

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КНАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФАМТ

\_\_\_\_\_ О.А. Красильникова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Проектирование, конструкция, производство, испытания и  
эксплуатация летательных аппаратов»**

**ОПОП ВО**

по научной специальности

2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и  
эксплуатация летательных аппаратов

Форма обучения

Очная

Технология обучения

Традиционная

Трудоемкость дисциплины

23.е.

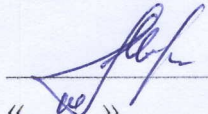
Язык образования

Русский

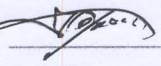
Рабочая программа обсуждена и  
одобрена на заседании кафедры  
«Авиастроение»

Заведующий кафедрой  
«Авиастроение»

Протокол № 9 от  
« 06 » июня 2022г.

  
С.Б. Марьин  
« 06 » июня 2024г.

Автор рабочей программы дисциплины  
профессор кафедры «Авиастроение»,  
доктор физико-математических наук,  
доцент

  
К.С. Бормотин  
« 10 » июня 2022г.

## Введение

Учебная дисциплина «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» входит в блок «Дисциплины» образовательного компонента учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов по научной специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Структура рабочей программы соответствует федеральным государственным требованиям, утвержденным приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951.

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области проектирования и производства летательных аппаратов, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной научной специальности.

Дисциплина реализуется частично в форме практической подготовки, непрерывно. Дисциплина может быть реализована непосредственно в ФГБОУ ВО «КнАГУ» или в профильной организации.

Распределение нагрузки в часах при изучении дисциплины «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» представлено ниже.

Вид нагрузки	Объем, академические часы	Объем в форме практической подготовки, академические часы
Лекции	6	2
Практики	12	4
Самостоятельная работа	54	8
Общее количество часов	72	14
2.3.5 Кандидатский экзамен по проектированию, конструкции, производству, испытаниям и эксплуатации летательных аппаратов	36	-

### 1 Пояснительная записка

#### 1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины

Предметом изучения дисциплины «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» являются основные методы и подходы в вопросах проектирования конструкций летательных аппаратов, диалектики развития конструкции летательных аппаратов и современные тенденции в формировании облика и внутреннего силового набора планера летательного аппарата, а также основные технологии изготовления деталей летательного аппарата и сборки узлов и агрегатов в целом.

Цель дисциплины «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» – формирование у аспирантов углубленных знаний законов и принципов создания и эксплуатации авиационных конструкций, теоретической

и практической подготовки в области проектирования конструктивных элементов самолета, конструирования деталей, узлов и агрегатов самолета, проекторочного расчета с целью оценки вариантов конструктивных решений; формирование умения творчески подходить к процессу конструирования; формирование знаний по материалам и технологиям их обработки, применяемых при изготовлении деталей летательного аппарата.

Задачи курса:

- изучение основных принципов рационального проектирования элементов конструкции, способов обеспечения прочности при минимальной массе конструкции, а также работы элементов конструкции под нагрузкой;
- получение знаний, умений и навыков конструирования деталей, узлов, а также синтеза конструкций агрегатов летательных аппаратов;
- изучение структуры полимерных композиционных материалов, изучение методов и получение практических навыков выполнения проекторочных и проверочных расчетов элементов конструкций из полимерных композиционных материалов;
- изучение методик рационального выбора конструкционных материалов;
- изучение основных технологических процессов обработки авиационных материалов;
- получение знаний в области применения различных технологий для изготовления деталей авиационного назначения и умений производить оценку технологичности детали.

Построение и реализация курса основывается на следующих принципах:

- принцип соответствия установленным требованиям ФГТ и требованиям внутривузовских нормативных документов;
- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;
- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью, предусматривает учет будущей специальности и профессиональных интересов аспирантов.

## 1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой программы аспирантуры. Планируемые результаты освоения

Учебная дисциплина «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» изучается во втором полугодии второго года обучения. По результатам освоения дисциплины в период промежуточной аттестации предусмотрена сдача кандидатского экзамена.

Планируемые результаты освоения дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Планируемые результаты освоения по дисциплине

Код результата освоения	Планируемый результат освоения
ПКЗ	<b>Сформированная профессиональная компетенция</b> - способность к разработке и теоретическому обоснованию новых конструкций летательных аппаратов, технологий изготовления изделий авиационного назначения, в том числе из новых конструкционных материалов.

Код результата освоения	Планируемый результат освоения
3 (ПК3)	<b>Знание</b> основных типов летательных аппаратов и предъявляемых к ним требований; решений в области конструкции и компоновки летательных аппаратов; технологических процессов изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов; методов и инструментов проектирования конструкций летательных аппаратов и технологических процессов; марки и свойства конструкционных материалов, применяемых в производстве летательных аппаратов; методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий; основных тенденций развития авиационной техники.
У (ПК3)	<b>Умение</b> решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники, задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники, а также разрабатывать экономически целесообразные технологические процессы.
В (ПК3)	<b>Владение</b> навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах.
КЭЗ	Сданный кандидатский экзамен в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

### 1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Характеристика трудоемкости дисциплины представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателя	Полугоди	Трудоемкость			
		Всего		В том числе, академические часы	
		Зачетные единицы	Академические часы	Аудиторные занятия	Самостоятельная работа
1 Трудоемкость дисциплины в целом	4	2	72	18	54
2 Трудоемкость по видам аудиторных занятий					
- лекции	4	-	6	6	-
- практики	4	-	12	12	-
3 Промежуточная аттестация - кандидатский экзамен	4	1	36	-	-

### 1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин в рамках освоения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются в процессе сдачи вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в **приложении А**.

## 2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
1. Общие вопросы проектирования авиационных конструкций	Условия работы авиационных конструкций. Принципы рационального проектирования конструкций самолета. Алгоритмы, блок-схемы выбора параметров конструкции планера самолета. Алгоритмы синтеза агрегатов. Процедуры формирования конструктивно-сборочных схем агрегатов планера самолета. Создание агрегатов самолета из отдельных силовых элементов. Формирование конструкции тонкостенных контурно подкрепленных балок. Интеграция агрегатов планера самолета. Планер на стадиях проектирования самолета. Задачи проектирования планера и критерии оценки проектных решений. Конструкционные материалы; силы, действующие на самолет в полете; перегрузки; нагрев самолета; область применения самолетов; требования, предъявляемые к самолету; весовое совершенство конструкции и ресурс конструкции.	7/1	3 (ПК3), У (ПК3), В (ПК3), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ
2.Проектирование и конструкция шасси ЛА и его элементов	Назначение шасси. Основные требования. Схемы шасси. Параметры шасси. Нагрузки на шасси и работа шасси под нагрузкой. Элементы конструкции опор самолета и их назначение. Конструктивно - силовые схемы шасси и их анализ. Определение места расположения опорных элементов шасси. Влияние компоновки шасси на характеристики устойчивости самолета при взлете и посадке. Амортизация шасси.Расчет амортизаторов. Выбор кинематической схемы шасси. Кинематические схемы уборки шасси. Расчет стоек шасси на прочность. Схемы крепления опорных элементов к	5/1	3 (ПК3), У (ПК3), В (ПК3), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	стойкам шасси и их анализ.			
3.Проектирование и конструкция крыла самолета	<p>Назначение крыла и требования к нему. Назначение и конструкция основных силовых элементов. Конструктивно - силовые схемы (КСС) крыльев. Внешние формы крыла. Нагрузки, действующие на крыло. Общая картина работы крыла под нагрузкой. Эпюры поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов. Последовательность передачи действующих на крыло нагрузок к узлам его крепления. Сравнительная оценка крыльев различных КСС, области их применения. Принципы стыковых соединений крыльев различных КСС. Конструктивное оформление вырезов в крыле. Особенности конструкции носка, хвостовой и концевой частей крыла, обтекателей. Особенности силовых схем и работы корневых частей стреловидных крыльев. Стреловидные крылья с переломом осей элементов продольного набора. Стреловидные крылья без перелома осей продольных силовых элементов - с внутренней подкосной балкой. Крыло обратной стреловидности. Поворотные крылья. Треугольные крылья. Алгоритм проектировочного расчета крыла. Проектирование усиленных нервюр. Проектирование моноблочных и кессонных крыльев.</p>	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
4.Проектирование и конструкция оперения и механизации крыла ЛА	<p>Назначение и требования к оперению, нагрузки на оперение и работа его под нагрузкой. Конструкция горизонтального оперения. Конструкция вертикального оперения. Конструкция цельноповоротного оперения. Подвижные части крыла. Общие положения. Средства механизации крыла. Назначение и требования. Элероны. Адаптивное крыло. Конструкция средств механизации крыла.</p>	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
5.Проектирование и конструкция фюзеляжа ЛА	Назначение и требования к фюзеляжу. Внешние формы и параметры фюзеляжа. Нагрузки на фюзеляж и их уравнивание. КСС фюзеляжей и их работа под нагрузкой. Назначение и конструкция основных силовых элементов фюзеляжа. Конструктивное оформление вырезов в фюзеляже. Кабины. Крепление двигателей на самолете; нагрузки на узлы их конструкция и работа под нагрузкой; конструкция воздухозаборников, мотогондол, капотов, моторам.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
6.Проектирование и конструкция системы управления ЛА.	Назначение и требования, предъявляемые к системам управления. Органы управления. Командные посты управления. Проводка управления. Система управления самолетами с дозвуковой скоростью полета. Особенности конструкции систем управления сверхзвуковыми самолетами. Понятие достаточной жесткости конструкции. Аэроупругие явления. Уравнения свободных колебаний аэродинамической поверхности в потоке газа. Реверс органов управления. Дивергенция крыла. Вынужденные колебания агрегатов самолета в полете. Флаттер.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
7.Сертификация авиационной техники	Формы обеспечения качества продукции. Термины и определения. Основные процедуры проведения сертификации. Мировая практика сертификации. Деятельность в области стандартизации и сертификации. Деятельность международных организаций в области сертификации. Сложные технические системы и особенности их сертификации. Федеральная система сертификации ракетно-космической техники научного и народнохозяйственного назначения.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
8.Оценка надежности	Основные понятия и показатели надежности безопасности и живучести самолета.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ),	ПД 1, ПД 2,



Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
ти и безопасности ЛА	Теоретические основы надежности. Критерии надежности самолета. Анализ статистических данных об отказах и неисправностях систем самолета. Причины отказов и неисправностей (Физика отказов). Расчетные методы оценки безотказности систем самолета в целом на этапе проектирования. Оценка фактической надежности по результатам испытаний. Эксплуатационная технологичность самолета. Обеспечение надежности самолетов в процессе эксплуатации. Безопасность самолетов. Боевая живучесть самолета.		В (ПКЗ), КЭЗ	ФН 1
9.Технологические процессы изготовления авиационной техники, основные понятия	Технология, производственный процесс, технологический процесс, операция, переход. Структурные составляющие технологии- методы и средства производства. Технологическое оснащение. Типы производства. Конструктивно-технологическое членение планера самолета. Особенности производства самолетов. Последовательность изготовления самолета. Производственные и конструкторско-технологические подразделения самолетостроительного предприятия.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗП4
10.Технологические процессы изготовления деталей самолета	Заготовительно-штамповочные работы. Механическая обработка. Электрохимические и электрофизические методы обработки. Литейные, сварочные работы. Термообработка, покрытие. Качество летательных аппаратов. Основные понятия и определения. Показатели качества. Специфические показатели качества самолетов. Требования по точности к группам деталей, узлам, агрегатам самолета. Основные факторы, определяющие требования к технологичности конструкции самолета и бортовых систем. Отработка конструкции на технологичность	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	на этапах эскизного, технического и рабочего проектирования, на этапах изготовления опытных изделий и серийного производства.			
11.Базы и методы базирования	Схемы образования размеров деталей и сборочных единиц. Базы и базирование. Конструкторские и технологические размерные цепи. Уравнения и графическое изображение размерных цепей. Повышение точности отдельных звеньев технологических размерных цепей; сокращение числа звеньев размерных цепей. Принцип кратчайшего пути. Правило единства баз. Правило компенсации и его применение в производстве самолетов.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
12.Схемы увязки агрегатов и узлов ЛА, методы обеспечения их взаимозаменяемости	Основные понятия и определения. Полная и неполная взаимозаменяемость. Система обеспечения взаимозаменяемости в общем машиностроении. Особенности взаимозаменяемости в самолетостроении. Независимое и зависимое образование размеров сопрягаемых элементов конструкции планера. Точность увязки размеров. Первоисточники увязки. Средства увязки. Объекты увязки. Схема увязки. Плазово-шаблонный метод увязки форм и размеров. Преимущества и недостатки метода. Назначение эталона поверхности, контрэталона и монтажного эталона. Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки на основе эталонов. Объемный плаз и увязка на его основе элементов конструкции планера и бортовых систем. Метод увязки с применением технологического макета. Обеспечение взаимозаменяемости по разъемам и стыкам с помощью разделочных стендов. Основные схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки на основе бесплазового метода производства. Электронные конструкторские и технологические макеты. Электронная	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), Академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	компоновка			
13.Технология изготовления изделий из полимерных композитных материалов	Особенности свойств ПКМ. Область применения ПКМ в авиастроении. Структура полимерного композиционного материала. Особенности формования изделий из ПКМ. Механическая обработка полученного изделия из ПКМ. Технологические дефекты в композитных изделиях, их классификация. Контроль качества изделий из ПКМ.	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
14.Сборочные работы в самолетостроении	Разделение сборочных работ по этапам. Зоны допусков на отдельные части планера самолета. Схемы сборочных процессов: дифференцированная, недифференцированная, последовательная, последовательно-параллельная. Типы соединений, применяемые в сборочных процессах и их характеристики: клепаные, паяные, сварные, клееные, резьбовые и комбинированные. Узловая сборка – организация, типы технологических процессов, цикловые графики узловой сборки. Способы базирования при узловой сборке. Агрегатная сборка – организация, цикловые графики. Сущность последовательно-параллельной сборки, построение циклового графика, особенности проектирования сборочного приспособления для агрегатных цехов. Способы базирования при агрегатной сборке. Общая сборка самолета: виды работ, организация сборочных работ, нивелирование самолета	5/1	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1
Трудоемкость дисциплины		72/14		
Промежуточная аттестация – кандидатский экзамен		36		

## 2.1 Программа аудиторных занятий

Программа аудиторных занятий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Программа аудиторных занятий

Тематика аудиторных занятий	Трудоемкость (общая/в форме практической подготовки), академические часы		Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	Лекции	Практики		
Общие вопросы проектирования авиационных конструкций	3/1	6/2	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ
Технологические процессы изготовления авиационной техники	3/1	6/2	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ, ЗП4
<b>Итого во втором полугодии второго года обучения</b>	<b>6/2</b>	<b>12/4</b>	–	-

### Практические задания

Задание 1. Оптимальное проектирование конструкции в программном комплексе MSC.Patran, Nastran.

Задание 2. Анализ технологического процесса формообразования деталей в условиях пластичности и ползучести с помощью программного комплекса MSC.Patran, Marc.

## 2.2 Программа самостоятельной работы

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы аспирантов:

– самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в таблице 3);

– выполнение индивидуальных заданий (методические указания по выполнению индивидуальных заданий и перечень индивидуальных заданий представлены в **приложении Б**).

Программа самостоятельной работы представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы

Вид самостоятельной работы/оценочное средство	Трудоемкость (общая/в форме практической подготовки), академические часы	Знания, умения, навыки, компетенции	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя

Вид самостоятельной работы/оценочное средство	Трудоемкость (общая/в форме практической подготовки), академические часы	Знания, умения, навыки, компетенции	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Самостоятельное изучение разделов дисциплины/тест	27/0	З (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ФН 1, ЗПЗ
Выполнение индивидуального задания / отчет	27/8	З (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), КЭЗ	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ, ЗП4
<b>Итого во втором полугодии второго года обучения</b>	<b>54/8</b>	–	-

### 2.3 Индивидуальное задание

Индивидуальное задание выполняется в рамках самостоятельной работы – выполнении двух заданий (подробнее – в методических рекомендациях по выполнению индивидуальных заданий(приложение Б)).

## 3 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

### 3.1 Технологии и методическое обеспечение текущего контроля успеваемости аспирантов

Текущий контроль успеваемости аспирантов ведется по результатам выполнения практических заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

### 3.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов осуществляется в форме кандидатского экзамена.

На оценку кандидатского экзамена влияет оценка за выполненные в процессе изучения дисциплины оценочные средства:

- практические задания;
- тест (проверка самостоятельного изучения разделов дисциплины – **приложение В**);

- индивидуальное задание.

Система формирования оценки кандидатского экзамена представлена в таблице 6.

Кандидатский экзамен проходит в форме устного ответа на вопросы:

- два вопроса основной программы;
- один вопрос дополнительной программы.

Список вопросов к кандидатскому экзамену по основной программе представлен в **приложении Г**. Вопросы дополнительной программы формируются и утверждаются

перед кандидатским экзаменом на кафедре прикрепления аспиранта. Вопросы согласуются с темой диссертации аспиранта и отраслью защиты.

Таблица 6 – Система формирования оценки кандидатского экзамена

Оценочное средство	Результаты освоения, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Процедура оценивания результата освоения с помощью оценочного средства*
Практические задания	У (ПКЗ), В (ПКЗ), ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ	1	Задания не выполнены. Продемонстрирован недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
		2	Задания не выполнены. Продемонстрирован недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
		3	Выполнены практические задания с существенными неточностями. Показаны удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
		4	Выполнены практические задания с небольшими неточностями. Показаны хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
		5	Правильно выполнены практические задания. Показаны отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы
Индивидуальное задание	3 (ПКЗ), У (ПКЗ), В (ПКЗ), ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗПЗ, ЗП4	1	Задание не выполнено. Отсутствие умений
		2	Задание выполнено менее, чем на 50%. Частично освоенное умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники
		3	Задание выполнено на 50%. В целом успешное, но не систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники
		4	Задание выполнено на 80%. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать научно-технические задачи проектирования и

Оценочное средство	Результаты освоения, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Процедура оценивания результата освоения с помощью оценочного средства*
			конструирования объектов авиационной техники
		5	Задание выполнено полностью. Успешное и систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники
Тест	3 (ПКЗ), ПД1, ПД 2	1	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Вопросы к кандидатскому экзамену	3 (ПКЗ), ПД1, ПД 2, КЭЗ	1	Нет ответов на поставленные вопросы, кандидатский экзамен не сдан
		2	Нет ответов на поставленные вопросы, кандидатский экзамен не сдан
		3	Нет ответов на вопросы, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопросов, кандидатский экзамен сдан
		4	Ответы на вопросы не полные, но раскрывающие основную их суть, кандидатский экзамен сдан
		5	Даны исчерпывающие ответы на вопрос, кандидатский экзамен сдан
<p>* 5 – результаты освоения достигнуты в полном объёме  4 – результаты освоения достигнуты в достаточном объёме  3 – результаты освоения достигнуты частично  1 и 2 – результаты освоения не достигнуты</p>			
<p>Оценка кандидатского экзамена = (0,33*оценка за первый вопрос основной программы+0,33*оценка за второй вопрос основной программы+0,33*оценка за вопрос дополнительной программы)*1 (если среднеарифметическая оценочных средств более 3), *0 (если среднеарифметическая оценочных средств менее 3). Дробное значение округляется до целого по правилам математики.</p>			

## 4 Ресурсное обеспечение дисциплины

### 4.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Житомирский, Г.И. Конструкция самолетов. / Г.И. Житомирский, 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005. – 406 с.

2. Основы технологии производства летательных аппаратов (в конспектах лекций): Учебное пособие для вузов / А. С. Чумадин, В. И. Ершов, В. А. Барвинок и др. - М.: Наука и технологии, 2005. - 912с..
3. Бойцов, В.Б. Технологические методы повышения прочности и долговечности: Учебное пособие для вузов / В. Б. Бойцов, А. О. Чернявский. - М.: Машиностроение, 2005. - 127.с.
4. Подружин, Е. Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс] / Е. Г. Подружин, П. Е. Рябчиков. - Новосибирск : Новосибирский гос. техн. ун-т, 2010. - 116 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.
5. Подружин, Е. Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Шасси [Электронный ресурс] / Е. Г. Подружин, В. М. Степанов. - Новосибирск : Новосибирский гос. техн. ун-т, 2014. - 68 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.
6. Подружин, Е. Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс] / Е. Г. Подружин, П. Е. Рябчиков, В. М. Степанов. - Новосибирск : Новосибирский гос. техн. ун-т. - 2011. - 104 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.
7. Бормотин, К. С. Оптимальное проектирование в системах MSC.Patran, MSC.Nastran / К. С. Бормотин. - Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2015. - 57 с.

#### **4.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации**

1. Основы авиа- и ракетостроения: Учебное пособие для вузов / А. С. Чумадин, В. И. Ершов, К. А. Макаров и др. - М.: Инфра-М, 2008. - 992с.
2. Современные технологические процессы сборки планера самолёта / Под ред. Ю.Л.Иванова. - М.: Машиностроение, 1999. - 304с.
3. Технология самолётостроения: Учебник для вузов / Под ред. А.Л. Абибова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982. - 551с.
4. Феоктистов, С.И. Автоматизация проектирования технологических процессов и оснастки заготовительно-штамповочного производства авиационной промышленности / С. И. Феоктистов. - Владивосток: Дальнаука, 2001. - 184с.
5. Фролов, В.В. Вопросы проектирования и модернизации самолётов: Учебное пособие для вузов / В. В. Фролов. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2006. - 105с.
6. Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Овчинников. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2016. - 368 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.
7. Петунькина, Л. В. Технология изготовления деталей летательных аппаратов [Электронный ресурс] / Л. В. Петунькина, Н. В. Курлаев, К. Н. Кобин. - Новосибирск : Новосибирский гос. техн. ун-т, 2015. - 90 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.

#### **4.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины**

MS Office (Word, Excel, Power Point), MSC.Patran, Nastran, Marc.



#### 4.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: электронно-библиотечные системы, перечень профессиональных баз данных, перечень информационно-справочных систем

1. Электронные ресурсы КНАГУ (<http://www.knastu.ru/forstudents/library/digital-resources.html>).
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM – (<http://www.znanium.com/>).
3. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>).
4. Научная электронная библиотека Киберленинка (<https://cyberleninka.ru>).
5. Электронно-библиотечная система «БиблиоРоссика». Коллекция «Авиационная и ракетно-космическая техника».<http://www.bibliorossica.com>
6. Политематическая реферативно-библиографическая и наукометри-ческая база данных WebofScience. (<http://apps.webofknowledge.com>).
7. База данных международных индексов научного цитирования Scopus. (<https://www.scopus.com>).
8. Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт».
9. Информационно-справочная система «Консультант плюс».

#### 4.5 Другие информационные ресурсы

1. <http://en.edu.ru> - Естественнонаучный образовательный портал.
2. <http://www.school.edu.ru> - Российский общеобразовательный портал.
3. <http://www.redline-isp.ru/> - Российская образовательная телекоммуникационная сеть.
4. <http://edu.ru/> - Федеральный портал «Российское образование».
5. <http://www.openet.ru/> - Российский портал открытого образования.
6. <http://www.gnpbu.ru/> - научная педагогическая библиотека имени К.Д.Ушинского.
7. <http://www.hayka.ru/> – наука и образование, электронный журнал.
8. <http://www.koob.ru/pedagogics/> - библиотека «Куб».

#### 4.6 Материальное обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование компонента программы аспирантуры	Наименование помещений	Оснащенность помещений	Местоположение помещений
<b>Специальные помещения и оборудование для реализации образовательного компонента программы аспирантуры, в том числе для проведения проведения учебных занятий по дисциплинам (модулям) в формах, устанавливаемых организацией; прохождения аспирантами практики. Специальные помещения и оборудование для проведения контроля качества освоения образовательного компонента посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации</b>				

№ п/п	Наименование компонента программы аспирантуры	Наименование помещений	Оснащенность помещений	Местоположение помещений
1	2.1.5 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов	Мультимедийный класс	Экран, мультимедиа проектор, персональные компьютеры	Ауд. 225 3 корпус
2	2.1.5 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов	Лаборатория конструкции самолётов	Натурные образцы самолётов и их агрегатов (МиГ-17, Су-15, Су-22, , Су-80, Як-52, Су-27, L-13, L-410)	Ауд. 111 3 корпус

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А** **(обязательное)**

### **Вопросы к вступительному испытанию**

1. Задачи проектирования. Основные этапы проектирования изделий авиационной техники
2. Взаимосвязь свойств самолета, уравнение существования самолета
3. Критерии оптимальности для оценки принимаемых проектных и конструкторских решений
4. Параметры и характеристики. Зависимость основных летных характеристик от параметров самолета
5. Весовое проектирование и контроль массы самолета в процессе его создания
6. Классификация самолетов по конструктивным признакам
7. Требования к самолетам (аэродинамика, прочность и жесткость)
8. Требования к самолетам (надежность, живучесть, технологичность и ремонтпригодность)
9. Назначение крыла, требования к крылу
10. Основные параметры крыла и их влияние на весовые, прочностные и жёсткостные характеристики агрегата
11. Механизация крыла, назначение и требования
12. Оперение – назначение, основные параметры, требования
13. Назначение фюзеляжа и требования к нему
14. Внешние формы и основные параметры фюзеляжа
15. Конструкция герметичных кабин
16. Особенности компоновки приборных индикаторов в кабинах экипажей летательных аппаратов
17. Шасси, назначение, основные требования
18. Схемы шасси, их достоинства и недостатки
19. Назначение систем управления и требования, предъявляемые к ним
20. Схема техпроцесса пробивки-вырубки. Элементы штампа, определяющие размеры детали
21. Техпроцессы отбортовки и вытяжки
22. Техпроцессы обжима и раздачи
23. Техпроцессы формовки и обтяжки
24. Типы соединений, применяемые при сборке узлов и агрегатов
25. Типы базирования при агрегатной сборке
26. Классификация сборочных приспособлений
27. Нивелировочные работы
28. Расчёт точности сборки авиационного агрегата
29. Виды герметизации, применяемой при агрегатной и общей сборке летательного аппарата
30. Высокопрочный полимерный композит, его специфические свойства
31. Техпроцесс изготовления сотовых панелей из полимерных композитов
32. Технология изготовления лонжерона лопасти несущего винта вертолета из полимерных композитов

#### **Список литературы для подготовки к вступительному экзамену**

1. Проектирование самолётов: Учебник для авиац. спец. вузов / С. М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.; Под ред. С.М. Егера. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 616с.

2. Чепурных, И.В. Предварительное проектирование самолёта и его модификаций / И.В.Чепурных. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КНАГУ". 2018. - 124 с.
3. Егер, С.М. Основы автоматизированного проектирования самолётов: Учебное пособие для авиац. спец. вузов / С. М. Егер, Н. К. Лисейцев, О. С. Самойлович. - М.: Машиностроение, 1986. - 231с.
4. 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. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://book.html?currBookId=8818>
5. Методы системного анализа и исследования операций в задачах проектирования летательных аппаратов [В.В. Салмин и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. - 120 с. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://book.html?currBookId=8818>
6. Саленко, С. Д. Динамика полета. Устойчивость и управляемость летательных аппаратов. Ч.2/Саленко С.Д., Обуховский А.Д. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 128 с.: // Zcom : электронно-библиотечная система. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546173>. – Режим доступа: по подписке.
7. Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов: Учебник / Овчинников В.В. - Москва :ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 368 с. (Профессиональное образование) ISBN 978-5-8199-0642-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556141>. – Режим доступа: по подписке.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б** **(обязательное)**

### **Методические указания по выполнению индивидуальных заданий**

Индивидуальное задание выдается аспиранту с учетом тематики его диссертационных исследований. Выполненное индивидуальное задание представляется в виде отчета, который должен быть оформлен в соответствии с РД 013 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». Результаты индивидуального задания могут быть опубликованы аспирантом и использованы им в диссертационной работе.

Тематика индивидуального задания связана с проектированием или конструкцией как всего летательного аппарата, так и его отдельных агрегатов, а также с разработкой и совершенствованием технологических процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов летательных аппаратов из традиционных или новых конструкционных материалов, технологических процессов общей сборки и нивелирования объектов авиационной техники. Индивидуальное задание включает в себя 2 подзадания.

#### **Типовой вариант индивидуального задания 1.**

Тема индивидуального задания: Сформировать облик модификации на базе самолёта-прототипа.

Исходные данные к заданию: Краткая справка по самолету-прототипу, его три проекции и основные летно-технические характеристики.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

- 1) составление параметрического описания самолёта-прототипа и его базовых агрегатов на основе обработки имеющейся статистики;
- 2) разработка технического задания на проектирование модификации;
- 3) определение геометрических, весовых и энергетических параметров модификации самолета методом последовательных приближений;
- 4) расчёт эксплуатационного диапазона центровок, построение центровочного графика;
- 5) просмотр альтернативного варианта компоновки модификации самолёта для требуемого изменения центровки.

Содержание графического материала:

Необходимо выполнить два эскиза с использованием САД систем. Первый эскиз представляет общий вид (3 проекции) разработанной модификации самолёта-прототипа. На втором эскизе аспирант показывает компоновку и центровку модификации самолёта с размещением основных грузов в фюзеляже и крыле. Допускается распечатка эскизов на принтере в формате А3 в уменьшенном масштабе.

#### **Типовые варианты тем индивидуального задания 2.**

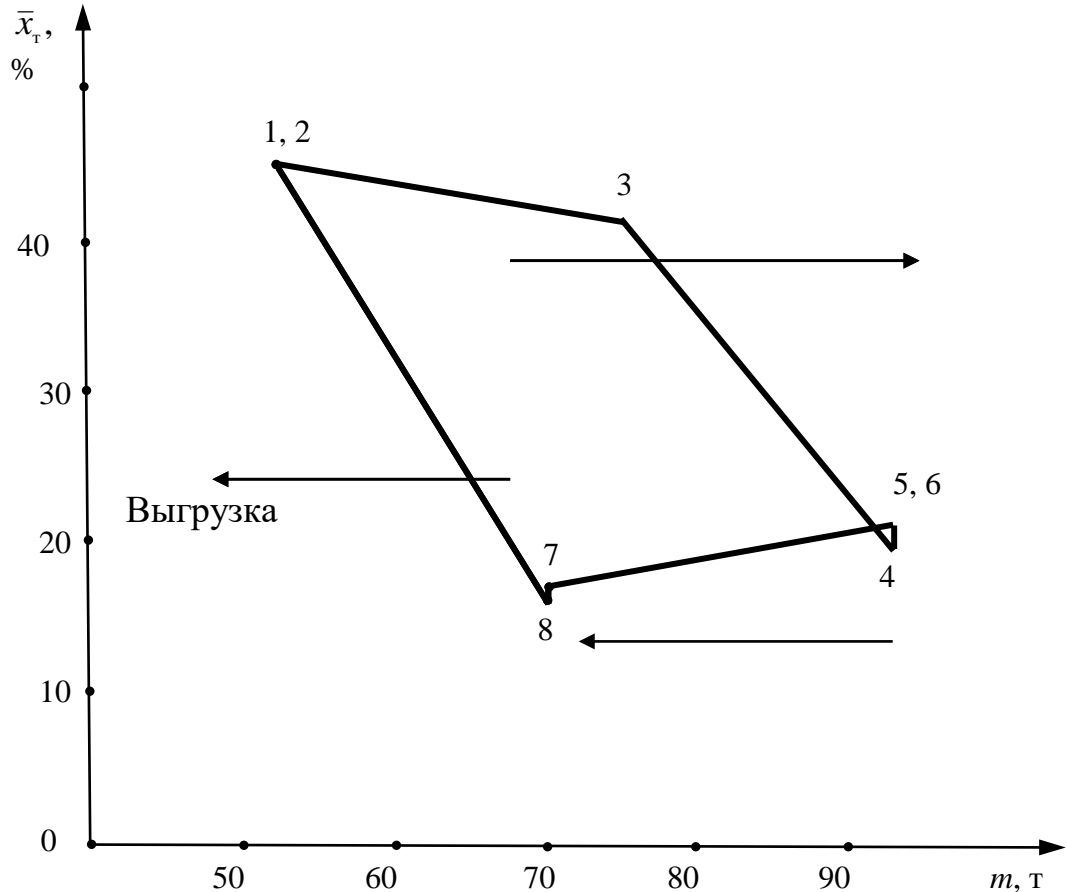
1. Разработать технологический процесс сборки консоли крыла, изготовленной из полимерных композиционных материалов.
2. Разработать технологический процесс сборки отсека фюзеляжа, изготовленной из полимерных композиционных материалов.
3. Разработать технологический процесс внестапельной сборки фюзеляжа из отсеков Ф-1, ..., Ф-6, выполненных из полимерных композиционных материалов.
4. Разработать технологический процесс изготовления сотовых панелей большой площади и двойной кривизны из полимерных композиционных материалов.
5. Предложить и обосновать рациональное конструктивно-технологическое членение планера самолета-прототипа применительно к условиям конкретного производства.

6. Проанализировать типовой техпроцесс изготовления какого-либо агрегата самолёта-прототипа на базовом предприятии и предложить комплекс конструктивно-технологических и организационных мероприятий по его улучшению.
7. Проанализировать типовой техпроцесс ступенчатой сборки какого-либо агрегата самолёта-прототипа на базовом предприятии и разработать техпроцесс внеступенчатой сборки этого же агрегата.
8. Для конкретного сборочного производства определенного авиационного изделия разработать технологическое членение, схему сборки и цикловой график, обеспечивающие максимальный выпуск продукции.
9. Разработать электронные конструкторский и технологический макеты конкретного узла самолёта-прототипа, изготавливаемого на базовом предприятии.
10. Разработать техпроцесс нивелирования самолёта-прототипа с использованием лазерного трекера.

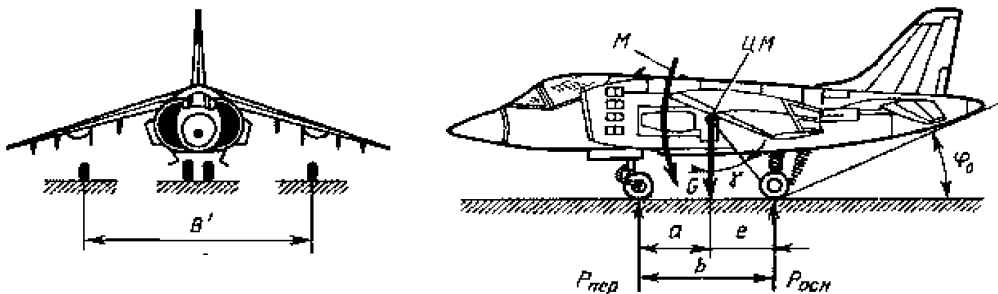
## ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

### Тесты

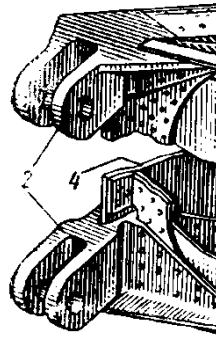
1. Сформулируйте правило площадей, применяемое при объёмно-весовой компоновке сверхзвукового самолёта. В каком диапазоне скоростей полёта его применение наиболее эффективно?
2. Прочитайте и объясните представленный на рисунке центровочный график самолёта.
3. Перечислите преимущества и недостатки шасси на воздушной подушке.



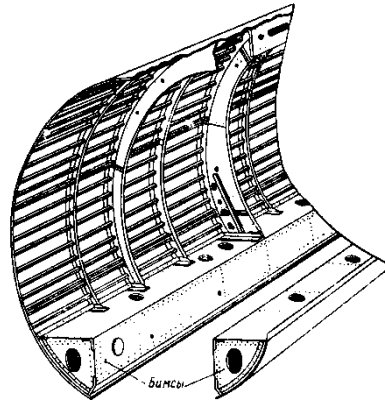
4. Классификация весовых формул агрегатов летательного аппарата.
5. Перечислите преимущества и недостатки шасси велосипедного типа, а также его основные параметры.



6. Какие нагрузки передаёт данный стыковой узел? Какую деформацию при этом испытывают стыковые болты?



7. Что представляет собой бимс и зачем их используют для окантовки больших вырезов в фюзеляже?



8. Объясните, как работает V-образное хвостовое оперение.  
 9. Что такое сборочная база, привести примеры.  
 10. Какие существуют способы нанесения герметиков?  
 11. Назовите зоны допусков на аэродинамические обводы планера.  
 12. Сущность метода растяжения при изготовлении металлических сот.  
 13. Какие операции выносятся на внестапельную сборку агрегата?  
 14. Дано: лонжерон крыла, скорость полета самолета – 750 км/ч.  
 Необходимо:  
 а) выбрать способ базирования для деталей, входящих в сборку;  
 б) составить структурную схему увязки для детали;  
 в) определить тип сборки.



## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

### **(обязательное)**

#### **Вопросы к кандидатскому экзамену(основная программа)**

#### **Блок 1 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

1. Особенности проектирования современных самолетов и вертолётов
2. Теоретические и методологические основы проектирования современных летательных аппаратов.
3. Критерии оптимальности для оценки проектных и конструкторских решений.
4. Метод коэффициентов роста масс. Весовая оценка конструктивно-проектировочных решений.
5. Экономическая оценка конструктивно-проектировочных решений.
6. Алгоритм выбора основных параметров самолета.
7. Оптимизация основных параметров самолета.
8. Выбор аэродинамической схемы самолета (нормальная схема).
9. Выбор параметров ГО и его размещения на самолете.
10. Выбор параметров ВО и V-образности крыла.
11. Выбор аэродинамической схемы самолета (схема «утка»).
12. Выбор аэродинамической схемы самолета (схема «бесхвостка»).
13. Выбор типа и числа двигателей на самолете.
14. Выбор мест размещения двигателей на самолете.
15. Классификация массы самолета. Определение массы самолета в первом приближении.
16. Определение массы самолета во втором и последующих приближениях.
17. Планирование модификаций при проектировании самолета с учетом глубокой унификации его агрегатов.
18. О весовом проектировании и контроле массы самолета.
19. Объемно-весовая компоновка самолета. Центровка самолета. Расчеты первого и последующих приближений.
20. Особые варианты компоновки самолета. Построение диаграммы загрузки самолета (центровочного графика).
21. Особенности проектирования пассажирских самолетов.
22. Особенности проектирования грузовых самолетов.
23. Особенности проектирования маневренных самолетов.
24. Особенности проектирования самолетов короткого взлета и посадки.
25. Особенности проектирования самолетов вертикального взлета и посадки.
26. Аэродинамические и аэроупругие характеристики крыльев.
27. Проектирование механизации крыла.
28. Разработка систем раскладывания несущих поверхностей.
29. Геометрия фюзеляжа и её влияние на характеристики самолёта.
30. Особенности проектирования фюзеляжей с большими вырезами.
31. Выбор схемы и основных проектных параметров шасси.
32. Проектно-конструкторские решения по уменьшению объёма для размещения шасси в убранном положении.
33. Структурная схема самолета
34. Авиационные конструкционные материалы
35. Силы, действующие на самолет в полете
36. Перегрузки и ускорения

37. Структура и базовые разделы НЛГС АП-23 и АП-25
38. Условия функционирования самолета
39. Критерии оценки эффективности конструкции самолета
40. Анализ влияния параметров крыла на его аэродинамические характеристики
41. Особенности конструкции крыла обратной стреловидности
42. Особенности конструкции крыла изменяемой стреловидности
43. Интегральная схема «крыло + фюзеляж»
44. Треугольные крылья
45. Геометрия поперечных сечений крыла
46. Нагрузки, действующие на крыло
47. Общая картина работы крыла под нагрузкой (последовательность передачи действующих на крыло нагрузок к узлам его крепления)
48. Назначение и конструкция обшивки крыла
49. Назначение и конструкция стрингеров крыла
50. Назначение и конструкция лонжеронов крыла
51. Назначение и конструкция продольных стенок крыла
52. Конструктивно-силовые схемы лонжеронных крыльев
53. Конструктивно-силовые схемы кессонных (моноблочных) крыльев
54. Сравнительная оценка лонжеронных и кессонных (моноблочных) крыльев, области их применения
55. Виды стыковых соединений лонжеронных крыльев
56. Виды стыковых соединений кессонных крыльев
57. Виды стыковых соединений моноблочных крыльев
58. Влияние характера стыковых узлов на работу крыла (концентрация нагрузки)
59. Конструктивное оформление вырезов в конструкции крыла
60. Особенности конструкции носка, хвостовой и концевой частей крыла, обтекателей
61. Особенности стреловидных крыльев с переломом осей продольных элементов (однолонжеронные крылья)
62. Особенности стреловидных крыльев с переломом осей продольных элементов (двухлонжеронные и многолонжеронные крылья)
63. Особенности стреловидных крыльев с переломом осей продольных элементов (кессонные крылья)
64. Особенности стреловидных крыльев без перелома осей продольных элементов – с внутренней подкосной балкой
65. Системы складывания и раскладывания крыльев
66. Конструкции треугольных крыльев
67. Факторы, увеличивающие несущую способность крыла
68. Конструкция отклоняемых закрылков
69. Конструкция выдвижных закрылков
70. Конструкция предкрылков
71. Конструкция элеронов
72. Аэродинамическая компенсация и аэродинамическая балансировка
73. Адаптивное крыло
74. Машущее крыло
75. Нагрузки на оперение и работа оперения под нагрузкой
76. Конструкция горизонтального оперения
77. Конструкция вертикального оперения
78. Конструкция цельноповоротного горизонтального оперения
79. Оперение в схемах «утка» и «триплан». V-образное, H-образное и Y-образное оперение
80. Нагрузки на фюзеляж и их уравнивание
81. Конструктивно- силовые схемы фюзеляжей и их работа под нагрузкой

82. Назначение и конструкция основных силовых элементов фюзеляжа (обшивка)
83. Назначение и конструкция основных силовых элементов фюзеляжа (стрингеры)
84. Назначение и конструкция основных силовых элементов фюзеляжа (шпангоуты)
85. Стыковые соединения балочных фюзеляжей
86. Крепление крыла к фюзеляжу
87. Конструктивное оформление вырезов в фюзеляже
88. Кабины самолётов, особенности компоновки в них СКВ, ППС и САС
89. Виртуальная кабина
90. Крепление двигателей на самолете, нагрузки на узлы мотоустановок, их конструкция и работа под нагрузкой
91. Конструкция воздухозаборников, мотогондол, капотов, моторам
92. Электрическая и гибридная силовая установка лёгких самолётов
93. Топливная система и система нейтрального газа
94. Силовая установка гиперзвукового самолёта
95. Параметры шасси и их влияние на условия капотирования самолета
96. Параметры шасси и их влияние на путевую устойчивость самолета
97. Параметры шасси и их влияние на характеристики самолета
98. Нагрузки на шасси и работа шасси под нагрузкой
99. Элементы конструкции опор самолета и их назначение
100. Конструктивно-силовые схемы шасси и их анализ
101. Схемы крепления опорных элементов к стойкам шасси и их анализ
102. Особенности конструкции передних опор
103. Назначение амортизации шасси
104. Конструкция и работа жидкостно-газового амортизатора
105. Колебания типа «шимми», конструктивные меры борьбы с ним
106. Нетрадиционные типы шасси (шасси на воздушной подушке)
107. Особенности конструкции поплавкового шасси
108. Командные посты ручного управления
109. Командные посты ножного управления
110. Гибкая проводка управления, достоинства и недостатки
111. Жесткая проводка управления, достоинства и недостатки
112. Системы управления самолета с дозвуковой скоростью полета
113. Системы управления самолета со сверхзвуковой скоростью полета
114. Нетрадиционные системы управления самолётом
115. Реверс органов управления
116. Дивергенция крыла
117. Изгибно-крутильный флаттер крыла
118. Изгибно-элеронный и изгибно-рулевой виды флаттера

## Блок 2 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

1. Технологическая схема комбинированного разделительного штампа совмещенного действия
2. Технологическая схема комбинированного разделительного штампа последовательного действия
3. Размещение заготовки в рабочей зоне. Фиксирующие элементы комбинированного разделительного штампа
4. Расчет потребного усилия и центра давления в штампе при пробивке, вырубке
5. Гибка: гипотеза плоских сечений. Напряженно-деформированное состояние при гибке

6. Упрощение напряженного состояния при гибке (Схемы линейного напряженного состояния)
7. Радиус нейтрального слоя. Определение размеров заготовки
8. Пружинение при гибке. Определение остаточного радиуса. Определение радиуса кривизны оснстки
9. Минимальный радиус гибки
10. Вытяжка. Напряженно-деформированное состояние
11. Распределение толщины материала по фланцу при вытяжке
12. Определение диаметра заготовки при вытяжке
13. Раздача. Напряженно-деформированное состояние
14. Технологические возможности раздачи. Размеры заготовки
15. Обжим. Напряженно-деформированное состояние
16. Технологические возможности обжима. Размеры заготовки
17. Отбортовка. Напряженно-деформированное состояние
18. Технологические возможности отбортовки. Размеры заготовки
19. Формовка. Напряженно-деформированное состояние
20. Технологические возможности формовки
21. Поперечная обтяжка
22. Продольная обтяжка
23. Штамповка эластичными средами и жидкостью
24. Штамповка на листоштамповочных молотах
25. Ротационные методы деформирования
26. Изготовление трехслойной сотовой панели из полимерных композитов (ПКМ) в два перехода
27. Подготовка исходных материалов для формования изделия из ПКМ
28. Эпоксидные смолы холодного и горячего отверждения. Сравнение
29. Способы получения трубчатых изделий из полимерных композитов.
30. Опишите техоперации при формовании вакуумированием для получения полимерного композитного изделия
31. Варианты изготовления трехслойных сотовых панелей из ПКМ
32. Автоклавное формование трехслойной сотовой композитной панели в четыре перехода. Особенности техпроцесса
33. Вакуумное и термокомпрессионное формование изделий из ПКМ
34. Назначение цулаги при формовании изделий из ПКМ. Пример
35. Варианты оснасток для изготовления полимерных композитных изделий. Примеры
36. Параметры формования при автоклавном формовании трехслойной панели с сотовым наполнителем по ступенчатому циклу
37. Ступенчатые и простые циклы формования изделий из ПКМ. Особенности техпроцесса
38. Методы намотки, какие изделия из ПКМ получают методом намотки
39. Пропитка ткани связующим в пропиточной машине. Опишите техпроцесс
40. Технология изготовления композитной обшивки переменной толщины
41. Технология изготовления толстостенных втулок и накладок
42. Технология изготовления панели крыла с наполнителем из пенопласта
43. Технология изготовления нервюр из композитов
44. Панелированная и непанелированная конструкции. Схемы сборок сборочных единиц планера летательного аппарата
45. Технология сборки клепаной металлической панели, состоящей из обшивки, стрингеров, полочек нервюр
46. Основные техоперации при узловой сборке носового отсека фюзеляжа
47. Сущность базирования по поверхности каркаса при агрегатной сборке на примере сборки элерона

48. Сущность базирования по "сборочным отверстиям" при узловой и агрегатной сборке. Примеры
49. Сущность базирования по координатно-фиксирующим отверстиям и по месту детали. Примеры
50. Классификация сборочных приспособлений по степени универсальности
51. Нивелировочные работы на общей сборке самолета
52. Типовые компенсаторы, применяемые при сборке, их назначение в сборочных работах. Примеры
53. Основные операции стыковки отсеков фюзеляжа Ф-2, Ф-3, Ф- 4
54. Типовые техоперации при монтаже трубопроводных систем
55. Операции монтажа сборочных приспособлений с помощью монтажного эталона, инструментального стенда
56. Варианты базирования при сборке узлов планера
57. Варианты базирования при сборке агрегатов планера самолета
58. Методы обеспечения взаимозаменяемости сборочных контуров планера самолета
59. Методика расчета точности сборки узла или агрегата самолета
60. Сущность базирования по внешней поверхности обшивки при сборке агрегатов на примере сборки ОЧК
61. Виды герметизаций, применяемых при сборке. Их назначение и особенности
62. Обеспечение требуемой точности и взаимозаменяемости узлов и агрегатов планера летательного аппарата

Список литературы для подготовки к кандидатскому экзамену указан в разделе 4 рабочей программы

