

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

В.И.Ряжских

«25» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Конструирование агрегатов планера»

Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Специализация специализация "Самолетостроение"

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/Некравцев Е.Н./

И. о. заведующего кафедрой
Самолетостроения

/Некравцев Е.Н./

Руководитель ОПОП

/Некравцев Е.Н./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подробное изучение элементов планера самолета, с методологией предварительного проектирования, определения нагрузок и расчета на прочность первого приближения, с учетом обеспечения минимальной массы и достаточного ресурса.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение достоинств и недостатков существующих конструктивно – силовых схем крыла, механизации крыла, фюзеляжа, оперения самолета, порядка их проектного расчета, а также перспектив конструктивной оптимизации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Конструирование агрегатов планера» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Конструирование агрегатов планера» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК – 4 – Способен разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении.

ПК – 5 – Способен контролировать соответствие разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам.

ПК – 9 – Способен участвовать в разработке проектов самолетов различного целевого назначения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать порядок разработки рабочей технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;
	уметь разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;
	владеть методиками разработки рабочей технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении.
ПК-5	знать порядок контроля соответствий разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;
	уметь контролировать соответствие разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;
	владеть методиками контроля соответствий разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и

	нормативным правовым актам.
ПК-9	знать порядок разработки проектов самолетов различного целевого назначения;
	уметь участвовать в разработке проектов самолетов различного целевого назначения;
	владеть методиками разработки проектов самолетов различного целевого назначения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Конструирование агрегатов планера» составляет 53.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	81	81
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

Очно – заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		А
Аудиторные занятия (всего)	50	50
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	103	103
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие вопросы проектирования конструкции планера	Проектирование планера в системе проектирования самолета. Планер на стадиях проектирования самолета. Ступени проектирования конструкции планера, их задачи и исходная информация. Критерии оценки вариантов решения конструкции планера.	2	-	-	4	6
2	Проектирование конструкции крыла	Ограничения, накладываемые на КСС крыла. Алгоритм проекторочного расчета крыла. Критерии выбора продольного набора крыла. Конструктивное оформление элементов лонжеронов и стрингеров. Проектирование конструкции стенки лонжерона. Проектирование конструкции нормальных нервюр. Проектирование конструкции силовых нервюр. Особенности проектирования конструкций моноблочных и кессонных крыльев. Выбор продольного набора моноблочных и кессонных крыльев. Проектирование конструкций панелей кессона. Конструирование нервюр моноблочных и кессонных крыльев. Конструирование стыковых соединений моноблочных и кессонных крыльев. Особенности конструирования стыковых соединений с фюзеляжем лонжеронных, моноблочных и кессонных крыльев. Конструирование люков и вырезов в моноблочных и кессонных крыльях. Конструирование носовых и хвостовых частей кессонных крыльев. Конструирование крыла изменяемой стреловидности.	8	12	8	26	54
3	Проектирование конструкции механизации крыла	Виды механизации крыла. Средства механизации передней и задней кромок крыла. Расчетно - проекторочные схемы закрылков. Основные параметры закрылков. Опорные устройства закрылков. Конструирование щитков.	4	6	2	14	26
4	Проектирование конструкции фюзеляжа	Особенности КСС фюзеляжа. Структура КСС фюзеляжа. Критерии оценки КСС фюзеляжа. Определение расчетных нагрузок, действующих на фюзеляж. Определение и согласование конструктивных параметров фюзеляжа. Конструирование обшивок фюзеляжа. Конструирование стрингеров фюзеляжа. Конструирование лонжеронов и бимсов фюзеляжа. Проектирование конструкции панелей фюзеляжа. Шпангоуты. Проектирование конструкций нормальных шпангоутов. Конструирование соединений элементов каркаса фюзеляжа. Назначение и конструктивные формы силовых шпангоутов. Проектирование конструкции рамного шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой. Проектирование конструкции рамного шпангоута в зоне стыка фюзеляжа с крылом, нагруженного двумя диаметрально приложенными моментами. Проектирование конструкции глухого шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой. Конструирование стыковых шпангоутов. Конструирование фюзеляжа	2	10	6	23	41

		в зонах действия внешних сосредоточенных сил. Конструирование фюзеляжа в зонах действия внутренних сосредоточенных сил. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Малые вырезы. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Большие вырезы. Проектирование конструкций отсеков с большими вырезами. Основные принципы герметизации. Герметизация неразъемных и разъемных соединений. Принципы проектирования конструкций гермокабин.					
5	Проектирование конструкции оперения	Проектирование конструкции киля и стабилизатора. Проектирование конструкции рулей и элеронов. Проектирование конструкции цельноповоротного оперения. Особенности конструкции переставного горизонтального оперения.	2	8	2	14	26
Итого			18	36	18	81	153

Очно – заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие вопросы проектирования конструкции планера	Проектирование планера в системе проектирования самолета. Планер на стадиях проектирования самолета. Ступени проектирования конструкции планера, их задачи и исходная информация. Критерии оценки вариантов решения конструкции планера.	2	-	-	4	6
2	Проектирование конструкции крыла	Ограничения, накладываемые на КСС крыла. Алгоритм проектировочного расчета крыла. Критерии выбора продольного набора крыла. Конструктивное оформление элементов лонжеронов и стрингеров. Проектирование конструкции стенки лонжерона. Проектирование конструкции нормальных нервюр. Проектирование конструкции силовых нервюр. Особенности проектирования конструкций моноблочных и кессонных крыльев. Выбор продольного набора моноблочных и кессонных крыльев. Проектирование конструкций панелей кессона. Конструирование нервюр моноблочных и кессонных крыльев. Конструирование стыковых соединений моноблочных и кессонных крыльев. Особенности конструирования стыковых соединений с фюзеляжем лонжеронных, моноблочных и кессонных крыльев. Конструирование люков и вырезов в моноблочных и кессонных крыльях. Конструирование носовых и хвостовых частей кессонных крыльев. Конструирование крыла изменяемой стреловидности.	8	6	6	34	54
3	Проектирование конструкции механизации крыла	Виды механизации крыла. Средства механизации передней и задней кромок крыла. Расчетно - проектировочные схемы закрылков. Основные параметры закрылков. Опорные устройства закрылков. Конструирование щитков.	4	2	2	18	26
4	Проектирование конструкции фюзеляжа	Особенности КСС фюзеляжа. Структура КСС фюзеляжа. Критерии оценки КСС фюзеляжа. Определение расчетных нагрузок, действующих на фюзеляж. Определение и согласование конструктивных параметров фюзеляжа. Конструирование обшивок	2	4	6	29	41

		<p>фюзеляжа. Конструирование стрингеров фюзеляжа. Конструирование лонжеронов и бимсов фюзеляжа. Проектирование конструкции панелей фюзеляжа. Шпангоуты. Проектирование конструкций нормальных шпангоутов. Конструирование соединений элементов каркаса фюзеляжа. Назначение и конструктивные формы силовых шпангоутов. Проектирование конструкции рамного шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой. Проектирование конструкции рамного шпангоута в зоне стыка фюзеляжа с крылом, нагруженного двумя диаметрально приложенными моментами. Проектирование конструкции глухого шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой. Конструирование стыковых шпангоутов. Конструирование фюзеляжа в зонах действия внешних сосредоточенных сил. Конструирование фюзеляжа в зонах действия внутренних сосредоточенных сил. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Малые вырезы. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Большие вырезы. Проектирование конструкций отсеков с большими вырезами. Основные принципы герметизации. Герметизация неразъемных и разъемных соединений. Принципы проектирования конструкций гермокабин.</p>					
5	Проектирование конструкции оперения	<p>Проектирование конструкции киля и стабилизатора. Проектирование конструкции рулей и элеронов. Проектирование конструкции цельноповоротного оперения. Особенности конструкции переставного горизонтального оперения.</p>	2	4	2	18	26
Итого			18	16	16	103	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Проектирование конструкции крыла.

Проектирование конструкции механизации крыла.

Проектирование конструкции оперения.

Проектирование конструкции фюзеляжа.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
-------------	---	---------------------	------------	--------------

ПК-4	знать порядок разработки рабочей технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками разработки рабочей технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать порядок контроля соответствий разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь контролировать соответствие разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками контроля соответствий разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	знать порядок разработки проектов самолетов различного целевого назначения;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь участвовать в разработке проектов самолетов различного целевого назначения;	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками разработки проектов самолетов различного целевого назначения.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 9 семестре для очной и в семестре А для очно – заочной форм обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	знать порядок разработки рабочей	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте менее

	технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;		теста на 90-100%	теста на 80-90%	теста на 70-80%	70% правильных ответов
	уметь разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками разработки рабочей технической документации и обеспечения оформления законченных проектно – конструкторских работ в авиастроении.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать порядок контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь контролировать соответствие разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	знать порядок разработки проектов самолетов различного целевого назначения;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь участвовать в разработке проектов самолетов различного целевого назначения;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками разработки проектов самолетов различного целевого назначения.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что обеспечивает горизонтальное оперение самолета?

1. Путевую устойчивость и управление по углу рыскания.

2. Продольную устойчивость и управление по углу тангажа.

2. Для чего предназначены элероны на самолете?

1. Для управления по крену.

2. Для поперечной устойчивости.

3. На что влияет удлинение крыла самолета?

1. Уменьшает силу сопротивления.

2. Увеличивает силу сопротивления.

3. Увеличивает подъемную силу.

4. Что обеспечивает крыло самолета?

1. Подъемную силу и продольную устойчивость.

2. Подъемную силу и поперечную устойчивость.

3. Подъемную силу и управление самолетом.

5. Для чего предназначен фюзеляж?

1. Для размещения экипажа, оборудования и целевой нагрузки.

2. Для крепления хвостового оперения.

3. Для крепления крыла.

6. Где расположено ГО у самолета схемы «утка»?

1. Горизонтальное оперение расположено впереди центра массы самолета.

2. Горизонтальное оперение расположено над центром массы самолета.

7. Где расположено ГО у самолета схемы «бесхвостка»?

1. Горизонтальное оперение отсутствует.

2. Горизонтальное оперение впереди центра массы самолета.

3. Горизонтальное оперение над центром массы самолета.

8. На что влияет величина аэродинамического качества самолета?

1. На величину потребной тяги двигателя.

2. На величину подъемной силы.

9. За счет чего образуется подъемная сила крыла?

1. За счет угла атаки крыла.

2. За счет разности давлений на нижней и верхней поверхности крыла.

10. Для чего масса конструкции планера самолета должна быть как можно меньше?

1. Для увеличения высоты полета

2. Для увеличения целевой нагрузки

3. Для увеличения скорости полета

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить потребное значение толщины простой цилиндрической оболочки для исходных данных, представленных в таблице рисунка 1. Марки конструкционных материалов для оболочек выбрать самостоятельно по справочной литературе.

Исходные данные													
Номер задания	Вариант ОКТР	$M_{исг}, H \cdot M \cdot 10^{-2}$			$N, H \cdot 10^{-2}$			$Q, H \cdot 10^{-2}$			Расчетная температура конструкции, °C		
		$D, мм$			$D, мм$			$D, мм$			$D, мм$		
		300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	50	50	100	110	55	110	140	140	280	150	180	175
2		60	52	130	120	57	115	130	143	310	150	180	175
3		70	55	140	130	59	120	200	146	330	150	180	175
4		80	57	145	140	61	130	230	149	340	150	180	175
5		90	60	125	150	63	125	260	152	300	150	180	175
6		100	62	150	160	65	113	290	155	285	150	180	175
7	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	110	65	120	170	67	130	320	158	310	150	180	175
8		120	67	135	180	70	120	350	161	315	150	180	175
9		130	70	140	190	72	135	381	163	341	150	180	175
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	140	52	130	200	57	120	410	143	320	350	400	380
11		150	55	120	210	59	115	440	146	300	350	400	380
12		160	57	115	220	61	118	470	149	295	350	400	380
13		170	60	140	230	63	150	500	152	340	350	400	380
14		180	62	145	240	65	155	530	155	350	350	400	380
15	190	65	150	250	67	160	560	158	360	350	400	380	
16	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	200	67	110	260	70	105	590	161	305	350	400	380
17		210	70	115	270	70	110	680	163	320	350	400	380
18		220	72	123	280	75	124	650	165	315	350	400	380

Рисунок 1 – Таблица с данными

2. Рассчитать и сконструировать сечения 1-1 лонжеронов № 1, 2, 3 (рисунок 2) для исходных данных, представленных в таблице рисунка 3.

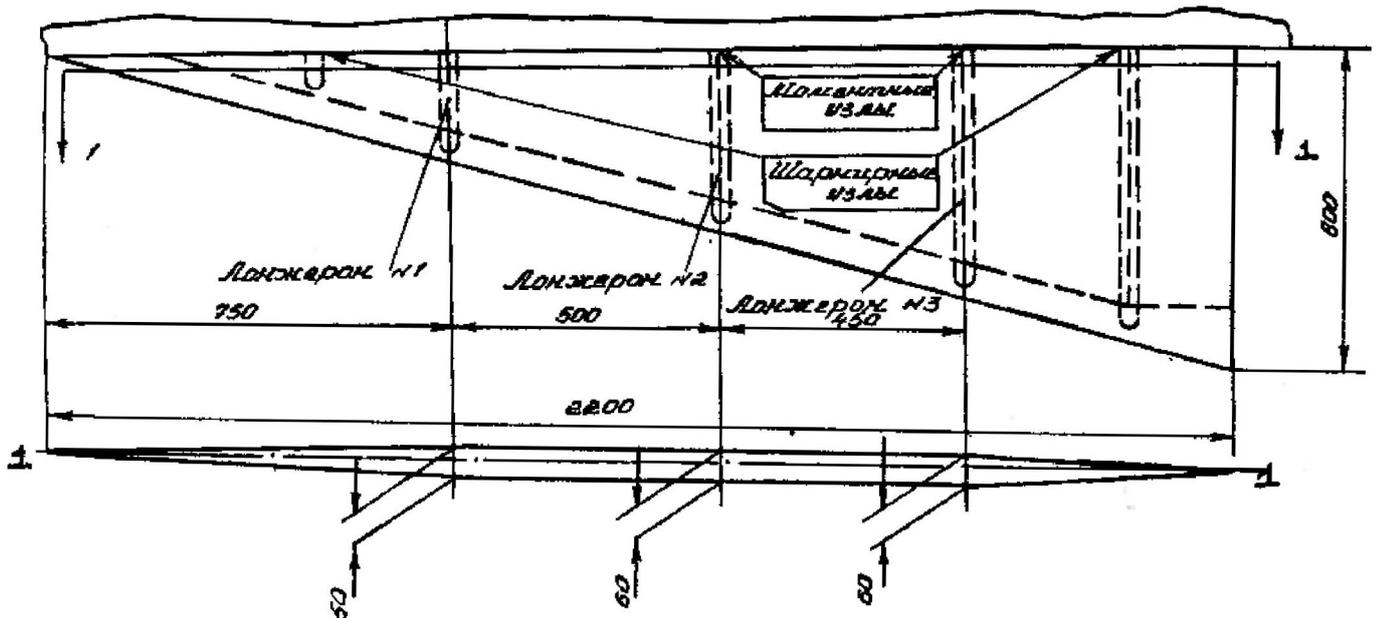


Рисунок 2 – Геометрические характеристики трехлонжеронного крыла

Номер задания	Исходные данные					Расчетная температура конструкции, °С
	Вариант ОКТР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}$, мм	Расчетная подъемная сила на консоль Y_k , $H \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
			Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11	
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

Рисунок 3 – Таблица с данными

3. Рассчитать и сконструировать заклепочное соединение пояса лонжерона с обшивкой (рисунок 4, рисунок 5), воспринимающее крутящий момент с учетом следующих указаний:

- при определении потока касательных сил вдоль заклепочного шва считать контур, воспринимающий $M_{кр}$, однозамкнутым (без учета передней и задней стенок консоли);
- в расчет потока касательных сил вводить площадь замкнутого контура сечения по средней хорде консоли;
- считать, что листы обшивки консоли соединяются вдоль лонжерона.

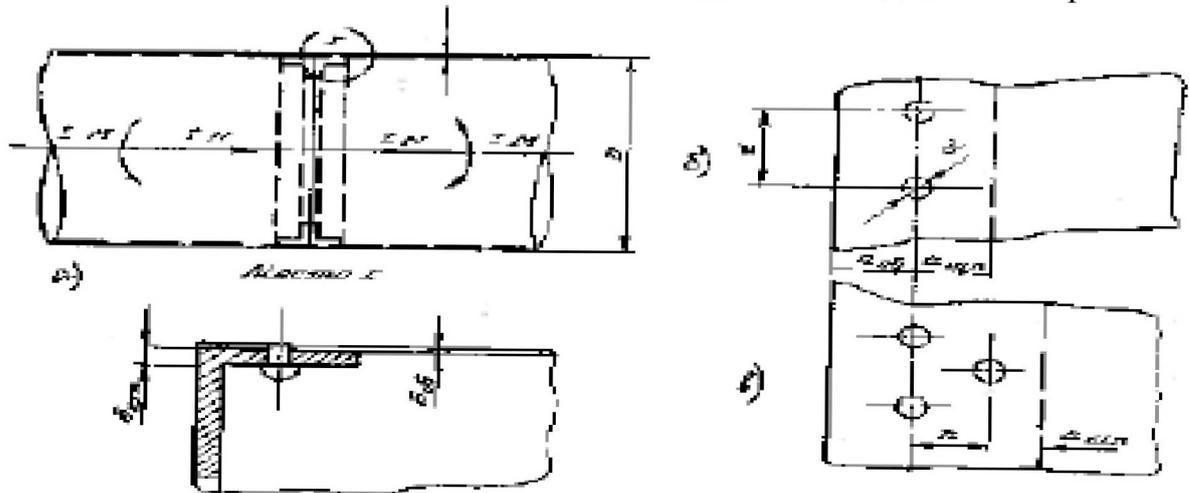


Рисунок 4 – Заклепочное соединение стыкового шпангоута: а – схема нагружения шпангоута, б – однорядный шов, в - двухрядный шов

Номер задания	Исходные данные					Материал и его прочность при расчетной температуре		
	D, мм	$M_{кр}, Н \cdot м \cdot 10^{-2}$	$N, Н \cdot 10^{-2}$	$b_{шп}, мм$	$b_{кл}, мм$	Обшивка	Шпангоут	Заклепки
1	300	50	250	2,0	1,0	Алюминиевый сплав $\sigma_{кл} = 320 Н/мм^2$	Алюминиевый сплав $\sigma_{шп} = 320 Н/мм^2$	Алюминиевый сплав $\sigma_{кл} = 300 Н/мм^2$
2	300	75	375	2,2	1,5			
3	300	100	500	2,5	2,0			
4	300	125	625	2,8	2,2			
5	300	150	750	3,0	2,5			
6	300	175	875	3,2	2,8			
7	400	70	500	1,5	0,8	Титан $\sigma_{кл} = 800 Н/мм^2$	Титан $\sigma_{шп} = 850 Н/мм^2$	Титан $\sigma_{кл} = 700 Н/мм^2$
8	400	105	750	1,6	1,2			
9	400	140	1000	1,8	1,5			
10	400	175	1250	1,9	1,6			
11	400	210	1500	2,0	1,8			
12	400	245	1750	2,5	2,0			
13	500	100	800	2,0	0,8	Сталь $\sigma_{кл} = 1000 Н/мм^2$	Сталь $\sigma_{шп} = 1050 Н/мм^2$	Сталь $\sigma_{кл} = 1100 Н/мм^2$
14	500	150	1000	2,3	1,1			
15	500	200	1500	2,5	1,2			
16	500	250	1750	2,8	1,4			
17	500	300	2000	3,0	1,5			
18	500	3500	2250	3,3	1,8			

Рисунок 5 – Таблица с данными

4. Рассчитать и сконструировать рядовое сечение сварной конструкции (рисунок 6) для исходных данных, представленных в таблице на рисунке 7.

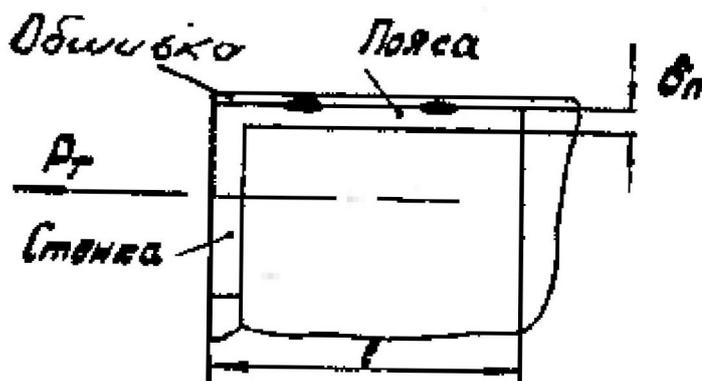


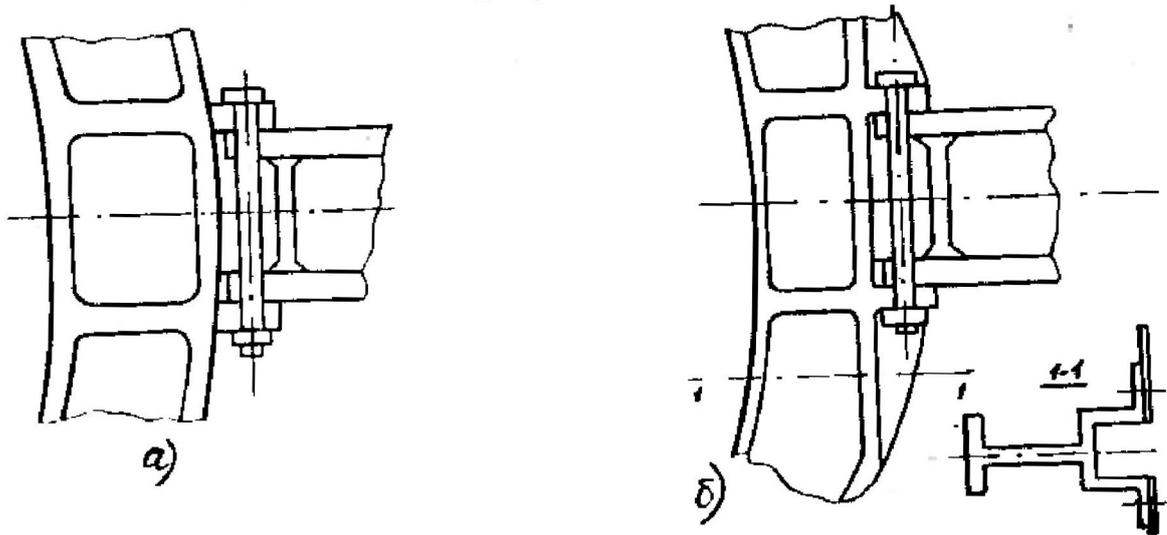
Рисунок 6 – Конструкция рядового сечения стыкового шпангоута с усеченной силовой схемой

Номер задания	Исходные данные					Расчетная температура конструкции, °С
	Вариант ОКТР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}$, мм	Расчетная подъемная сила на консоль Y_k , $H \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
			Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11	
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

Рисунок 7 – Таблица с данными

5. Рассчитать и сконструировать ушковое соединение крыла с фюзеляжем (два

варианта а и б рисунок 8) по наружным крыльевым проушинам для лонжерона. Данные в таблице, приведенной на рисунке 9.



а) с выходом в поток; б) без выхода в поток

Рисунок 8 – Варианты ушкового соединения с наружными корпусными проушинами

Номер задания	Исходные данные					
	Вариант ОКГР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}$, мм	Расчетная подъемная сила на консоль Y_k , $H \cdot 10^{-2}$			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}C$
			Схема крыла			
			Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11	
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

Рисунок 9 – Таблица с данными

6. Рассчитать и сконструировать фланцевое соединение крыла с корпусом, используя лонжероны № 1, 2, 3 (рисунок 10) по исходным данным, представленным в таблице рисунка 11.

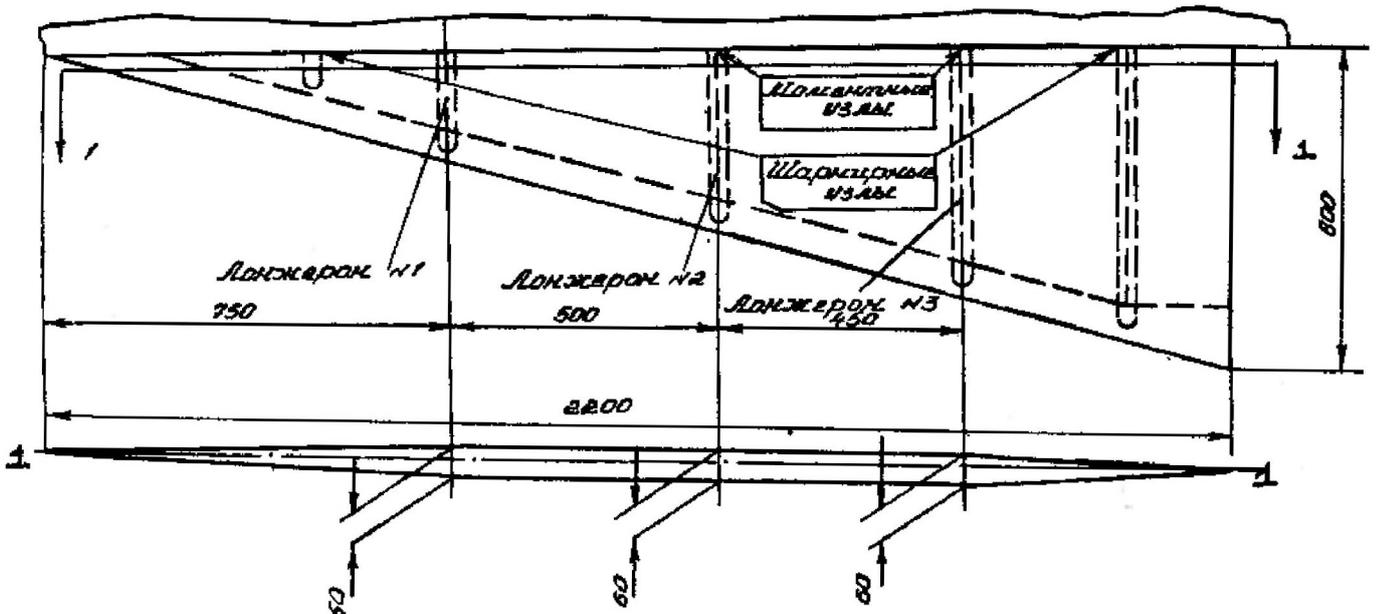


Рисунок 10 – Геометрические характеристики трехлонжеронного крыла

Номер задания	Исходные данные					Расчетная температура конструкции, °С
	Вариант ОКТР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}$, мм	Расчетная подъемная сила на консоль Y_k , $H \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
			Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11	
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

Рисунок 5 – Таблица с данными

7. Рассчитать заклепки, изготовленные из стали Ст2, крепящие скобы А к косынке В и косынку со швеллером С. Все детали соединений выполнены из стали Ст3. Сила, действующая на блок, $2F$ (рисунок). Толщина листов скобы и косынки δ (таблица).

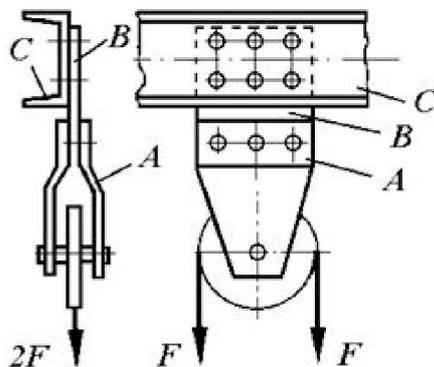


Рисунок - Заклепочное соединение косынки со швеллером

Таблица - Исходные данные

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	25	20	25	30	15	30	35	25	20	45
№	5	6,5	8	10	12	14	16	18	20	22
	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8

8. Рассчитать заклепочное соединение: определить число и диаметр заклепок, соединяющих косынку 1 со швеллерной балкой 2; высоту косынки a (рисунок). Материал косынки, швеллера и заклепок – Д16Т. Данные для расчета приведены в таблице.

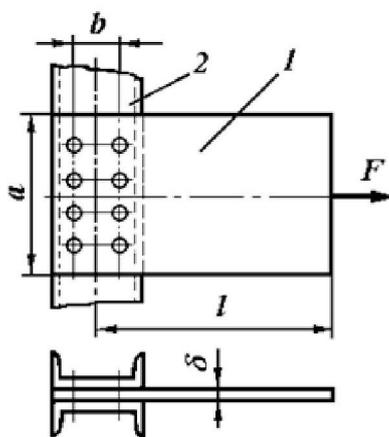


Рисунок - Заклепочное соединение косынки со швеллером

Таблица - Исходные данные

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	35	30	25	20	15	25	30	35	20	40
№	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
l, мм	500	450	400	600	650	500	550	700	650	600
b, мм	34	44	56	60	70	80	90	110	130	160
	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	8,0

9. Косынка крепится к швеллеру №10 заклепочным швом (рисунок, таблица). Число заклепок $z=4$. Диаметр заклепок d . Материал заклепок – Д19П. Проверить прочность соединения.

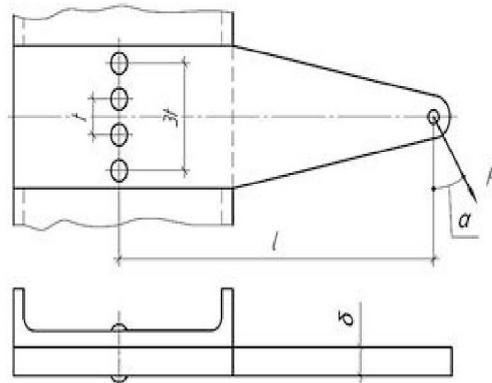
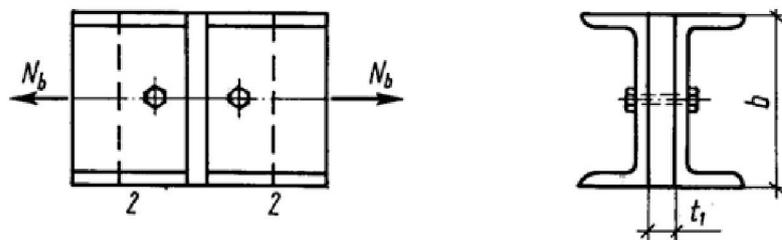


Рисунок - Заклепочное соединение косынки к швеллеру

Таблица - Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P, кН	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d, мм	8	10	10	12	14	14	16	16	20	20
t, мм	40	50	60	60	70	70	90	90	100	120
l, мм	200	300	350	350	300	350	300	350	350	250
δ , мм	5	5	6	8	8	10	10	12	16	16
α , град	20	30	35	40	30	45	50	60	30	55

10. Два элемента конструкции, нагруженные расчетной нагрузкой $N_b=300$ кН, соединяются при помощи болтов $d=42$ мм по схеме «встык» с накладками. Материал соединяемых деталей В95, материал болтов 30ХГСНА. Коэффициент условий работы болта $\gamma_b=0,9$.



Требуется:

- 1) для элемента 2 определить номер прокатного профиля или толщину листа t ;
- 2) определить номер профиля накладки или ее толщину t_1 ;
- 3) определить количество болтов диаметром d ; проверить прочность элемента 2 и накладок, учитывая наличие отверстий под болты.

Указания:

- 1) учесть, что площадь сечения уменьшается за счет отверстий под болты для прокатных профилей примерно на 10%, для листов – на 20%;
- 2) окончательно толщину листа и накладок принять в соответствии с сортаментом ($t = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30$ мм);
- 3) минимальное расстояние от края элемента до центра болта равно $1,5d$, между центрами болтов – $3d$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Рассчитать и сконструировать заклепочное соединение стыкового шпангоута (толщина пояса $\delta_{шп}$) с обшивкой толщиной $\delta_{об}$, воспринимающее осевые нагрузки, которые возникают от изгибающего момента $\pm M$ и продольной силы $\pm N$ (рисунок). Определить требуемые размеры: d , t , $a_{об}$, $a_{шп}$. В случае необходимости перехода на двухрядный шов (рисунок) определить размер h и соответствующее значение $a_{шп}$. Исходные данные представлены в таблице.

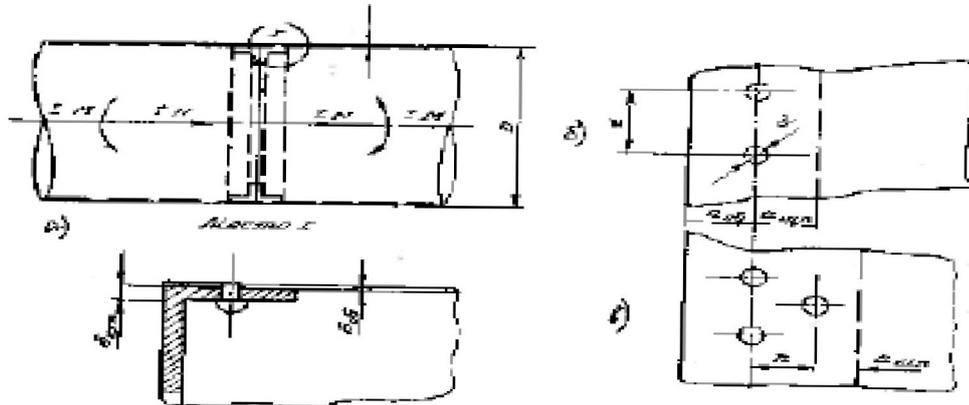


Рисунок – Заклепочное соединение стыкового шпангоута: а – схема нагружения шпангоута, б – однорядный шов, в - двухрядный шов.

Таблица – Исходные данные

Номер задания	Исходные данные					Материал и его прочность при расчетной температуре		
	D , мм	$M_{изг}$, Н·м·10 ⁻²	N , Н·10 ⁻²	$\delta_{шп}$, мм	$\delta_{об}$, мм	Обшивка	Шпангоут	Заклепки
1	300	50	250	2,0	1,0	Алюминиевый сплав	Алюминиевый сплав	Алюминиевый сплав
2	300	75	375	2,2	1,5			
3	300	100	500	2,5	2,0			
4	300	125	625	2,8	2,2	$\sigma_{ст} = 320 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 320 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 300 \text{ Н/мм}^2$
5	300	150	750	3,0	2,5			
6	300	175	875	3,2	2,8			
7	400	70	500	1,5	0,8	Титан	Титан	Титан
8	400	105	750	1,6	1,2			
9	400	140	1000	1,8	1,5			
10	400	175	1250	1,9	1,8	$\sigma_{ст} = 800 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 800 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 700 \text{ Н/мм}^2$
11	400	210	1500	2,0	1,8			
12	400	245	1750	2,5	2,0			
13	500	100	800	2,0	0,8			
14	500	150	1000	2,3	1,1	Сталь	Сталь	Сталь
15	500	200	1500	2,5	1,2			
16	500	250	1750	2,8	1,4			
17	500	300	2000	3,0	1,5	$\sigma_{ст} = 1000 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 1000 \text{ Н/мм}^2$	$\sigma_{ст} = 1100 \text{ Н/мм}^2$
18	500	3500	2250	3,3	1,8			

2. Рассчитать и сконструировать сечение I-I лонжеронов №1, 2, 3 (рисунок) для исходных данных, представленных в таблице.

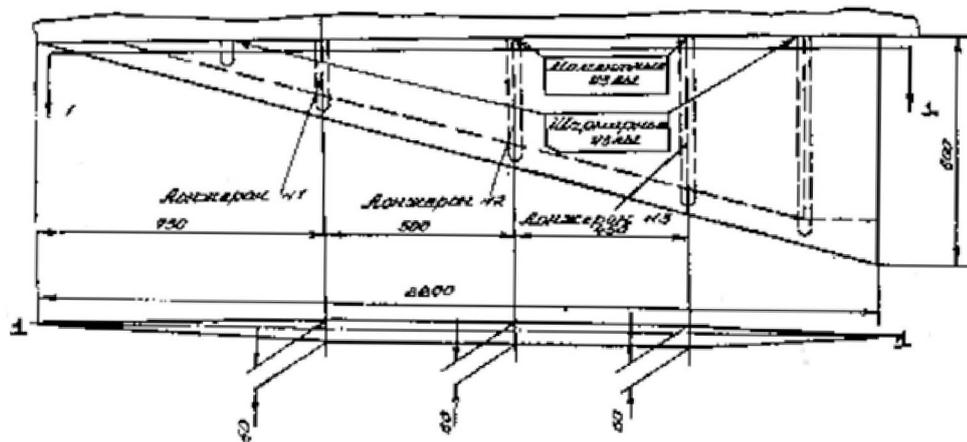


Рисунок 3.9 – Геометрические характеристики трехлонжеронного крыла.
Таблица – исходные данные

Номер задания	Вариант СКР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{кр}$, мм	Исходные данные			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}\text{C}$
			Расчетная подъемная сила на консоли Y_k , $\text{H} \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11				
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; III-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; III-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; III-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; III-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

3. Рассчитать и сконструировать сечение I-I лонжера (рисунок) для исходных данных, представленных в таблице.

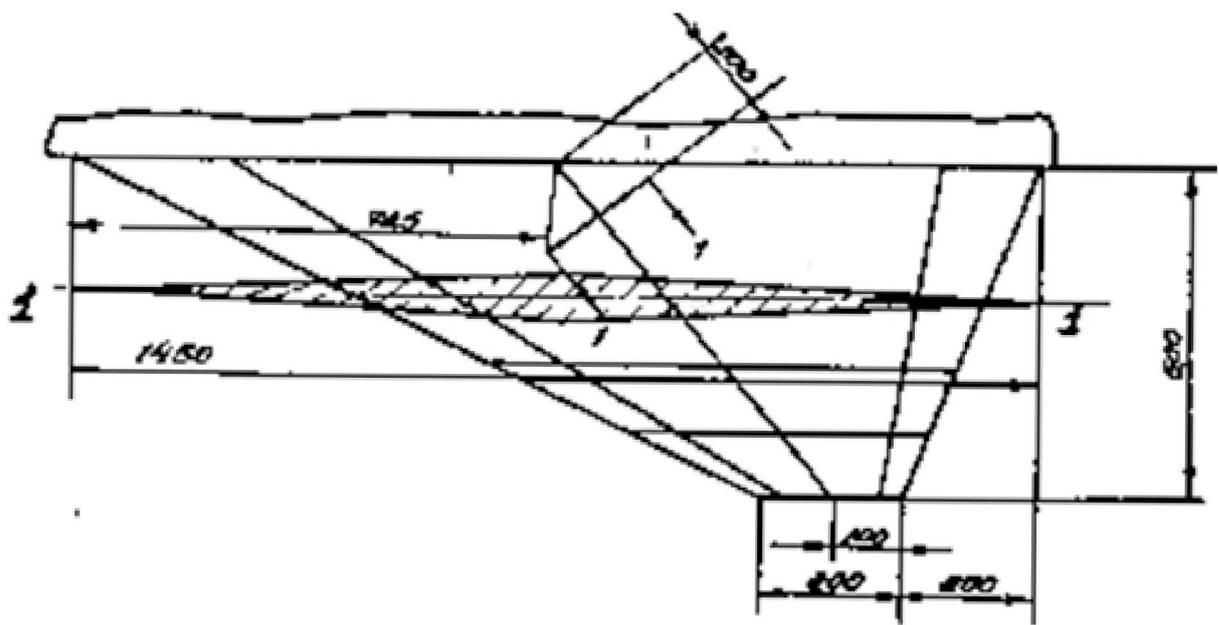


Рисунок 3.10 – Геометрические характеристики однолонжеронного крыла.

Таблица – исходные данные

Номер задания	Вариант СКТР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}, мм$	Исходные данные			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}C$
			Расчетная подъемная сила на консоль $Y_c \cdot H \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11				
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; Ш-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; Ш-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; Ш-сварка	1,0	325	335	165	350
11		1,0	350	360	180	350
12		1,0	375	385	195	350
13		1,0	400	410	210	350
14		1,0	425	435	225	350
15	Конструкция из титанового сплава; Ш-литье	1,3	450	460	240	370
16		1,3	475	485	255	370
17		1,3	500	510	270	370
18		1,3	525	535	285	370

4. Рассчитать и сконструировать сечение I-I луча-лонжера (рисунок) для исходных данных, представленных в таблице.

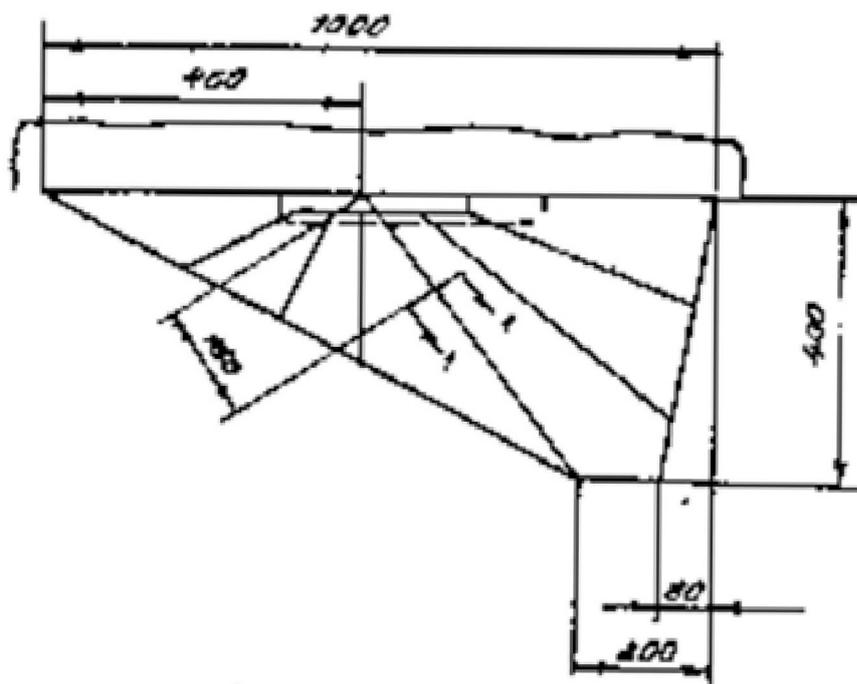


Рисунок 3.11 – Геометрические характеристики крыла с лучевой конструктивной схемой.

Таблица – исходные данные

Номер здания	Вариант СКТР крыла	Толщина обшивки крыла $\delta_{об}$, мм	Исходные данные			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}\text{C}$
			Расчетная подъемная сила на консоль Y_c , $\text{H} \cdot 10^{-2}$			
			Схема крыла			
Рис. 3.9	Рис. 3.10	Рис. 3.11				
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	100	110	60	150
2		0,8	125	135	75	150
3		0,9	150	160	90	150
4		0,9	175	185	105	150
5		0,9	200	210	120	150
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,2	225	235	135	180
7		1,2	250	260	150	180
8		1,2	275	285	165	180
9		1,2	300	310	180	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,0	325	100	65	350
11		1,0	350	125	80	350
12		1,0	375	150	95	350
13		1,0	400	175	110	350
14		1,0	425	200	125	350
15	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	450	225	140	370
16		1,3	475	250	155	370
17		1,3	500	275	170	370
18		1,3	525	300	185	370

5. Для исходных данных, представленных в таблице, определить необходимую толщину обшивки и размеры продольного подкрепляющего набора открытого профиля.

Таблица – Исходные данные

Исходные данные													
Номер задания	Вариант ОКПР	$M_{уст}, H \cdot M \cdot 10^{-2}$			$N, H \cdot 10^{-2}$			$Q, H \cdot 10^{-2}$			Расчетная температура конструкции, °C		
		$D, мм$			$D, мм$			$D, мм$			$D, мм$		
		300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	50	50	100	110	55	110	140	140	280	150	180	175
2		60	52	130	120	57	115	130	143	310	150	180	175
3		70	55	140	130	59	120	200	146	330	150	180	175
4		80	57	145	140	61	130	230	149	340	150	180	175
5		90	60	125	150	63	125	260	152	300	150	180	175
6		100	62	150	160	65	113	290	155	285	150	180	175
7	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	110	65	120	170	67	130	320	158	310	150	180	175
8		120	67	135	130	70	120	350	161	315	150	180	175
9		130	70	140	190	72	135	381	163	341	150	180	175
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	140	52	130	200	57	120	410	143	320	350	400	380
11		150	55	120	210	59	115	440	146	300	350	400	380
12		160	57	115	220	61	118	470	149	295	350	400	380
13		170	60	140	230	63	150	500	152	340	350	400	380
14		180	62	145	240	65	155	530	155	350	350	400	380
15		190	65	150	250	67	160	560	158	360	350	400	380
16	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	200	67	110	260	70	105	590	161	305	350	400	380
17		210	70	115	270	70	110	680	163	320	350	400	380
18		220	72	123	280	75	124	650	165	315	350	400	380

6. Рассчитать необходимые размеры трубы (D и δ) для однопролетной тяги, работающей на растяжение и сжатие ($\pm P_t$) из условия равенства общей и местной устойчивости (рисунок). Исходные данные представлены в таблице.

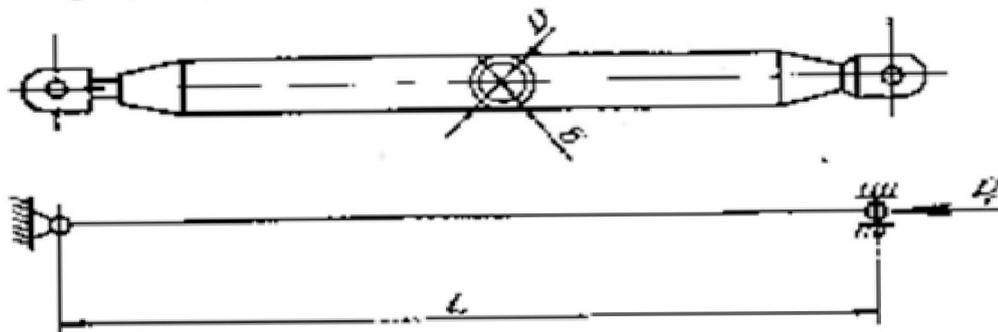


Рисунок – Расчетная схема однопролетной тяги
Таблица – исходные данные

Номер задания	Исходные данные		
	$L, \text{ мм}$	$E_T, \text{ Н} \cdot 10^{-2}$	Конструкционный материал и его механические характеристики
1	500	90	Алюминиевый сплав $\sigma_B = 420 \text{ Н/мм}^2$ $E = 0,7 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
2	500	100	
3	500	110	
4	500	120	
5	500	130	
6	500	140	
7	750	90	Титан $\sigma_B = 4100 \text{ Н/мм}^2$ $E = 1 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
8	750	100	
9	750	110	
10	750	120	
11	750	130	
12	750	140	
13	1000	90	Сталь $\sigma_B = 900 \text{ Н/мм}^2$ $E = 2,0 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
14	1000	100	
15	1000	110	
16	1000	120	
17	1000	130	
18	1000	140	

7. Рассчитать и сконструировать соединение тяги с рычагом (рисунок) для исходных данных, представленных в таблице. Наружный диаметр подшипника $D_p = 20 \text{ мм}$. Характеристики материала для законцовки тяги и рычага те же, что и для материала трубы. Материал соединительного болта 30ХГСА (принять $\sigma_B = 1200 \text{ МПа}$).

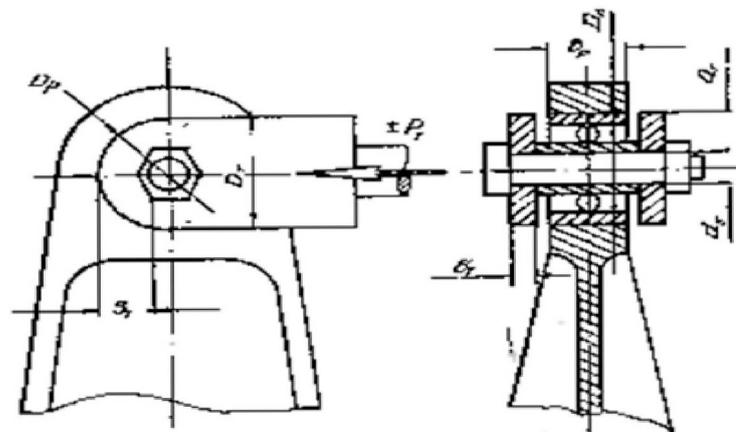


Рисунок - Расчетная схема соединения тяги с рычагом
Таблица – исходные данные

Номер задания	Исходные данные		
	$L, \text{ мм}$	$D_r, \text{ Н} \cdot 10^{-2}$	Конструкционный материал и его механические характеристики
1	500	90	Алюминиевый сплав $\sigma_B = 420 \text{ Н/мм}^2$ $E = 0,7 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
2	500	100	
3	500	110	
4	500	120	
5	500	130	
6	500	140	
7	750	90	Титан $\sigma_B = 4100 \text{ Н/мм}^2$ $E = 1 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
8	750	100	
9	750	110	
10	750	120	
11	750	130	
12	750	140	
13	1000	90	Сталь $\sigma_B = 900 \text{ Н/мм}^2$ $E = 2,0 \cdot 10^7 \text{ Н/мм}^2$
14	1000	100	
15	1000	110	
16	1000	120	
17	1000	130	
18	1000	140	

8. Рассчитать и графически разработать конструкцию узла установки сплошного аэродинамического руля на корпусе ЛА. Установка должна допускать независимый (от других рулевых поверхностей) поворот руля в подшипниках на угол $\alpha_p = 20^\circ$. Руль имеет симметричный чичевицеобразный постоянной по размаху относительной толщины (рисунок). Исходные данные представлены в таблице.

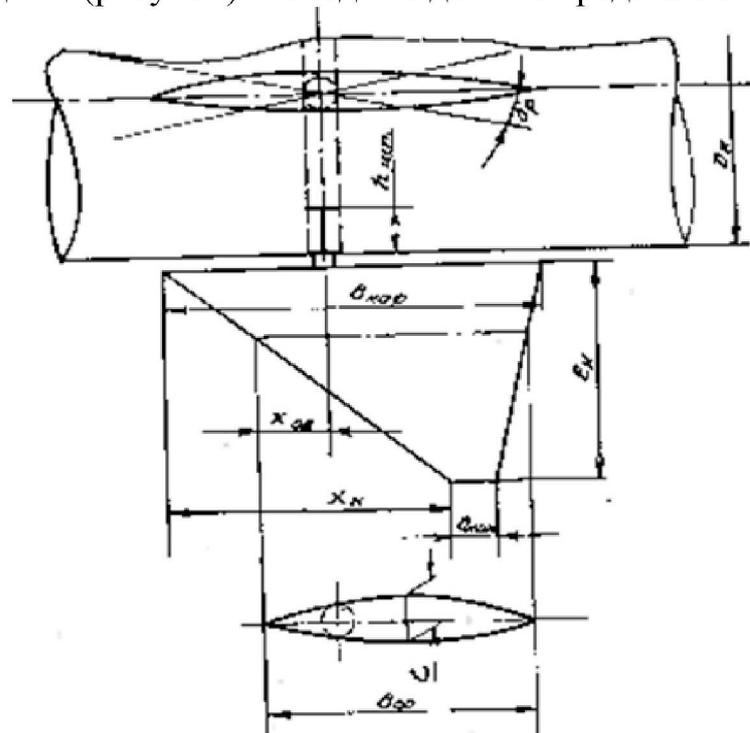


Рисунок - Геометрические характеристики узла установки руля на корпусе ЛА
Таблица – исходные данные

Номер задания	Исходные данные										Расчетная температура конструкции, °С
	$V_p, \cdot 10^{-2}$	Размеры руля					Размеры корпуса		Материал руля		
		$b_{кор}, мм$	$b_k, мм$	$r_k, мм$	$r_{об}, мм$	$t_k, мм$	σ	$D_k, мм$		$n_{шт}, шт$	
1	20	150	30	100	30	90	0,025	250	20	Алюминиевый литой сплав	150
2	21	160	32	110	32,5	95	0,025	260	22		150
3	22	170	34	120	33	90	0,025	270	24		150
4	23	180	36	130	37	95	0,025	280	26		150
5	24	190	38	140	40	100	0,027	290	28	Алюминиевый деформируемый сплав	180
6	25	200	40	150	42,5	110	0,027	300	30		180
7	26	210	42	150	45	115	0,027	350	32		180
8	27	220	44	150	47,5	120	0,03	320	34	Железный сплав	200
9	28	230	45	165	50	125	0,03	330	36		200
10	29	260	50	170	52,5	130	0,03	340	38		200
11	30	260	62	180	55	135	0,03	350	36,5		200
12	31	270	64	200	57,5	140	0,02	360	39	Титановый сплав	450
13	32	280	56	210	50	170	0,02	370	39,5		450
14	33	290	68	220	62,5	150	0,02	380	40		450
15	34	300	50	230	65	150	0,02	375	40		450
16	35	310	52	235	67,5	165	0,015	380	40	Сталь	700
17	36	320	64	240	70	170	0,015	365	40		700
18	37	330	66	250	72,5	180	0,015	390	42		700

9. Рассчитать и сконструировать сечение шпангоута для четырех шарнирных узлов крепления консолей крыла ЛА (рисунок). Исходные данные представлены в таблице ($h = 30 \text{ мм}$, $M = 0$).

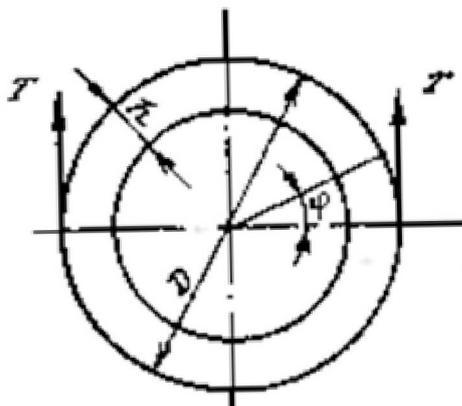


Рисунок – Нагрузки на шпангоут от шарнирных узлов крепления консоли крыла ЛА схемы «+»

Таблица – исходные данные

Номер задания	Исходные данные										
	Вариант ОКПР шпангоута	Толщина обшивки отсека $\delta_{об}$, мм	$M_{изг}$, $H \cdot 10^{-2}$			T , $H \cdot 10^{-2}$			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}C$		
			D , мм			D , мм			D , мм		
			300	400	500	300	400	500	300	400	500
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	50	50	100	55	110	110	175	150	180
2		0,8	52	60	130	57	120	115	175	150	180
3		0,9	55	70	140	59	130	130	175	150	180
4		0,9	57	80	130	61	140	140	175	150	180
5		0,9	60	90	120	63	150	130	175	150	180
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,0	62	100	105	65	160	113	175	150	180
7		1,0	65	110	120	67	170	130	175	150	180
8		1,0	67	120	135	70	180	120	175	150	180
9		1,0	70	130	150	72	190	140	175	150	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,2	62	140	100	57	200	120	380	350	400
11		1,2	55	150	120	59	210	130	380	350	400
12		1,2	67	160	115	61	220	118	380	350	400
13		1,2	60	170	140	63	230	150	380	350	400
14		1,3	62	180	145	65	240	155	380	350	400
15	1,3	65	190	130	67	250	140	380	350	400	
16	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	67	200	100	70	260	110	380	350	400
17		1,5	70	210	110	70	270	120	380	350	400
18		1,5	72	220	123	75	280	124	380	350	400

10. Рассчитать и сконструировать сечение шпангоута для четырех моментных узлов крепления консолей крыла ЛА (рисунок), выполненного по схеме «Х». Исходные данные представлены в таблице.

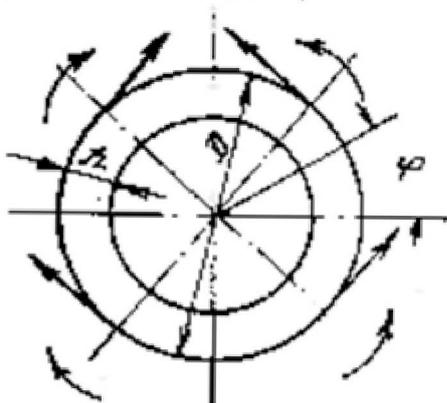


Рисунок – Нагрузки на шпангоут от моментных узлов крепления консоли крыла ЛА схемы «Х»

Таблица – исходные данные

Номер задания	Исходные данные										
	Вариант ОКТР шпангоута	Толщина обшивки отсека $\delta_{об}$, мм	$M_{изг}$, $H \cdot 10^{-2}$			T , $H \cdot 10^{-2}$			Расчетная температура конструкции, $^{\circ}C$		
			D , мм			D , мм			D , мм		
			300	400	500	300	400	500	300	400	500
1	Наборная конструкция из алюминиевых листов и профилей; ТП-сварка	0,8	50	50	100	55	110	110	175	150	180
2		0,8	52	60	130	57	120	115	175	150	180
3		0,9	55	70	140	59	130	130	175	150	180
4		0,9	57	80	130	61	140	140	175	150	180
5		0,9	60	90	120	63	150	130	175	150	180
6	Конструкция из алюминиевого сплава; ТП-литье	1,0	62	100	105	65	160	113	175	150	180
7		1,0	65	110	120	67	170	130	175	150	180
8		1,0	67	120	135	70	180	120	175	150	180
9		1,0	70	130	150	72	190	140	175	150	180
10	Наборная конструкция из титановых листов и профилей; ТП-сварка	1,2	62	140	100	57	200	120	380	350	400
11		1,2	55	150	120	59	210	130	380	350	400
12		1,2	67	160	115	61	220	118	380	350	400
13		1,2	60	170	140	63	230	150	380	350	400
14		1,3	62	180	145	65	240	155	380	350	400
15		1,3	65	190	130	67	250	140	380	350	400
16	Конструкция из титанового сплава; ТП-литье	1,3	67	200	100	70	260	110	380	350	400
17		1,5	70	210	110	70	270	120	380	350	400
18		1,5	72	220	123	75	280	124	380	350	400

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Проектирование планера в системе проектирования самолета. Планер на стадиях проектирования самолета.
2. Ступени проектирования конструкции планера, их задачи и исходная информация. Критерии оценки вариантов решения конструкции планера.
3. Ограничения, накладываемые на КСС крыла.
4. Алгоритм проектировочного расчета крыла.
5. Критерии выбора продольного набора крыла. Конструктивное оформление элементов лонжеронов и стрингеров. Проектирование конструкции стенки лонжерона.
6. Проектирование конструкции нормальных нервюр.
7. Проектирование конструкции силовых нервюр.
8. Особенности проектирования конструкций моноблочных и кессонных крыльев. Выбор продольного набора моноблочных и кессонных крыльев. Проектирование конструкций панелей кессона.
9. Конструирование нервюр моноблочных и кессонных крыльев. Конструирование стыковых соединений моноблочных и кессонных крыльев.
10. Особенности конструирования стыковых соединений с фюзеляжем лонжеронных, моноблочных и кессонных крыльев.
11. Конструирование люков и вырезов в моноблочных и кессонных крыльях. Конструирование носовых и хвостовых частей кессонных крыльев. Конструирование крыла изменяемой стреловидности.

12. Виды механизации крыла. Средства механизации передней и задней кромок крыла.
13. Расчетно-проектировочные схемы закрылков. Основные параметры закрылков. Опорные устройства закрылков. Конструирование щитков.
14. Проектирование конструкции киля и стабилизатора.
15. Проектирование конструкции рулей и элеронов.
16. Проектирование конструкции цельноповоротного оперения. Особенности конструкции переставного горизонтального оперения.
17. Особенности КСС фюзеляжа. Структура КСС фюзеляжа. Критерии оценки КСС фюзеляжа.
18. Определение расчетных нагрузок, действующих на фюзеляж. Определение и согласование конструктивных параметров фюзеляжа.
19. Конструирование обшивок фюзеляжа.
20. Конструирование стрингеров фюзеляжа.
21. Конструирование лонжеронов и бимсов фюзеляжа.
22. Проектирование конструкции панелей фюзеляжа.
23. Шпангоуты. Проектирование конструкций нормальных шпангоутов.
24. Конструирование соединений элементов каркаса фюзеляжа. Назначение и конструктивные формы силовых шпангоутов.
25. Проектирование конструкции рамного шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой.
26. Проектирование конструкции рамного шпангоута в зоне стыка фюзеляжа с крылом, нагруженного двумя диаметрально приложенными моментами.
27. Проектирование конструкции глухого шпангоута, нагруженного вертикальной сосредоточенной силой.
28. Конструирование стыковых шпангоутов.
29. Конструирование фюзеляжа в зонах действия внешних сосредоточенных сил.
30. Конструирование фюзеляжа в зонах действия внутренних сосредоточенных сил.
31. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Малые вырезы.
32. Конструирование фюзеляжа в зоне вырезов. Большие вырезы.
33. Проектирование конструкций отсеков с большими вырезами.
34. Основные принципы герметизации.
35. Герметизация неразъемных и разъемных соединений.
36. Принципы проектирования гермокабин.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест - билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 5 баллами, задача оценивается в 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 5 и менее баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 12 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Код контролируемых компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие вопросы проектирования конструкции планера	ПК-4, ПК-5, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Проектирование конструкции крыла	ПК-4, ПК-5, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Проектирование конструкции механизации крыла	ПК-4, ПК-5, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Проектирование конструкции фюзеляжа	ПК-4, ПК-5, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Проектирование конструкции оперения	ПК-4, ПК-5, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Экзамен проводится с использованием выданных билетов на бумажном носителе. Время подготовки составляет 30 мин. Затем осуществляется проверка устного ответа экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Припадчев А. Конструирование узлов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 144 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259337>.

8.1.2 Кириакиди Сергей Константинович. Проектирование самолетов [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2019. - 114 с. : ил. : табл. - 350 экз.

8.1.3 Методические указания к выполнению лабораторных работ №1-4 по дисциплине "Конструкция самолетов" для студентов специальности 160201 "Самолето- и вертолетостроение" очной и очно-заочной форм обучения / Каф. самолето-строения; Сост.: С. К. Кириакиди, В. А. Сатин, В. Р. Спирин. - Воронеж : ГОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 32 с. - 00-00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных

баз данных и информационных справочных систем:

- сеть Wi-Fi.;
 - плакаты <http://window.edu.ru/> - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам";
 - <https://www.rsl.ru/> – Российская государственная библиотека;
 - <https://elibrary.ru/> - Электронная библиотека;
 - <http://www.avia.ru> - Информационный портал о гражданской авиации ;
 - <http://www.favt.ru> - Официальный сайт «Росавиации»;
- электронная информационно-образовательная среда ВГТУ.

9 МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

31/6- Учебная аудитория. Специализированное помещение для проведения занятий, оснащенное доской, учебными столами (партами), стульями, стендами, макетами, плакатами, оборудованием для демонстрации наглядного материала: 394029 Воронеж ул. Циолковского 34/6. В учебной аудитории находится оборудование, стенды и наглядные пособия:

Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер
1. Мультипроектор	1	47475	8. Макет кат. кресло	1	59398	15. Стенд кон. сам-та	1	59403
2. Компьютер	1	59296	9. Макет об. шпангоута	1	59399	16. Стенд гидр. обр.	1	59404
3. Экран	1	59409	10. Макет шпангоута	1	59399	17. Обр. из композита 2	1	59535
4. Образец из композита	1	59408	11. Макет пилона	1	59400	18. Сплит система	1	9288
5. Макет закрылка	1	59397	12. Макет рулевая кол	1	59401	19. Доска	1	---
6. Макет закрылка	1	59398	13. Стенд Ил-86	1	59402	20. Шкаф	1	---
7. Парта	15	---	14. Стол преподавателя	1	---	21. Стул	1	---

34/6- Аудитория конструкции самолёта. Специализированное помещение для проведения занятий, оснащенное доской, учебными столами (партами), стульями, стендами, макетами, плакатами, оборудованием для демонстрации наглядного материала: 394029 Воронеж ул. Циолковского 34/6. В учебной аудитории находится оборудование, стенды и наглядные пособия:

Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер
1. Доска	1	---	26. Стул	2		51. Макет оперение	1	59433
2. Шкаф	1	---	27. Макет лыжа	1	59427	52. Макет шпангоут	1	59434
3. Шкаф книжный	1	---	28. Макет стойка	1	59428	53. Макет пер. стойка	1	59435
4. Стенд учебный	14	---	29. Макет барабан	1	59439	54. Макет предкрылок	1	59436
5. Стол под образцы	1	---	30. Макет нога	1	59430	55. Макет обтек. рельса	1	59442
6. Парта	9	---	31. Макет	1	59431	56. Ма-	1	59443

			створка			кет мех. загрузки		
7. Стол преподавателя	1	---	32. Макет трап	1	59432	57. Макет панель	1	59441
8. Макет цилиндра	1	59444	33. Макет герм. шп-т	1	59445	58. Макет герм. шп-т	1	59445
9. Макет кронштейн	1	59446	34. Макет редуктор	1	59448	59. Макет стенка нерв.	1	59449
10. Макет блок	1	59450	35. Макет стол (полка)	1	59451	60. Макет кронштейн	1	59452
11. Макет иллюминатор	1	59453	36. Макет Раковина	1	59454	61. Макет панель	1	59441
12. Макет ножной пост	1	59455	37. Макет ножной пост	1	59455	62. Макет цилиндр	1	59457
13. Макет панель заправка	1	59458	38. Макет деталь корпуса	1	59459	63. Макет обтекатель	1	59460
14. Макет деталь корпуса	1	59459	39. Макет цилиндр	1	59457	64. Макет лонжерон	1	59461
15. Макет корпус	1	59462	40. Макет крыло	1	59503	65. Макет дверь	1	59464
16. Макет дет. корпуса	1	59466	41. Макет обр. сантех.	1	59468	66. Макет измеритель	1	59469
17. Макет кресло 1 пил.	1	59470	42. Макет кресло 2 пил.	1	59471	67. Стенд системы	1	59472
18. Стенд управление	1	59473	43. Стенд нервюры	1	59474	68. Стенд узлы навески	1	59475
19. Стенд шпангоуты	1	59476	44. Стенд панели	1	59477	69. Стенд носок крыла	1	59478
20. Стенд эл. проводки	1	59479	45. Стенд сеч. лонж	1	59480	70. Стенд пр. элементы	1	59481
21. Стенд быт. оборуд.	1	59482	46. Стенд стык. узлы	1	59483	71. Стенд кисл. оборуд.	1	59485
22. Стенд люки	1	59486	47. Стенд общий вид	1	59487	72. Стенд компоновка	1	59488
23. Стенд тех. разъёмы	1	59489	48. Стенд кон. фюз.	1	59490	73. Стенд кон. крыла	1	59491
24. Стенд тех. разъёмы	1	59489	49. Стенд перед. нога	1	59492	74. Стенд глав. нога	1	59493
25. Стенд винт. мех.	1	59494	50. Стенд крепеж	1	59495			

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Конструирование деталей и узлов самолета» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсо-

вой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета деталей и узлов самолета. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП