



Программа «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Технология самолетостроения»

Протокол № 4 от  
«17» 12 2018 г.

Заведующий кафедрой  
«Технология самолетостроения»

 А.В. Бобков  
«17» 12 2018 г.

Программа «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» обсуждена и одобрена на общем собрании научно-педагогических работников и обучающихся факультета самолетостроительного факультета

Протокол № 2 от  
«19» 12 2018 г.

Председатель общего собрания научно-педагогических работников и обучающихся самолетостроительного факультета

 С.И. Феоктистов  
«19» 12 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская  
«21» 12 2018 г.

Проректор по науке и инновационной работе

 А.И. Евстигнеев  
«24» 12 2018 г.

Начальник УМУ

 Е.Е. Поздеева  
«25» декабря 2018 г.

Начальник ОПА НПК

 Е.В. Чепухалина  
«26» января 2018 г.

Автор рабочей программы дисциплины заведующий кафедрой «Технология самолетостроения», доктор техн. наук, доцент

 А.В. Бобков  
«17» 12 2018 г.

## Введение

Учебная дисциплина «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» входит в блок 1 вариативной части учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов направления 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» очной формы обучения.

Данная рабочая программа по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» является базовым и руководящим документом для аспирантов указанного направления подготовки и преподавателей, которые ведут занятия по данной дисциплине. Рабочая программа предназначена для чёткой ориентации и представления, чем конкретно предстоит заниматься при изучении и освоении данной дисциплины. Содержание программы охватывает основные положения дисциплины.

В целом, содержание дисциплины «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» и способы его усвоения соответствуют компетентностному подходу в образовании и нацелено на активное овладение учебным материалом.

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

Распределение нагрузки по часам при изучении дисциплины «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» показано ниже.

Вид нагрузки	Очная форма, объем в часах	Объем в форме практической подготовки, в часах
Лекции	4	
Самостоятельная работа	68	40
Кандидатский экзамен	36	-
Общее количество часов	108	

Аспирант, обучающийся по направлению 05.07.02. «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», должен свободно ориентироваться в современных мировых тенденциях развития методов проектирования, конструкций летательных аппаратов и технологий обработки авиационных материалов, а также уметь подбирать наиболее целесообразный способ изготовления, использовать полученные в процессе обучения знания в развитии научного потенциала авиационной промышленности.

## 1 Пояснительная записка

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

**Предмет дисциплины** – изучение основных методов и подходов 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** – формирование у аспирантов углубленных знаний законов и принципов создания авиационных конструкций, теоретической и практической подготовки в области проектирования конструктивных элементов самолета; конструирования деталей, узлов и агрегатов самолета; проектировочного расчета с целью оценки вариантов конструктивных решений; умения творчески подходить к процессу конструирования, формирование у студентов знаний по материалам и технологиям их обработки, применяемых при изготовлении деталей летательного аппарата.

**Задачи**, стоящие перед аспирантом при прохождении курса «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»:

- 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 проектировочных 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 курса «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» базируется на **принципах**:

**научности** - при изучении теоретического материала, как во время аудиторных занятий, так и при самостоятельном изучении разделов курса, аспиранты, знакомятся с общей методологией проектирования, с разносторонними требованиями, предъявляемыми к авиационным конструкциям. Этому способствуют использование проблемных ситуаций, в том числе

ситуаций личностного выбора, специальное обучение умению наблюдать явления, фиксировать и анализировать результаты наблюдений, эффективно работать с учебной и научной литературой;

**преемственности** – изучаемая дисциплина является необходимой составной частью подготовки аспиранта. Знания, полученные аспирантом при изучении теоретических разделов курса, востребованы для успешного выполнения научно-исследовательских работ, подготовки научных докладов и диссертации;

**системности** - предполагается, что учебный материал изучается в определенной логической последовательности, которая даёт системное представление о дисциплине. Для этого темы учебной программы структурированы и систематизированы. При переходе от одной темы к другой сохраняется определенная преемственность.

## 1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

Учебная дисциплина «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» входит в состав вариативной части учебного плана и является обязательной дисциплиной при подготовке аспирантов. Она изучается в течение первого и второго полугодий второго года обучения. В первом полугодии учебным планом предусмотрен зачет, а во втором – кандидатский экзамен по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений и владений компетенций, перечисленных в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ПК-1</b> Способность к разработке и теоретическому обоснованию новых конструкций летательных аппаратов, изучению новых конструкционных материалов и технологий изготовления изделий авиационного назначения из них</p>	<p><b>З1 (ПК-1-I) ЗНАТЬ:</b> основные типы летательных аппаратов и предъявляемые к ним требования, основные решения в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методы проектирования конструкций летательных аппаратов;</p> <p><b>З2 (ПК-1-I) ЗНАТЬ:</b> основные тенденции развития авиационной техники;</p> <p><b>У1 (ПК-1-I) УМЕТЬ:</b> решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники;</p> <p><b>З1 (ПК-1-II) ЗНАТЬ:</b> направления развития в области создания новых материалов и покрытий авиационной техники;</p> <p><b>У1 (ПК-1-II) УМЕТЬ:</b> предлагать и обосновывать новые решения в области кон-</p>

	<p>струкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений;</p> <p><b>У2 (ПК-1-II) УМЕТЬ:</b> предлагать и обосновывать применение новых конструкционных материалов на основе анализа технических требований к изделию авиационного назначения;</p> <p><b>З1 (ПК-1-III) ЗНАТЬ:</b> современные инструменты проектирования и анализа конструкций и технологических процессов;</p> <p><b>У1 (ПК-1-III) УМЕТЬ:</b> решать задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники;</p> <p><b>В1 (ПК-1-III) ВЛАДЕТЬ:</b> навыками проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах.</p>
<b>ПК-2</b> Владение методологией изучения связей (механических, физических, размерных, временных, информационных, экономических и организационных) в процессе создания новых конструкций летательных аппаратов, изучение новых конструкционных материалов и технологий изготовления изделий авиационного назначения	<p><b>З1 (ПК-2-I) ЗНАТЬ:</b> технологические процессы, специальное оборудование для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов</p> <p><b>З2 (ПК-2-I) ЗНАТЬ:</b> марки и свойства конструкционных материалов, применяемых в производстве летательных аппаратов, технологии обработки материалов авиационного назначения;</p> <p><b>З2 (ПК-2-II) ЗНАТЬ:</b> методы обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий;</p> <p><b>У1 (ПК-2-II) УМЕТЬ:</b> разрабатывать экономически целесообразный технологический процесс.</p>
<b>Виды профессиональной деятельности:</b>	
ПД 1	научно-исследовательская деятельность в соответствующей отрасли научного знания
ПД 2	преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования
<b>Трудовые функции/знания</b>	
ФН 1	Участствует в научно-исследовательской работе кафедры, иного подразделения образовательного учреждения.
ЗП4	основы экологии, права, социологии; правила по охране труда и пожарной безопасности

### 1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебного плана дисциплина «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» изучается на втором курсе. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения представ-

лена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения (срок обучения 4 года)

Наименование показателей	Полугодие	Значение трудоемкости						
		зет	всего		в том числе:			
			часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
			всего	в неделю	всего	в неделю		
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	3, 4	3	108	3,2	4	0,11	68	36
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	3	1	36	2,6	2	0,14	34	–
	4	2	72	3,6	2	0,1	34	36
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятий - лекции	3	–	–	–	2	0,14	–	–
	4	–	–	–	2	0,1	–	–
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):		–	–	–	–	–	–	36
4.1 Зачет	3	–	–	–	–	–	–	–
4.1 Кандидатский экзамен	4	–	–	–	–	–	–	36

#### 1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются в процессе изучения общетехнических и специальных дисциплин в рамках освоения программ специалитета по направлению 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение» и проверяются в процессе сдачи вступительного экзамена по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в приложении А.

#### 2 Структура и содержание дисциплины

Структурная схема дисциплины «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» с указанием основных тем и видов занятий, рассматриваемых в рамках каждой темы, представлена в таблице 2.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академические	Объем в форме практические	Основные результаты изучения разделов	Виды профессиональной деятельности

			часы	ской подготовки, часы	Знания, умения, владения компетенций	сти, трудовые функции и знания преподавателя
<b>Первое полугодие второго года обучения</b>						
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.	4	2	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
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.	4	2	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II),	ПД 1, ПД 2, ФН 1

		<p>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 стойкам шасси и их анализ.</p>			<p>У1 (ПК-1- II), В1 (ПК-1- III)</p>	
3	<p>Проектирование и конструкция крыла самолета</p>	<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</p>	5	3	<p>31 (ПК-1- I), 32 (ПК-1- I), У1 (ПК-1- I), 31 (ПК-1- II), У1 (ПК-1- II), В1 (ПК-1- III)</p>	<p>ПД 1, ПД 2, ФН 1</p>

		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.				
4	Проектирование и конструкция оперения и механизации крыла ЛА	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.	5	3	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
5	Проектирование и конструкция фюзеляжа ЛА	Назначение и требования к фюзеляжу. Внешние формы и параметры фюзеляжа. Нагрузки на фюзеляж и их уравнивания. 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, мото-	5	3	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	ПД 1, ПД 2, ФН 1

		рам.				
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	3	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	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.	4	2	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
8	Оценка надежности и безопасности ЛА	Основные понятия и показатели надежности безопасности и живучести самолета. Теоретические основы надежности. Критерии надежности самолета. Анализ статистиче-	4	2	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-I)	ПД 1, ПД 2, ФН 1

		ских 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.			II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)	
Итого в первом полугодии			36	20		
Второе полугодие второго года обучения						
1	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.	6	2	31 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II)	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗП4
2	Технологические процессы изготовления деталей самолета	Заготовительно-штамповочные работы. Механическая обработка. Электрохимические и электрофизические методы обработки. Литейные, сварочные работы. Термообработка, покрытие. Качество летательных	9	7	31 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-	ПД 1, ПД 2, ФН 1

		<p>аппаратов. Основные понятия и определения. Показатели качества. Специфические показатели качества самолетов. Требования по точности к группам деталей, узлам, агрегатам самолета.</p> <p>Основные факторы, определяющие требования к технологичности конструкции самолета и бортовых систем.</p> <p>Отработка конструкции на технологичность на этапах эскизного, технического и рабочего проектирования, на этапах изготовления опытных изделий и серийного производства.</p>			<p>I), 32 (ПК-2- II), У1 (ПК-2- II)</p>	
3	Базы и методы базирования	<p>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.</p>	4	2	<p>31 (ПК-1- II), 31 (ПК-1- III), У1 (ПК-1- III), 32 (ПК-2- I), 32 (ПК-2- II), У1 (ПК-2- II)</p>	<p>ПД 1, ПД 2, ФН 1</p>
4	Схемы увязки агрегатов и узлов ЛА, методы обеспечения их взаимозаменяемости	<p>Основные понятия и определения. Полная и неполная взаимозаменяемость. Система обеспечения взаимозаменяемости в общем машиностроении. Особенности взаимозаменяемости в самолетостроении. Независимое и зависимое образование размеров сопрягае-</p>	5	3	<p>31 (ПК-1- II), 31 (ПК-1- III), У1 (ПК-1- III), 31 (ПК-2- I), 32 (ПК-2- I), 32 (ПК-2-</p>	<p>ПД 1, ПД 2, ФН 1</p>

		<p>мых 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 компоновка</p>			<p>II), У1 (ПК-2-II)</p>	
5	Технология изготовления изделий из полимерных композитных материалов	<p>Особенности свойств ПКМ. Область применения ПКМ в авиастроении. Структура полимерного композиционного материала. Особенности формирования изделий из ПКМ. Механическая обработка полученного изделия из ПКМ. Технологические дефекты в композитных изделиях, их классификация. Контроль качества изделий из ПКМ.</p>	6	4	<p>31 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II)</p>	<p>ПД 1, ПД 2, ФН 1</p>
6	Сборочные работы в самолете	<p>Разделение сборочных работ по этапам. Зоны</p>	6	2	<p>31 (ПК-1-II),</p>	<p>ПД 1, ПД 2,</p>

тостроении.	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, nivelирование самолета			31 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), 32 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II)	ФН 1
Итого во втором полугодии второго года обучения		36	20		
Итого за два полугодия		72	40		
Трудоемкость промежуточной аттестации во втором полугодии второго года обучения		36			
<b>Итого в целом по дисциплине:</b>		<b>108</b>	<b>40</b>		

### 3 Календарный график изучения дисциплины

Согласно учебным планам для аспирантов очной формы обучения (срок обучения 4 года) объем учебной нагрузки полностью совпадает. Поэтому целесообразно представить общий график проведения лекционных занятий.

#### 3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов очной формы обучения (срок обучения 4 года) предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом и втором полугодиях второго курса обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне.

Программа лекционных занятий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование
	Лекций в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	Знаний, умений и владений компетенций
1	2	3	4
Первое полугодие второго года обучения			
Общие вопросы проектирования авиационных конструкций	2	Лекция-беседа 2	31 (ПК-1-I), 32 (ПК-1-I), У1 (ПК-1-I), 31 (ПК-1-II), У1 (ПК-1-II), В1 (ПК-1-III)
Итого в первом полугодии	2	2	–
Второе полугодие второго года обучения			
Технологические процессы изготовления авиационной техники	2	Лекция-беседа 2	31 (ПК-1-II), 31 (ПК-1-III), У1 (ПК-1-III), 31 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-I), 32 (ПК-2-II), У1 (ПК-2-II)
Итого во втором полугодии	2	2	–
<b>Итого в целом по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	–

В ходе проведения лекционных занятий также могут использоваться такие методы активного обучения, как проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-визуализация, дискуссия.

### **3.2 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы аспирантов, график её реализации**

Самостоятельная работа аспирантов является неотъемлемой частью изучения дисциплины и оказывает значительное влияние на конечный результат в части усвоения материала и приобретения знаний, навыков и владений, представленных в подразделе 1.2 и в таблице 3.

Виды самостоятельной работы аспирантов по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»:

– 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, а также подготовки к кандидатскому экзамену аспирантов очной формы обучения представлена в таблице 5. График самостоятельной работы и подготовки к кандидатскому экзамену аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 6.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы аспирантов

№	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	В неделю	Объем в форме практической подготовки, часы	Планируемые основные результаты самостоятельной работы (знания, умения, владения компетенций выпускников)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года обучения						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	14	1,0 0		31 (ПК-1-И), 32 (ПК-1-И), 31 (ПК-1-ИИ)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
2	Выполнение индивидуального задания	20	1,4 3	20	У1 (ПК-1-И), У1 (ПК-1-ИИ), В1 (ПК-1-ИИИ)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
	<b>Итого за полугодие</b>	<b>34</b>	<b>2,4 3</b>	20	–	
Второе полугодие второго года обучения						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	14	0,7 0		31 (ПК-1-ИИ), 31 (ПК-1-ИИИ), 31 (ПК-2-И), 32 (ПК-2-И), 32 (ПК-2-ИИ)	ПД 1, ПД 2, ФН 1
2	Выполнение индивидуального задания	20	1,0 0	20	У1 (ПК-1-ИИИ), У1 (ПК-2-ИИ)	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗП4
	<b>Итого за полугодие</b>	<b>34</b>	<b>1,7</b>	20		
	<b>Итого дисциплине</b>	<b>68</b>	<b>2,0</b>	40		

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы и подготовки к кандидатскому экзамену аспирантов очной формы обучения

Первое полугодие второго года обучения (продолжительность 14 недель)

Виды работ*	Число академических часов в неделю														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
СР1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>14</b>
СР2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	<b>20</b>
<b>Итого</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>34</b>

Второе полугодие второго года обучения (продолжительность 20 недель)

Виды работ*	Число академических часов в неделю																				Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
СР1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	<b>14</b>
СР2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>20</b>
<b>Итого</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>34</b>

\*Примечание: СР1 – самостоятельное изучение разделов дисциплины;  
СР2 – выполнение индивидуального задания.

## **4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов**

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в трех формах: текущая аттестация, промежуточная аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

### **4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений) аспирантов**

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

### **4.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов**

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» осуществляется в форме зачета и кандидатского экзамена.

Зачет выставляется аспирантам по результатам следующих достижений:

- выполненного коллоквиума;
- выполненного индивидуального задания.

Вопросы для проведения коллоквиумов представлены в приложении В.

Кандидатский экзамен проходит в форме устного ответа на вопросы:  
– два вопроса основной программы;  
– один вопрос дополнительной программы.

На итоговую оценку за кандидатский экзамен влияют оценки за Коллоквиум и индивидуальное задание, выполненное во втором полугодии.

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 в соответствии с СТО 7.5-11 «Индивидуальный план аспиранта». Эти вопросы должны соответствовать направленности подготовки аспиранта и теме его научно-квалификационной работы.

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» для аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Оценочное средство	Знание, умение, владение, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
<b>Первое полугодие второго года обучения</b>				
Коллоквиум	31 (ПК-1-1), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		2	Фрагментарные знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требованиям, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		3	Неполные знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требованиям, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требованиям, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		5	Сформированные и систематические знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требованиям, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	32	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума

(ПК-1-I), ПД 1, ПД 2, ФН 1	2	Фрагментарные знания об основных тенденциях развития авиационной техники	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	3	Неполные знания об основных тенденциях развития авиационной техники	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных тенденциях развития авиационной техники	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	5	Сформированные и систематические знания об основных тенденциях развития авиационной техники	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
У1 (ПК-1-I), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	2	Частично освоенное умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	3	В целом успешное, но не систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	5	Успешное и систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
З1 (ПК-1-II), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	2	Фрагментарные знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	3	Неполные знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	5	Сформированные и систематические знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
У1 (ПК-1-II),	1	Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума

	ПД 1, ПД 2, ФН 1	2	Частично освоенное умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		3	В целом успешное, но несистематическое умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		5	Успешное и систематическое умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
Индивидуальное задание	У1 (ПК-1-I), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	Задание выполнено на 50%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	Задание выполнено на 80%
		5	Успешное и систематическое умение решать научно-технические задачи проектирования и конструирования объектов авиационной техники	Задание выполнено полностью
	У1 (ПК-1-II), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но несистематическое умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	Задание выполнено на 50%

		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	Задание выполнено на 80%
		5	Успешное и систематическое умение предлагать и обосновывать новые решения в области конструкции летательного аппарата на основе анализа имеющихся решений	Задание выполнено полностью
В1 (ПК-1-III), ПД 1, ПД 2, ФН 1		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах	Задание выполнено на 50%
		4	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах	Задание выполнено на 80%
		5	Успешное и систематическое применение навыков проектирования изделий в CAD/CAM/CAE/PDM системах	Задание выполнено полностью
Зачет выставляется при получении оценки не ниже 3. Оценка за первое полугодие формируется по формуле: $0,5 * \text{оценка за коллоквиум} + 0,5 * \text{оценка за индивидуальное задание}$ .				
<b>Второе полугодие второго года обучения</b>				
Коллоквиум	З1 (ПК-1-II), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		2	Фрагментарные знания о направлениях развития в области создания новых конструктивных материалов и покрытий изделий авиационной техники	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		3	Неполные знания о направлениях развития в области создания новых конструктивных материалов и покрытий изделий авиационной техники	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о направлениях	71-90 % правильных ответов на

		развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	вопросы коллоквиума
	5	Сформированные и систематические знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
31 (ПК-1-III), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	2	Фрагментарные знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	3	Неполные знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	5	Сформированные и систематические знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
32 (ПК-2-I), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	2	Фрагментарные знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума
	3	Неполные знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума

		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
		5	Сформированные и систематические знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
	32 (ПК-2-П), ПД 1, ПД 2, ФН 1,	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
		2	Фрагментарные знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	51-60 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
		3	Неполные знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	61-70 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	71-90 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
		5	Сформированные и систематические знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	91-100 % правильных ответов на вопросы коллоквиума	
	Индивидуальное задание	У1 (ПК-1-III), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
			2	Частично освоенное умение решать задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники	Задание выполнено менее, чем на 50%
			3	В целом успешное, но не систематическое умение решать задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники	Задание выполнено на 50%
4			В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники	Задание выполнено на 80%	
5			Успешное и систематическое умение решать задачи обеспечения надежности и контроля качества изделий авиационной техники	Задание выполнено полностью	
У1 (ПК-2-П),		1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено	

	ПД 1, ПД 2, ФН 1, ЗП4	2	Частично освоенное умение разрабатывать экономически целесообразный технологический процесс	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но несистематическое умение разрабатывать экономически целесообразный технологический процесс	Задание выполнено на 50%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать экономически целесообразный технологический процесс	Задание выполнено на 80%
		5	Успешное и систематическое умение разрабатывать экономически целесообразный технологический процесс	Задание выполнено полностью
Вопросы к кандидатскому экзамену	31 (ПК-1-Г), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требования, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требования, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требования, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания об основных типах летательных аппаратов и предъявляемые к ним требования, основным решениям в области конструкции и компоновки летательных аппаратов, методам проектирования конструкций летательных аппаратов	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	32 (ПК-1-Г), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
2	Фрагментарные знания об основных тенденциях развития авиационной техники	Нет ответа на поставленный вопрос		

		3	Неполные знания об основных тенденциях развития авиационной техники	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных тенденциях развития авиационной техники	Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания об основных тенденциях развития авиационной техники	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
31 (ПК-1-И), ПД 1, ПД 2, ФН 1		1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания о направлениях развития в области создания новых конструкционных материалов и покрытий изделий авиационной техники	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
31 (ПК-1-III), ПД 1, ПД 2, ФН 1		1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса

		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания о современных инструментах проектирования и анализа конструкций и технологических процессов	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	32 (ПК-2-I), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные и систематические знания технологических процессов, специального оборудования для изготовления деталей, узлов, агрегатов и систем летательных аппаратов	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	32 (ПК-2-II), ПД 1, ПД 2, ФН 1	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть

		5 Сформированные и систематические знания методов обеспечения и повышения надежности и контроля качества изделий	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
<p>Оценка кандидатского экзамена – <math>(0,33 * \text{оценка за первый вопрос основной программы} + 0,33 * \text{оценка за второй вопрос основной программы} + 0,33 * \text{оценка за вопрос дополнительной программы}) * 1</math> (если среднеарифметическая оценочных средств второго полугодия более 3), <math>* 0</math> (если среднеарифметическая оценочных средств второго полугодия менее 3). Дробное значение округляется по правилам математики.</p>			

### **4.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины**

Отложенный контроль знаний аспирантов по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада по результатам выполненной научно-квалификационной работы.

## **5 Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **5.1 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>.

## 5.2 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>.

## 5.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian  
Лицензионный сертификат 47019898, MSDN Product Key.
2. Microsoft® Windows Professional 7 Russian  
Лицензионный сертификат 46243844, MSDN Product Key.
3. Kaspersky Endpoint Securitye для бизнеса - Стандартный Russian Edition (продление лицензии). Лицензионное соглашение № 2434-180626-125541-873-890.
4. Mathcad Education. Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012.

#### **5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (электронно-библиотечные системы); перечень профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий); 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 Web of Science. (<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».

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

### Вопросы к вступительному экзамену по специальной дисциплине

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. Высокоч прочный полимерный композит, его специфические свойства
31. Техпроцесс изготовления сотовых панелей из полимерных композитов
32. Технология изготовления лонжерона лопасти несущего винта вертолета из полимерных композитов

## 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 может быть 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.

#### **Типовой вариант индивидуального задания**

##### **Первое полугодие**

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 индивидуальных заданий**

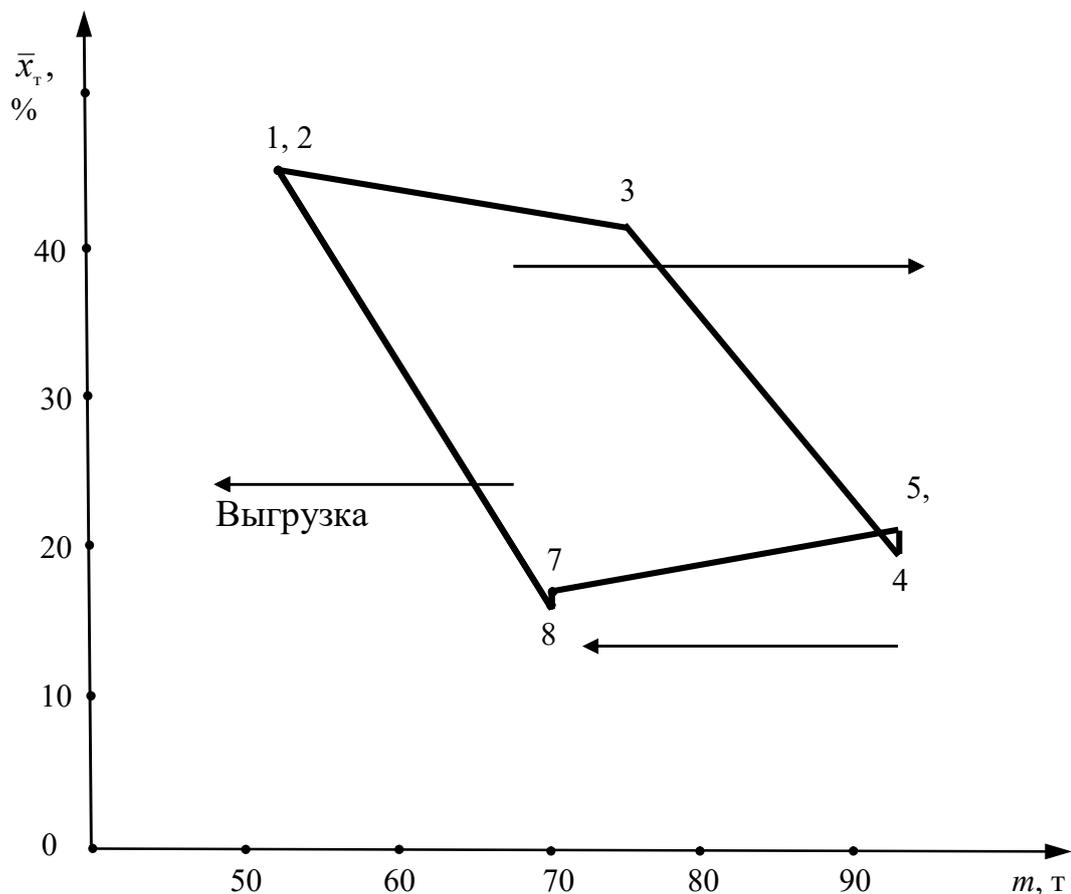
### **Второе полугодие**

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 стапельной сборки какого-либо агрегата самолёта-прототипа на базовом предприятии и разработать техпроцесс внестапельной 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

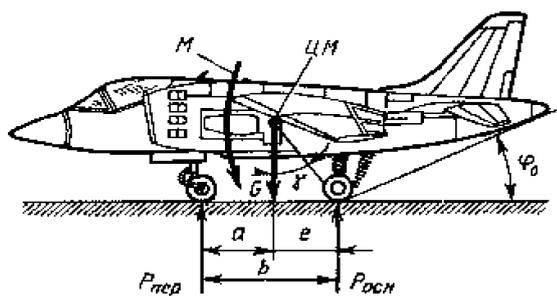
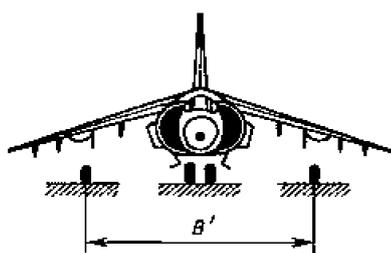
## ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

Вопросы для проведения коллоквиума в первом полугодии

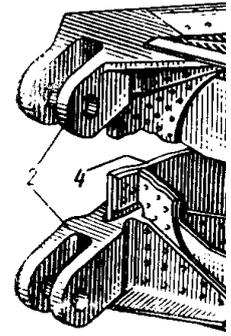
1. Сформулируйте правило площадей, применяемое при объёмно-весовой компоновке сверхзвукового самолёта. В каком диапазоне скоростей полёта его применение наиболее эффективно?
2. Прочитайте и объясните представленный на рисунке центровочный график самолёта.



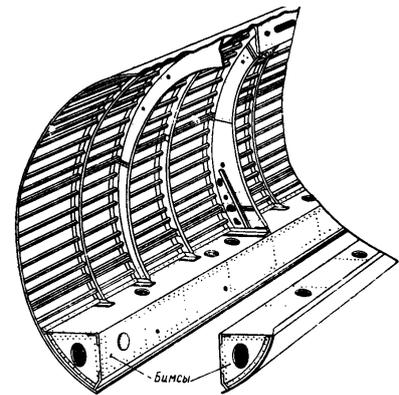
3. Перечислите преимущества и недостатки шасси на воздушной подушке.
4. Классификация весовых формул агрегатов летательного аппарата.
5. Перечислите преимущества и недостатки шасси велосипедного типа, а также его основные параметры.



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.

#### Вопросы для проведения коллоквиума во втором полугодии

1. Что такое сборочная база, привести примеры.
2. Какие существуют способы нанесения герметиков?
3. Назовите зоны допусков на аэродинамические обводы планера.
4. Сущность метода растяжения при изготовлении металлических сот.
5. Какие операции выносятся на внестапельную сборку агрегата?
6. Дано: лонжерон крыла, скорость полета самолета – 750 км/ч.

Необходимо:

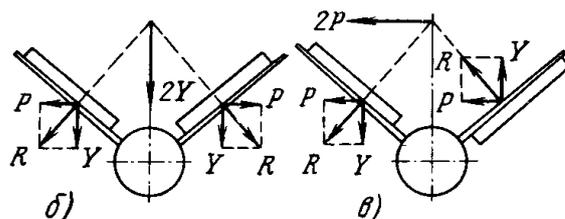
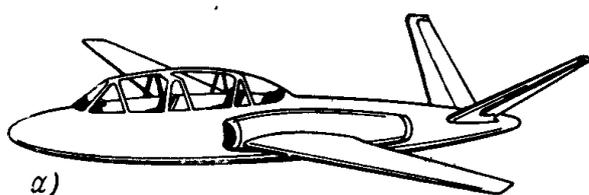
- а) выбрать способ базирования для деталей, входящих в сборку;
- б) составить структурную схему увязки для детали;
- в) определить тип сборки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное)

### Вопросы к кандидатскому экзамену

#### 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 оснастки
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 технооперации 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 технооперации 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 5 рабочей программы**

