

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
**ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)**

**УТВЕРЖДАЮ**



Первый  
проректор-проректор  
по учебной работе  
Н.Н. Сухих

«30» августа 2017 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОНСТРУКЦИЯ И ПРОЧНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Направление подготовки (специальность)  
**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Направленность программы (специализация)  
**Организация авиационной безопасности**

Квалификация выпускника:  
**специалист**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2017

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Конструкция и прочность воздушного судна» является освоение (получение) студентами теоретических основ, позволяющих им самостоятельно изучать принципы работы современных авиационных конструкций, выполнять анализ и производить оценку их технического совершенства с учетом условий эксплуатации и, главное, особенностей воздушных судов, их агрегатов, узлов и деталей, как объектов технического обслуживания и текущего ремонта с целью поддержания летной годности и безопасности полетов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- овладеть методами работы с различными источниками с целью ориентации в маркировке, классификации и применении конструкционных материалов;
- овладеть методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;
- ознакомить с методами решения прикладных инженерно-геометрических задач;
- научить проводить сравнение и анализ свойств современных и перспективных материалов при решении профессиональных задач;
- овладеть методами контроля технического состояния воздушных судов;
- научить разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению эксплуатационной надежности воздушных судов;
- ознакомить с методом пользования нормативными и методическими документами, регламентирующими техническое обслуживание и ремонт воздушных судов.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическим и организационно-управленческим видам профессиональной деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Конструкция и прочность воздушных судов» к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла.

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Механика».

Дисциплина «Конструкция и прочность воздушных судов» является обеспечивающей для дисциплины «Безопасность полетов».

Дисциплина изучается в 4 семестре.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Конструкция и прочность воздушного судна» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Владение культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности (ПК-17).	Знать: факторы, определяющие устойчивость экосистем; организацию жизни в биосфере и основы взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Уметь: применять правила рационального природопользования в своей жизнедеятельности и на рабочем месте. Владеть: способностью отстаивать интересы охраны окружающей среды в своей жизнедеятельности и на рабочем месте.
Способность и готовность грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации (ПК-73)	Знать: - правовые, нормативно-технические и организационные основы обеспечения безопасности жизнедеятельности Уметь: - грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации Владеть: - способностью и готовностью грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа	10	10
лекции	4	4
практические занятия	6	6
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента	58	58
Промежуточная аттестация:	4	4

#### 5 Содержание дисциплины

## 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенци и		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-17	ПК-73		
4 семестр					
Тема 1. Нормы лётной годности воздушного судна	8	+	+	ВК, Л, ИЛ, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 2. Крыло	8	+	+	Л, ИЛ, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 3. Механизации крыла	8	+	+	Л, ИЛ, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 4. Фюзеляж	8	+	+	Л, ИЛ, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 5. Оперенье	8	+	+	Л, ИЛ, АКС, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 6. Колебания и аэроупругость авиационных конструкций	8	+	+	Л, ИЛ, АКС, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 7. Шасси воздушного судна	8	+	+	Л, ИЛ, АКС, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 8. Управление воздушным судном	8	+	+	Л, ИЛ, АКС, ПЗ, СРС	УО, Д
Раздел 9. Системы обеспечения воздушного судна	8	+	+		
Итого за семестр 4	68				
Промежуточная аттестация	4				
Итого по дисциплине	72				

Сокращения: Л – лекция, ИЛ- интерактивная лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, Д – доклад, АКС – анализ конкретной ситуации.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего часов
4 семестр					
Тема 1. Нормы лётной годности воздушного судна	0,4	0,6	–	6	8
Тема 2. Крыло	0,4	0,6	–	6	8

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего часов
Тема 3. Механизации крыла	0,4	0,6	–	6	8
Тема 4. Фюзеляж	0,4	0,6	–	6	8
Тема 5. Оперенье	0,4	0,6	–	6	8
Тема 6. Колебания и аэроупругость авиационных конструкций	0,4	0,6	–	6	8
Тема 7. Шасси воздушного судна	0,4	0,6	–	6	8
Тема 8. Управление воздушным судном	0,4	0,6	–	6	8
Раздел 9. Системы обеспечения воздушного судна	0,4	0,6	–	6	8
Итого за семестр 4	4	6	–	58	68
Промежуточная аттестация					4
Итого по дисциплине					72

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторная работа.

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1 Нормы лётной годности воздушного судна

Агрегаты самолета и вертолета, их назначение и соединение. Нагрузки, действующие на самолет в полете и при посадке. Основные режимы полета самолета: горизонтальный, криволинейный, в неспокойном воздухе (физическая природа воздушных порывов, вертикальный и горизонтальный порывы циклическая "болтанка"). Понятие о допустимых перегрузках. Необходимость нормирования внешних нагрузок. Определение коэффициента перегрузки. Основные расчетные случаи для самолета и их обоснование. Разделение самолетов на классы. Коэффициент безопасности. Нормы лётной годности.

#### Тема 2 Крыло

Крыло самолета. Назначение, параметры и требования, предъявляемые к нему. Внешние формы крыла и их влияние на характеристики ЛА. Нагружение крыла, расчетные случаи, определение нагрузок, построение эпюр. Конструктивно-силовые схемы и элементы крыла. Элементы теории тонкостенных стержней. Лонжероны. Балочные лонжероны. Ферменные лонжероны. Стрингеры. Нервюры. Балочные нервюры. Ферменные нервюры. Обшивка. Металлическая обшивка и способы соединения листов обшивки друг с другом. Монолитные панели моноблочных крыльев. Крылья из композиционных материалов. Слоистая обшивка. Преимущества и недостатки слоистой обшивки. Соединение панелей слоистой обшивки.

#### Тема 3 Механизации крыла

Расчетная модель для определения напряженно-деформированного состояния крыла самолета. Ось жесткости крыла. Определение положения центра жесткости сечения. Поперечные силы и моменты крыла. Построение эпюр усилий, действующих в сечениях крыла. Применение численного интегрирования методом трапеций при построении эпюр усилий, действующих в сечениях крыла. Применение истинной длины спрямленного крыла при определении погонных нагрузок и построении эпюр усилий для стреловидных крыльев. Расчет поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов в сечениях крыла и построение эпюр в прикидочных расчетах прочности крыла, когда вместо распределения погонных нагрузок по закону циркуляции используется закон хорд.

#### **Тема 4 Фюзеляж**

Фюзеляж самолета. Назначение и требования к нему. Внешние формы фюзеляжа и геометрические параметры. Правило площадей. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Расчетные случаи. Конструктивно-силовые схемы фюзеляжей. Основные конструктивные элементы фюзеляжа, их назначение и расчет. Конструкция элементов балочного фюзеляжа. Конструкция лонжеронов и стрингеров, форма их поперечного сечения. Конструкции шпангоутов. Обшивка. Соединение обшивки, стрингеров и шпангоутов. Окантовка вырезов и люков. Кабины. Кабины экипажа, пассажирские кабины. Комфорт пассажирских кабин, их звуко- и теплоизоляция. Окна и двери, люки, кресла. Грузовые и багажные помещения. Герметизация стыков листов обшивки и заклепочных швов. Герметизация фонарей, дверей и люков. Герметизация выводов. Особенности конструкции фюзеляжа современных ЛА.

#### **Тема 5 Оперенье**

Назначение элеронов и требования к ним. Компоновка и основные параметры элерона. Коэффициент статического момента или коэффициент мощности элеронов. Дополнительные аэродинамические силы в сечениях крыла, где расположен элерон, при отклонении последнего и три способа обеспечения разворота самолета в сторону крена при нейтральном положении руля направления: применение дифференциального отклонения элеронов, профилирование носка элерона, комбинация первых двух способов. Роговая аэродинамическая компенсация. Осевая аэродинамическая компенсация. Внутренняя аэродинамическая компенсация. Сервокомпенсация. Пружинная сервокомпенсация. Серворули. Триммер. Весовая балансировка элеронов: статическая и динамическая. Балансировка сосредоточенными грузами и балансировка распределенными по размаху элерона грузом. Конструкция элеронов. Основные конструктивные элементы элеронов. Схема поперечного сечения элерона. Компенсация выреза в носке элерона. Кронштейны навески элерона на крыле. Узлы навески элерона с промежуточной серьгой. Узел навески элерона при расположении оси вращения позади лонжерона. Нагрузки на элерон и расчет его на прочность. Проектировочный расчет элерона. Раскрытие статической неопределимости реакций опор методом уравнений трех моментов.

## **Тема 6 Колебания и аэроупругость авиационных конструкций**

Бафтинг. Нескоростной бафтинг. Скоростной бафтинг. Меры для предотвращения бафтинга оперения. Зализы, стекатели, выступы, запилы, турбулизаторы (генераторы вихрей или vortex generators – «вортилонны»). Дивергенция несущих поверхностей. Закон изменения углов кручения по длине несущей поверхности при дивергенции. Факторы, влияющие на критическую скорость дивергенции. Реверс элеронов. Факторы, влияющие на критическую скорость реверса элеронов. Изгибно-крутильный флаттер. Влияние отдельных параметров на величину критической скорости флаттера. Изгибно-элеронный флаттер крыла. Факторы, влияющие на изгибно-элеронный флаттер, и меры его предотвращения. Флаттер оперения. Основные формы флаттера горизонтального оперения самолета: изгибно-рулевой и крутильно-рулевой. Другие виды флаттера.

## **Тема 7 Шасси самолета**

Шасси самолета. Назначение и требования, предъявляемые к нему. Конструктивно-кинематические схемы шасси. Сравнительные характеристики. Нагрузки, действующие на шасси. Расчетные случаи. Пневматики. Тормоза. Автоматы торможения. Амортизаторы шасси, их назначение и типы, принцип работы и конструкция различных типов амортизаторов. Предварительное определение параметров шасси. Передаточные коэффициенты шасси. Подбор пневматиков. Энергоемкость амортизирующих устройств. Баланс энергии самолета. Расчет прямого хода жидкостно-газового амортизатора с переменной площадью протока жидкости. Недостатки метода. Расчет обратного хода. Способы увеличения демпфирования при обратном ходе амортизатора. Передняя, хвостовая и вспомогательная опоры шасси. Основные особенности конструкции передней, хвостовой и вспомогательной опор шасси. Условия нагружения и особенности конструкции передних опор шасси. Основные параметры, характеризующие расположение ориентирующихся колес передней опоры. Амортизаторы шасси. Виды амортизаторов. Конструктивные схемы амортизаторов. Диаграмма работы амортизатора стойки шасси. Расчет основных параметров жидкостно-газового амортизатора. Конструкция жидкостно-газовых амортизаторов. Самовозбуждающиеся колебания колес передней опоры относительно оси ориентира – «шимми». Критическая скорость «шимми». Факторы, влияющие на «шимми», и меры его предотвращения. Демпферы «шимми» – гасители колебаний. Основные требования колесам шасси самолетов. Пневматики и их характеристики. Габаритные размеры и диаграмма обжатия авиационной шины. Проходимость ВС по аэродрому. Конструкция барабана колеса. Тормоза авиационных колес. Принцип действия тормозных колес. Характеристика тормозов. Колодочный тормоз. Камерный тормоз. Дисковый тормоз. Автоматы торможения. Конструкция тормозов авиационных колес.

## **Тема 8 Управление самолетом**

Назначение управления самолетом и требования к нему. Принципиальные схемы систем управления. Схемы постов ручного управления. Управление при

помощи ручки. Штурвальное управление. Схемы постов ножного управления. Рычажное управление с вращением рычагов педалей относительно вертикальной оси. Рычажное управление с качанием рычагов педалей относительно горизонтальной оси. Управление со скользящими педалями. Современные системы управления типа “Side Stick”. Проводка управления. Гибкая проводка управления. Жесткая проводка управления. Смешанная проводка управления. Конструкция элементов управления. Особые механизмы управления. Дифференциальное управление. Нелинейные механизмы. Механизмы изменения передаточных отношений. Особые схемы управления. Управление элеронами-закрылками. Управление элеронами и дифференциальным цельноуправляемым горизонтальным оперением. Управление V-образным оперением. Назначение бустерного управления и требования к нему. Обратимая схема бустерного управления. Необратимая схема бустерного управления. Загрузочные механизмы.

### **Тема 9 Системы обеспечения воздушного судна**

Общие требования к прочности воздушных судов. Особенности нагружения и расчета прочности воздушных судов. Коэффициент безопасности. Расчетная и эксплуатационная нагрузки и связь между ними. Основные расчетные случаи нагружения воздушного судна. Расчетные условия при выполнении маневров и при полете в неспокойном воздухе, предусматриваемые в Авиационных Правилах. Виды разрушающих напряжений. Растяжение. Сжатие. Сдвиг. Кручение. Изгиб. Влияние высоких температур на разрушающие напряжения. Испытания воздушного судна на прочность. Статические испытания. Испытания при повышенной температуре. Динамические испытания. Летные испытания.

### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
4 семестр		
1	Практическое занятие №1-4. Нагрузки, действующие на воздушные суда	0,6
	Практическое занятие №5-8. Нормы прочности воздушных судов. Разрушающие напряжения элементов конструкции ВС	
2	Практическое занятие №9-13. Конструкция элементов крыла	0,6
	Практическое занятие №14-18. Усилия в сечениях крыла	
3	Практическое занятие №19-22. Конструктивно-силовые схемы крыльев и их работа	0,6
	Практическое занятие №23-26. Стыковые соединения крыла	



Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
4	Практическое занятие №27-28. Назначение элеронов и требования к ним. Конструкция элеронов. Нагрузки на элерон и расчет его на прочность.	0,6
	Практическое занятие №29-30. Назначение оперения и требования к нему. Конструкция оперения. Нагрузки, действующие на оперение	
5	Практическое занятие №31-32. Назначение механизации крыла, требования и нагрузки, действующие на механизацию хвостовой части крыла Конструкция традиционных средств механизации крыла	0,6
	Практическое занятие №33-34. Бафтиг. Дивергенция несущих поверхностей Конструкция фюзеляжа Силовые схемы фюзеляжей и их расчет на прочность	
6	Практическое занятие №35-36. Назначение шасси и основные компоновочные и конструктивно-силовые схемы опор шасси	0,6
7	Практическое занятие №37-38. Передняя, хвостовая и вспомогательная опоры шасси. Колеса шасси	0,6
8	Практическое занятие №39-40. Назначение управления самолетом и требования к нему. Компоновочные схемы вертолетов и особенности нагружения вертолетов.	0,6
9	Практическое занятие №41-42. Назначение управления самолетом и требования к нему. Компоновочные схемы вертолетов и особенности нагружения вертолетов	0,6
Итого по дисциплине		6

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом по дисциплине не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4 семестр		
1	Проработка учебного материала по конспектам,	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Нагрузки, действующие на воздушные суда. Выполнение курсового проекта [1-17]	
2	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Нормы прочности воздушных судов. Разрушающие напряжения элементов конструкции ВС. Выполнение курсового проекта [1-17]	6
3	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Конструкция элементов крыла. Выполнение курсового проекта [1-17]	6
4	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Усилия в сечениях крыла. Выполнение курсового проекта [1-17]	6
5	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Конструктивно-силовые схемы крыльев и их работа. Выполнение курсового проекта [1-17]	6
6	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Стыковые соединения крыла. Выполнение курсового проекта [1-17]	6
7	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Назначение элеронов и требования к ним.	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	Конструкция элеронов. Нагрузки на элерон и расчет его на прочность [1-17]	
8	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Назначение оперения и требования к нему. Конструкция оперения. Нагрузки, действующие на оперение [1-17]	6
9	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Назначение механизации крыла, требования и нагрузки, действующие на механизацию хвостовой части крыла. [1-17]	6
Итого по дисциплине		58

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Медведев, А.Н., **Конструкция воздушных судов**. ч. 1. Планер: Уч. пособие/ Университет ГА. С.-Петербург, 2018. – 462 с. – ISBN 978-5-6041020-0-8, Кол. экз. 150

2 Медведев, А.Н. **Конструкция воздушных судов**. ч. 2. Системы и оборудование воздушных судов: Уч. пособие/ Университет ГА. С.-Петербург, 2018. – 399 с. – ISBN 978-5-6041020-2-2, Кол. экз. 150.

3 Якущенко, В.Ф., **Конструкция и прочность воздушных судов**: Методические указания к выполнению практического занятия по разделу «Элерон: конструкция, навешивание. Проверка и регулировка его аэродинамической и весовой балансировки» / Университет ГА. С.-Петербург, 2018.- 18 с.

4 Малинин, Н.Н. **Прочность турбомашин** 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. – СПб.: Юрайт. – 2018 г. – 294 с. - ISBN: 978-5-534-05333-3. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/prochnost-turbomashin-415959#/>.

5 Погорелов В. И. **Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев** 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО. – СПб.: Юрайт. – 2018 г. -191 с. - ISBN: 978-5-534-10061-7. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/bespilotnye-letatelnye-apparaty-nagruzki-i-nagrev-429257#page/1>.

6 Погорелов В. И. **Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев** 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов. – СПб.: Юрайт. – 2018 г. -191 с. - ISBN: 978-5-534-07627-1. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/bespilotnye-letatelnye-apparaty-nagruzki-i-nagrev-423480#page/1>.

б) дополнительная литература:

7 Тарасов, Ю.Л., **Прочность конструкций самолётов**. Часть 1. Электронное учебное пособие / Ю. Л. Тарасов. – Самара, 2012. -297с. - ISBN 5217029188.

8 Митрова, К.Д., **Конструкция и прочность самолетов**. 1956 – 625 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 1

9 **Авиационные правила. Часть 23. Нормы летной годности гражданских легких самолетов, Межгосударственный авиационный комитет**. - М.: Стандартиформ, 2012. – 210с. - ISBN отсутствует. Количество экземпляров 1.

10 Житомирский, Г.И., **Конструкция самолетов**. Учебник для вузов по специальности "Самолето- и вертолетостроение" направления подготовки "Авиастроение" - М., 2005. – 404с. - ISBN 5-217-03299-5. Количество экземпляров 15.

11 Воскобойник, М.С., **Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации**. Учебник для вузов гражданской авиации / М.С.Воскобойник, П.Ф.Максютинский, К.Д.Миртов и др.; под общей редакцией: К.Д.Миртова, Ж.С. Черненко. - Москва: Машиностроение, 1991. - 448 с. - ISBN 5-217-00314-6. Количество экземпляров 44.

12 Образцов, И.Ф., **Строительная механика летательных аппаратов**/И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев, В.В. Васильев и др.;под ред. И.Ф.Образцова. - Москва: Машиностроение, 1991. - 400с. - ISBN 978-5-458-29447-8, Количество экземпляров 20.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

13 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения 10.06.2017).

14 **ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий**. Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения 10.06.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

15 **Консультант Плюс. Официальный сайт компании** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 10.06.2017).

16 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>, свободный.

17 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения учебного процесса в аудиториях лабораторного корпуса №360, 364, 367 и в аудиториях учебно-экспериментального корпуса имеются мультимедийные комплексы (ноутбук, проектор, мобильный экран), плакаты, чертежи разрезов двигателей АИ-25, Д-30, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117, ТВ7-117, ПС-90А, CFM56-5B; SaM-146 и натурные макеты авиационных газотурбинных двигателей АИ-25, НК8-2У, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117.

В экспериментально-лабораторном корпусе Университета (МИС, ул. Пилотов, 44) находятся:

Авиадвигатель АИ-25

Вертолетный двигатель ТВ2-117

Редуктор для стенда 2 штуки;

блок преобразователя;

металлоконструкция для стендов турбовального двигателя.

Блок преобразователя: Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ

Монитор 17" Acer AL 1716 A s - 2 шт.

Дрель ударная MAKITA 650вт

Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт

Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В

Станок сверлильный STERN 350 Вт

Точило STERN 350 Вт

Верстак столярный - 9 шт.

Вибростенд ВЭДС-100

Вольтметр универсальный В-7-35

Изделие АИ-9

Измеритель вибрации ИВ-300

Комбинированный прибор Г Ц 4311

Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе)

Многофункциональная информ управ система

Модуль С 5-125

Преобразователь сварочный (2шт.)

Преобразователь Ф 723/1

Преобразователь ЦАНТ 5-3/10  
Преобразователь ЦАНТ-5-14/2  
Преобразователь ЦВ-2-1  
Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А  
Станок токарный  
Стартер генератора СТУ-12Т  
установка д \ лабораторных работ № 1  
установка для лабораторных работ № 2  
Установка дозвуковое сопло  
Установка на базе двигателя АИ - 25  
Установка на базе двигателя ТА-6  
Тиски - 10 шт.  
Тиски слесарные - 10 шт.  
Штанген циркуль - 5 шт.  
Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700\*2,200 - 5 шт.  
Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.  
Монитор СТХ №02780  
Системный компьютерный блок LG - 2 шт.  
Системный компьютерный блок 10476  
Проектор BENQ - 2 шт.  
Принтер HP HEWLETT PACKARD 11311  
Сканер Epson  
Доска - 3 шт.  
Экран Dinon - 2 шт.  
Стол для преподавателя - 2 шт.  
Парты со скамьей - 47 шт.  
Стулья - 4 шт.  
Редуктор для стенда 2 шт.  
Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя.

Лекции и практические задания в электронном и печатном виде по каждому предмету, а также сопутствующие дополнительные материалы, необходимые для подготовки проведения учебных занятий находятся на кафедре № 24 «Авиационной техники и диагностики».

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows Office Standard 2007.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой, приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций

обучающихся. Это позволяет учитывать, как исходный уровень знаний студентов, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения.

В процессе преподавания дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов» используются классические формы и методы обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Перечень вопросов для входного контроля представлен в п.9.4.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения конструкции и технической эксплуатации систем воздушных судов и авиационных двигателей. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Интерактивные лекции (18 часов, п. 5.1.) проводятся в виде проблемной лекция, которая начинается с постановки проблемы, которую необходимо решить в процессе изложения материала, предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией, позволяет привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, вовлечь в двусторонний обмен мнениями, выяснить уровень их осведомленности по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала, позволяет адресовать вопрос к конкретному студенту, спросить его мнение по обсуждаемой проблеме.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки. Практические занятия предназначены для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины. Возможно использование технологий основанных на электронном обучении.

В качестве интерактивной образовательной технологии на практических занятиях проводится анализ конкретной ситуации (8 часов, п.5.1), при этом обучающиеся коллективно, в рабочих группах, решают управленческие проблемы, основанные на реальном или искусственно сконструированном

материале, содержащие либо избыточную, либо недостаточную информацию и имеющие несколько альтернативных решений. Анализ конкретной ситуации позволяет студентам овладеть навыками креативного мышления, самостоятельного анализа нестандартной ситуации, формализации проблемы, планирования, принятия и решения в условиях неопределенности и дефицита времени.

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов».

Самостоятельная работа студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях.

Учебные мультимедийные материалы с использованием MS Office (Power Point), содержащие гиперссылки, необходимые для перехода к произвольным показам, указанным слайдам в презентации, к различным текстам, фигурам, таблицам, графикам и рисункам в презентации, документам Microsoft Office Word, листам Microsoft Office Excel, локальным или Интернет-ресурсам, а также к сообщениям электронной почты. Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике и технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения, обеспечить продуктивный и творческий уровень деятельности при выполнении заданий.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы и доклад по темам дисциплины. Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов (п.9.6) определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Контроль выполнения задания, выдаваемого на самостоятельную работу, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки или организации обязательной консультации. Проверка выданного задания производится не реже чем один раз в две недели.



Доклад, продукт самостоятельной работы обучающегося, являющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Доклад выполняется в письменном виде и проводится на практических занятиях. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Примерный перечень тем докладов представлен в п.9.6.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 4 семестре. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачет предполагает ответ на теоретические вопросы из перечня вопросов, вынесенных на зачет. К моменту сдачи зачета должны быть пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Применение балльно-рейтинговой системы оценки данной рабочей программой по дисциплине не предусмотрено (п. 1.9 Положения).

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос в начале лекции или практического занятия по теме предыдущего занятия оценивается положительно в том случае, если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос, или же не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

Оценивается отрицательно в том случае, если обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы, дает не полный ответ при наводящих вопросах, отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Доклад, соответствующий требованиям, оценивается на «зачтено» и «не зачтено».

Основаниями для выставления оценки «зачтено» являются:

– грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса; актуальность используемых в сообщении сведений; высокое качество изложения материала; способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации; уверенные ответы на заданные в ходе обсуждения вопросы; отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

–грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса; актуальность используемых в сообщении сведений; удовлетворительное качество изложения материала; способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации; уверенные ответы на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов; отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

–отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса; использование в сообщении устаревших сведений.

Основаниями для выставления оценки «не зачтено» являются: неудовлетворительное качество изложения материала; неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации; неспособность ответить на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов; обоснованные сомнения в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

За активное участие в обсуждении докладов и вопросов обучающиеся могут быть поощрены дополнительным баллом.

По итогам освоения дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета.

К зачету допускаются студенты, получившие «зачтено» за участие в устных опросах по крайней мере на 50 % лекционных занятий и получивших «зачтено» за два доклада.

Зачет по дисциплине проводится в период подготовки к экзаменационной сессии 4 семестра обучения. К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Зачет принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Во время подготовки студенты могут пользоваться материальным обеспечением зачета, перечень которого утверждается заведующим кафедрой.

Зачет проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в 4 семестре, по билетам в устной форме в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой и экзамен, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой. Предварительное ознакомление студентов с билетами запрещается. Экзаменационные билеты содержат два вопроса по теоретической части дисциплины и один практический вопрос.

В итоге проведенного зачета студенту выставляется «зачтено», либо «не зачтено». Экзаменатор несет личную ответственность за правильность выставленной оценки и оформления экзаменационной ведомости и зачетной книжки.

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими

навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ПК-17; ПК-73.

### 9.3 Темы курсовых работ по дисциплине

В учебном плане курсовые работы не предусмотрены.

### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

#### Перечень вопросов по дисциплине «Механика»

1. Теорема о трёх силах.
2. Статически неопределимые системы.
3. Методика решения задач статики.
4. Приёмы определения центра тяжести.
5. Случаи приведения сложной системы сил к простейшему виду.
6. Способы задания движения точки.
7. Скорость при естественном способе задания движения.
8. Классификация движения точки по ускорению.
9. Кинематика поступательного движения твердого тела.
10. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение.
11. Скорости точек тела при вращательном движении.
12. Основные термины, законы динамики Ньютона.
13. Задачи динамики материальной точки.
14. Динамика относительного движения материальной точки.
15. Основные понятия и определения сопротивления материалов.

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Этапы формирования компетенций	Показатели	Описание шкалы оценивания
1 Владением культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности (ПК-17).	Перечисляет основные техносферные опасности.	Шкала оценивания имеет следующий вид: знания обучающихся оцениваются по двухбалльной системе с выставлением обучающимся итоговой оценки «зачтено», либо «не зачтено». Оценка «зачтено» при приеме зачета выставляется в случае: – полного и правильного изложения обучающимся учебного материала по каждому из вопросов;
Знать: факторы, определяющие устойчивость экосистем;		

Этапы формирования компетенций	Показатели	Описание шкалы оценивания
организацию жизни в биосфере и основы взаимодействия живых организмов с окружающей средой.		<ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельной подготовки обучающегося к ответу в установленные для этого сроки, исключая использование нормативных источников, основной и дополнительной литературы, конспектов лекций и иного вспомогательного материала, кроме случаев специального указания или разрешения преподавателя;</li> </ul>
Уметь: применять правила рационального природопользования в своей жизнедеятельности и на рабочем месте.	Демонстрирует умение идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– приведения обучающимся надлежащей аргументации, наличия у обучающегося логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов учебного материала по вопросам;</li> </ul>
Владеть: способностью отстаивать интересы охраны окружающей среды в своей жизнедеятельности и на рабочем месте.	Использует понятийно-терминологический аппарат в области безопасности; навыки рационализации профессиональной деятельности с целью формирования культуры безопасности и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– лаконичного и правильного ответа обучающегося на дополнительные вопросы преподавателя.</li> </ul> <p>Оценка «зачтено» может быть выставлена также при соблюдении вышеперечисленных требований в основном, без существенных ошибок и пробелов при изложении обучающимся учебного материала.</p> <p>Оценка «не зачтено» при приеме зачета выставляется в случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отказа обучающегося от ответа на вопросы с указанием, либо без указания причин;</li> <li>– невозможности изложения обучающимся учебного материала по одному или всем вопросам;</li> <li>– допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по одному или всем вопросам;</li> <li>– не владения обучающимся понятийно-категориальным аппаратом по изучаемой дисциплине;</li> <li>– невозможности обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li> </ul>
2 Способностью и готовностью грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации (ПК-73).		<ul style="list-style-type: none"> <li>– допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по одному или всем вопросам;</li> <li>– не владения обучающимся понятийно-категориальным аппаратом по изучаемой дисциплине;</li> <li>– невозможности обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li> </ul>
Знать: - правовые, нормативно-технические и организационные основы обеспечения безопасности жизнедеятельности	Перечислять правовые, нормативнотехнические и организационные основы обеспечения безопасности жизнедеятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невозможности обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li> </ul>
Уметь: - грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного	Грамотно действует в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного	Любой из указанных недостатков может служить основанием для выставления обучающемуся оценки «не зачтено».

Этапы формирования компетенций	Показатели	Описание шкалы оценивания
актами незаконного вмешательства в деятельность авиации	вмешательства в деятельность авиации.	Дополнительные вопросы могут быть заданы обучающимся в случаях: необходимости конкретизации информации по вопросам с целью проверки глубины знаний отвечающего по связанным между собой темам и проблемам; необходимости проверки знаний отвечающего по основным темам и проблемам дисциплины при недостаточной полноте его ответа на вопросы зачёта.
Владеть: - способностью и готовностью грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации.	Использует способность и готовность грамотно действовать в условиях чрезвычайной ситуации, связанной с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации.	

## 9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса

#### Тема 1, 2

- 1 Какие силы действуют в полете на самолёт?
- 2 Силы, действующие на самолет, делят по :
  - 1) по характеру нагружения; по характеру распределения; по величине и размерности.
  - 2) по месту приложения; по характеру воздействия; по величине и направлению.
  - 3) по характеру приложения; по характеру распределения; по величине и направлению.
  - 4) по характеру приложения; по характеру распределения; по величине и размерности.
3. Силы по характеру приложения делят:
  - 1) статические и динамические.
  - 2) динамические.
  - 3) статические.
- 4 Силы, действующие на самолет, объединяют в две группы. Какие?
- 5 К поверхностным силам, действующим на самолет относятся:
  - 1 векторные силы и сила тяги.
  - 2 весовые силы и сила тяги.
  - 3 аэродинамические силы и сила сопротивления.
  - 4 аэродинамические силы и сила тяги.
- 6 К массовым силам, действующим на самолет относятся:
  - 1 векторные силы и подъёмная сила.
  - 2 весовые силы и сила тяги.

- 3 сила тяжести и инерционные силы.
- 4 аэродинамические силы и сила сопротивления.
- 7 К массовым силам, действующим на самолет относятся:
  - 1 векторные силы и подъемная сила.
  - 2 весовые силы и сила тяги.
  - 3 сила тяжести и инерционные силы.
  - 4 аэродинамические силы и сила сопротивления.
- 8 Силы, действующим на самолет, обычно раскладываются по трём осям. Каким?
- 9 Какие силы необходимо приложить к ВС для соблюдения принципа Д'Аламбера?
- 10 Дайте определение коэффициента перегрузки.
- 11 Что показывает перегрузка?

### Тема 3

- 1 Крыло самолета. Назначение, параметры и требования, предъявляемые к нему.
- 2 Внешние формы крыла и их влияние на характеристики ЛА.
- 3 Нагружение крыла, расчетные случаи, определение нагрузок, построение эпюр.
- 4 Конструктивно-силовые схемы и элементы крыла.
- 5 Элементы теории тонкостенных стержней.
- 6 Лонжероны. Балочные лонжероны. Ферменные лонжероны. Стрингеры. Нервюры.
- 7 Балочные нервюры. Ферменные нервюры.
- 8 Обшивка. Металлическая обшивка и способы соединения листов обшивки друг с другом.
- 9 Монолитные панели моноблочных крыльев.
- 10 Крылья из композиционных материалов.
- 11 Слоистая обшивка. Преимущества и недостатки слоистой обшивки. Соединение панелей слоистой обшивки.

### Тема 4

- 1 Расчетная модель для определения напряженно-деформированного состояния крыла самолета.
- 2 Ось жесткости крыла. Определение положения центра жесткости сечения. Поперечные силы и моменты крыла.
- 3 Построение эпюр усилий, действующих в сечениях крыла.
- 4 Применение численного интегрирования методом трапеций при построении эпюр усилий, действующих в сечениях крыла.
- 5 Применение истинной длины спрямленного крыла при определении погонных нагрузок и построении эпюр усилий для стреловидных крыльев.
- 6 Расчет поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов в сечениях крыла и построение эпюр в прикидочных расчетах прочности крыла, когда вместо распределения погонных нагрузок по закону циркуляции используется закон хорд.

## **Тема 5**

- 1 Основные элементы крыла и их назначение.
- 2 Классификация крыльев по конструктивно-силовой схеме. Сравнение силовых схем крыла. Работа силовых элементов крыла.
- 3 Работа силовых элементов крыла лонжеронной схемы от изгибающего момента.
- 4 Работа силовых элементов крыла кессонной схемы от изгибающего момента.
- 5 Работа силовых элементов крыла моноблочной схемы от изгибающего момента.
- 6 Работа силовых элементов крыла от поперечной силы и крутящего момента.
- 7 Проверка прочности.
- 8 Путь сил и работа элементов в силовой схеме крыла. Краткие выводы о назначении и работе силовых элементов крыла.
- 9 Особенности конструкции и работа корневых участков стреловидного крыла.
- 10 Конструктивно-силовые схемы (КСС) стреловидных крыльев.
- 11 КСС стреловидных крыльев с переломом осей продольного набора.
- 12 КСС стреловидных крыльев с подкосными балками.
- 13 Определение нормальных и касательных напряжений в корневых сечениях стреловидного крыла.
- 14 Влияние угла стреловидности на характер перераспределения нормальных напряжений при изгибе стреловидного крыла вблизи корневых сечений.
- 15 Определение касательных напряжений в корневых сечениях стреловидного крыла.

## **Тема 6**

- 1 Необходимость разделения крыла на технологические части.
- 2 Конструкция и работа крыльев у разъема.
- 3 Сосредоточенные узлы и их конструкция: моментные и безмоментные. Распределение поперечных сил и изгибающих моментов между сосредоточенными узлами стыковых соединений крыла.
- 4 Контурное крепление технологических частей кессонных и моноблочных крыльев.
- 5 Определение нагрузок на болты контурного крепления от разрушающих усилий поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов.
- 6 Конструкция стыковых соединений крыла.
- 7 Сосредоточенные узлы и их конструкция.
- 8 Контурное крепление технологических частей кессонных и моноблочных крыльев.

## **Тема 7**

- 1 Назначение элеронов и требования к ним. Компоновка и основные параметры элерона.

- 2 Коэффициент статического момента или коэффициент мощности элеронов.
- 3 Дополнительные аэродинамические силы в сечениях крыла, где расположен элерон, при отклонении последнего и три способа обеспечения разворота самолета в сторону крена при нейтральном положении руля направления: применение дифференциального отклонения элеронов, профилирование носка элерона, комбинация первых двух способов.
- 4 Роговая аэродинамическая компенсация. Осевая аэродинамическая компенсация. Внутренняя аэродинамическая компенсация. Сервокомпенсация. Пружинная сервокомпенсация. Серворули. Триммер.
- 5 Весовая балансировка элеронов: статическая и динамическая. Балансировка сосредоточенными грузами и балансировка распределенными по размаху элерона грузом.
- 6 Конструкция элеронов. Основные конструктивные элементы элеронов.
- 7 Схема поперечного сечения элерона. Компенсация выреза в носке элерона.
- 8 Кронштейны навески элерона на крыле. Узлы навески элерона с промежуточной серьгой. Узел навески элерона при расположении оси вращения позади лонжерона.
- 9 Нагрузки на элерон и расчет его на прочность. Проектировочный расчет элерона.
- 10 Раскрытие статической неопределимости реакций опор методом уравнений трех моментов.

### **Тема 8**

- 1 Назначение оперения и требования к нему. Внешние формы и компоновка оперения. Расположение оперения на самолете. Параметры оперения.
- 2 Особенности расчета оперения на прочность. Раскрытие статической неопределимости реакций опор методом сил. Способ Верещагина.
- 3 Конструкция оперения. Основные конструктивные схемы.
- 4 Конструкция вертикального оперения - киля и руля направления. Основные конструктивные элементы. Узлы навески.
- 5 Конструкция горизонтального оперения – стабилизатора и руля высоты. Основные конструктивные элементы. Узлы навески.

### **Тема 9**

- 1 Назначение механизации крыла и требования к ней. Виды механизации крыла.
- 2 Механизация носовой части крыла. Схемы вариантов механизации носовой части крыла.
- 3 Механизация хвостовой части крыла.
- 4 Схема расположения механизации и элеронов на крыле современного самолета.
- 5 Нагрузки, действующие на механизацию хвостовой части крыла. Конструкция и проектировочный расчет хвостовой части крыла.



## 6 Простой щиток. Выдвижной щиток.

### Перечень тем докладов

- 1 Типы воздушных судов.
- 2 Основные требования, предъявляемые к воздушным судам.
- 3 Классификация самолетов по назначению
- 4 Схемы самолетов по количеству и расположению крыльев.
- 5 Классификация сил, действующих на самолет в условиях эксплуатации.
- 6 Системы координат, используемые при изучении перегрузок в центре масс воздушных судов.
- 7 Основные внешние (поверхностные) силы, действующие на самолет.
- 8 Понятие перегрузки, ее физическая сущность.
- 9 Перегрузки в центре масс при выводе самолета из планирования.
- 10 Перегрузки в центре масс при вводе самолета в планирование.
- 11 Перегрузки в центре масс при вираже самолета.
- 12 Перегрузки в центре масс при полете самолета по спирали – пространственном криволинейном полете двойкой кривизны.
- 13 Факторы, обуславливающие возникновение турбулентности в атмосфере. Понятие болтанки и оценивание интенсивности болтанки.
- 14 Перегрузки самолета, совершающего горизонтальный прямолинейный равномерный полет при попадании в вертикальный восходящий поток воздуха.
- 15 Влияние на летательный аппарат горизонтальных порывов ветра.
- 16 Коэффициент интенсивности порыва. Структура порыва и изменение перегрузки на протяжении длины порыва.
- 17 Перегрузки шасси при посадке и движении самолета по аэродрому
- 18 Полетные случаи нагружения. Вид задания расчетных случаев в нормах прочности.
- 19 Основные понятия об Авиационных правилах и нормах прочности.
- 20 Коэффициент безопасности. Из каких соображений выбирается его значение?
- 21 Испытания воздушного судна.
- 22 Статические испытания воздушных судов.
- 23 Форма крыла в виде спереди
- 24 Основные формы профиля крыла. Параметры, характеризующие профиль крыла.
- 25 Параметры, характеризующие форму крыла в плане.
- 26 Аэродинамические перегородки и генераторы вихрей. Концевые крылышки (законцовки Уиткомба).
- 27 Влияние стреловидности на аэродинамику крыла.
- 28 Влияние угла стреловидности крыла в плане на поперечную устойчивость самолета
- 29 Влияние поперечного  $V$  крыла на поперечную устойчивость самолета

- 30 Классификация крыльев по конструктивно-силовой схеме.
- 31 Центр жесткости крыла и его экспериментальное определение.
- 32 Определение положения центра жесткости сечения крыла при выполнении проектировочных расчетов, когда жесткость лонжеронов еще не известна.
- 33 Нагрузки на крыло в полете. Воздушная нагрузка. Массовая нагрузка. Массовые нагрузки от агрегатов, расположенных на крыле.
- 34 Распределение аэродинамической нагрузки по размаху крыла.
- 35 Построение эпюр усилий, действующих в сечениях крыла.
- 36 Схемы нагружения, уравнивания и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов нормальной нервюры.
- 37 Нагружение и уравнивание стенки и поясов лонжерона.
- 38 Нагружение силовых элементов крыла. Определение напряжений.
- 39 Лонжероны: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 40 Стрингеры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 41 Нервюры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
- 42 Обшивка крыла: назначение, типы, соединения листов обшивки.
- 43 Трехслойная обшивка крыла.
- 44 Работа силовых элементов однолонжеронного крыла.
- 45 Работа силовых элементов двухлонжеронного крыла.
- 46 Работа силовых элементов кессонного крыла от изгибающего момента.
- 47 Работа силовых элементов моноблочного крыла от изгибающего момента.
- 48 Работа силовых элементов моноблочного крыла от поперечной силы и крутящего момента.
- 49 Технологические части крыла. Стыковые соединения крыла: назначение, классификация,
- 50 Конструкция контурного разъема крыла.
- 51 Конструкция точечных разъемов крыла.
- 52 Расчет сосредоточенного крепления моноблочного крыла.
- 53 Расчет контурного крепления моноблочного крыла.
- 54 Силовые схемы корневых участков стреловидного крыла.
- 55 Особенности нагружения корневых сечений стреловидного крыла.
- 56 Эпюры нормальных напряжений в элементах корневого сечения двухлонжеронного крыла и на расстоянии от него.
- 57 Назначение элеронов и требования к ним. Параметры элерона.
- 58 Силы, действующие на отклоненные элероны. Способы парирования момента рысканья отклоненных элеронов.
- 59 Нагрузки, действующие на элерон, и усилия, действующие в сечениях трехопорного элерона.

- 60 Весовая балансировка элеронов.
- 61 Роговая и осевая аэродинамическая компенсация элеронов.
- 62 Внутренняя аэродинамическая компенсация элеронов.
- 63 Сервокомпенсация элеронов.
- 64 Пружинная сервокомпенсация элеронов.
- 65 Проектировочный расчет простого щитка.
- 66 Построение эпюр для выдвижного щитка.
- 67 Расчет на прочность закрылков.
- 68 Силовой расчет трехщелевого закрылка.
- 69 Система с одной степенью свободы как модель конструкции воздушного судна.
- 70 Свободные (собственные) колебания несущей поверхности.
- 71 Вынужденные колебания в авиационных конструкциях и способы их уменьшения. Виброизоляторы – гасители вибраций.
- 72 Бафтинг. Скоростной и нескоростной бафтинг. Способы устранения источников его возбуждения.
- 73 Изгибно-элеронный флаттер крыла.
- 74 Факторы, влияющие на изгибно-элеронный флаттер, и меры его предотвращения.
- 75 Основные формы флаттера оперения.
- 76 Влияние деформации стреловидного крыла на критическую скорость флаттера.
- 77 Изгибно-крутильный флаттер.
- 78 Влияние отдельных параметров на критическую скорость изгибно-крутильного флаттера.
- 79 Реверс элеронов.
- 80 Влияние отдельных параметров на критическую скорость реверса элеронов и пути повышения критической скорости реверса элеронов.
- 81 Дивергенция несущих поверхностей.
- 82 Влияние отдельных параметров на критическую скорость дивергенции несущих поверхностей и пути повышения критической скорости.

**Примерный перечень вопросов для проведения промежуточного контроля по дисциплине**

1. Типы воздушных судов.
2. Основные требования, предъявляемые к воздушным судам.
3. Классификация самолетов по назначению
4. Схемы самолетов по количеству и расположению крыльев.
5. Классификация сил, действующих на самолет в условиях эксплуатации.
6. Системы координат, используемые при изучении перегрузок в центре масс воздушных судов.
7. Основные внешние (поверхностные) силы, действующие на самолет.
8. Понятие перегрузки, ее физическая сущность.

9. Измерение перегрузок. Схема акселерометра.
10. Перегрузки в центре масс при выводе самолета из планирования.
11. Перегрузки в центре масс при вводе самолета в планирование.
12. Перегрузки в центре масс при вираже самолета.
13. Перегрузки в центре масс при полете самолета по спирали – пространственном криволинейном полете двойкой кривизны.
14. Факторы, обуславливающие возникновение турбулентности в атмосфере. Понятие болтанки и оценивание интенсивности болтанки.
15. Перегрузки самолета, совершающего горизонтальный прямолинейный равномерный полет при попадании в вертикальный восходящий поток воздуха.
16. Влияние на летательный аппарат горизонтальных порывов ветра.
17. Коэффициент интенсивности порыва. Структура порыва и изменение перегрузки на протяжении длины порыва.
18. Перегрузки шасси при посадке и движении самолета по аэродрому
19. Полетные случаи нагружения. Вид задания расчетных случаев в нормах прочности.
20. Основные понятия об Авиационных правилах и нормах прочности.
21. Коэффициент безопасности. Из каких соображений выбирается его значение?
22. Испытания воздушного судна.
23. Статические испытания воздушных судов.
24. Форма крыла в виде спереди
25. Основные формы профиля крыла. Параметры, характеризующие профиль крыла.
26. Параметры, характеризующие форму крыла в плане.
27. Аэродинамические перегородки и генераторы вихрей. Концевые крылышки (законцовки Уиткомба).
28. Влияние стреловидности на аэродинамику крыла.
29. Влияние угла стреловидности крыла в плане на поперечную устойчивость самолета
30. Влияние поперечного  $V$  крыла на поперечную устойчивость самолета
31. Классификация крыльев по конструктивно-силовой схеме.
32. Центр жесткости крыла и его экспериментальное определение.
33. Определение положения центра жесткости сечения крыла при выполнении проектировочных расчетов, когда жесткость лонжеронов еще не известна.
34. Нагрузки на крыло в полете. Воздушная нагрузка. Массовая нагрузка. Массовые нагрузки от агрегатов, расположенных на крыле.
35. Распределение аэродинамической нагрузки по размаху крыла.
36. Построение эпюр усилий, действующих в сечениях крыла.
37. Схемы нагружения, уравнивания и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов нормальной нервюры.
38. Нагружение и уравнивание стенки и поясов лонжерона.
39. Нагружение силовых элементов крыла. Определение напряжений.

40. Лонжероны: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
41. Стрингеры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
42. Нервюры: назначение, конструктивно-силовые схемы и их достоинства и недостатки, конструкция, типовые сечения.
43. Обшивка крыла: назначение, типы, соединения листов обшивки.
44. Трехслойная обшивка крыла.
45. Работа силовых элементов однолонжеронного крыла.
46. Работа силовых элементов двухлонжеронного крыла.
47. Работа силовых элементов кессонного крыла от изгибающего момента.
48. Работа силовых элементов моноблочного крыла от изгибающего момента.
49. Работа силовых элементов моноблочного крыла от поперечной силы и крутящего момента.
50. Технологические части крыла. Стыковые соединения крыла: назначение, классификация,
51. Конструкция контурного разъема крыла.
52. Конструкция точечных разъемов крыла.
53. Расчет сосредоточенного крепления моноблочного крыла.
54. Расчет контурного крепления моноблочного крыла.
55. Силовые схемы корневых участков стреловидного крыла.
56. Особенности нагружения корневых сечений стреловидного крыла. Эпюры нормальных напряжений в элементах корневого сечения двухлонжеронного крыла и на расстоянии от него.
57. Назначение элеронов и требования к ним. Параметры элерона.
58. Силы, действующие на отклоненные элероны. Способы парирования момента рысканья отклоненных элеронов.
59. Нагрузки, действующие на элерон, и усилия, действующие в сечениях трехопорного элерона.
60. Весовая балансировка элеронов.
61. Роговая и осевая аэродинамическая компенсация элеронов.
62. Внутренняя аэродинамическая компенсация элеронов.
63. Сервокомпенсация элеронов.
64. Пружинная сервокомпенсация элеронов.
65. Проектировочный расчет простого щитка.
66. Построение эпюр для выдвижного щитка.
67. Расчет на прочность закрылков.
68. Свободные (собственные) колебания несущей поверхности.
69. Вынужденные колебания в авиационных конструкциях и способы их уменьшения. Виброизоляторы – гасители вибраций.
70. Бафтинг. Скоростной и нескоростной бафтинг. Способы устранения источников его возбуждения.
71. Изгибно-элеронный флаттер крыла.

72. Факторы, влияющие на изгибно-элеронный флаттер, и меры его предотвращения.
73. Основные формы флаттера оперения.
74. Изгибно-крутильный флаттер.
75. Влияние отдельных параметров на критическую скорость изгибно-крутильного флаттера.
76. Реверс элеронов.
77. Влияние отдельных параметров на критическую скорость реверса элеронов и пути повышения критической скорости реверса элеронов.
78. Дивергенция несущих поверхностей.
79. Влияние отдельных параметров на критическую скорость дивергенции несущих поверхностей и пути повышения критической скорости.
80. Назначение фюзеляжа и требования к нему. Внешние формы фюзеляжа.
81. Нагрузки, действующие на фюзеляж, расчетно-силовая схема фюзеляжа, эпюры расчетной поперечной силы и расчетного изгибающего момента при полете в турбулентной атмосфере.
82. Конструктивно-силовые схемы фюзеляжей. Сравнительная характеристика различных типов балочных фюзеляжей. Ферменно-балочные фюзеляжи.
83. Проектировочный расчет (подбор элементов) лонжеронного фюзеляжа.
84. Проектировочный расчет (подбор элементов) стрингерного фюзеляжа.
85. Проектировочный расчет (подбор элементов) бесстрингерного фюзеляжа.
86. Шасси самолета (вертолета): назначение, основные требования.
87. Конструктивно-силовые схемы шасси.
88. Параметры трехопорной схемы шасси с передней опорой.
89. Параметры трехопорной схемы шасси с хвостовой опорой.
90. Конструктивно-силовые схемы опор шасси.
91. Опорные элементы шасси. Подвеска колес.
92. Работа опор с непосредственным креплением колес. Работа опор в случае симметричного нагружения опоры нормальной силой реакции покрытия.
93. Конструкция авиационных тормозных колес. Пневматик. Покрышка.
94. Конструкция и работа тормозных устройств колес.
95. Система автоматического торможения колес.
96. Системы управления воздушными судами. Общая характеристика и классификация.
97. Конструкция элементов управления. Особые механизмы управления.
98. Бустерное управление
99. Компоновочные схемы вертолетов и особенности нагружения вертолетов.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов» обучающимися организуется в следующих формах: лекции, практические занятия под руководством преподавателя и самостоятельная работа студентов.

Изучение каждого раздела рекомендуется начинать с анализа общей его структуры и круга рассматриваемых вопросов, затем перейти к изучению материала по темам.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам вообще и по дисциплине «Конструкция и прочность воздушных судов» в частности. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития, его прикладной стороной.

При проведении лекций преподаватель опирается на базовые знания студентов по общенаучным дисциплинам, с тем, чтобы основное время уделить специфическим вопросам дисциплины. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и, в целом, стремиться освоить быструю манеру письма.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений (из известных или выработанных самостоятельно), что поможет значительно ускорить процесс записи лекции. При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикации материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающимся в процессе самостоятельной работы, подготовке к практическим занятиям, выполнении домашних заданий, при подготовке к сдаче зачета с оценкой.

Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной

связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки в области мониторинга, устранения неисправностей и технического обслуживания систем воздушных судов и авиационных двигателей. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности – овладение методикой анализа и принятия решений.

Любое практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучаемыми целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом, это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой.

Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя.

Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, выставлением оценок каждому студенту и указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

Самостоятельная работа студента является важной составной частью учебного процесса и проводится в целях закрепления и углубления знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработки навыков работы с литературой, активного поиска новых знаний, выполнения домашних контрольных заданий, подготовки к предстоящим занятиям.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с нормативно-правовыми актами, научной и учебной литературой, другими источниками, материалами экономической и управленческой практики, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать ситуации, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками.



Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации;

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий, подготовка докладов;

- выполнение курсового проекта.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, выполнения студентами индивидуальных домашних заданий в виде докладов.

В процессе изучения дисциплины «Конструкция и прочность воздушных судов» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

Программа рабочей дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) 162001 "Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» « 11 » 01 2016 года, протокол № 2.

Разработчики:

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

 Якущенко В.Ф.

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»:

д.т.н., доцент, с.н.с.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)*

 Тарасов В.Н.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., профессор

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)*

 Балясников В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «20» января 2016 года, протокол № 3.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол №10 (в соответствии с Приказом Министерства образования и науки от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).