ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____ И.А. Сизько
«26» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ВД.М.2.1 Конструкция и прочность вертолётов**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки	25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Поддержание летной годности		
Кафедра	Воздушных судов и авиационных двигателей		
Курс обучения	3		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	252 *часа*	7 *з.е.*	
Семестр	5, 6		
Объём аудиторной нагрузки	126 *часов*		
Лекции	46 *часов*		
Практические занятия	28 *часов*		
Лабораторные работы	52 *часа*		
Курсовой проект	6 *семестр*		
Зачёт	5 *семестр*		
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	6 *семестр*		
Объём самостоятельной работы студента	126 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся необходимых знаний и умений, а также привитие практических навыков выполнения квалифицированных оценок состояния конструкции вертолетов с точки зрения ее прочности, жесткости, надежности и живучести путем рассмотрения типовых конструктивных элементов и изучения методов их расчета.

Задачи изучения дисциплины:

- знать назначение, принципы работы и варианты конструктивного исполнения элементов конструкции вертолета;
- знать, уметь и владеть основными подходами к формированию расчетных схем элементов конструкции вертолета;
- знать, уметь и владеть методами расчета нагрузок, действующих на вертолет и его элементы;
- знать, уметь и владеть методами расчета основных силовых элементов конструкции вертолета на прочность.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения:

универсальные:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

знать:

- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности (УК-1.1.2);

уметь:

- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников (УК-1.2.2);

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений:

знать:

- основные методы оценки разных способов решения задач (УК-2.1.2);

уметь:

- анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов (УК-2.2.2);

профессиональные:

ПК-1. Способен к организации и проведению технического и технологического обслуживания воздушных судов на всех этапах технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) и двигателей.

ИД-5$_{ПК-1}$ – применять знания основ конструкции ЛА и двигателей, имеющие отношение к их техническому обслуживанию:

знать:

- основные подходы к формированию расчетных схем элементов конструкции вертолета с целью формализации задач (ПК-1.1.26);
- виды действующих на вертолеты нагрузок и работу их агрегатов под нагрузкой (ПК-1.1.29);
- методы расчета элементов авиационных конструкций на прочность (ПК-1.1.30);
- виды явлений статической и динамической аэроупругости элементов конструкции вертолета (ПК-1.1.32);

уметь:

- создавать расчетные схемы элементов конструкции вертолета (ПК-1.2.22);
- определять нагрузки, действующие на вертолет и его элементы (ПК-1.2.25);
- рассчитывать основные силовые элементы конструкции вертолета на прочность (ПК-1.2.26);
- определять критические скорости явлений статической и динамической аэроупругости элементов конструкции вертолета (ПК-1.2.28);

владеть:

- навыками создания расчетных схем элементов конструкции вертолета (ПК-1.3.15);
- навыками выполнения расчета нагрузок, действующих на вертолет и его элементы (ПК-1.3.18);
- навыками расчета основных силовых элементов конструкции вертолета на прочность (ПК-1.3.19).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина *Конструкция и прочность вертолетов* относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Модуль 2. Техническая эксплуатация вертолетов), учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам:

Б1.ОД.10 – Высшая математика;
Б1.ОД.11 – Информатика и информационные технологии;
Б1.ОД.12 – Физика;
Б1.ОД.14 – Цифровая техника;
Б1.ОД.19 – Инженерная и компьютерная графика;
Б1.ОД.20 – Теоретическая механика;
Б1.ОД.21 – Сопротивление материалов;
Б1.ОД.22 – Детали машин;

Б1.ОД.25 – Авиационное материаловедение;
Б1.ОД.28 – Аэродинамика;
Б1.ОД.29 – Динамика полета;
Б1.ОД.31 – Динамика и прочность авиационных конструкций;
Б1.ОД.39 – Основы теории надежности;
Б1.ВД.М.2.3 – Конструкция и прочность вертолетных ГТД,
в частности:

знать:

- основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности (ОПК-1.1.1);
- основы алгоритмизации решения математических и инженерных задач (ОПК-4.1.1);
- фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе (ОПК-1.1.22);
- принятые в естественных науках методы познания и эксперимента (ОПК-1.1.23);
- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел (ОПК-1.1.27);
- основные понятия и инструменты теоретической механики (ОПК-1.1.28);
- основные алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (ОПК-1.1.29);
- основные положения и законы физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций (ОПК-1.1.30);
- основные механические свойства и характеристики современных конструкционных материалов и способы их определения (ОПК-1.1.50);
- методы расчета аэродинамических характеристик воздушных судов (ОПК-1.1.37);
- законы физики, единицы измерения величин для оценки значений параметров движения ВС в ходе профессиональной деятельности (ОПК-1.1.38);
- методы расчета типовых тонкостенных элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.1.48);
- современные средства машинной графики (ОПК-5.1.3);
- действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению проектно-конструкторской документации (ОПК-5.1.6);

уметь:

- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач (ОПК-1.2.1);
- использовать прикладные и системные программные средства для организации обмена данными между устройствами (ОПК-4.2.3);
- применять физические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы (ОПК-1.2.16);
- составлять механические модели типовых элементов конструкций (ОПК-1.2.19);
- применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность,

жесткость и устойчивость элементов конструкций (ОПК-1.2.20);

- применять законы физики, использовать единицы измерения величин для оценки значений параметров движения ВС в ходе профессиональной деятельности (ОПК-1.2.27);

- рассчитывать типовые тонкостенные элементы авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.2.33);

- разрабатывать эскизы деталей машин, изображений сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составлять спецификацию с использованием методов машинной графики (ОПК-5.2.2);

- подготавливать проектно-конструкторскую документацию разрабатываемых изделий и устройств (ОПК-5.2.5);

владеть:

- методами разработки алгоритмов для решения прикладных и инженерных задач (ОПК-4.3.1);

- навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем (ОПК-1.3.12);

- навыками применения законов теоретической механики для анализа процессов и явлений, решения практических задач (ОПК-1.3.14);

- навыками составления механических систем, применяемых в исследовании конкретных механизмов (ОПК-1.3.15);

- законами физики, единицами измерения величин для оценки значений параметров движения ВС в ходе профессиональной деятельности (ОПК-1.3.21);

- навыками расчета типовых тонкостенных элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.3.25);

- навыками применения современных компьютерных технологий и конструкторского программного обеспечения для проектирования деталей, узлов и механизмов (ОПК-5.3.1);

Данная дисциплина направлена на обеспечение следующих дисциплин:
Б1.ОД.17 – Безопасность полетов;
Б1.ОД.26 – Производство и ремонт ЛА и Д;
Б1.ОД.40 – Основы теории технической эксплуатации ЛА;
Б1.ВД.М.2.2 – Гидромеханические системы вертолетов;
Б1.ВД.М.2.5 – Техническая эксплуатация ЛА и АД;
Б1.ВД.М.2.7 – Эффективность процессов ТЭ ЛА;
Б1.ВД.М.2.8 – Управление проектами;
Б1.ВД.М.2.10 – Технологические процессы технического обслуживания;
Б2.ОП.П.1 – Производственная 1. Технологическая практика;
Б2.ВП.У.1.М.2 – Учебная 3. Эксплуатационная практика (модуль 2);
Б2.ВП.П.2.М.2 – Производственная 3. Преддипломная практика (модуль 2).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _7_ зачетных единиц, _252_ часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	**РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**	**5**	**8**	**12**	**8**	**28**	
2	Тема 1.1. Летательные аппараты гражданской авиации и их классификация		2			2	
3	Тема 1.2. Комплекс требований, предъявляемых к летательным аппаратам. Характерные массы. Уравнение существования летательного аппарата		2			2	
4	Тема 1.3. Оценка эффективности и технического уровня летательных аппаратов гражданской авиации		2			2	
5	Тема 1.4. Основы предварительного проектирования вертолетов		2	12	8	22	Защита отчета по ЛР № 1.
6	**РАЗДЕЛ 2. НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВЕРТОЛЕТ. НОРМЫ ПРОЧНОСТИ**	**5**	**6**	**4**	**0**	**10**	
7	Тема 2.1. Виды нагрузок, действующих на вертолет, и их классификация. Перегрузки. Коэффициент безопасности.		4	4		8	Защита отчетов по ПЗ №№ 6, 7
8	Тема 2.2. Нормы прочности в Авиационных правилах		2			2	
9	**РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЕТА ПРИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИИ**	**5**	**4**	**0**	**0**	**4**	

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Тема 3.1. Понятие об эксплуатационно-технических характеристиках конструкций летательных аппаратов, термины и определения. Виды, причины и статистика отказов и неисправностей авиационных конструкций		2			2	
11	Тема 3.2. Мероприятия по обеспечению эксплуатационно-технических характеристик летательных аппаратов при проектировании. Влияние эксплуатационно-технических характеристик на эффективность эксплуатации летательных аппаратов		2			2	
12	**Форма промежуточной аттестации – *зачет***	**5**					
13	**ИТОГО за 5 семестр:**		**18**	**16**	**8**	**42**	
14	**РАЗДЕЛ 4. ОСОБЕННОСТИ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА ВЕРТОЛЕТА**	**6**	**10**	**0**	**0**	**10**	
15	Тема 4.1. Аэродинамика и динамика несущего винта		2			2	
16	Тема 4.2. Управление несущим винтом		2			2	
17	Тема 4.3. Влияние криволинейного движения вертолета на работу несущего винта. Особые режимы работы несущего винта		2			2	
18	Тема 4.4. Равновесие, устойчивость и управляемость вертолета		2			2	
19	Тема 4.5. Траекторное движение вертолета		2			2	
20	**РАЗДЕЛ 5. НЕСУЩИЕ И РУЛЕВЫЕ ВИНТЫ ВЕРТОЛЕТА**	**6**	**4**	**8**	**0**	**4**	
21	Тема 5.1. Конструкция и прочность несущих винтов		2	8		2	
22	Тема 5.2. Конструкция и прочность рулевых винтов		2			2	
23	**РАЗДЕЛ 6. ПЛАНЕР ВЕРТОЛЕТА**	**6**	**4**	**0**	**28**	**18**	
24	Тема 6.1. Конструкция и прочность крыла и оперения		2		16	10	Защита отчетов по ЛР №№ 2, 3.

1	2	3	4	5	6	7	8
25	Тема 6.2. Конструкция и прочность фюзеляжа		2		12	8	Защита отчета по ЛР № 4.
26	**РАЗДЕЛ 7. ШАССИ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТОВ**	**6**	**6**	**4**	**16**	**18**	
27	Тема 7.1. Конструкция и прочность шасси		2	2	8	6	Защита отчета по ЛР № 5.
28	Тема 7.2. Конструкция и прочность элементов системы управления и трансмиссии		2	2	8	10	Защита отчета по ЛР № 6.
29	Тема 7.3. Конструкция силовых установок и прочность элементов крепления редукторов и двигателей		2			2	
30	**РАЗДЕЛ 8. АВТОКОЛЕБАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТОЛЕТОВ**	**6**	**4**	**0**	**0**	**4**	
31	Тема 8.1. Флаттер несущего винта		2			2	
32	Тема 8.2. Земной резонанс		2			2	
33	**ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**	**6**				**30**	**Защита курсового проекта**
34	**Форма промежуточной аттестации – *экзамен***	**6**					
	ИТОГО за 6 семестр:		**28**	**12**	**44**	**84**	
	ИТОГО:		**46**	**32**	**48**	**126**	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Количество часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*															
		УК-1.1.2	УК-1.2.2	УК-2.1.2	УК-2.2.2	ПК-1.1.26	ПК-1.1.29	ПК-1.1.30	ПК-1.1.32	ПК-1.2.22	ПК-1.2.25	ПК-1.2.26	ПК-1.2.28	ПК-1.3.15	ПК-1.3.18	ПК-1.3.19	*Σ общее количество компетенций*
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	**56**																**2**
Тема 1.1. Летательные аппараты гражданской авиации и их классификация	4	+	+	+	+												2
Тема 1.2. Комплекс требований, предъявляемых к летательным аппаратам. Характерные массы. Уравнение существования летательного аппарата	4	+	+	+	+												2
Тема 1.3. Оценка эффективности и технического уровня летательных аппаратов гражданской авиации	4	+	+	+	+												2
Тема 1.4. Основы предварительного проектирования вертолетов	44	+	+	+	+												2
РАЗДЕЛ 2. НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВЕРТОЛЕТ. НОРМЫ ПРОЧНОСТИ	**20**																**2**
Тема 2.1. Виды нагрузок, действующих на вертолет, и их классификация. Перегрузки. Коэффициент безопасности.	16	+	+	+	+												2
Тема 2.2. Нормы прочности в Авиационных правилах	4	+	+	+	+												2
РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЕТА ПРИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИИ	**8**																**2**

Тема 3.1. Понятие об эксплуатационно-технических характеристиках конструкций летательных аппаратов, термины и определения. Виды, причины и статистика отказов и неисправностей авиационных конструкций	4	+	+	+	+												2
Тема 3.2. Мероприятия по обеспечению эксплуатационно-технических характеристик летательных аппаратов при проектировании. Влияние эксплуатационно-технических характеристик на эффективность эксплуатации летательных аппаратов	4	+	+	+	+												2
РАЗДЕЛ 4. ОСОБЕННОСТИ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА ВЕРТОЛЕТА	**20**																**1**
Тема 4.1. Аэродинамика и динамика несущего винта	4						+				+				+		1
Тема 4.2. Управление несущим винтом	4						+				+				+		1
Тема 4.3. Влияние криволинейного движения вертолета на работу несущего винта. Особые режимы работы несущего винта	4						+				+				+		1
Тема 4.4. Равновесие, устойчивость и управляемость вертолета	4						+				+				+		1
Тема 4.5. Траекторное движение вертолета	4						+				+				+		1
РАЗДЕЛ 5. НЕСУЩИЕ И РУЛЕВЫЕ ВИНТЫ ВЕРТОЛЕТА	**16**																**1**
Тема 5.1. Конструкция и прочность несущих винтов	12					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
Тема 5.2. Конструкция и прочность рулевых винтов	4					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
РАЗДЕЛ 6. ПЛАНЕР ВЕРТОЛЕТА	**50**																**1**
Тема 6.1. Конструкция и прочность крыла и оперения	28					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
Тема 6.2. Конструкция прочность фюзеляжа	22					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
РАЗДЕЛ 7. ШАССИ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТОВ	**44**																**1**
Тема 7.1. Конструкция и прочность шасси	18					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
Тема 7.2. Конструкция и прочность элементов системы управления и трансмиссии	22					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1
Тема 7.3. Конструкция силовых установок и прочность элементов крепления редукторов и двигателей	4					+	+	+		+	+	+		+	+	+	1

РАЗДЕЛ 8. АВТОКОЛЕБАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТОЛЕТОВ	**8**																**1**
Тема 8.1. Флаттер несущего винта	4								+				+				1
Тема 8.2. Земной резонанс	4								+				+				1
ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	**30**																
ИТОГО:	**252**																

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Тема 1.1. Летательные аппараты гражданской авиации и их классификация

Лекция 1. Летательные аппараты гражданской авиации и их классификация (2 часа).

Определение летательного аппарата. Принципы полета. Воздухоплавание, авиация и космонавтика. Виды летательных аппаратов. Гражданская авиация и ее задачи. Классификация вертолетов гражданской авиации.

Литература: [1, с. 9-10].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 9-10].

Тема 1.2. Комплекс требований, предъявляемых к летательным аппаратам. Характерные массы. Уравнение существования летательного аппарата

Лекция 2. Комплекс требований, предъявляемых к летательным аппаратам. Характерные массы. Уравнение существования летательного аппарата (2 часа).

Общие технические требования. Авиационные правила. Нормы летной годности вертолетов. Эксплуатационно-технические требования. Совокупность свойств и параметров вертолета. Летно-технические и эксплуатационно-технические характеристики. Характерные массы летательного аппарата. Уравнение существования летательного аппарата и его анализ.

Литература: [1, с. 10-17].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 10-17].

Тема 1.3. Оценка эффективности и технического уровня летательных аппаратов гражданской авиации

Лекция 3. Оценка эффективности и технического уровня летательных аппаратов гражданской авиации (2 часа).

Общие принципы построения показателей и критериев качества. Дифференциальные, интегральные и смешанные методы оценки качества. Положительный и отрицательный эффекты. Эффективность летательных аппаратов гражданской авиации. Техническая эффективность (топливная,

весовая, целевая). Производственная эффективность. Эксплуатационная эффективность. Экономическая эффективность. Технический уровень летательных аппаратов гражданской авиации.

Литература: [1, с. 18; 2, с. 5-40].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 18; 2, с. 5-40].

Тема 1.4. Основы предварительного проектирования вертолетов

Лекция 4. Основы предварительного проектирования (2 часа).

Вертолет как объект проектирования. Задача проектирования и его этапы. Научные основы проектирования.

Формулировка концепции и синтез компоновочной схемы вертолета. Выбор основных параметров вертолета. Компоновка и центровка.

Литература: [2, с. 41-225].

Самостоятельная работа студентов. (22 часа).

Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе.

Литература: [1, с. 397-418; 2, с. 41-225, 5, с. 8-150].

Практическое занятие № 1. Рулевой винт (2 часа).

Литература: [5, с. 142-150].

Практическое занятие № 2. Редукторы и трансмиссия (2 часа).

Литература: [5, с. 92-124].

Практическое занятие № 3. Крыло и оперение (4 часа).

Литература: [1, с. 123-133, 179-193, 198-203, 210-215].

Практическое занятие № 4. Шасси (4 часа).

Литература: [1, с. 298-351; 5, с. 27-38].

Лабораторная работа № 1. Несущий винт (4 часа).

Литература: [1, с. 404-412, 417-418; 5, с. 125-142].

Лабораторная работа № 2. Фюзеляж (4 часа).

Литература: [1, с. 257-297; 5, с. 8-23].

РАЗДЕЛ 2. НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВЕРТОЛЕТ. НОРМЫ ПРОЧНОСТИ

Тема 2.1. Виды нагрузок, действующих на вертолет, и их классификация. Перегрузки. Коэффициент безопасности

Лекция 5. Виды нагрузок, действующих на вертолет, и их классификация. Маневренные перегрузки при различных режимах полета (2 часа).

Виды нагрузок и их классификация. Сосредоточенные и распределенные, статические и динамические, поверхностные и массовые силы.

Понятие перегрузки. Перегрузки в установившемся прямолинейном полете в горизонтальной плоскости, в криволинейном полете в вертикальной плоскости, при вираже.

Литература: [1, с. 31-33; 4, с. 183-186].

Лекция 6. Перегрузки при полете в неспокойном воздухе и при движении по земле. Коэффициент безопасности (2 часа).

Перегрузки от воздействия порывов ветра. Перегрузки при движении по земле. Посадка на переднюю опору. Посадка на основные опоры. Посадка на одну основную опору. Посадка с поступательной скоростью, посадка со скольжением.

Условие прочности конструкции. Коэффициент безопасности.

Литература: [4, с. 186-193].

Самостоятельная работа студентов. (8 часов).

Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям.

Литература: [1, с. 31-33; 4, с. 183-193].

Практическое занятие № 5. Расчет маневренных перегрузок (2 часа).

Литература: [6, с. 5-8].

Практическое занятие № 6. Расчет перегрузок при полете в неспокойном воздухе (2 часа).

Литература: [6, с. 8-10].

Тема 2.2. Нормы прочности в Авиационных правилах

Лекция 7. Нормы прочности в Авиационных правилах (2 часа).

Нормы прочности вертолетов в АП-27 и АП-29. Определение основных исходных данных для расчета вертолета на прочность. Эксплуатационная и расчетная перегрузки. Система расчетных случаев нагружения.

Литература: [1, с. 403-404].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 403-404].

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЕТА ПРИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИИ

Тема 3.1. Понятие об эксплуатационно-технических характеристиках конструкций летательных аппаратов, термины и определения. Виды, причины и статистика отказов и неисправностей авиационных конструкций

Лекция 8. Понятие об эксплуатационно-технических характеристиках конструкций летательных аппаратов, термины и определения. Виды, причины и статистика отказов и неисправностей авиационных конструкций (2 часа).

Надежность и живучесть конструкций летательных аппаратов. Летная годность. Ожидаемые условия эксплуатации. Терминология надежности. Терминология живучести. Различие и взаимосвязь понятий надежности и живучести. Эксплуатационная технологичность. Безопасность летательных аппаратов. Виды, причины и статистика отказов и неисправностей авиационных конструкций.

Литература: [1, с. 83-87].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 83-87].

Тема 3.2. Мероприятия по обеспечению эксплуатационно-технических характеристик летательных аппаратов при проектировании. Влияние эксплуатационно-технических характеристик на эффективность эксплуатации летательных аппаратов

Лекция 9. Мероприятия по обеспечению эксплуатационно-технических характеристик летательных аппаратов при проектировании. Влияние эксплуатационно-технических характеристик на эффективность эксплуатации летательных аппаратов (2 часа).

Конструктивные мероприятия, повышающие безотказность, долговечность, живучесть, безопасность и эксплуатационную технологичность вертолета.

Литература: [1, с. 87-104].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 87-104].

РАЗДЕЛ 4. ОСОБЕННОСТИ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА ВЕРТОЛЕТА

Тема 4.1. Аэродинамика и динамика несущего винта

Лекция 10. Аэродинамика и динамика несущего винта (2 часа).

Геометрические характеристики несущего винта. Основные кинематические параметры несущего винта. Показатели, описывающие режим работы несущего винта. Импульсная теория несущего винта. Классическая теория несущего винта.

Маховое движение лопасти. Движение лопасти в плоскости вращения. Движение лопасти относительно ее продольной оси. Суммирование сил и моментов лопастей на втулке несущего винта.

Литература: [3, с. 42-76, 110-123].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [3, с. 42-76, 110-123].

Тема 4.2. Управление несущим винтом

Лекция 11. Управление несущим винтом (2 часа).

Циклический шаг. Автомат перекоса. Управляющие силы и моменты. Влияние разноса горизонтальных шарниров. Эффективная вертикальная центровка.

Литература: [3, с. 76-82].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [3, с. 76-82].

Тема 4.3. Влияние криволинейного движения вертолета на работу несущего винта. Особые режимы работы несущего винта

Лекция 12. Влияние криволинейного движения вертолета на работу несущего винта. Особые режимы работы несущего винта (2 часа).

Влияние угловых скоростей вращения вертолета. Демпфирующие моменты. Перекрестные аэродинамические связи. Гироскопические свойства несущего винта. Режим вихревого кольца. Режим самовращения (авторотация). Работа несущего винта вблизи экранирующей поверхности.

Литература: [3, с. 83-89, 124-135].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [3, с. 83-89, 124-135].

Тема 4.4. Равновесие, устойчивость и управляемость вертолета

Лекция 13. Равновесие, устойчивость и управляемость вертолета (2 часа).

Системы координат вертолета. Силы и моменты, действующие на вертолет. Равновесие и балансировка вертолета. Устойчивость и управляемость вертолета. Автоматическая стабилизация полета.

Литература: [3, с. 163-209].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [3, с. 163-209].

Тема 4.5. Траекторное движение вертолета

Лекция 14. Траекторное движение вертолета (2 часа).

Потребная и располагаемая мощности. Характерные скорости и высоты полета. Скороподъемность. Дальность и продолжительность полета. Вираж и разворот. Руление. Висение. Взлет, набор высоты и разгон. Торможение, снижение и посадка.

Литература: [3, с. 149-163, 216-301].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [3, с. 149-163, 216-301].

РАЗДЕЛ 5. НЕСУЩИЕ И РУЛЕВЫЕ ВИНТЫ ВЕРТОЛЕТА

Тема 5.1. Конструкция и прочность несущих винтов

Лекция 15. Конструкция и прочность несущих винтов (2 часа).

Нагрузки, действующие на лопасть несущего винта. Определение нагрузок и распределение их по размаху лопасти. Усилия в сечениях лопасти. Собственные изгибные колебания лопастей несущего винта. Резонансные диаграммы. Суммирование сил и моментов, действующих на втулку от лопастей винта.

Конструкция втулки несущего винта. Конструкция шарниров втулки несущего винта. Конструкция лопасти несущего винта.

Литература: [1, с. 410-418; 4, с. 30-48, 98-109, 151-156; 5, с. 125-142].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям.

Литература: [1, с. 410-418; 4, с. 98-109; 5, с. 125-142].

Практическое занятие № 7. Расчет деталей втулки несущего винта (4 часа).

Литература: [6, с. 59-61].

Практическое занятие № 8. Определение усилий в сечении лопастей несущего винта (4 часа).

Литература: [6, с. 61-65].

Тема 5.2. Конструкция и прочность рулевых винтов

Лекция 16. Конструкция и прочность рулевых винтов (2 часа).

Нагрузки, действующие на лопасть рулевого винта. Изгибные колебания лопастей рулевого винта. Особенности нагружения рулевого винта с втулкой на кардановом подвесе.

Конструкция втулки рулевого винта. Конструкция лопасти рулевого винта.

Литература: [4, с. 132-139; 5, с. 142-147].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [4, с. 132-139; 5, с. 142-147].

РАЗДЕЛ 6. ПЛАНЕР ВЕРТОЛЕТА

Тема 6.1. Конструкция и прочность крыла и оперения

Лекция 17. Конструкция и прочность крыла и оперения (2 часа).

Назначение крыла вертолета. Нагрузки, действующие на крыло. Конструктивно-силовые схемы и силовые элементы крыла. Назначение, работа и расчет на прочность элементов конструкции крыла.

Назначение оперения вертолета. Нагрузки, действующие на оперение.

Варианты конструктивного исполнения элементов крыла и оперения.

Литература: [4, с. 214-218; 5, с. 24-25].

Самостоятельная работа студентов. (10 часов).

Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторным работам.

Литература: [4, с. 214-218; 5, с. 24-25].

Лабораторная работа № 3. Экспериментально-расчетное исследование деформаций авиационных конструкций (8 часов).

Литература: [4, с. 214-218; 5, с. 24-25].

Лабораторная работа № 4. Исследование распределения напряжений в сечениях прямого и стреловидного кессонов при поперечном изгибе (8 часов).

Литература: [4, с. 214-218; 5, с. 24-25].

Тема 6.2. Конструкция и прочность фюзеляжа

Лекция 18. Конструкция и прочность фюзеляжа (2 часа).

Назначение фюзеляжа и основные требования к нему. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Конструктивно-силовые схемы и силовые элементы фюзеляжей. Назначение, работа и расчет на прочность элементов конструкции фюзеляжа. Вибрации фюзеляжа.

Варианты конструктивного исполнения элементов фюзеляжа.

Литература: [1, с. 420-421; 4, с. 158-172, 194-213; 5, с. 8-23].

Самостоятельная работа студентов. (8 часов).

Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторной работе.

Литература: [1, с. 420-421; 4, с. 158-172, 194-213; 5, с. 8-23].

Лабораторная работа № 5. Исследование напряжений в хвостовой балке фюзеляжа при поперечном изгибе и кручении (12 часов).

Литература: [4, с. 197-204].

РАЗДЕЛ 7. ШАССИ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТОВ

Тема 7.1. Конструкция и прочность шасси

Лекция 19. Конструкция и прочность шасси (2 часа).

Назначение шасси и основные требования к нему. Схемы шасси вертолетов. Геометрические характеристики шасси. Нагрузки, действующие на шасси, и работа шасси под нагрузкой. Элементы конструкции шасси и их назначение. Виды опорных элементов. Назначение и принцип работы жидкостно-газового амортизатора. Виды размещения амортизатора в конструкции опоры. Особенности конструкции передних опор. Конструкция авиационных колес.

Литература: [1, с. 308-334, 421-427; 4, с. 218-221; 5, с. 27-38].

Самостоятельная работа студентов. (6 часов).

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию и лабораторной работе.

Литература: [1, с. 308-334, 421-427; 4, с. 218-221; 5, с. 27-38].

Практическое занятие № 9. Определение нагрузок на опоры шасси вертолета (2 часа).

Литература: [6, с. 173].

Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции жидкостно-газового амортизатора и тормозов колес шасси (8 часов).

Литература: [5, с. 27-38].

Тема 7.2. Конструкция и прочность элементов системы управления и трансмиссии

Лекция 20. Конструкция и прочность элементов системы управления и трансмиссии (2 часа).

Назначение системы управления вертолетом. Конструкция автомата перекоса несущего винта. Особенности конструкции систем управления одновинтовых вертолетов. Особенности схемы управления двухвинтовыми вертолетами с поперечным, продольным и соосным расположением несущих винтов. Нагрузки, действующие на элементы системы управления, и расчет их на прочность.

Назначение трансмиссии. Конструкция основных агрегатов, входящих в состав трансмиссии.

Литература: [1, с. 368-369, 427-433; 5, с. 92-118, 157-181].

Самостоятельная работа студентов. (10 часов).

Проработка лекционного материала, подготовка к практическому занятию и лабораторной работе.

Литература: [1, с. 368-369, 427-433; 5, с. 92-118, 157-181].

Практическое занятие № 10. Определение нагрузок на элементы системы управления и расчет их на прочность (2 часа).

Литература: [6, с. 128-136].

Лабораторная работа № 7. Изучение конструкции элементов системы управления вертолета (8 часов).

Литература: [5, с. 157-181].

Тема 7.3. Конструкция силовых установок и прочность элементов крепления редукторов и двигателей

Лекция 21. Конструкция силовых установок и прочность элементов крепления редукторов и двигателей (2 часа).

Назначение силовой установки, ее состав и основные требования к ней. Варианты размещения двигателей на вертолете. Нагрузки, действующие на двигатели и редукторы. Элементы крепления двигателей и редукторов к планеру вертолета, расчет их на прочность.

Литература: [1, с. 418-420; 4, с. 221-223; 5, с. 51-86, 111].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 418-420; 4, с. 221-223; 5, с. 51-86, 111].

РАЗДЕЛ 8. АВТОКОЛЕБАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВЕРТОЛЕТОВ

Тема 8.1. Флаттер несущего винта

Лекция 22. Флаттер несущего винта (2 часа).

Автоколебания отсека лопасти. Уравнения махового флаттера. Решение уравнений флаттера лопасти. Обеспечение безопасности по флаттеру. Флаттер несущего винта. Влияние трения в осевом шарнире.

Литература: [4, с. 110-131].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [4, с. 110-131].

Тема 8.2. Земной резонанс

Лекция 23. Динамическая аэроупругость (2 часа).

Колебания винта на упругом основании. Параметры, определяющие возникновение земного резонанса. Земной резонанс на вертолете. Расчетные случаи и конструктивные меры по обеспечению безопасности от земного резонанса.

Литература: [4, с. 173-182].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [4, с. 173-182].

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине *Конструкция и прочность вертолетов* способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам прочности, жесткости, надежности и живучести конструкций вертолетов, ориентирует обучающегося на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к выполнению лабораторных работ;
- подготовка к выполнению практических занятий;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к зачету;
- подготовка к экзамену.

Для самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется следующая литература:

1. Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации: Учебник для вузов гражданской авиации / М.С. Воскобойник, П.Ф. Максютинский, К.Д. Миртов и др.; Под общ. ред. К.Д. Миртова, Ж.С. Черненко. – М.: Машиностроение, 1991. – 448 с.;

2. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. – М.: Машиностроение, 1976. – 368 с.;

3. Володко А.М. Основы аэродинамики и динамики полета вертолетов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1988. – 342 с.

4. Михеев Р.А. Прочность вертолетов: Учебник для авиационных специальностей втузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

5. Данилов В.А. Вертолет Ми-8: Устройство и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1988. – 278 с.

6. Белайчук А.К., Воскобойник М.С., Лагосюк Г.С. и др. Сборник задач по конструкции и прочности самолетов и вертолетов. – М.: Транспорт, 1973. – 236 с.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
1	2	3
Защита отчета по ЛР № 1. Несущий винт.	1. Опишите назначение несущего винта. 2. Перечислите силовые элементы лопасти. 3. Каково назначение лонжерона лопасти? 4. Какие конструктивно-силовые схемы лопастей Вам известны? 5. Какие схемы крепления лопастей к втулке несущего винта Вам известны?	Защита отчета по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой;
Защита отчета по ЛР № 2. Фюзеляж.	1. Опишите назначение фюзеляжа. 2. В чем заключается назначение нормального шпангоута? 3. В чем заключается назначение усиленного шпангоута? 4. Какие конструктивно-силовые схемы фюзеляжей Вы знаете? 5. Перечислите силовые элементы конструкции фюзеляжа.	
Защита отчета по	1. На чем основан метод определения	

1	2	3
ЛР № 3. Экспериментально-расчетное исследование деформаций авиационных конструкций.	изгибной жесткости с помощью кривомера Упадышева? 2. Какие граничные условия реализуются в лабораторной установке для консоли стабилизатора? 3. От чего зависят прогибы сечений стабилизатора? 4. Каким образом выполняются непосредственные замеры прогиба концевого сечения консоли стабилизатора?	- ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР № 4. Исследование распределения напряжений в сечениях прямого и стреловидного кессонов при поперечном изгибе.	1. Какие элементы входят в продольный силовой набор кессона? 2. От каких геометрических характеристик поперечного сечения кессона зависит величина нормальных напряжений в его панелях при изгибе? 3. От действия каких силовых факторов в обшивке и стенках лонжеронов возникают касательные напряжения? 4. Чем вызваны скачки в эпюре касательных напряжений? 5. От каких геометрических характеристик поперечного сечения кессона зависит величина касательных напряжений в его обшивке и стенках лонжерона? 6. Как изменяются нормальные и касательные напряжения от сечения к сечению кессона и почему?	
Защита отчета по ЛР № 5. Исследование напряжений в хвостовой балке фюзеляжа при поперечном изгибе и кручении.	1. Каким видам нагружений подвергается объект исследований в настоящей лабораторной работе? 2. От действия какого силового фактора возникают нормальные напряжения в сечениях хвостовой балки? 3. Какой вид напряжений возникает при кручении объекта исследований в настоящей лабораторной работе? 4. В чем состоит суть метода электротензометрии? 5. Чем определяется выбор формулы для расчета касательных напряжений по результатам эксперимента? 6. Как изменяются нормальные и касательные напряжения от сечения к сечению хвостовой балки и почему?	
Защита отчета по ЛР № 6. Изучение конструкции	1. Каково назначение жидкостно-газового амортизатора? 2. Перечислите типовые элементы	

1	2	3
жидкостно-газового амортизатора и тормозов колес шасси.	конструкции жидкостно-газового амортизатора. 3. Какова роль жидкости и какова роль газа в жидкостно-газовом амортизаторе? 4. Какие жидкости и газы применяются в жидкостно-газовом амортизаторе?	
Защита отчета по ЛР № 7. Изучение конструкции элементов системы управления вертолета.	1. Назначение основного управления. 2. Назначение и принцип действия автомата перекоса. 3. Как осуществляется управление вертолетом по крену? 4. Как осуществляется управление вертолетом по рысканию? 5. Для чего нужен рычаг «шаг-газ»?	Защита отчета по практическому занятию принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению практических занятий; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ПЗ № 5. Расчет маневренных перегрузок.	1. Что такое полная перегрузка? 2. Является ли перегрузка векторной величиной? 3. Какая размерность у перегрузки? 4. Запишите формулу для абсолютного значения полной перегрузки с использованием величины равнодействующей массовых сил. 5. Как называются проекции полной перегрузки на оси связанной системы координат вертолета? 6. Из-за чего могут изменяться перегрузки в полете?	
Защита отчета по ПЗ № 6. Расчет перегрузок при полете в неспокойном воздухе.	1. Как влияет на нормальную перегрузку восходящий порыв ветра? 2. Как влияет на нормальную перегрузку нисходящий порыв ветра? 3. Как влияет на нормальную перегрузку горизонтальный встречный порыв ветра? 4. Как надо изменить скорость полета, чтобы уменьшить перегрузки при полете в зоне болтанки?	Защита отчета по курсовому проекту принимается при выполнении следующих условий: - пояснительная записка к курсовому проекту и чертежи соответствуют требованиям, изложенным в Пособии по выполнению курсового проекта; - пояснительная записка к курсовому проекту и чертежи выполнены аккуратно и без ошибок в расчетах. Формирование знаний, умений и навыков обучающихся при защите курсового проекта определяется оценками: «отлично», «хорошо»,

1	2	3
		«удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки комиссия руководствуется следующим общими критериями (см. критерии промежуточной аттестации).
Защита курсового проекта. Проект пассажирского (грузового) вертолета	1. Каково основное назначение спроектированного вертолета? 2. Каковы варианты коммерческой нагрузки проектируемого вертолета? 3. Сформулируйте концепцию проектируемого вертолета. 4. Объясните физический смысл каждого мероприятия, выбранного Вами для увеличения эффективности проектируемого вертолета. 5. Обоснуйте степень важности каждого мероприятия в концепции вертолета. 6. Обоснуйте рациональность выбранной схемы вертолета. 7. Обоснуйте выбор параметров двигателя для проектируемого вертолета. 8. Обоснуйте выбранные Вами геометрические параметры вертолета. 9. Как определяется центровка вертолета? 10. Перечислите достоинства и недостатки схемы расположения двигателей на проектируемом вертолете. 11. Перечислите достоинства и недостатки схемы шасси на спроектированном вертолете. 12. Где и как расположены усиленные шпангоуты фюзеляжа? Каково их назначение? 13. Какова конструктивно-силовая схема передней и основной опор шасси? 14. Какова конструктивно-силовая схема крепления двигателей к планеру вертолета? 15. Какова конструкция узлов крепления оперения к конструкции вертолета? 16. Как крепятся стойки шасси к конструкции вертолета?	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости обучающихся осуществляется в форме защиты отчета по выполненной лабораторной работе, выполненному практическому занятию, а также в форме защиты курсового проекта. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются последовательно по мере прохождения лекционного курса в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них компетенций.

Защита отчета по практическому занятию (лабораторной работе) осуществляется, как правило, в конце занятия. Преподаватель оценивает знания обучаемого по ответам на контрольные вопросы, умения и навыки оцениваются в ходе занятия. Если обучающийся не отчитался на занятии, то защита отчета по практическому занятию (лабораторной работе) осуществляется (как и повторная сдача текущего контроля) в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий (или личном журнале преподавателя).

Защита курсового проекта осуществляется в конце семестра. Выполненный курсовой проект сдается преподавателю накануне дня защиты для проверки. В случае ошибок в расчетах или некачественных выводов курсовой проект возвращается для устранения недостатков.

6.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – оценка качества освоения обучающимся учебной дисциплины, в том числе степени сформированности компетенций, проводится в 5-м семестре виде зачета, в 6-м семестре – в виде экзамена.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине на зачете

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач 1. Летательные аппараты и принципы их полета. 2. Гражданская авиация и ее задачи. 3. Классификация вертолетов гражданской авиации. 4. Характеристика летательного аппарата как объекта проектирования. 5. Научные основы проектирования.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на зачете, определяется оценками: «зачтено», «незачтено». При выведении оценки преподаватель руководствуется следующим общими критериями. Оценка «зачтено» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета; • могут быть не даны положительные

	ответы на некоторые дополнительные вопросы. Оценка «незачтено» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «зачтено». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы билета.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений 1. Обобщенная математическая модель проектирования вертолета. 2. Формулировка концепции и синтез компоновочной схемы вертолета. 3. Выбор основных параметров вертолета. 4. Компоновка и центровка вертолета. 5. Виды нагрузок и их классификация.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на зачете, определяется оценками: «зачтено», «незачтено». При выведении оценки преподаватель руководствуется следующим общими критериями. Оценка «зачтено» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета; • могут быть не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы. Оценка «незачтено» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «зачтено». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы билета.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине на экзамене

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
ПК-1. Способен к организации и проведению технического и технологического обслуживания воздушных судов на всех этапах технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) и двигателей 1. Геометрические характеристики несущего винта. 2. Основные кинематические параметры несущего винта. 3. Показатели, описывающие режим работы несущего винта. 4. Импульсная теория несущего винта.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на экзамене определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях:

5. Классическая теория несущего винта (основные положения).	• даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы билета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

На основании вопросов для подготовки к зачету и экзамену формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы обучающихся.

Каждый билет включает в себя контрольные задания (вопросы), ответы на которые определяют в совокупности сформированность компетенций, формируемых данной дисциплиной. Дисциплина *Конструкция и прочность вертолетов* формирует три компетенции, две из которых – в 5-м семестре, одну – в 6-м семестре.

В связи с этим в билет для зачета включены два вопроса, каждый из которых определяет сформированность одной из двух компетенций или ее части, формируемых в 5-м семестре. Получение оценки «незачтено» хотя бы по одному из вопросов билета говорит о несформированности соответствующей компетенции, что является недопустимым, поэтому в данном случае общая оценка за промежуточную аттестацию будет «незачет».

В билет для экзамена включены три вопроса из различных разделов дисциплины, каждый из которых определяет сформированность части компетенции, формируемой в 6-м семестре. Обучаемый должен иметь представление о всех разделах дисциплины, поэтому получение оценки «неудовлетворительно» хотя бы по одному из вопросов билета говорит о несформированности компетенции, что является недопустимым, поэтому в данном случае общая оценка за промежуточную аттестацию будет «неудовлетворительно».

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на зачет и экзамен.

Зачет и экзамен для обучающихся проводится устно. Накануне экзамена проводится консультация, где обучающийся может задать вопросы. На подготовку к ответу обучаемому на зачете выделяется время до 20-30 минут, на экзамене – до 30-40 минут.

Неявка обучающегося без уважительной причины на промежуточную аттестацию в день ее проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации: Учебник для вузов гражданской авиации / М.С. Воскобойник, П.Ф. Максютинский, К.Д. Миртов и др.; Под общ. ред. К.Д. Миртова, Ж.С. Черненко. – М.: Машиностроение, 1991. – 448 с.;

2. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. – М.: Машиностроение, 1976. – 368 с.;

3. Володко А.М. Основы аэродинамики и динамики полета вертолетов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1988. – 342 с.

4. Михеев Р.А. Прочность вертолетов: Учебник для авиационных специальностей втузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

5. Данилов В.А. Вертолет Ми-8: Устройство и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1988. – 278 с.

б) дополнительная литература:

6. Белайчук А.К., Воскобойник М.С., Лагосюк Г.С. и др. Сборник задач по конструкции и прочности самолетов и вертолетов. – М.: Транспорт, 1973. – 236 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

– электронная библиотека «Авиа-Медиа» на сервере МГТУ ГА \\uni044. Серия эталон. Руководства по технической эксплуатации по типам ВС;

– http://www.mstuca.ru – электронные ресурсы Университета – электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы;

– http://www.mintrans.ru – официальный сайт Минтранспорта РФ;

– http://akpla.ucoz.com – сайт кафедры АКПЛА.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины *Конструкция и прочность вертолетов* используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия, лабораторные работы и курсовой проект).

Подготовка к лекциям

Лекции проводятся в соответствии с расписанием. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от обучающегося требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая обучающемуся понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность обучающегося. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше

вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)

Подготовку к каждому практическому занятию (лабораторной работе) обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Выполнение курсового проекта

Тема: «Проект пассажирского (грузового) вертолета».

Выполнение курсового проекта является промежуточным этапом в изучении дисциплины *Конструкция и прочность вертолетов*.

Цель курсового проекта углубление и закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины *Конструкция и прочность вертолетов* и ряда других смежных дисциплин, а также приобретение опыта самостоятельного решения инженерных задач проектного, расчетно-графического и эксплуатационного характера.

Объектом исследования является вертолет нормальной или транспортной категории. Исходные данные для выполнения курсового проекта выдаются преподавателем обучающемуся лично.

При выполнении курсового проекта автор несет ответственность за правильность расчетов. Преподаватель, обеспечивающий руководство работой обучающегося, проводит консультации и осуществляет текущий контроль.

При оформлении курсового проекта необходимо соблюдать определенные требования, указанные в пособии по выполнению.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучаемого на предметные и именные указатели.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

В результате изучения дисциплины *Конструкция и прочность вертолетов* обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучаемого в учебном процессе.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При чтении лекций и на практических занятиях по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программных приложений Adobe Reader или Microsoft Power Point. При этом перечень информационных технологий включает:

– сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;

– обработка текстовой, графической и эмпирической информации;

– подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;

– самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;

– использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения лекций используется аудитория, оснащенная мультимедийной аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ и практических занятий используется специализированная лаборатория КПЛА, оснащенная оборудованием для проведения практических занятий и лабораторных работ:

– стапель для статических испытаний конструкций типа крыла вертолета;

– стапель для статических испытаний конструкций типа хвостовой балки фюзеляжа вертолета;

– стапель для статических испытаний прямого кессона крыла вертолета;

– стапель для статических испытаний стреловидного кессона крыла вертолета;

– нивелир высокоточный;

– кривомер Упадышева;

– учебный класс системы управления;

– проекционная компьютерная система;

– персональные компьютеры (2 шт.).

В процессе обучения используется библиотечный фонд, качественный и количественный состав которого соответствует нормативным требованиям и включает учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочные издания, периодические издания в электронной и бумажной формах.