



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала ДВФУ  
в г. Арсеньеве  
Ю.Ф.Огнёв  
«26» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ**

**Специальность 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»**

специализация/ Вертолетостроение

**Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренное обучение на базе СПО)**

курс 5/6/5 семестр 9/-/-  
лекции 36/12/12 час.  
практические занятия = 36/12/12 час.  
лабораторные работы 8/-/- час.  
с использованием МАО -22/6/8 час.  
в электронной форме лек. -/ пр./ лаб.-  
всего часов контактной работы 80/24/24 час.  
в том числе с использованием МАО 22/6/8 час, в электронной форме = час.  
самостоятельная работа 100/156/156 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36/9/9 час.  
изучено и зачтено: -/-/36 час.  
курсовая работа -/-/- курс, курсовой проект 5/6/6 курс  
зачет -/-/- семестр, 3/4/3 курс  
экзамен-9/-/- семестр, 6/5/6 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2016 г. № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 05 от «26» июня 2018 г.

Составитель (ли): ст. преподаватель С.И.Боровкова

Оборотная сторона титульного листа

**1. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

**Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Проектирование технологического оснащения»**

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.9 «Проектирование технологического оснащения» разработана для студентов специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», специализация «Вертолетостроение» программы специалиста и входит в число обязательных дисциплин вариативной части базовой блока 1 дисциплин учебного плана.

Дисциплина реализуется на:

- 1) 5 курсе, 9 семестре для студентов очной формы обучения;
- 2) 6 курсе для студентов заочной формы обучения с полным сроком обучения;
- 3) 5 курсе заочной формы обучения с ускоренном сроком обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов (5 зачетные единицы), в том числе 80/24/24 час. контактной работы (36/12/12 час. – лекционные занятия, 8/-/- лабораторные работы, 36/12/12 часов – практические занятия), 64/147/75 часа на самостоятельную работу студента, 36/9/9 часа на контроль.

Оценка результатов обучения – экзамен: 9 семестр, 5 курс/6 курс/5 курс, курсовой проект: 9 семестр, 5 курс/6 курс, 5 курс.

Дисциплина «Проектирование технологического оснащения» опирается на знание дисциплин, изучаемых в рамках подготовки специалистов по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» таких как:

- 1) Конструкция самолета (вертолета) (общая характеристика самолетов (вертолетов), назначение крыла и оперения и требования, предъявляемые к их конструкции, фюзеляж, шасси, несущие винты вертолетов, хвостовые винты вертолетов)
- 2) Прочность конструкции (внешние нагрузки, действующие на криволинейный стержень, статическая устойчивость криволинейных стержней, расчет балок лежащих на упругом основании, изгиб и кручение стержней, расчет стержневых конструкции);
- 3) Основы автоматизации проектно-конструкторских работ (основы 3D моделирования, изучение базовых инструментов построения в системе AutoCad, Compas);
- 4) Технология производства вертолета (соединения в агрегатно-сборочном производстве, конструктивно-технологическая увязка аэродинамических обводов деталей, узлов и агрегатов).

Для успешного изучения дисциплины «Проектирование технологического оснащения» вышеперечисленные дисциплины сформировать следующие предварительные компетенции:

ОК-8 - способность применять методы и средства познания, самообучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, развития социальных и профессиональных компетенций;

ОПК-2 - способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений;

ПК-4 - способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;

ПК-6 - владение методами и навыками моделирования на основе современных информационных технологий;

ПК-7 - готовность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно-конструкторских работ;

ПК-8 - наличие навыков в обращении с нормативно-технической документацией и владением методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области самолето- и вертолетостроения;

ПК-9 - готовность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции;

ПК-11 - способность к организации рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования;

ПК-12 - владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины

ПК-13 - способность использовать стандарты и типовые методы контроля и оценки качества выпускаемой продукции

ПК-14 - готовность к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции

ПК-15 - способность разрабатывать документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках

ПК-16 - владение методами контроля соблюдения экологической безопасности

ПК-25 - способность разрабатывать документацию для создания системы менеджмента качества продукции

ПСК-2.1 - способность и готовность участвовать в разработке технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов вертолетов

ПСК-2.2 - способность и готовность к проведению проектных расчётов прочности отдельных элементов конструкции.

Данная дисциплина является основой для разработки выпускной квалификационной работы.

**Целью дисциплины** «Проектирование технологического оснащения» является обеспечение студента теоретическими знаниями и практическими навыками в области проектирования сборочного приспособления и необходимой технологической оснастки.

**Задачами дисциплины** является формирование у студентов:

- основной терминологии и понятий, принятых в процессах проектирования и изготовления сборочной оснастки;
- знаний классификации сборочных приспособлений, их структуры и предъявляемым к им требованиям;
- знаний этапов проектирования сборочных приспособлений;
- умений разработки технических условий на проектирование и изготовление сборочной оснастки в зависимости от особенностей собираемых конструкций;
- умений определить нагрузки, действующие на элементы конструкции сборочного приспособления (стапеля);
- умение производить расчеты элементов приспособления на жесткость и прочность.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 - способностью организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;	знает	методы проведения научных исследований
	умеет	способность к работе в коллективе, способностью в качестве руководителя подразделения, лидера группы работников
	владеет	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
ПК-9 - готовность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции;	знает	состав и структуру документации, необходимой для поддержки всех этапов цикла разрабатываемой конструкции
	умеет	создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции
	владеет	навыками создания и сопровождения документации, необходимой для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции
ПК-11 - способность к организации рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования;	знает	принципы организации рабочих мест
	умеет	организовывать рабочие места, их технического оснащения и размещать на них технологическое оборудование
	владеет	навыками проектирования производственных участков и цехов

ПК-14 - готовность к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	знает	структуру и содержание работ по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции
	умеет	проводить работы по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции
	владеет	навыками участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции
ПК-22 - способность разрабатывать и проектировать экспериментальное оборудование и стенды для проведения исследований;	знает	порядок проектирования экспериментального оборудования и стендов для проведения исследований
	умеет	разрабатывать техническое задание (технические условия) на проектирование экспериментального оборудования и стендов для проведения исследований
	владеет	навыками разработки и проектирования экспериментального оборудования и стендов для проведения исследований

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины Б1.В.ОД.9 «Проектирование технологического оснащения» предусмотрено 22/8/6 часов активного обучения с применением следующих методов активного/ интерактивного обучения:

- лекция-визуализация;
- контрольные тесты;
- выполнение практических задач;
- выполнение курсового проекта.

По всем темам дисциплины Б1.В.ОД.9 «Проектирование технологического оснащения» проводятся лекционные занятия с использованием мультимедийной презентации.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Содержание теоретической части курса разбивается на темы (36/12/12 час).

### **Модуль 1. Сборочные приспособления и их элементы (12/8/8 часов)**

#### **Тема 1. Особенности сборки и классификация сборочных приспособлений авиационной техники (4/2/2 часа).**

Особенности сборки мало жестких крупногабаритных изделий. Основы сборки агрегатов летательных аппаратов. Основные виды сборочных приспособлений. Требования, предъявляемые к сборочным приспособлениям авиационной и ракетной техники. Специализированные сборочные приспособления

#### **Тема 2. Элементы и детали сборочных приспособлений авиационной и ракетной техники (4/2/2 часа).**

Стандартизированные элементы и детали сборочных приспособлений. Компоновка стандартизированных элементов. Образование рабочего контура базового элемента сборочного приспособления. Компоновка сборочных приспособлений для различных видов изделий.

#### **Тема 3. Методы и средства соединения узлов при сборке (4/2/2 часа).**

Механизация и автоматизация сборочных работ. Сверльно-зенковальные установки для выполнения отверстий в соединениях. Сверльно-клепальные автоматы. Компоновки сверльно-клепальных автоматов.

### **Модуль 2. Проектирование, увязка и монтаж сборочных приспособлений (24/4/4 часа)**

**Тема 3. Методы увязки и монтажа сборочных приспособлений (10/2/2 часов).**

Технические условия на проектирование сборочного приспособления. Метод монтажа оснастки в системе «эталон поверхности – монтажный эталон». Метод монтажа оснастки в системе базовых отверстий. Применение координатных стандов, шаблонов, геодезических оптических приборов и лазерных излучателей.

**Тема 4. Разделочные и стыковочные станды (8/1/1 часов).**

Методика проектирования и монтажа разделочных стандов. Требования к разъемам и стыкам по точности и классу чистоты обработки поверхностей. Принцип работы стыковочного станда. Изготовление и монтаж стыковочных стандов.

**Тема 5. Типовые компоновки сборочных приспособлений (6/1/1 часов).**

Компоновки разделочных стандов. Компоновки стыковочных стандов. Компоновка для сборки шпангоута клепаной конструкции. Компоновка для сборки и клепки лонжерона крыла. Компоновка для сборки плоских узлов. Компоновка для сборки и дуговой электросварки панелей трехслойной конструкции.

**II СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Цель практических занятий – освоение методов проектирования приспособлений и технологической оснастки, закрепление теоретического материала дисциплины.

**Практические занятия (36 часа)**

Содержание практического задания	Время на выполнение практического задания
<b>Модуль 1. Проектирование и расчет сборочных приспособлений</b>	<b>12/4</b>
Практическая работа 1. Изучение методики проектирования сборочных приспособлений. Проектирование базирующих элементов приспособлений. Выбор установочных элементов приспособлений.	6/-/



Практическая работа 2. Изучение типовых схем установки деталей в приспособления и расчет сил зажима. Проектирование зажимного механизма.	6/4/4
<b>Модуль 2. Прогрессивные конструкторско-технологические методы увязки сборочной оснастки</b>	<b>12/4</b>
Практическая работа 3. Изучение методов увязки сборочной оснастки.	4/-/-
Практическая работа 4. Изучение методики и средств агрегатной сборки объемного макета.	4/-/-
Практическая работа 5. Изучение программно-инструментальной методики и средств увязки сборочной оснастки.	4/4/4
<b>Модуль 3. Эффективные конструктивные схемы сборочной оснастки</b>	<b>12/4</b>
Практическая работа 6. Разработка конструктивной схемы упрощенного сборно-разборного приспособления для сборки панелей.	4/-/-
Практическая работа 7. Изучение конструкции сборочного приспособления с упругим прижимом обшивок.	4/4/4
Практическая работа 8. Изучение конструкции сборочного приспособления для групповой сборки панелей с симметричными обводами.	4/-/-
Итого	36/12/12

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Проектирование технологического оснащения» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация (вопросы к экзамену/практическое занятие)	
1	Тема 1. Особенности сборки и классификация сборочных приспособлений авиационной техники	ПК-6	знает	ПР-1	Курсовой проект экзамен
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-5	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
2	Тема 2. Элементы и детали сборочных приспособлений авиационной и ракетной техники	ПК-6	знает	ПР1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-4	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
3	Тема 3. Методы увязки и монтажа сборочных приспособлений	ПК-1	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ПК-6	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ПК-7	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
4	Тема 4. Разделочные и стыко-	ПК-6	знает	ПР-1	

	вочные стенды		умеет	ПР-11
			владеет	ПР-5
		ОПК-4	знает	ПР-1
			умеет	ПР-11
			владеет	ПР-5
		ОПК-8	знает	ПР-1
			умеет	ПР-11
			владеет	ПР-5
		5	Тема 5. Типовые компоновки сборочных приспособлений	ПК-6
умеет	ПР-11			
владеет	ПР-5			
ОПК-8	знает			ПР-1
	умеет			ПР-11
	владеет			ПР-5

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## V СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Горбунов, М. Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов: Учеб. для втузов по специальности "Самолетостроение".- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1981.- 224 с.:ил.
2. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке. / В. П. Романовский - 6-е изд., перераб. и доп. -Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 19/У.— 520 с., ил.
3. Рудман, Л. И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л. И. Рудмана.-М.: Машиностроение, 1988. - 496 с.: ил. - (Б-ка конструктора).
4. Грошиков, А. И. Заготовительно-штамповочные работы в самолетостроении. / А. И. Грошиков, В. А. Малафеев. - М., «Машиностроение», 1976, 440 с.

#### Дополнительная и справочная

1. Братухин А.Г., Приоритеты авиационных технологий: В 2-х кн. / Науч. ред. А.Г. Братухин. - М.: Изд-во МАИ, 2004. - Кн. 1: Гл. 1-12. -696, с.: ил.
2. Братухин А.Г., Приоритеты авиационных технологий: В 2-х кн. / Науч. ред. А.Г. Братухин. - М.: Изд-во МАИ, 2004. - Кн. 2. -640 с.: ил.
3. Братухин А.Г., Современные технологии авиастроения / Коллектив авторов; Под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. -832 с.: ил.
4. Вайнтрауб Д. А. Холодная штамповка в мелкосерийном производстве. / Д. А. Вайнтрауб, Ю. М. - Клепиков. Справочное пособие, Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975.
5. Ершов, В.И. Листовая штамповка: Расчет технологических параметров: Справочник / В.И. Ершов, О.В. Попов, А.С. Чумадин и др. - М.: Изд-во МАИ, 1999. - 516 с.: ил.
6. Кваша, А. Н. Технология производства летательных аппаратов: Учебник для средних учебных заведений/А. Н. Кваша, Д. Н. Медведев, В. Е. Приходько и др.- М.: Машиностроение, 1981.-232 с., ил.
7. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке. / В. П. Романовский - 6-е изд., перераб. и доп. -Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979.- 520 с., ил.
8. Рудман, Л. И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л. И. Рудмана.-М.: Машиностроение, 1988. - 496 с.: ил. - (Б-ка конструктора).
9. Стандарт предприятия – Штампы листовой штамповки. Детали и сборочные единицы / СТП 07509416.07.049-2004
10. Технологическое обеспечение аэродинамических обводов современного самолета / Коллектив авторов. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 432 с.

11. Чумадин А.С., Основы технологии производства летательных аппаратов (в конспектах лекций): Учебное пособие/ А.С. Чумадин, В.И. Ершов, В.А. Баравинок и др. М: Наука и технологии, 2005. 912 с.: ил.

12. Чумадин А.С., Основы технологии производства летательных аппаратов (в конспектах лекций): Учебное пособие/ А.С. Чумадин, В.И. Ершов, В.А. Баравинок и др. М: Наука и технологии, 2005. 912 с.: ил.

13. Шухов, Ю. В. Холодная штамповка. / Ю. В. Шухов, С. А. Еленев Учебник для техн. училищ. М., «Высш. школа», 1977.

#### **Интернет-ресурсы**

1. [http://www.planer8.narod.ru/e\\_bookstmm.html](http://www.planer8.narod.ru/e_bookstmm.html)

### **VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Методические указания по освоению дисциплины. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

По каждой теме дисциплины предполагается проведение аудиторных занятий и самостоятельной работы т. е. чтение лекций, разработка сообщения доклада, вопросы для контроля знаний. Время, на изучение дисциплины и планирование объема времени на самостоятельную работу студента отводится согласно рабочему учебному плану данной специальности. Предусматриваются также активные формы обучения.

Для сокращения затрат времени на изучение дисциплины в первую очередь, необходимо своевременно выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом (списки рекомендуемой и дополнительной литературы, темы практических занятий, тестовые задания, а также другие необходимые материалы) имеются в разработанной рабочей учебной программы дисциплины.

Регулярное посещение лекций и практических занятий не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в семестре планомерно, с учетом необходимых временных затрат. Важная роль в планировании и организации времени на изучение дисциплины отводится знакомству с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В нем содержится виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий. .

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. При подготовке к практическим занятиям целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1–2 раза прочитать нужную тему, попытавшись разобраться со всеми теоретико-методическими положениями и примерами. Для более глубокого усвоения материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе, журналам или к преподавателю за консультацией.

Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Студентам рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины «Проектирование сборочных приспособлений»:

- изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10 – 15 минут;
- повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10 – 15 минут;
- изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе и конспекту – 0,5 час в неделю;
- подготовка к практическому занятию – 1 час.

Тогда общие затраты времени на освоение курса дисциплины студентами составят около 2 часа в неделю

Освоение дисциплины «Проектирование сборочных приспособлений» включает несколько составных элементов учебной деятельности.

1. Внимательное чтение рабочей программы дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов).
2. Изучение методических рекомендаций по самостоятельной работе студентов.
3. Важнейшей составной частью освоения дисциплины является посещение лекций (обязательное) и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с нормативной литературой, учебными пособиями и научными материалами.
4. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на занятиях, включающая: повторение материала лекции по теме работы; знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями преподавателя по подготовке к занятию; изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях и научных материалах; чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы; выписывание основных терминов по теме, нахождение их объяснения в словарях и энциклопедиях и ведение глоссария; составление конспекта, текста сообщения, при необходимости, плана ответа на основные вопросы практического занятия, составление схем, таблиц; посещение консультаций

преподавателя с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к занятию, передаче контрольных заданий.

5. Подготовка к устным опросам, самостоятельным работам.

6. Самостоятельная проработка тем, не излагаемых на лекциях. Написание конспекта по рекомендуемым преподавателем источникам.

7. Подготовка к зачету (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

При непосещении студентом определенных занятий, по уважительной причине, студентом отрабатывается материал на занятиях, при этом баллы за данное занятие не снижаются. Если же уважительность пропущенного занятия студентом документально не подтверждается, в таких случаях баллы по успеваемости снижаются, согласно политики дисциплины. В целях уточнения материала по определенной теме студент может посетить часы консультации преподавателя, согласно графика утвержденного на кафедре. По окончании курса студент проходит промежуточный контроль знаний по данной дисциплине в форме экзамена.

#### **Рекомендации по ведению конспектов лекций**

Конспектирование лекции – важный шаг в запоминании материала, поэтому конспект лекций необходимо иметь каждому студенту. Задача студента на лекции – одновременно слушать преподавателя, анализировать и конспектировать информацию. При этом как свидетельствует практика, не нужно стремиться вести дословную запись. Таким образом, лекцию преподавателя можно конспектировать, при этом важно не только внимательно слушать лектора, но и выделять наиболее важную информацию и сокращенно записывать ее. При этом одно и то же содержание фиксируется в сознании четыре раза: во-первых, при самом слушании; во-вторых, когда выделяется главная мысль; в-третьих, когда подыскивается обобщающая фраза, и, наконец, при записи. Материал запоминается более полно, точно и прочно.

Хороший конспект – залог четких ответов на занятиях, хорошего выполнения устных опросов, самостоятельных и контрольных работ. Значи-



мость конспектирования на лекционных занятиях несомненна. Проверено, что составление эффективного конспекта лекций может сократить в четыре раза время, необходимое для полного восстановления нужной информации. Для экономии времени, перед каждой лекцией необходимо внимательно прочитать материал предыдущей лекции, внести исправления, выделить важные аспекты изучаемого материала

Конспект помогает не только лучше усваивать материал на лекции, он оказывается незаменим при подготовке экзамену. Следовательно, студенту в дальнейшем важно уметь оформить конспект так, чтобы важные моменты культурологической идеи были выделены графически, а главную информацию следует выделять в самостоятельные абзацы, фиксируя ее более крупными буквами или цветными маркерами. Конспект должен иметь поля для заметок. Это могут быть библиографические ссылки и, наконец, собственные комментарии.

#### **Рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практические занятия являются одним из видов занятий при изучении курса дисциплины и включают самостоятельную подготовку студентов по заранее предложенному плану темы, конспектирование предложенной литературы, составление схем, таблиц, работу со словарями, учебными пособиями, первоисточниками, написание сообщений, подготовку докладов, решение задач.

Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей.

Задачей практического занятия является формирование у студентов навыков самостоятельного мышления и публичного выступления при изучении темы, умения обобщать и анализировать фактический материал, сравнивать различные точки зрения, определять и аргументировать собственную позицию. Основой этого вида занятий является изучение первоисточников, повторение теоретического материала, решение проблемно-поисковых во-

просов. В процессе подготовки к практическим занятиям студент учится: самостоятельно работать с научной, учебной литературой, научными изданиями, справочниками; находить, отбирать и обобщать, анализировать информацию; выступать перед аудиторией; рационально усваивать категориальный аппарат.

Самоподготовка к практическим занятиям включает такие виды деятельности как:

- 1) самостоятельная проработка конспекта лекции, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы;
- 2) конспектирование обязательной литературы; работа с первоисточниками (является основой для обмена мнениями, выявления непонятного);
- 3) выступления с докладами, сообщениями;
- 4) подготовка к опросам и экзамену.

#### **Разъяснения по поводу работы с рейтинговой системой и подготовки к экзамену**

Рейтинговая система представляет собой один из очень эффективных методов организации учебного процесса, стимулирующего заинтересованную работу студентов, что происходит за счет организации перехода к саморазвитию обучающегося и самосовершенствованию как ведущей цели обучения, за счет предоставления возможности развивать в себе самооценку. В конечном итоге это повышает объективность в оценке знаний.

При использовании данной системы весь курс по предмету разбивается на тематические разделы. По окончании изучения каждого из разделов обязательно проводится контроль знаний студента с оценкой в баллах. По окончании изучения курса определяется сумма набранных за весь период баллов и выставляется общая оценка. Студенты, набравшие по рейтингу более 65 баллов за семестр, могут быть освобождены от экзамена или зачета.

В целях оперативного контроля уровня усвоения материала дисциплины и стимулирования активной учебной деятельности студентов (очной формы обучения) используется рейтинговая система оценки успеваемости. В

соответствии с этой системой оценки студенту в ходе изучения дисциплины предоставляется возможность набрать определенный минимум баллов за текущую работу в семестре.

Студенты, не прошедшие по рейтингу, готовятся к зачету согласно вопросам, на котором должны показать, что материал курса ими освоен.

## **VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

Во время изучения дисциплины «Проектирование технологического оснащения» обучающийся может использовать современную аппаратуру и средства обработки данных (компьютеры, вычислительные комплексы, разрабатываемые программы и пр.), которые находятся в соответствующей организации.

**Приложение 1**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ФИЛИАЛ ДФУ В Г. АРСЕНЬЕВЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Проектирование технологического оснащения»  
Специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»  
Специализация «Вертолетостроение»  
Форма подготовки: очная, заочная, заочная (ускоренная подготовка)

**Арсеньев**  
**2018**

**1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
«Проектирование сборочных приспособлений»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	7 семестр 2 неделя	Подготовка к практическому занятию № 1	2	Отчет
2	7 семестр 4 неделя	Подготовка к практическому занятию № 2	2	Отчет
3	7 семестр 7 неделя	Подготовка к практическому занятию № 3	2	Отчет
3	7 семестр 10 неделя	Подготовка к практическому занятию № 4	2	Отчет
3	11 семестр	Подготовка к тестированию № 1	2	Тест
3	7 семестр 12 неделя	Подготовка к практическому занятию № 5	2	Отчет
3	7 семестр 14 неделя	Подготовка к практическому занятию № 6	2	Отчет
3	7 семестр 15 неделя	Подготовка к практическому занятию № 7	2	Отчет
3	7 семестр 16 неделя	Подготовка к практическому занятию № 8	2	Отчет
4	7 семестр 17 неделя	Подготовка к тестированию по тесту № 1	2	Отчет
5	7 семестр 16 неделя	Подготовка к тестированию	2	Тест
6	7 семестр 2-17 недели	Выполнение и защита курсовой работы	28	Защита курсовой работы
7	7 семестр 18 неделя	Подготовка к экзамену	13	Экзамен
		Итого часов	63	

**2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.**

## **Методические указания к выполнению курсового проекта**

### **1. Общие положения**

Методические указания содержат материалы по проектированию технологического процесса сборки узла или агрегата, общей сборки ЛА.

Курсовой проект (КП) предназначен для закрепления теоретического материала, изучаемого по данной дисциплине, выработки практических навыков и умений в разработке технологических процессов сборочного производства по изготовлению узлов и агрегатов, общей сборки, проектированию сборочных или контрольных приспособлений (испытательных стендов) и подготовки соответствующих документов.

В процессе выполнения КП студентам предстоит глубже изучить содержание работ по сборке, испытаний с учетом выполнения технических требований на их изготовление.

Тематика курсового проектирования предусматривает определение схемы сборочного или контрольного приспособления, расчет его силового элемента, расчет точности сборки.

Подробное содержание разделов (КП) приводится в индивидуальном задании на курсовое проектирование.

### **2. Состав курсового проекта**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) с приложениями и графической части - чертежей формата А1.

#### **Задание на курсовой проект**

В установленный графиком срок студенту выдается задание на КП, содержащее перечень разрабатываемых вопросов и исходные данные для проектирования.

Задание на КП составляется руководителем КП и утверждается заведующим кафедрой. В нем указываются сроки выдачи задания и сдачи выпол-

ненного КП на проверку. Принятое задание подписывается студентом. Форма задания на КП приводится в Приложении А.

Студенту сообщается рекомендуемый график выполнения КП, который приводится в данных методических указаниях (Приложение Б). Список рекомендуемой литературы приводится в настоящих методических указаниях.

### **Введение**

Введение должно содержать краткие сведения о перспективах развития отрасли и предприятия, для которого ведется проектирование технологического процесса. Дается краткая характеристика состояния производственного процесса, формулируется цель и задачи курсового проектирования. Объем введения -1-2 стр.

### **Основная часть**

#### **1. Анализ функционального назначения сборочной единицы (СЕ) и технические требования к сборке**

В этом разделе определяется служебное назначение СЕ и действующие нагрузки (показать схематично).

Осуществляется проверка наличия на сборочном чертеже информации, необходимой для выполнения сборки: всех необходимых проекций, разрезов и сечений; спецификацию всех деталей узла; размеров, выдерживаемых при сборке; посадок в сопряжениях; зазоров в соединениях, обеспечиваемых при сборке; массу узла; технические требования на сборку узла и регулировку.

В технических требованиях указывается точность сборки (допускаемые значения выходных характеристик СЕ), зазоры-натяги в соединениях, жесткость узла и другие сведения. В технических требованиях могут содержаться указания о методах выполнения соединений, желательной последовательности сборки, методах контроля и испытания собранного изделия.

На основе анализа конструкции изделия могут появиться предложения по конструктивным изменениям, упрощающим сборку изделия.

Практические занятия являются одним из видов занятий при изучении курса дисциплины и включают самостоятельную подготовку студентов по заранее предложенному плану практического занятия.

Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей.

Задачей практического занятия является формирование у студентов навыков самостоятельного мышления, умения обобщать и анализировать фактический материал, сравнивать различные точки зрения, определять и аргументировать собственную позицию. Основой этого вида занятий является изучение первоисточников, повторение теоретического материала, решение проблемно-поисковых вопросов. В процессе подготовки к практическим занятиям студент учится: самостоятельно работать с научной, учебной литературой, научными изданиями, справочниками; находить, отбирать и обобщать, анализировать информацию; рационально усваивать категориальный аппарат.

## **2. Разработка технических условий (технического задания) на проектирование сборочного приспособления и его эскизного проекта**

Технические условия (ТУ) устанавливают в основном выходные параметры проектируемых средств оснащения процессов сборки: наличие и положение сборочных баз, положение объекта сборки в пространстве, нормализации, условия подходов при сборке, требования по соосности отверстий, термообработке и покрытиям и т.д. [17].

При проектировании СП для сборки узлов и мелких агрегатов обычно ограничиваются ТУ. При проектировании ступеней, станков, средств механизации и автоматизации разрабатывают техническое задание (ТЗ), которое определяет более широкий объем предъявляемых к проектируемому оснащению требований.

Если назначение приспособления студенту определяет задание на курсовой (дипломный) проект, то другие условия ТЗ он обязан конкретизировать



и обосновать, используя материалы лекций, лабораторных работ и опыт базового предприятия, с чем он знакомится в период производственной практики.

Исходя из конструктивно-технологических особенностей объекта сборки и назначения приспособления, студент устанавливает следующие пункты ТЗ и согласовывает их с руководителем:

1) основные сборочные базы, которые должны быть использованы при сборке; положение собираемого узла (агрегата) в СП, указания, какие детали должны фиксироваться при сборке;

2) заданная степень точности сборки по аэродинамическому контуру и стыковым разъемам;

3) способы закладки узлов и их базирование в СП, необходимость перемещения и способы выемки из приспособления;

4) необходимость механизации и автоматизации работ в СП, что возможно встроить в приспособление (сверлильные головки типа СПА, клепальные скобы и т.п.);

5) способы контроля точности изготовления узлов, приспособления и его монтажа на участке сборки (применение шаблонов, макетов, эталонов, оптических и лазерных средств и т.д.); требования к оргоснастке СП (рабочим площадкам, трапам, лестницам, подводам средств освещения и энергообеспечения);

6) специальные требования (по технике безопасности, температурному режиму, влажности, условиям монтажа и т.п.).

Уточнение ТУ (ТЗ) студент производит в ходе проектирования СП на консультациях с руководителем проекта. Тщательно проработанные ТУ (ТЗ) сократят сроки и трудоемкость проектирования.

В производственных условиях ТЗ согласовывается с ведущим технологом, начальником конструкторского бюро (КБ) и утверждается начальником отдела, занимающегося проектированием данной оснастки.

На технически сложную и ответственную оснастку ТЗ утверждается

главным технологом предприятия (главным специалистом).

Техническое задание является документом, определяющим основные требования, которыми обязан руководствоваться конструктор-разработчик оснастки. ТЗ следует разрабатывать во всех случаях вне зависимости от основания проектирования.

Эскизный проект (ЭП) предусматривает решение принципиальных вопросов и их согласование. Именно ЭП составляет основную часть курсового проекта. При этом работа проводится в следующей последовательности :

- 1) проработка и выбор схемы базирования и состава базовых элементов;
- 2) решение вопросов увязки всей технологической оснастки по контуру и разъемам;
- 3) выбор системы координат СП и оптимального положения объекта сборки в пространстве;
- 4) расчет точностных параметров при выбранных способах базирования и схеме увязки;
- 5) выбор и разработка конструктивной схемы приспособления;
- 6) расчет элементов конструкции на жесткость и прочность, исходя из расчетной схемы.

В процессе проектирования студент обязан провести прочностные расчеты, согласовать их с руководителем проекта. В пояснительной записке курсового проекта (ГО) весь ход эскизного проектирования должен быть отражен.

### **3. Расчет на жесткость силового элемента сборочного приспособления**

Расчет СП необходимо проводить в следующей последовательности:

- 1) по выбранной конструктивной схеме, учитывая принимаемые допущения, выбирают расчетную схему приспособления;
- 2) определяют расчетные нагрузки, распределяют их между элемента-

ми СП;

3) из условий допустимых прогибов находят потребные сечения балок и рубильников стапеля;

4) производят уточнения конструкции и нагрузок;

5) по уточненным нагрузкам производят уточненный расчет сечений балок и вносят необходимые коррективы;

6) проводят проверочный расчет прогибов балок;

Определение величины деформаций (прогиба) производится в общем случае методом и по формулам сопротивления материалов. При этом применяют формулу:

$$y_{из} = f = \sum (A_i * P_i) * \frac{l^3}{EJ_x} \quad (17)$$

где  $A_i$  - коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузки и вид опор;

$P_i$  - величина каждой  $i$ -й нагрузки, Н;

$l$  - длина балки между опорами в см (м);

$E$  - модуль упругости первого рода в Н/см<sup>2</sup> (МПа);

$J_x$  - момент инерции сечения балки относительно оси X-X в см<sup>4</sup>;

$E * J_x$  - жесткость профиля, Н-см<sup>2</sup> (Н м<sup>2</sup>).

Для простейшего случая величина деформаций прогиба определяется по формуле:

$$f = A \frac{P * l^3}{EJ} \quad (18)$$

Для шарнирноопертых балок такие зависимости приведены в Приложении Г, для защемленных – Приложение Д, для рамных конструкций - Приложение Е. При этом интенсивность нагрузки  $q$  показана без стрелок

В случае расчета элемента конструкции при действии только собствен-

ной массы, равномерно распределенной по длине  $l$ , применяется формула:

$$f = 0,013 \frac{P * l^4}{EJ} \quad (19)$$

По таблице 3 1 Приложения 3 подбираются размеры сечений нормализованных балок.

Действительная жесткость балки должна быть не менее расчетной. При определении коэффициента  $A$  необходимо вначале задаться отношением  $\chi = \frac{EJ_1 * h}{EJ_2 * l}$ , которое выбирают на основании опыта или методом последовательных приближений

#### 4. Оценка погрешности сборки

Под точностью сборочного контура понимают степень соответствия геометрических параметров внешнего контура готового изделия параметрам, заданным в чертежах и технических условиях (ТУ).

Различают три вида **точности сборки**:

1. Требуемую (заданную), которую назначает конструктор при разработке чертежей изделия. Статистические допустимые отклонения размеров на внешние контуры агрегатов скоростных самолетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимые отклонения размеров на внешние контуры агрегатов

Агрегат	Часть агрегата	Отклонение, мм
Фюзеляж	Носовая	$\pm 1,5$
Фюзеляж	Средняя и хвостовая	$\pm 2,0$
Крыло	Носовая часть (30 – 40 % от хорды)	$\pm 1,0$
Стабилизатор	Центральная и хвостовая части	$\pm 2,0$
Киль	Центральная и хвостовая части	$\pm 2,0$

2. Действительную, полученную в результате сборки узла (агрегата).

3. Расчётную (ожидаемую) точность сборки, установленную расчётом.

Точность сборки определяют три следующих типа производственных погрешностей:

– погрешности изготовления жестких носителей размеров – контрольных и рабочих шаблонов  $\delta_{шабл}$ ; погрешность изготовления и установки базовых элементов в стапель  $\delta_{пр}$ , погрешности базовой детали  $\delta_{баз}$ , погрешности изготовления калибров узлов навески  $\delta_k$  и.д;

– погрешности увязки сборочного приспособления и детали  $\delta_{кон(пр-дет)}$ , погрешности увязки контуров базовой и устанавливаемой детали  $\delta_{кон(б-у)}$ , погрешности увязки размеров двух СП  $\delta_{кон(пр_1-пр_2)}$ ;

– погрешности, появляющиеся при выполнении сборочных работ: погрешности клепки  $\delta_{кл}$ , температурные погрешности  $\delta_{темн}$ , погрешности за счет деформации нежестких деталей  $\delta_{деф}$ , погрешности изменения толщины обшивки  $\Delta\delta_{обш}$ .

Величины допускаемых производственных погрешностей (или отклонений от номинального размера) определяют на основе экспериментально подтвержденных, статистически обработанных замеров отклонений от номинального размера. Все отклонения размеров при переносе с одного носителя на другой сведены в специальные таблицы, которые имеются на самолетостроительном предприятии.

Допускаемые отклонения размеров на некоторых этапах переноса представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемые отклонения размеров на некоторых этапах переноса

Этап	ВО и НО, мм	$\alpha_i$	$A_i$	$K_i$	$\delta_i$	$\Delta_i$
Расчетно-плазовый метод (увязка на основе КПК)						
Расчерчивание конструкторского плаза (КП) по теоретическому	$\pm 0,1 \dots 0,2$	0,0	1	1		
Изготовление шаблона контрольно-контурного (ШКК) по конструкторскому плазу (КП)	$\pm 0,15$	0,5	1	1,4		
Изготовление рабочих шаблонов по ШКК с припиловкой по контурам	$\pm 0,15$	0,5	1	1,4		
Изготовление формблоков и оправок по шаблонам (ШВК, ШКС) с припиловкой по контурам	$\pm 0,1 \dots 0,2$	0,5	1	1,4		
Изготовление объемных пуансонов (обтяжка деталей и контрольно-доводочные операции) по шаблонам сечений (ШКС) с ручной доводкой контуров	$\pm 0,1 \dots 0,2$	0,5	1	1,4		
Изготовление рубильников СП по шаблонам с припиловкой контуров	$\pm 0,15$	0,5	1	1,4		
Изготовление монтажно-фиксирующих отверстий в рубильниках по плазкондуктору	$\pm 0,1$	0,0	1	1,0		
Изготовление базово-фиксирующих устройств (БФУ) СП по монтажному эталону	$\pm 0,1$	0,2	1	1,2		
Изготовление контуробразующих деталей штамповкой:						

Этап	ВО и НО, мм	$\alpha_i$	$A_i$	$K_i$	$\delta_i$	$\Delta_i$
На формблоках резиновой	$\pm 0,5 \dots 1,5$	0,2	1	1,2		
На оправках выколоткой	$\pm 0,2$	0,2	1	1,2		
На штампах с падающим молотом	+0,3	0,2	1	1,2		
Изготовление обшивок на обтяжных прессах	+0,3	0,2	1	1,2		
Изготовление деталей на профильно-гибочных прессах	+0,5	0,2	1	1,2		
Образование отверстий СО, КФО, БФО сверление по кондукторам	$\pm 0,05$	0	1	1,0		
<b>Бесплазовый метод (увязка на основе ЭМ)</b>						
Создание ТЭМ	$\pm 0,01$	0	1	1		
Создание КЭМ узла	$\pm 0,01$	0	1	1		
Создание КЭМ детали	$\pm 0,01$	0	1	1		
Создание КЭМ оснастки	$\pm 0,01$	0	1	1		
Создание ТхЭМ детали	$\pm 0,01$	0	1	1		
Создание УП ЧПУ	$\pm 0,01$	0	1	1		
Считывание информации с программного носителя	+0,02	0,5	1	1		
Изготовление рубильников	$\pm 0,15$	0,5	1	1,4		
Изготовление ЗШО	$\pm 0,1$	0,5	1	1		
Изготовление детали с помощью ЧПУ	+0,3	0,2	1	1,4		
Монтаж СП по инструментальному стенду	$\pm 0,3$	0	1	1		
Монтаж с помощью лазерного трекера	$\pm 0,025 - 0,1$	0	1	1		

Для расчёта ожидаемой точности сборки узла (агрегата) необходима следующая технологическая документация:

– технические требования или условия (ТУ) на точность сборки (допускаемые отклонения контура) изготавливаемого изделия;

- обоснованно выбранный способ базирования, который обеспечит заданную точность;
- выбранный метод взаимозаменяемости и разработанная схема увязки размеров деталей и оснастки для сборки узла или агрегата.

Для примера проведем расчет ожидаемой точности сборки кессона крыла с базированием по внешней поверхности обшивки и принятом независимом электронном методе увязки.

Погрешности  $\delta_{np}$  и  $\delta_{кон(np-дет)}$  определяют из условия, что погрешность замыкающего размера сборочной размерной цепи  $\Delta_{зам}$  (в нашем случае  $\Delta_{зам}^1 = \delta_{np}$  и  $\Delta_{зам}^2 = \delta_{кон(np-дет)}$ ) равен сумме погрешностей  $\Delta_{A1} + \Delta_{A2} + \Delta_{A3}$  составляющих звеньев (этапов) (рисунок 7).

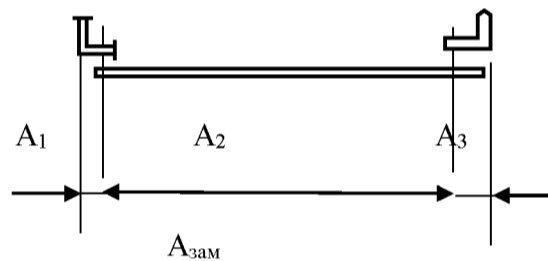
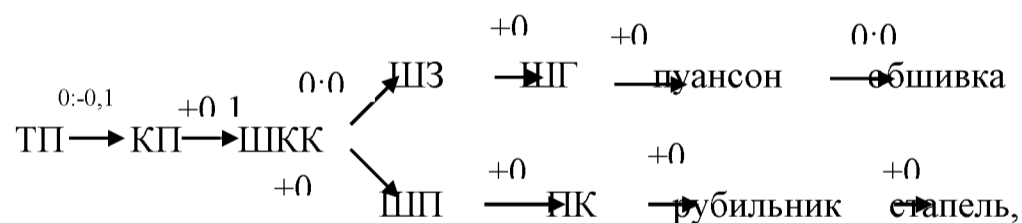


Рисунок 7 - Сборочная размерная цепь нервюры (узел)

Погрешности составляющих звеньев равны отклонениям при переносе размеров по этапам в структурной схеме увязки

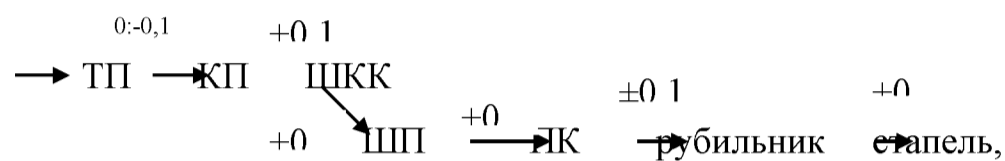


где цифры  $\pm 0,1$ ;  $\pm 0,2$  и т.д. – это краткая запись верхнего отклонения размера  $BO_i (+0,1)$  и нижнего отклонения  $HO_i (-0,1)$  от номинальных размеров.

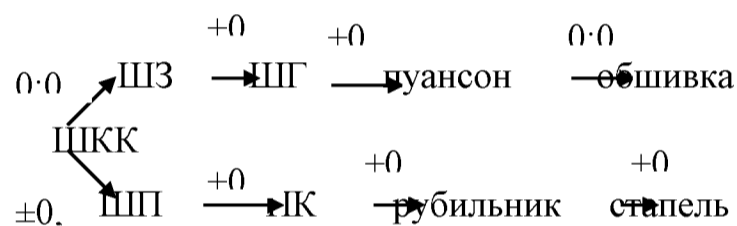
Проведем расчёт точности сборки крыла теоретико-вероятностным методом. Расчет ведут в табличной форме (таблицы 8 и 9)



Для определения погрешности приспособления  $\delta_{np}$  необходимо выбрать из структурной схемы увязки только цепочку этапов для изготовления базовых элементов (рубильников) приспособления.



Для определения погрешности увязки  $\delta_{кон(np-дет)}$  принимают в расчет только независимые этапы обеих цепочек структурной схемы, погрешность в которых не компенсируются за счет увязки.



Решение уравнений можно вести по методу «максимум-минимум», по методу «равных допусков» или теоретико-вероятностным методом.

Погрешности замыкающих звеньев при расчете погрешности приспособления  $\delta_{np} = \Delta_{зам}^{присп}$  и при расчете погрешности замыкающего звена при увязке  $\delta_{кон(np-дет)} = \Delta_{зам}^{увязки}$  определяются следующими уравнениями погрешностей

$$\Delta_{зам}^{присп} = \sum_{n=1}^n A_i \cdot \Delta_i^{\Sigma} \quad (8)$$

$$\Delta_{зам}^{увязки} = \sum_{n=1}^n A_i \cdot \Delta_i^{\Sigma} \quad (9)$$

где  $\Delta_i^{\Sigma}$  - погрешности составляющих звеньев сборочной размерной цепи;

$n$  и  $m$  - число увеличивающих и уменьшающих звеньев;

$A_i$  – передаточное отношение, характеризующее влияние составляющих звеньев на замыкающее звено:

$A_i = 1$  – для увеличивающих звеньев,  $A_i = -1$  – для уменьшающих звеньев, с ростом которых уменьшается замыкающее звено.

В этих уравнениях составляющие параметры различны и берутся из таблицы 7 и отдельных цепочек структурной схемы увязки.

Основываясь на принципах теории вероятности, определение погрешностей замыкающих звеньев для сборочных размерных цепей сводится к определению двух основных статистических характеристик: координаты центра группирования погрешностей сборки  $\Delta_\Sigma$  и среднеквадратичного отклонения или половины поля допуска замыкающего звена  $\delta_\Sigma$ , т.е. погрешность замыкающего размера  $\Delta_{зам}$  определится суммой двух статистических характеристик

$$\Delta_{зам} = \Delta_\Sigma + \delta_\Sigma \quad (10)$$

Эти статистические характеристики определяются по формулам:

$$\Delta_\Sigma = \sum (A_i \Delta_i + A_i \delta_i \alpha_i); \quad (11)$$

$$\delta_\Sigma = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 \delta_i^2 K_i^2}, \quad (12)$$

где  $A_i = 1$  (при сборке все составляющие звенья являются увеличивающими);

$\Delta_i$  – координата центра группирования погрешностей составляющего звена;

$\delta_i$  – среднеквадратичное отклонение составляющего звена;

$\alpha_i$  – коэффициент относительной асимметрии распределения составляющего звена;

$K_i$  – коэффициент относительного рассеивания размера составляющего звена.

В таблице 7 представлен фрагмент каталога, где приведены значения среднестатистических отклонений размеров при переносе размера с одного носителя на другой (поэтапно) и значения коэффициентов  $\alpha_i$  и  $K_i$ .

**Координаты центра группирования погрешностей** составляющих звеньев  $\Delta_i$  определяются по формуле:

$$\Delta_i = \frac{BO_i + HO_i}{2}, \quad (13)$$

При симметричном расположении верхнего и нижнего отклонений  $\Delta_i = 0$ .

**Среднеквадратичные отклонения или половины поля допуска** составляющих звеньев  $\delta_i$  определится формулой:

$$\delta_i = \frac{BO_i - HO_i}{2}. \quad (14)$$

(2.5)

Затем, используя формулы 13 и 14, рассчитывают погрешность, как сумму двух статистических характеристик:

- для погрешности сборочного приспособления:

$$\delta_{пр} = \Delta_{\Sigma} + \delta_{\Sigma} \quad (15)$$

- для погрешности увязки:

$$\delta_{увяз(кон-дет)} = \Delta_{\Sigma} + \delta_{\Sigma}. \quad (16)$$

Расчет проводят в виде таблиц 8 и 9.

Таблица 8 - Расчет погрешностей приспособления

Этап	Отклонение, мм	$\delta_i$ мм	$A_i$	$\Delta_i$ , мм	$\alpha_i$	$K_i$	$\Delta_i A_i$ мм	$A_i \delta_i \alpha_i$ мм	$A_i^2 K_i^2 \delta_i^2$ мм
СЧПУ-рубильник									
Рубильник-ПК/ИС									
ПК/ИС-приспособление									
Сумма							X	XX	XXX

Таблица 9 - Расчет погрешности увязки

Этап	Отклонение, мм	$\delta_i$ мм	$A_i$	$\Delta_i$ , мм	$\alpha_i$	$K_i$	$\Delta_i A_i$ мм	$A_i \delta_i \alpha_i$ мм	$A_i^2 K_i^2 \delta_i^2$ мм
СЧПУ-рубильник									
Рубильник-ПК/ИС									
ПК/ИС-приспособление									
СЧПУ - заготовка									
Формблок-обшивка									
Сумма							S	SS	SSS

Затем определяется точность сборки, используя уравнения 8 и 9.

Полученную расчетную точность сборки сравнивают с заданными допускаемыми значениями точности и делают вывод о правильности выбора способа базирования и схемы увязки размеров деталей и оснастки.

Полученная расчётом точность сборки не должна превышать допустимых отклонений, заданных по ТУ на изделие.

### Заключение (1-2 стр.)

В разделе "Заключение" курсового проекта необходимо сделать выводы по проделанной работе, отметить разделы, которые выполнены.

## **Объем и содержание графической части**

Графическая часть дипломного проекта, состоит из графических документов формата А1 и включает инженерные разработки, выполненные дипломником.

Графическая часть проекта может быть представлена в следующем виде:

- Схема сборочного приспособления;
- результаты прочностных расчетов;

## **Пример тестового задания**

### **№ 1**

#### **1. Сборочные приспособления (СП), обеспечивают необходимые....**

- а) фиксацию и соединение сборочных единиц и входящих в них деталей с заданной точностью;
- б) расположение и соединение сборочных единиц и входящих в них деталей с заданной точностью;
- в) расположение, фиксацию и соединение сборочных единиц и входящих в них деталей с заданной точностью;
- г) расположение, фиксацию и соединение сборочных единиц и входящих в них деталей с заданной точностью и требованиями жесткости собираемой конструкции.

#### **2. Для сборки однотипных по конструктивно-технологическим признакам сборочных единиц; состоят почти полностью из стандартизованных и нормализованных элементов применяют \_\_\_\_\_ СП:**

- а) универсальные;
- б) специальные;
- в) специализированные.

#### **3. Для отстыковки и балансировки агрегатов применяют \_\_\_\_\_ приспособления.**

- а) разделочно-стыковые;
- б) специальные;
- в) собственно сборочные;
- г) специализированные.

#### **4. В конструкции сборочного приспособления необходимо предусматривать БЭСП для исполнения следующей задачи СП:**

- а) создание реальных сборочных баз;
- б) координации строительных осей сборочного приспособления;
- в) фиксации элементов конструкции;
- г) пространственной увязки БЭСП;
- д) обеспечение жесткости системы УЭСП.

**5. К общим и технологическим требованиям СП относят....**

- а) постоянство заданных размеров и положения базовых поверхностей (сборочных баз) при изменении условий в течение всего периода эксплуатации;
- б) каркас оснастки должен обеспечивать удобные подходы при работе и достаточные зазоры при закладке собираемых элементов и выемке собранных изделий, обеспечивая его максимальную жесткость и минимальную металлоемкость;
- в) необходимая жесткость с целью сохранения точности в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;
- г) верны ответы а) и б);
- д) верны ответы а) и в).

**6. Силовая часть СП, гарантирующая жесткость конструкции и неизменность положения сборочных баз относится к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**7. Фиксаторы стыка, точек навески элементов механизации; упоры относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**8. Системы обслуживания и передвижения относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**9. Для базирования при узловой и агрегатной сборке от каркаса применяют \_\_\_\_\_ рубильники.**

- а) каркасные;
- б) эквидистантные;
- в) обшивочные;
- г) прижимные.

**10. Для базирования деталей и узлов при сборке \_\_\_\_\_ имеют более развитую систему базировочных поверхностей, предназначенных для установки одной или нескольких деталей.**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.

**11. Правильное положение элементов разъема изделия в пространстве в СП обеспечивает....**

- а) макетные элементы силового набора;

- б) плиты;
- в) ложементы;
- г) фиксаторы;

**12. Все сборочные приспособления классифицируются по двум основным признакам:**

- а) по степени универсальности и назначению;
- б) по технологическому и конструктивному;
- в) по конструктивным и эксплуатационным;
- г) по эксплуатационным.

**13. В зависимости от выполняемых сборочных работ различают СП:**

- а) для сборки-склейки
- б) для сборки-сварки;
- в) для узловой и агрегатной сборки.

**3. Для отработки кинематики навесных агрегатов применяют \_\_\_\_\_ приспособления.**

- а) разделочно-стыковые;
- б) специальные;
- в) собственно сборочные;
- г) специализированные.

**14. В конструкции сборочного приспособления необходимо предусматривать УЭСП для исполнения следующей задачи СП:**

- а) создание реальных сборочных баз;
- б) координации строительных осей сборочного приспособления;
- в) фиксации элементов конструкции;
- г) пространственной увязки БЭСП;
- д) обеспечение жесткости системы УЭСП.

**15. К конструктивным требованиям СП относят....**

- а) обводообразующие элементы оснастки должны быть спроектированы под механообработку на станках с числовым программным управлением;
- б) каркас оснастки должен обеспечивать удобные подходы при работе и достаточные зазоры при закладке собираемых элементов и выемке собранных изделий, обеспечивая его максимальную жесткость и минимальную металлоемкость;
- в) необходимая жесткость с целью сохранения точности в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;
- г) верны ответы а) и б);
- д) верны ответы а) и в).

**16. Каркасы и их элементы - колонны, стойки, балки и т.д. относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**17. Связующие звенья между фиксирующими и несущими элементами определяют \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующие;
- б) установочные;
- в) несущие;
- г) зажимные;
- д) вспомогательные.

**18. Реперные точки, кондукторы КФО, эквидистантные шаблоны относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**19. Для определения величины отклонения обвода агрегата применяют \_\_\_\_\_ рубильники.**

- а) каркасные;
- б) эквидистантные;
- в) обшивочные;
- г) прижимные.

**20. При сборке условно плоских каркасных узлов (шпангоутов) на плазовых столах для базирования секторов пояса применяют.....**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.

**21. В зависимости от назначения, вида выполняемых соединений и операций, вида сборочной единицы СП классифицируют по \_\_\_\_\_ признаку:**

- а) конструктивному;
- б) технологическому и конструктивному;
- в) технологическому;
- г) эксплуатационному.

**22. Для сборки лонжерона, нервюр, панелей, рулевых поверхностей, средств механизации применяют СП:**

- а) для сборки-склейки
- б) для сборки-сварки;
- в) для узловой сборки
- г) для агрегатной сборки.

**23. Деление СП на сборно-разборные и неразъемные осуществляется по \_\_\_\_\_ признакам.**

- а) конструктивному эксплуатационному;
- б) технологическому и конструктивному;
- в) технологическому;
- г) эксплуатационному.

**24. В конструкции сборочного приспособления необходимо предусматривать НЭСП для исполнения следующей задачи СП:**

- а) создание реальных сборочных баз;
- б) координации строительных осей сборочного приспособления;



- в) фиксации элементов конструкции;
- г) пространственной увязки БЭСЦ;
- д) обеспечение жесткости системы УЭСЦ.

**25. К конструктивным требованиям СП относят....**

- а) фиксаторы должны иметь минимальные вылеты относительно балок и направляющих втулок;
- б) для повышения точности фиксации и уменьшения люфтов длина направляющих втулок должна быть не менее трех диаметров;
- в) снижение металлоемкости при заданной жесткости и экономичность в изготовлении;
- г) верны ответы а) и б);
- д) верны ответы а) и в).

**26. Фундаментные плиты, основания, кронштейны соединительные и опорные и т.п. относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**27. Стаканы, вилки или заливочные элементы входят в состав \_\_\_\_\_ элементов СП.**

- а) фиксирующих;
- б) установочных;
- в) несущих;
- г) зажимных;
- д) вспомогательных.

**28. Средства контроля правильности положения контура и разъемов относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**29. Для фиксации устанавливаемых элементов конструкции относительно базовых элементов каркаса применяют \_\_\_\_\_ рубильники.**

- а) каркасные;
- б) эквидистантные;
- в) обшивочные;
- г) прижимные.

**30. При сборке каркаса агрегата для базирования промежуточных (между рубильниками) элементов каркаса, съемных технологических лючков, панелей применяют.....**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.

**31. Для базирования элементов фланцевых стыков и разъемов в сборочных приспособлениях предусматривают....**

- а) кондукторные плиты;
- б) стапельные плиты;
- в) плиты разделочных стандов.

**32. Деление СП на стационарные, поворотные, неразъемные и т.д. происходит по \_\_\_\_\_ признаку:**

- а) конструктивному;
- б) технологическому и конструктивному;
- в) технологическому;
- г) эксплуатационному.

**33. Для сборки для сборки крыла, фюзеляжа, оперения и т.д., их отсеков и секций применяют СП:**

- а) для сборки-склейки
- б) для сборки-сварки;
- в) для узловой сборки
- г) для агрегатной сборки.

**34. В конструкции сборочного приспособления необходимо предусматривать специальные элементы – репероносители для исполнения следующей задачи СП:**

- а) создание реальных сборочных баз;
- б) координации строительных осей сборочного приспособления;
- в) фиксации элементов конструкции;
- г) пространственной увязки БЭСП;
- д) обеспечение жесткости системы УЭСП.

**35. При проведении анализа конструктивно-силовой схемы оцениваются....**

- а) назначение и конструктивные особенности каркаса СП;
- б) состав колонн, стоек, балок, установочных и фиксирующих элементов, степень их унификации и нормализации;
- в) параметры сечений элементов каркаса, используемых на ПАО ААК «Прогресс» аналогичных СП, их рациональность с позиций оптимальности по металлоемкости, жесткостным характеристикам, видам крепления между собой;
- г) виды целесообразных прижимов, их количество; метод базирования элементов конструкции объектов сборки, их влияние на обеспечение заданной точности сборки;
- д) верны ответы б), в), г);
- е) все ответы верны.

**36. К общим и технологическим требованиям СП относят....**

- а) минимальное количество подгонок, промеров, разметок и т.п. при точном выполнении технологии сборки;
- б) каркас оснастки должен обеспечивать удобные подходы при работе и достаточные зазоры при закладке собираемых элементов и выемке собранных изделий, обеспечивая его максимальную жесткость и минимальную металлоемкость;
- в) минимальное количество подгонок, промеров, разметок и т.п. при точном выполнении технологии сборки;
- г) верны ответы а) и б);
- д) верны ответы а) и в).

**37. Положение собираемых элементов конструкции и их расположение относительно конструктивных осей изделия определяют \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующие;
- б) установочные;
- в) несущие;
- г) зажимные;
- д) вспомогательные.

**38. Надежность фиксации устанавливаемых элементов конструкции в заданном чертежом положении обеспечивают \_\_\_\_\_ элементы СП.**

- а) фиксирующие;
- б) установочные;
- в) несущие;
- г) зажимные;
- д) вспомогательные.

**39. Для базирования, фиксации и контроля нежестких элементов конструкции типа обшивок, панелей, поясов шпангоутов и нервюр служат....**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.

**40. Для фиксации устанавливаемых элементов конструкции относительно базовых рубильников применяют \_\_\_\_\_ рубильники.**

- а) каркасные;
- б) эквидистантные;
- в) обшивочные;
- г) прижимные.

**41. При сборке от внутренней поверхности обшивки в качестве базовых обводообразующих элементов сборочного приспособления используются....**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.

**42. Для сборки конкретной сборочной единицы: гермокабины, отсека фюзеляжа, лонжерона, окончательной сборки узла или агрегата применяют \_\_\_\_\_ СП:**

- а) универсальные;
- б) специальные;
- в) специализированные.

**43. Для сборки-клепки, выполнения болтовых соединений применяют \_\_\_\_\_ приспособления.**

- а) разделочно-стыковые;
- б) специальные;
- в) собственно сборочные;
- г) специализированные.

**44. В конструкции сборочного приспособления необходимо, чтобы базовые точки, линии, поверхности элементов были увязаны с конструктивными осями и базирруемыми**

**точками, линиями, поверхностями изделия по отдельным фиксированным сечениям для исполнения следующей задачи СП:**

- а) создание реальных сборочных баз;
- б) координации строительных осей сборочного приспособления;
- в) фиксации элементов конструкции;
- г) пространственной увязки БЭСП;
- д) обеспечение жесткости системы УЭСП.

**45. Точность изготовления сборочного приспособления определяет....**

- а) необходимая жесткость с целью сохранения точности в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;
- б) постоянство заданных размеров и положения базовых поверхностей;
- в) обеспечение заданной точности сборки изделия в соответствии с ТУ;
- г) удобное положение деталей, узлов при сборке.

**46. К конструктивным требованиям СП относят....**

- а) установка каркаса оснастки на асфальтовое покрытие не допускается;
- б) при превышении удельной нагрузки по опорам допустимых значений для пола необходимо увеличивать количество опор в оснастке;
- в) максимальное использование стандартизованных элементов оснастки;
- г) верны ответы а) и б);
- д) верны ответы а) и в).

**47. Ложементы и рубильники, определяющие аэродинамические обводы объектов сборки относятся к \_\_\_\_\_ элементам СП.**

- а) фиксирующим;
- б) установочным;
- в) несущим;
- г) зажимным;
- д) вспомогательным.

**48. Для создания нормальных условий работы на СП и повышения производительности труда предназначены \_\_\_\_\_ элементы СП.**

- а) фиксирующие;
- б) установочные;
- в) несущие;
- г) зажимные;
- д) вспомогательные.

**49. Для базирования обшивок или панелей при узловой и агрегатной сборке от внешней поверхности обшивки применяют \_\_\_\_\_ рубильники.**

- а) каркасные;
- б) эквидистантные;
- в) обшивочные;
- г) прижимные.

**50. Для базирования деталей и узлов при сборке \_\_\_\_\_ устанавливается и закрепляется на каркасе приспособления неподвижно на весь жизненный цикл приспособления.**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;

г) рубильники.

**51. С внедрением в конструкцию высокопрочных материалов, увеличением габаритов деталей и подборок, монолитности и жесткости силовых узлов и панелей нашли применение....**

- а) макетные элементы силового набора;
- б) лекала;
- в) ложементы;
- г) рубильники.
- д) точечные обводообразующие базовые элементы.

**52. Окончательно собранный агрегат доразделяют по....**

- а) кондукторным плитам;
- б) стапельным плитам;
- в) плитам разделочных стендов.

## Тест № 2

**1. Положение телескопических стыковых шпангоутов или нервюр при сборке в сборочных приспособлениях задается с помощью.....**

- а) калибров и контркалибров;
- б) фиксаторов одиночных узлов;
- в) колец телескопического стыка;
- г) фиксаторов;

**2. Ведомость подготовки производства необходима для \_\_\_\_\_ технологической оснастки**

- а) разработки ТЗ;
- б) разработки ТУ;
- в) открытия заказа на проектирование;
- г) изготовления.

**3. Секции панелей одинарной и двойной кривизны клепаной конструкции с продольным и поперечным набором каркаса собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внутреннего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**4. При проектировании СП для сборки узлов и мелких агрегатов разрабатывают....**

- а) ТЗ;
- б) ТУ.

**5. Соблюдение общности базовых осей для всех видов СП, относящихся к данному объекту сборки, составляет сущность принципа...**

- а) постоянства баз;
- б) единства баз;
- в) совпадения баз.

**6. Степень универсальности сборочного приспособления определяют....**

- а) структура технологического процесса, выполняемого в данном приспособлении;
- б) способ соединения деталей и узлов при сборке;
- в) объект производства и степень его членения;
- г) повторяемость типажей сборочных единиц в одном изделии или серии изделий;
- д) конструктивно-технологическая преемственность.

**7. Монтажные эталоны используются при монтаже сборочных приспособлений, предназначенных для сборки....**

- а) отсеков, секций, агрегатов;
- б) шпангоутов, нервюр, лонжеронов.

**8. Масса устанавливаемых в стапель деталей и узлов изделия относится к \_\_\_\_\_ нагрузкам.**

- а) переменным;
- б) постоянным.

**9. Силы, изгибающие продольную балку СП, определяются по формуле:**

- а)  $ql$ ;
- б)  $\frac{ql}{2}$ ;
- в)  $ql^2$ .

**10. При действии только собственной массы, равномерно распределенной по длине, прогиб определяется по формуле:**

- а)  $f = \frac{5}{384} \frac{Pl^3}{TJ}$ ;
- б)  $f = A \frac{Pl^3}{EJ}$ ;
- в)  $f = \frac{5}{584} * \frac{q * l^4}{E * J}$ ;
- г)  $f_{\max} = 1/3 \frac{P_{\text{сп}} * l^3}{EJ}$

**11. Для торцовки контактных поверхностей и окончательной разделки отверстий под стыковые болты в сборочных приспособлениях предусматривают....**

- а) кондукторные плиты;
- б) стапельные плиты;
- в) плиты разделочных стандов.

**12. Для изготовления и базирования пространственных разъемов, включающих несколько элементарных узлов применяют .....**

- а) калибры и контркалибры;
- б) фиксаторы одиночных узлов;
- в) кольца телескопического стыка;
- г) фиксаторы.

**13. Техническое задание на проектирование необходима для \_\_\_\_\_ технологической оснастки**

- а) монтажа;
- б) разработки ТУ;
- в) открытия заказа на проектирование;

г) изготовления.

**14. Панели одинарной и двойной кривизны клепаной и клеесварной конструкции с продольным и поперечным набором каркаса собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внутреннего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**15. При проектировании ступеней, стендов, средств механизации и автоматизации разрабатывают....**

- а) ТЗ;
- б) ТУ.

**16. Общие базовые оси СП и изделия, составляют сущность принципа...**

- а) постоянства баз;
- б) единства баз;
- в) совпадения баз.

**17. Разработка конструктивной схемы начинается.....**

- а) с построения каркаса сборочного приспособлений;
- б) с построения установочных элементов;
- в) с определения базовых осей, относительно которых координируется положение всех основных установочных и базовых точек проектируемого сборочного приспособления.

**18. Прогиб монолитных обшивок определяется по формуле:**

- а)  $f = 1,225 \frac{PL^3}{EB\delta^2 a}$ ;
- б)  $f = 1,225 \frac{PL^3}{EB(\delta^3 + h^3)}$ ;
- в)  $f = K \frac{EJ}{MI}$ ;
- г)  $f = K \frac{MI}{EJ}$ ;
- д)  $f = 0,0071 \frac{PL^3}{E\delta B^2}$ .

**19. Балки, концы которых закреплены или сверху на колонне или снизу на основании, а также при креплении к боковой стороне колонны не менее, чем по двум плоскостям считаются.....**

- а) шарнирно-закрепленными;
- б) защемленными;

**20. Масса встроенного оборудования, инструмента, находящихся в собираемом агрегате относится к \_\_\_\_\_ нагрузкам.**

- а) переменным;
- б) постоянным.

**21. Максимальный прогиб балок при поперечном изгибе силой определится по формуле:**

а)  $k \frac{P * l * a}{J}$ ;

б)  $A \frac{Pl^3}{EJ}$ ;

в)  $\frac{A * l^2}{k * E * a}$ ;

г)  $\sqrt{\left(\frac{k}{A}\right) * \frac{y_{доп}}{\sigma_{доп}} * E * a}$

**22. Для ступеней двухбалочной схемы при расчете верхней балки принимают:**

- а) массу рубильников с работающими, массу фиксаторов, установленных на нижней балке;
- б) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми и массу установленных на ней фиксаторов;
- в) массу правых и левых рубильников, массу объекта сборки обычно не учитывают.

**23. Для снижения материалоемкости стапеля, трудоемкости изготовления и монтажа, расширения свободного рабочего пространства применяют .....**

- а) калибры и контркалибры;
- б) фиксаторы одиночных узлов;
- в) кольца телескопического стыка;
- г) фиксаторы.

**24. Бланки заказа оснастки необходимы для \_\_\_\_\_ технологической оснастки**

- а) монтажа;
- б) разработки ТУ;
- в) открытия заказа на проектирование;
- г) изготовления.

**25. Монолитные панели с продольными ребрами жесткости, собранные из секций собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внутреннего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**26. Решение принципиальных вопросов и их согласование предусматривает.....**

- а) технический проект;
- б) эскизный проект;
- в) детализацию рабочих чертежей.

**27. Конфигурацию, габариты и конструктивные особенности сборочных приспособлений определяет....**

- а) структура технологического процесса, выполняемого в данном приспособлении;
- б) способ соединения деталей и узлов при сборке;
- в) объект производства и степень его членения;



- г) повторяемость типажей сборочных единиц в одном изделии или серии изделий;
- д) конструктивно-технологическая преемственность.

**28. Схема расположения обводообразующих базовых элементов, стапельных плит, фиксаторов узлов разъемов разрабатывается...**

- а) на основании теоретических чертежей;
- б) на основании схемы увязки;
- в) на основании схемы базирования деталей и узлов изделия при сборке.

**29. Плазы, шаблоны, частичные и полные эталоны, чертежи и электронные макеты изделия выступают....**

- а) в качестве методов увязки;
- б) в качестве первоисточников информации;
- в) в качестве средств увязки.

**30. Собственная масса балок с приваренными к ним стаканами и залитыми вилками относится к \_\_\_\_\_ нагрузкам.**

- а) переменным;
- б) постоянным.

**31. Расчет балок ведут по \_\_\_\_\_ нагрузке.**

- а) переменной;
- б) постоянной.

**32. Максимальные напряжения в сечении балок определится по формуле:**

- а)  $k \frac{P * l * a}{J}$ ;
- б)  $A \frac{Pl^3}{EJ}$ ;
- в)  $\frac{A * l^2}{k * E * a}$ ;
- г)  $\sqrt{\left(\frac{k}{A}\right) * \frac{y_{дон}}{\sigma_{дон}} * E * a}$

**33. Для ступеней двухбалочной схемы при расчете нижней балки принимают:**

- а) массу рубильников с работающими, массу фиксаторов, установленных на нижней балке;
- б) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми и массу установленных на ней фиксаторов;
- в) массу правых и левых рубильников, массу объекта сборки обычно не учитывают;
- г) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми, массу установленных на верхней и нижней балках фиксаторов

**34. Для базирования элементов фланцевых стыков и разъемов в сборочных приспособлениях предусматривают....**

- а) кондукторные плиты;
- б) стапельные плиты;
- в) плиты разделочных стендов.

**35. Для прижима плоских деталей по одной координате используют....**

- а) кулачковые или цилиндрические наконечники ;

- б) фиксирующие элементы с ручным приводом;
- в) плоские наконечники («пятки»);
- г) рычажно-винтовые фиксаторы.

**36. Ведомость методов базирования необходима для \_\_\_\_\_ технологической оснастки**

- а) монтажа;
- б) разработки ТУ;
- в) открытия заказа на проектирование;
- г) изготовления.

**37. Продольные и поперечные элементы каркаса, выходящие на внутренний контур обшивки собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внутреннего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**38. Детальную проработку всех узлов и элементов СП предусматривает.....**

- а) технический проект;
- б) эскизный проект;
- в) детализацию рабочих чертежей;

**39. насыщенность приспособления деталями и узлами, необходимыми для выполнения технологических операций определяет....**

- а) структура технологического процесса, выполняемого в данном приспособлении;
- б) способ соединения деталей и узлов при сборке;
- в) объект производства и степень его членения;
- г) повторяемость типажей сборочных единиц в одном изделии или серии изделий;
- д) конструктивно-технологическая преемственность.

**40. Оборудование с ЧПУ, координатные станки, оптические средства выступают....**

- а) в качестве методов увязки;
- б) в качестве первоисточников информации;
- в) в качестве средств увязки.

**41. Масса ступенчатых плит, ложементов, фиксаторов, масса колонн, кронштейнов, поперечных балок относится к \_\_\_\_\_ нагрузкам.**

- а) переменным;
- б) постоянным.

**42. Деформация каркаса, определяется смещением.....**

- а) от деформации продольной балки;
- б) от деформации поперечной балки;
- в) от деформации колонн;
- г) верны ответы а) и б);
- д) все ответы верны.

**43. Для ступенчатых трехбалочной схемы при расчете верхней балки принимают:**

- а) массу рубильников с работающими, массу фиксаторов, установленных на нижней балке;
- б) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми и массу установленных на ней фиксаторов;
- в) массу правых и левых рубильников, массу объекта сборки обычно не учитывают;
- г) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми, массу установленных на верхней и нижней балках фиксаторов

**44. Точечный прижим по одной или нескольким координатам удобно осуществлять с помощью...**

- а) кулачковых или цилиндрических наконечников;
- б) фиксирующих элементов с ручным приводом;
- в) плоских наконечников («пяток»);
- г) сферических наконечников;
- д) рычажно-винтовых фиксаторов.

**45. Узлы с плоскими стенками, усиленные элементами жесткости, являющиеся частью каркаса, не выходящие на внутренний контур обшивки или соединяемые с ним компенсаторами собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внутреннего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**46. Пространственные узлы с поверхностью, образующей внешний обвод агрегатов собираются .....**

- а) по КФО;
- б) по СО или базовым линиям;
- в) от внутреннего контура обшивки;
- г) от внешнего контура обшивки;
- д) по технологическому каркасу и технологическим отверстиям;
- е) по ФО, технологическому каркасу, от внешнего контура обшивки.

**47. Детальную проработку всех узлов и элементов СП предусматривает.....**

- а) технический проект;
- б) эскизный проект;
- в) детализацию рабочих чертежей;

**48. Определенные требования к жесткости фиксации, механической и температурной жесткости деталей и узлов сборочного приспособления диктуют....**

- а) структура технологического процесса, выполняемого в данном приспособлении;
- б) способ соединения деталей и узлов при сборке;
- в) объект производства и степень его членения;
- г) повторяемость типажей сборочных единиц в одном изделии или серии изделий;
- д) конструктивно-технологическая преемственность.

**49. Прогиб плоских панелей определяется по формуле:**

а)  $f = 1,225 \frac{PL^3}{EB\delta^2 a}$ ;

б)  $f = 1,225 \frac{PL^3}{EB(\delta^3 + h^3)}$ ;

в)  $f = K \frac{EJ}{MI}$ ;

г)  $f = K \frac{MI}{EJ}$ ;

д)  $f = 0,0071 \frac{PL^3}{E\delta B^2}$ .

**50. Приспособления, которые монтируются с помощью шаблонов приспособлений или шаблонов монтажно-фиксирующих предназначены для сборки.....**

- а) отсеков, секций, агрегатов;
- б) шпангоутов, нервюр, лонжеронов.

**51 Масса съемных деталей и узлов приспособления относится к \_\_\_\_\_ нагрузкам.**

- а) переменным;
- б) постоянным.

**52. Силы, сжимающие колонну СП, определяются по формуле:**

- а)  $ql$ ;
- б)  $\frac{ql}{2}$ ;
- в)  $ql^2$ .

**53. Для ступеней четырехбалочной схемы при расчете верхней балки принимают:**

- а) массу рубильников с работающими, массу фиксаторов, установленных на нижней балке;
- б) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми и массу установленных на ней фиксаторов;
- в) массу правых и левых рубильников, массу объекта сборки обычно не учитывают;
- г) массу рубильников, массу объекта сборки с работающими в нем людьми, массу установленных на верхней и нижней балках фиксаторов;
- д) массу боковых рубильников, прикрепленных к балке, и половину массы верхних рубильников. Массу объекта сборки, как правило, не учитывают.

### **3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Представление результатов самостоятельной работы проявляется в процессе подготовки к практическому занятию по списку рекомендуемой литературы и в соответствии с планом проведения этого занятия.

#### **4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Критерий оценки практической работы, выполненной в виде оформленной письменной работы.

100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ФИЛИАЛ ДФУ В Г. АРСЕНЬЕВЕ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Проектирование технологического оснащения»**  
**Специальность 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»**  
**Специализация «Вертолетостроение»**  
**Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренная подготовка)**

**Арсеньев**  
**2018**

**Паспорт  
фонда оценочных средств по дисциплине  
«Проектирование сборочных приспособлений»**  
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ОПК-4</b> Способность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных конструкторских работ</p>	Знать	правила технического черчения и методы подготовки технической документации; правила оформления технологической и эксплуатационной документации на авиационные конструкции из различных материалов; основы проектирования сборочных приспособлений; правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению технической документации.
	Уметь	читать чертежи и другую конструкторскую документацию; разрабатывать технологическую документацию процессы изготовления деталей сборочной оснастки.
	Владеть	навыками работы с технологической и эксплуатационной документацией; умением составления технологической документации изготовления деталей и монтажа сборочных приспособлений, навыками разработки и оформления технической документации, используя современные CAD/CAE системы.
<p><b>ОПК-5</b> Способность владеть навыками обращения с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным документам</p>	Знать	технические требования к проектированию технологических процессов изготовления деталей сборочных приспособлений и их монтажа, изложенных в действующих нормативно-технических документах по вопросам проектирования, эксплуатации и ремонта ЛА; правила оформления нормативно технической документации, сопровождающей процессы проектирования, производства деталей, узлов сборочных приспособлений; методы контроля соответствия разрабатываемой технической документации, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
	Уметь	пользоваться справочной литературой, стандартами по системе ЕСПД, ЕСКД, а также ГОСТами и ТУ; работать с нормативно-технической документацией по проектированию процессов изготовления деталей и узлов сборочных приспособлений
	Владеть	навыками в обращении с основными отклонениями в системе ИСО и ЕСПД; навыками оформления текстовой и графической типовой конструкторской документации; методами контроля соответствия разрабатываемой типовой технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<p><b>ОПК-8</b> Способность к участию в работах по доводке и освоению техноло-</p>	Знать	процессы проектирования и подготовки производства типовых авиационных изделий; современных средства технологического оснащения;

гических процессов в ходе подготовки производства новой продукции		мероприятия по повышению производительности труда, механизации и автоматизации производственных процессов.
	Уметь	изучать информацию, используя сеть Интернет, по вопросам усовершенствования технологий, быть готовым к освоению технологического процесса с учетом внедрения мероприятий по повышению производительности труда, механизации и автоматизации производственных процессов;
	Владеть	навыками работы с системами автоматического проектирования; навыками поиска информации по сети Интернет по вопросам усовершенствования технологий; навыками ознакомления с мероприятиями по повышению производительности труда, механизации и автоматизации производственных процессов на авиационном производстве;
ПК-1 - Способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знать	основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа; законы физики для решения инженерных задач в авиационной промышленности;
	Уметь	применять математические методы, законы физики, химии, основы термодинамики, теплообмена и теплопередачи, основы теоретической механики для решения типовых инженерных задач в проектировании и монтаже сборочных приспособлений;
	Владеть	навыками решения стандартных математических задач; навыками применения законов физики, химии, законов термодинамики и теплообмена, основ теоретической механики для решения типовых инженерных задач в проектировании и изготовлении сборочных приспособлений
ПК-6 Способность к организации рабочих мест, их техническому оснащению и размещению на них технологического оборудования	Знать	физическую сущность сборочного производства; принципы организации рабочих мест, а также особенности размещения соответствующего оборудования согласно прилагаемым к ним инструкциям;
	Уметь	организовать рабочее место и оснастить его типовым технологическим оборудованием с учетом его рационального размещения; разрабатывать схемы технологического оснащения для изготовления типовых деталей и сборки типовых узлов самолетов и вертолетов; соотносить особенности стандартного оборудования с принципами его размещения.
	Владеть	навыками применения ЭВМ при проектировании типовых изделий; навыками размещения сборочного оборудования для выполнения типовых технологических процессов сборки;



ПК-7 Способность владеть методами контроля соблюдения технологической дисциплины	Знать	законы распределения и методы исследования напряженно-деформированного состояния материалов; новые положения выбора технического контроля при производстве сборочной оснастки;
	Уметь	применять различные методы технического контроля при производстве сборочной оснастки; правила эксплуатации оборудования, охраны труда и другие условия на предприятии.
	Владеть	методами прочностного расчета элементов сборочного оборудования, анализа напряженного и деформированного состояний материалов; алгоритмами выбора видов и методов технического контроля при производстве сборочных приспособлений;

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация (вопросы к экзамену/практическое занятие)	
1	Тема 1. Особенности сборки и классификация сборочных приспособлений авиационной техники	ПК-6	знает	ПР-1	Курсовой проект экзамен
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-5	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
2	Тема 2. Элементы и детали сборочных приспособлений авиационной и ракетной техники	ПК-6	знает	ПР1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-4	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
3	Тема 3. Методы увязки и монтажа сборочных приспособлений	ПК-1	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ПК-6	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ПК-7	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
4	Тема 4. Разделочные и стыковочные станды	ПК-6	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-4	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	
			владеет	ПР-5	
		ОПК-8	знает	ПР-1	
			умеет	ПР-11	

			владеет	ПР-5
5	Тема 5. Типовые компоновки сборочных приспособлений	ПК-6	знает	ПР-1
			умеет	ПР-11
			владеет	ПР-5
		ОПК-8	знает	ПР-1
			умеет	ПР-11
			владеет	ПР-5

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Проектирование сборочных приспособлений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (*защиты практической работы и собеседования*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы (подготовка к практическим занятиям и разработка курсовой работы).

#### **Критерии оценки (курсовая работа)**

100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополни-

тельно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Проектирование сборочных приспособлений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация предусмотрена в виде экзамена, который проходит в устной форме по билетам.

Критерии оценки: 95-100 баллов выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологиче-

ской речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

По всем контролируемым разделам предлагаются темы для краткого сообщения, что является продуктом самостоятельной работы студента. Это публичное выступление является хорошей тренировкой и прививает навыки общения с аудиторией.

### **Вопросы к экзамену**

#### **Перечень выносимых на экзамен теоретических вопросов**

##### **Контрольные вопросы по дисциплине**

1. Классификация и назначение сборочных приспособлений.
2. Основные задачи сборочных приспособлений
3. Анализ конструктивно-силовой схемы сборочных приспособлений.
4. Общие и технологические требования
5. Конструктивные требования

6. Типовые требования к параметрам качества оснастки
7. Сборно-разборное сборочное приспособление
8. Специализированные сборочные приспособления
9. Структура и элементы сборочных приспособлений
10. Контурные обводообразующие базовые элементы
11. Фиксаторы стыков и разъемов
12. Фиксирующие элементы сборочных приспособлений
13. Элементы и типовые узлы каркасов сборочных приспособлений
14. Монтажные элементы сборочных приспособлений
15. Методы сборки узлов и агрегатов
16. Исходные данные для проектирования СП
17. Порядок разработки технических условий (технического задания)
18. Этапы и порядок проектирования технологического оснащения
19. Компоновка сборочных приспособлений
20. Изготовление и монтаж сборочных приспособлений
21. Методы монтажа СП. Классический метод монтажа СП по монтажному эталону.
22. Монтаж СП с использованием метода увязки математическим моделированием
23. Монтаж СП в условиях расчетно-плазового метода
24. Действующие нагрузки и допущения при расчетах
25. Расчет каркасов сборочных приспособлений на жесткость
26. Допустимые деформации элементов сборочных приспособлений
27. Соотношение допустимых деформаций и напряжений
28. Распределение нагрузки по элементам приспособления
29. Порядок прочностных расчетов сборочных приспособлений. Расчет на жесткость продольных балок
30. Общая схема расчета точности сборки в сборочных приспособлениях
31. Требования по точности, предъявляемые к планеру ЛА

32. Последовательность выполнения расчета ожидаемой точности сборки в сборочных приспособлениях
33. Проектирование и монтаж специализированных сборочных приспособлений.
34. Методика проектирования и монтажа разделочных стенов.
35. Методика проектирования и монтажа стыковочных стенов.
36. Примеры компоновок сборочных приспособлений