперения (вертикального и горизонтального)
14. Расположение оперения на самолёте
15. Нагрузки, действующие на оперение
16. Бафтинг
17. Флаттер оперения (изгиб фюзеляжа отклонение рулей)
18. Флаттер оперения (кручение фюзеляжа-отклонение рулей)
19. Конструктивно-силовые схемы оперения
20. Стабилизаторы и кили
21. Рули
22. Конструкция силовых узлов
23. Средства аэродинамической балансировки самолёта
24. Цельноуправляемое горизонтальное оперение
25. Оперение самолётов особых схем

Фюзеляж самолета

1. Проектирование фюзеляжа
2. Выбор основных параметров, размеров и обводов фюзеляжа
3. Нагрузки, действующие на фюзеляж
4. Кабины
5. Кабина пилота
6. Кабины членов экипажа
7. Пассажирские кабины
8. Конструктивные особенности герметических кабин
9. Конструктивно-силовые схемы фюзеляжа (ферменные фюзеляжи)
10. Балочные фюзеляжи
11. Лонжеронный фюзеляж
12. Стрингерный фюзеляж
13. Бесстрингерный фюзеляж
14. Сравнительная характеристика различных типов балочных фюзеляжей
15. Ферменно-балочные фюзеляжи
16. Конструкция элементов балочного фюзеляжа (лонжероны и стрингеры)
17. Обшивка
18. Шпангоуты
19. Соединение элементов каркаса и обшивки
20. Технологические и эксплуатационные разъёмы фюзеляжа
21. Узлы крепления к фюзеляжу отдельных агрегатов
22. Особенности конструктивно-силовой схемы фюзеляжа

Шасси самолета

1. Компоновочные схемы шасси
2. Назначение шасси и требования к нему
3. Шасси с хвостовой опорой
4. Шасси с передней опорой

5. Велосипедное шасси
6. Многоопорное шасси
7. Сравнительная характеристика компоновочных схем шасси
8. Особенности конструкции хвостовых опор шасси
9. Особенности конструкции передних опор шасси
10. Конструктивно-силовые схемы опор шасси
11. Схемы опор шасси по способу крепления стойки к самолету
12. Телескопическая амортизационная стойка
13. Амортизационная стойка с полурычажной навеской колёс
14. Схемы опор шасси по способу крепления колёс
15. Схемы уборки основных опор шасси
16. Кинематические схемы уборки шасси
17. Схемы механизмов убирающегося шасси
18. Схемы уборки передних и хвостовых опор шасси
19. Выбор основных геометрических параметров шасси
20. Силовые и кинематические схемы убирающегося шасси
21. Колёса шасси
22. Пневматики
23. Корпус колеса
24. Тормоза

Директор института АНТЭ

Заведующий кафедрой КиПЛА



А.А. Лопатин

В.Г. Гайнутдинов