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 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.22 Детали машин**
(*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	2		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	180 *часов*	5 *з.е.*	
Семестр	4		
Объём аудиторной нагрузки	62 *часа*		
Лекции	22 *часа*		
Практические занятия	24 *часа*		
Лабораторные работы	16 *часов*		
Курсовой проект	4 *семестр*		
Зачёт			
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	4 *семестр*		
Объём самостоятельной работы студента	118 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

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

Цель освоения дисциплины Детали машин:

активное закрепление, углубление и расширение знаний, полученных при изучении базовых дисциплин математического, естественно-научного и профессионального циклов; формирование на их базе новых знаний основ расчета и проектирования технических систем, умений и практических навыков конструирования деталей и узлов машин общего назначения.

Задачи дисциплины:

- изучить основные критерии работоспособности деталей и узлов машин и освоить методику их выбора и расчета;
- изучить методы проектировочных и проверочных расчетов деталей, узлов и механизмов общетехнического назначения по критериям прочности, жесткости, износостойкости и устойчивости;
- освоить типовые методы проектирования механических систем с учетом условий эксплуатации и принятых критериев работоспособности;
- освоить методы рационального конструирования деталей и механизмов с обоснованным назначением материалов, термической и механической обработки, упрочняющих технологий, качества обработки поверхностей, допусков размеров и допусков формы и расположения поверхностей, посадок, смазочных материалов, способов охлаждения и др.;
- получить навыки применения современных методов, информационных технологий и электронных баз данных при расчете и проектировании элементов технических систем;
– изучить и систематизировать элементную базу машиностроения (детали и узлы машин общего назначения);
- приобрести навыки оформления конструкторских документов с использованием стандартов и нормативных рекомендаций.

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

Результаты обучения*:*

знать:

методики поиска, сбора и обработки информации (УК-1.1.1);

уметь:

применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1.2.3);

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

Результаты обучения*:*

знать:

виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач (УК-2.1.1);

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

уметь:

проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения (УК-2.2.1);

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

общепрофессиональные:

ОПК-1 - Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов

ИД-2опк-1 - Применять законы физики для оценки значений параметров физических систем

Результаты обучения*:*

знать:

типовые конструкции деталей и узлов машин, их свойства и область применения (ОПК-1.1.31);

основные методы расчета конструкций деталей и узлов общего назначения (ОПК-1.1.32);

общие критерии работоспособности деталей машин (ОПК-1.1.33);

уметь:

применять знания физики, механики, сопротивления материалов, взаимозаменяемости, технологии материалов при проектировании деталей и узлов механизмов и машин (ОПК-1.2.21);

обосновывать оптимальные параметры конструкций с использованием расчетов на прочность и жесткость (ОПК-1.2.22);

владеть:

методикой расчета и конструирования узлов и деталей машин (ОПК-1.3.16).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Детали машин относится к учебным дисциплинам обязательной части 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.12 Физика; Б1.ОД.19 Инженерная и компьютерная графика; Б1.ОД.20 Теоретическая механика; Б1.ОД.21 Сопротивление материалов; Б1.ОД.25 Авиационное материаловедение, в частности:

знать:

- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел;
- основные положения и законы физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций;
- основные механические свойства и характеристики современных конструкционных материалов и способы их определения;
- систему стандартизации, условных обозначений и взаимозаменяемости конструкционных и других основных групп материалов;

уметь:

- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач;
- составлять механические модели типовых элементов конструкций;
- обоснованно выбирать рациональные геометрические и конструктивно – технологические параметры элементов авиационных конструкций с использованием расчетов на прочность, жесткость и устойчивость;
- разрабатывать эскизы деталей машин, изображений сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составлять спецификацию с использованием методов машинной графики;
- анализировать влияние характеристик конструкционных материалов на прочностную надежность авиационных конструкций;

владеть:

- навыками применения современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на прочность, жесткость, устойчивость, сопротивление усталости и живучесть в условиях сложного нагружения;
- навыками применения современных компьютерных технологий и конструкторского программного обеспечения для проектирования деталей, узлов и механизмов.

Дисциплины, для которых содержание данной учебной дисциплины, выступает опорой:

Б1.ОД.31 Динамика и прочность авиационных конструкций; Б1.ОД.32 Техническая диагностика авиационной техники; Б1.ВД.М.1.1 Конструкция и прочность самолетов; Б1.ВД.М.2.1 Конструкция и прочность вертолетов; Б1.ВД.М.1.3 Конструкция и прочность авиационных двигателей; Б1.ВД.М.2.3 Конструкция и прочность вертолетных ГТД.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _5__ зачетные единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1.	**РАЗДЕЛ 1. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**	4	**10**	**14**	**8**	**34**	
2.	Тема 1.1. Введение. Критерии работоспособности и расчета деталей и узлов		2			2	
3.	Тема 1.2. Резьбовые соединения. Типы резьб		2		4	6	Защита отчета по ЛР № 1
4.	Тема 1.3. Расчет на прочность стержня винта при различных случаях нагружения		2	4		8	
5.	Тема 1.4. Расчет групповых болтовых конструкций		2	4	4	10	
6.	Тема 1.5. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Шпоночные и шлицевые соединения. Соединения деталей посадками с натягом		2	6		8	
7.	**РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ**	4	**10**	**4**	**4**	**30**	
8.	Тема 2.1. Основы теории эвольвентного зубчатого зацепления		2		4	6	
9.	Тема 2.2. Цилиндрические прямозубые передачи		2	2		8	
10.	Тема 2.3. Цилиндрические косозубые передачи		2	2		8	
11.	Тема 2.4. Конические зубчатые передачи с прямыми и с круговыми зубьями		2			4	
12.	Тема 2.5. Червячные передачи		2			4	
13.	**РАЗДЕЛ 3. ВАЛЫ, ПОДШИПНИКИ**	4	**2**	**6**	**4**	**14**	
14.	Тема 3.1. Редукторные валы. Подшипники. Муфты		2	6	4	14	
15.	**ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**	4				**40**	Защита КП
16.	**Форма промежуточной аттестации - экзамен**						
17.	**ИТОГО:**		**22**	**24**	**16**	**118**	

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-1.1.1	УК-1.2.3	УК-2.1.1	УК-2.1.2	УК-2.2.1	УК-2.2.2	ОПК-1.1.31	ОПК-1.1.32	ОПК-1.1.33	ОПК-1.2.21	ОПК-1.2.22	ОПК-1.3.16	Σ общее количество компетенций
РАЗДЕЛ 1. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	**66**													
Тема 1.1. Введение. Критерии работоспособности и расчета деталей и узлов	4	+			+	+		+	+	+		+		3
Тема 1.2. Резьбовые соединения. Типы резьб	12	+	+	+	+	+	+	+					+	3
Тема 1.3. Расчет на прочность стержня винта при различных случаях нагружения	14	+	+	+		+			+	+		+	+	3
Тема 1.4. Расчет групповых болтовых конструкций	20	+	+	+		+			+				+	3
Тема 1.5. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Шпоночные и шлицевые соединения. Соединения деталей посадками с натягом	16	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	3
РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ	**48**													
Тема 2.1. Основы теории эвольвентного зубчатого зацепления	12	+												1
Тема 2.2. Цилиндрические прямозубые передачи	12	+	+	+		+	+	+	+		+		+	3
Тема 2.3. Цилиндрические косозубые передачи	12	+	+	+		+	+	+	+		+		+	3
Тема 2.4. Конические зубчатые передачи с прямыми и с круговыми зубьями	6	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	3
Тема 2.5. Червячные передачи	6	+	+	+		+	+	+	+		+		+	3
РАЗДЕЛ 3. ВАЛЫ, ПОДШИПНИКИ	**26**													
Тема 3.1. Редукторные валы. Подшипники. Муфты.	26	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	3
ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	**40**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	3
ИТОГО:	**180**													**3**

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Тема 1.1. Введение. Критерии работоспособности и расчета деталей и узлов

Лекция 1 (2 часа)

Цель, задачи и содержание дисциплины. Основные понятия и определения. Виды деталей. Главные критерии работоспособности деталей. Условия прочности. Механические характеристики конструкционных материалов. Литература: [1]

Самостоятельная работа студента (2 часа)

Проработка теоретического материала лекции 1. Литература: [1]

Тема 1.2. Резьбовые соединения. Типы резьб

Лекция 2 (2 часа)

Классификация резьб. Геометрические параметры. Типы крепежных деталей. Методы стопорения резьбовых соединений. Теория винтовой пары. Зависимость между моментом завинчивания гайки и осевой силой винта. Самоторможение и КПД винтовой пары. Распределение осевой нагрузки винта по виткам резьбы. Литература: [1]

Лабораторное занятие 1 (4 часа)

Экспериментальное изучение зависимости между моментом завинчивания гайки и осевой силой, возникающей в болте. Литература: [4]

Самостоятельная работа студента (6 часов)

Проработка теоретического материала лекции 2, изучение содержания ЛР 1.

Литература: [1; 4]

Тема 1.3. Расчет на прочность стержня винта при различных случаях нагружения

Лекция 3 (2 часа)

Расчет витков резьбы на прочность. Расчеты на прочность стержня винта (болта) при различных случаях нагружения: а) на винт действует только внешняя растягивающая нагрузка; б) болт нагружен только предварительной затяжкой; в) болтовое соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке; д) болт нагружен предварительной затяжкой и внешней осевой силой. Условие нераскрытия стыка деталей. Прочность болта при статических и переменных нагрузках. Литература: [1]

Практическое занятие 1, 2 (4 часа)

Расчеты на прочность стержня винта (болта) при условии, что: а) стержень винта нагружен только осевой силой; б) стержень винта нагружен предварительной затяжкой и внешней осевой силой. Литература: [1; 3]

Самостоятельная работа студента (8 часов)

Проработка теоретического материала лекции 3, подготовка к ПЗ 1, 2 - разбор типовых решений задачи. Литература: [1; 3]

Тема 1.4. Расчет групповых болтовых конструкций

Лекция 4 (2 часа)

Расчет соединений, включающих группу болтов, для случаев, когда: а) внешняя нагрузка действует в плоскости стыка деталей; б) внешняя нагрузка раскрывает стык деталей.

Литература: [1]

Практическое занятие 3, 4 (4 часа)

Расчет соединений, включающих группу болтов, при условии, что: а) соединение нагружено в плоскости стыка деталей; б) соединения нагружены перпендикулярно стыку деталей. Литература: [1; 3]

Лабораторное занятие 2 (4 часа)

Экспериментальное изучение распределения нагрузок между болтами в групповом соединении при условии, что внешняя нагрузка действует перпендикулярно стыку деталей.

Литература: [1; 4]

Самостоятельная работа студента (10 часов)

Проработка теоретического материала лекции 4, подготовка к ПЗ 3, 4 - разбор типовых решений задачи, подготовка к ЛЗ 2. Литература: [1; 3; 4]

Тема 1.5. Заклепочные соединения. Сварные соединения

Лекция 5 (2 часа)

Заклепочные соединения. Основные сведения о конструкции и технологии. Области применения. Расчет на прочность элементов заклепочного шва. Материалы заклепок и допускаемые напряжения.

Сварные соединения. Расчеты на прочность для различных конструктивных схем исполнения соединений. Допускаемые напряжения.

Шпоночные соединения клиновыми, призматическими, сегментными, цилиндрическими шпонками. Расчеты на прочность. Оценка соединений и их применение.

Шлицевые соединения. Конструкция и классификация. Расчет на прочность.

Соединения деталей посадками с натягом (прессовые посадки**).** Общие сведения.

Литература: [1]

Практическое занятие 5 (2 часа)

Расчет заклепочных соединений. Расчет сварных соединений при условии, что: а) равнодействующая внешних сил проходит через центр стыка; б) равнодействующая внешних сил не проходит через центр стыка.

Практическое занятие 6 (2 часа)

Расчет шпоночных и шлицевых соединений. Литература: [1; 3]

Практическое занятие 7 (2 часа)

Расчет соединений деталей с гарантированным натягом. Определение расчетного давления в соединении для различных случаев нагружения. Определение расчетного натяга. Назначение посадки, обеспечивающей требуемый натяг. Проверка прочности деталей соединения. Литература: [1; 3]

Самостоятельная работа студента (8 часов)

Проработка теоретического материала лекции 5, подготовка к ПЗ 5, 6, 7 - разбор типовых решений задачи. Литература: [1; 3]

РАЗДЕЛ. 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

Тема 2.1. Основы теории эвольвентного зубчатого зацепления

Лекция 6 (2 часа)

Эвольвента окружности и ее свойства. Эвольвентное зацепление. Основные геометрические параметры. Линия зацепления. Дуга зацепления. Коэффициент перекрытия. Явление подрезания зубьев. Корригирование зубчатых колес. Скольжения и трение в зацеплении. Влияние числа зубьев на форму зубьев и их прочность.

Литература: [1]

Лабораторное занятие 3 (4 часа)

Построение зубьев эвольвентного профиля методом обкатки. Литература: [5]

Самостоятельная работа студента (6 часов)

Проработка теоретического материала лекции 6, изучение содержания ЛЗ 3.

Литература: [1; 5]

Тема 2.2. Цилиндрические прямозубые передачи

Лекция 7 (2 часа)

Силы в зацеплении. Критерии работоспособности и расчета. Условия работы зуба в зацеплении. Контактные напряжения и контактная прочность. Расчет передачи на

контактную выносливость. Неравномерность нагрузки вдоль линии контакта зубьев. Дополнительная динамическая нагрузка в зацеплении. Определение допускаемых контактных напряжений. Расчет передачи на выносливость зубьев при изгибе. Определение модуля зацепления. Коэффициент формы зуба. Определение допускаемых напряжений и термообработка зубчатых колес. Литература: [1]

Практическое занятие 8 (2 часа)

Кинематический и силовой расчет редуктора по теме курсового проектирования. Передаточное число. КПД. Проектировочный расчет тихоходной ступени редуктора на контактную выносливость. Литература: [1; 6]

Самостоятельная работа студента (8 часов)

Проработка теоретического материала лекции 7; подготовка к ПЗ 8 – выполнение соответствующего раздела учебно-методического пособия по курсовому проектированию. Литература: [1; 6]

Тема 2.3. Цилиндрические косозубые передачи

Лекция 8 (2 часа)

Геометрические особенности. Параметры эквивалентного колеса. Многопарность и плавность зацепления. Силы в зацеплении. Особенности расчетов на контактную и изгибную выносливость. Литература: [1]

Практическое занятие 9 (2 часа)

Назначение модуля тихоходной ступени редуктора и проверочный расчет тихоходной ступени на выносливость при изгибе. Литература: [конспект; 6]

Самостоятельная работа студента (8 часов)

Проработка теоретического материала лекции № 8; подготовка к ПЗ 9 – выполнение соответствующего раздела учебно-методического пособия по курсовому проектированию. Литература: [1; 6]

Тема 2.4. Конические зубчатые передачи с прямыми и с круговыми зубьями

Лекция 9 (2 часа)

Передачи с прямыми зубьями. Общие сведения и характеристика. Силы в зацеплении. Параметры эквивалентного колеса. Особенности расчетов на контактную и изгибную прочность. Геометрические особенности конических передач с круговыми зубьями. Литература: [1]

Самостоятельная работа студента (4 часа)

Проработка теоретического материала лекции 9. Литература: [1]

Тема 2.5. Червячные передачи

Лекция 10 (2 часа)

Краткие сведения о геометрии и способах изготовления. Передаточное число. Скольжение в зацеплении. КПД. Силы в зацеплении. Оценка и применение. Основные критерии работоспособности и расчета. Расчеты на прочность по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Материалы и допускаемые напряжения. Тепловой расчет, охлаждение, смазка. Литература: [1]

Самостоятельная работа студента (4 часа)

Проработка теоретического материала лекции 10. Литература: [1]

РАЗДЕЛ 3. ВАЛЫ, ПОДШИПНИКИ

Тема 3.1. Редукторные валы

Лекция 11 (2 часа)

Составление расчетной схемы и определение расчетных нагрузок. Проектировочный расчет. Проверочный расчет на выносливость с учетом концентраторов напряжений, масштабного фактора и качества поверхности. Коэффициент запаса прочности. Расчет вала на жесткость. Расчет вала на колебания.

Подшипники скольжения. Подшипники качения. Общие сведения и классификация. Условия работы подшипника, влияющие на его работоспособность. Распределение нагрузки между телами качения. Контактные напряжения в деталях подшипника. Кривая контактной выносливости подшипника. Динамическая грузоподъемность. Статическая грузоподъемность. Эквивалентная динамическая нагрузка. Практический расчет подшипников качения. Литература: [1]

Практическое занятие 10 (2 часа)

Проектировочный расчет валов редуктора и эскизная разработка их конструкции.

Практическое занятие 11 (2 часа)

Проверочный расчет на выносливость для тихоходного вала редуктора.

Практическое занятие 12 (2 часа)

Расчет долговечности подшипников качения тихоходного вала редуктора.

Литература: [1; 3; 6]

Лабораторное занятие 4 (4 часа)

Изучение конструкций опор валов с использованием подшипников качения и экспериментальное определение механических потерь в подшипниковом узле. Литература: [4]

Самостоятельная работа студента (14 часов)

Проработка теоретического материала лекции 11, подготовка к ПЗ 10, 11, 12 – выполнение соответствующих разделов учебно-методического пособия по курсовому проектированию, изучение содержания ЛЗ 4. Самостоятельное изучение темы «Муфты».

Литература: [1; 3; 4; 6]

Самостоятельная работа студента (40 часов)

Выполнение курсового проекта «Проектирование двухступенчатого механического редуктора». Литература: [2; 6; 7; 8; 9]

ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Объектом курсового проектирования являются механические передачи в виде двухступенчатых редукторов, содержащих цилиндрические (прямозубые и косозубые), конические (прямозубые и с круговыми зубьями) и червячные передачи.

Курсовой проект состоит из расчетной части в виде пояснительной записки объемом около 30 листов формата А4 и графической, состоящей из сборочного чертежа редуктора в масштабе 1:1 на листе формата А1 как минимум в двух проекциях и двух рабочих чертежей типовых деталей редуктора (зубчатого колеса и вала), выполненных на листах формата А3.

Качество выполнения курсового проекта и уровень знаний обучающихся оцениваются двумя преподавателями кафедры при защите проекта.

Литература: [2; 6; 7; 8; 9]

Этапы курсового проектирования

1. Расчетная часть - Пояснительная записка
   1.1. Кинематический и силовой расчет редуктора
   1.2. Расчет зубчатых передач
   1.3. Проверочный расчет тихоходного вала редуктора
   1.4. Определение долговечности подшипников
   1.5. Назначение посадок деталей редуктора
   1.6. Расчет шпоночных и шлицевых соединений
   1.7. Оформление
2. Графическая часть
   2.1. Эскизная разработка чертежа редуктора
   2.2. Выполнение рабочего чертежа редуктора
   2.3. Выполнение рабочих чертежей деталей
3. Посещение консультаций
4. Защита курсового проекта

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине Детали машин способствует более глубокому усвоению курса, формирует навыки исследовательской работы по техническим проблемам, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике, и проводится в следующих видах:

– проработка лекционного материала;
– подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
– подготовка к практическим занятиям;
– выполнение курсового проекта;
– подготовка к экзамену.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса обеспечена необходимой учебной, технической и справочной литературой, учебно-методическими пособиями, атласами конструкций, список которых приведен ниже.

- Иванов М.Н., Финогенов В.А. «Детали машин». М.: Высшая школа, 2013.
- Рощин Г.И., Самойлов Е.А. «Детали машин и основы конструирования» Изд-во: Дрофа, 2006.
- Дунаев П.Ф., Леликов О.П. «Конструирование узлов и деталей машин». М.: Высшая школа, 2008 .
- Ряховский О.А «Атлас конструкций узлов и деталей машин». М.: МГТУ им. Баумана, 2005.
- Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» - М.: Машиностроение, 2001.
- Луканин С.Н., Хромых Т.Н. Детали машин. Учебно-методическое пособие по проведению практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01 и специальности 25.05.05. -2019.
- Машо шин О.Ф., Бородин Н.А., Луканин С.Н. Пособие по выполнению лабораторных работ. – 2010.
- Луканин С.Н., Машошин О.Ф. «Детали машин. Пособие по выполнению курсового проекта» - 2013.
- Образцы выполнения курсовых проектов на стендах кафедры.
- Основные вопросы для самоподготовки студентов к защите курсового проекта на стенде кафедры.
- Наглядные пособия и плакаты в лаборатории «Детали машин».

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАИМОСТИ 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**
Защита отчета по ЛР № 1 «Экспериментальное изучение зависимости между моментом завинчивания гайки и осевой силой, возникающей в болте»	- Назовите основные геометрические параметры метрической резьбы - Почему именно метрическая резьба используется в качестве крепежной? - Что называется приведенным коэффициентом трения в резьбе? - Как теоретически определяется допускаемый момент завинчивания? - Как сила затяжки винта связана с моментом завинчивания гайки?	Критерий оценивания сформированности компетенций у обучающихся по итогам выполнения лабораторных работ: «Защищено» ставится обучающемуся при выполнении ЛР, если он: • владеет теоретическими знаниями по теме лабораторной работы; • в полном объеме выполнил экспериментальную часть работы; • проведена расчетная часть по итогам проведения эксперимента; • даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.
Защита курсового проекта «Проектирование двухступенчатого механического редуктора»	- Какой механизм называется редуктором? - Что называют передаточным числом редуктора? - Почему и как твердость материалов зубчатых колес влияет на размеры редуктора? - Какие силы действуют в зацеплении зубчатых колес? - Какие материалы применяются для изготовления зубчатых колес?	Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • курсовой проект выполнен в полном объеме и в строгом соответствии с требованиями методических указаний по Курсовому проектированию; • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все вопросы членов комиссии; • приняты правильные и обоснованные решения по конструктивной компоновке редуктора; • графическая часть проекта и пояснительная записка выполнены в строгом соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ. Оценка «**хорошо**» выставляется при следующих условиях:

	- Причины выхода из строя зубьев зубчатых колес. - Достоинства и недостатки различных механических передач. - Перечислите конструктивные параметры, влияющие на выносливость вала. - Чем объясняется выбор вида подшипников в качестве опор для валов редуктора?	• курсовой проект выполнен в полном объеме и в основном в соответствии с требованиями методических указаний по Курсовому проектированию; • даны достаточно исчерпывающие и обоснованные ответы на основные вопросы членов комиссии; • приняты в основном правильные и обоснованные решения по конструктивной компоновке редуктора. Имеются отдельные ошибки и неточности, не влияющие на основное содержание проекта; • графическая часть проекта и пояснительная записка выполнены в целом в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ, имеются отдельные неточности и отклонения от требований указанных документов. Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях: • курсовой проект выполнен недостаточно качественно, но в основном соответствует требованиям методических указаний по Курсовому проектированию; • даны ответы на основные вопросы членов комиссии по содержанию и порядку выполнения проекта; • приняты в основном правильные, но недостаточно обоснованные решения по конструктивной компоновке редуктора. Имеются отдельные ошибки и неточности, не влияющие на основное содержание проекта; • графическая часть проекта и пояснительная записка выполнены в целом в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ, имеются отдельные ошибки, неточности и отклонения от требований указанных документов. Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

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

Текущий контроль знаний обучающихся по дисциплине Детали машин включает защиту лабораторной работы №1 и курсового проекта.

Защита отчета по лабораторной работе осуществляется, как правило, в конце занятия.

Курсовой проект выполняется в строгом соответствии с заданием на курсовой проект. Ошибки, отмеченные преподавателем для устранения, необходимо исправить до назначенного дня защиты курсового проекта. Качество выполнения курсового проекта и уровень знаний обучающихся оцениваются двумя преподавателями кафедры при защите проекта.

Результаты текущего контроля заносятся преподавателем в журнал успеваемости. Обучающиеся, не выполнившие лабораторные работы и не защитившие курсовой проект, к промежуточной аттестации не допускаются.

Выполнение заданий на лабораторных и практических занятиях, выполнение и защита курсового проекта являются необходимым для формирования ряда навыков и умений практически всех компетенций данной дисциплины.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине Детали машин

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в виде экзамена.

Знания, умения и навыки обучающихся на экзамене определяются оценками: **«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».**

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1 - *Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач* - Основные понятия и определения дисциплины. - Справедливо ли утверждение: «Если условие прочности выполняется, то выполняется и условие жесткости детали?» Аргументированно объяснить. - Почему прямоугольная и трапецеидальная резьбы используются как ходовые резьбы в винтовых механизмах, а метрическая – как крепежная? Почему не наоборот?	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ***УК-1*** используется 4-х балльная система, при которой оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • в полном объеме представлены умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход и анализ полученных результатов при решении поставленной задачи. Оценка «**хорошо**» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;

- Зачем в технике применяют цилиндрические шевронные передачи? Почему в шевронной передаче максимальный разрешенный угол наклона зубьев 40° намного превышает максимальное значение угла наклона зубьев 20° в обычной косозубой передаче? - Дайте сравнительную оценку конических передач с прямыми и с криволинейными зубьями. Можно ли по чертежу конической передачи, не содержащему никаких технических характеристик, определить передаточное число? Проиллюстрируйте свой ответ рисунком.	• представлено умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход в решении задачи, но не в полной мере проведен анализ полученных результатов при решении поставленной задачи. Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • показаны недостаточные знания основной литературы; • не в полной мере продемонстрировано умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход при решении поставленной задачи, но не проведен анализ полученных результатов. Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».
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* - Главные критерии работоспособности деталей. - Как срок службы зубчатой передачи влияет на величину допускаемого контактного напряжения? - Допускаемое контактное напряжение для зубчатой передачи. Как обозначается? Как определяется? На какие размеры передачи и как влияет? Пути увеличения допускаемого контактного напряжения? Можно ли утверждать, что допускаемые контактные напряжения для шпонки и для колеса должны быть равными? - На валу редуктора решено установить шариковые радиально-упорные	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ***УК-2*** используется 4-х балльная система, при которой оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • показано умение грамотно определять круг задач в рамках поставленной цели, и выбирать способы их решения исходя из имеющихся ресурсов и ограничений; • правильно применены методы оценки разных способов решения задач и проведен подробный анализ альтернативных вариантов для достижения оптимальных результатов. Оценка «**хорошо»** выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • показано умение определять круг задач в рамках поставленной цели, и выбирать способы их решения исходя из имеющихся ресурсов и ограничений; • применены методы оценки разных способов решения задач без проведения подробного анализа альтернативных вариантов для достижения оптимальных результатов.

подшипники. По каким соображениям сделан этот выбор? Какие параметры надо учесть при определении ресурса выбранных подшипников? - Очевидно, что контактные напряжения на зубе шестерни и на зубе колеса равны. Следует ли из этого, что срок службы (ресурс в часах) зубьев одинаков? - Почему при проектировочных расчетах на прочность ограничивают максимальные значения коэффициента запаса прочности? Объяснения дополните примером.	Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • показаны недостаточные знания основной литературы; • показано умение определять круг задач в рамках поставленной цели, но выбор способов их решения исходя из имеющихся ресурсов и ограничений вызвал затруднения; • способ решения задачи продемонстрирован с отдельными ошибками и без должного анализа альтернативных вариантов для достижения оптимальных результатов. Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».
ОПК-1 *- Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов* - Резьбовые соединения. Виды резьб. Основные геометрические параметры. Области применения различных резьб в технике. - Шпоночные соединения. Назначения. Основные виды шпонок. Сравнительная характеристика. Критерии работоспособности и расчета. - Шлицевые соединения. Назначение. Типы соединений. Способы центрирования. Сравнительная оценка и применение шлицевых соединений. Критерии расчета. - Прессовые соединения. Что называют натягом в соединении? От чего зависит нагрузочная способность прессового соединения? Влияние микронеровностей поверхностей на натяг. Как	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции **ОПК-1** используется 4-х балльная система, при которой оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • представлены разносторонние знания типовых конструкций деталей и узлов машин, их свойств и области применения, основных методик расчета конструкций при проектировании и обслуживании деталей и узлов механизмов воздушных судов. • правильно решена задача и проведена оценка выбора оптимальных параметров конструкций с использованием расчетов на прочность и жесткость. Оценка «**хорошо»** выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • представлены знания типовых конструкций деталей и узлов машин, их свойств и области применения, основных методик расчета конструкций при проектировании и обслуживании деталей и узлов механизмов воздушных судов; • задача решена с небольшими недочетами, проведено обоснование выбора оптимальных параметров конструкций с использованием расчетов на прочность и жесткость. Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях:

определяется давление в посадке для передачи внешней нагрузки? Методы снижения концентрации напряжений в посадке. - Редуктор. Назначение редуктора. Передаточное число. Коэффициент полезного действия. Связь между мощностями, частотами вращения и крутящими моментами на входном и выходном валах редуктора. - Типовые задачи на экзамене: расчет на прочность конструкций болтовых, сварных, шпоночных, заклепочных соединений, соединений с натягом при различных видах нагружения.	• даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • показаны недостаточные знания основной литературы; • представлены поверхностные знания типовых конструкций деталей и узлов машин, их свойств и области применения, основных методик расчета конструкций при проектировании деталей и узлов механизмов и машин; • в решении задачи допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа, не в полной мере проведено обоснование выбора оптимальных параметров конструкций с использованием расчетов на прочность и жесткость. Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

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

Обучающийся может быть допущен к сдаче экзамена по дисциплине, если он в результате текущего контроля в течение семестра по данной дисциплине защитил отчет по лабораторной работе и защитил курсовой проект.

На основании вопросов для подготовки к экзамену формируются экзаменационные билеты в количестве на 25-30% более списочного состава экзаменуемой группы студентов.

Экзамен для студентов проводится устно. На подготовку к ответу, обучающемуся выделяется время до 40-50 минут.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций обучающегося при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и практике, полученных умений и навыков. При выставлении экзаменационной оценки учитывается уровень методической подготовленности студента, а также аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы экзаменационного билета. В экзаменационный билет входят три теоретических вопроса и задача. Решение задачи является необходимым условием получения положительной оценки на экзамене, так как умение решать задачу является показателем овладения учащимися всеми знаниями, умениями и навыками, необходимым для формирования данных компетенций. Каждая компетенция, формируемая в процессе изучения дисциплины, должна быть оценена отдельно, с выставлением оценки. Первый вопрос билета оценивает компетенцию УК-1, второй вопрос – компетенцию УК-2, третий вопрос и задача – компетенцию ОПК-1. В экзаменационную ведомость заносится оценка, полученная по среднему результату оценок по каждой компетенции: «отлично» – средняя оценка $> 4,7$; «хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,7$; «удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций. При получении неудовлетворительной оценки по одному из вопросов, итоговая оценка по дисциплине может быть только «неудовлетворительно».

Неявка студента без уважительной причины на экзамен в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

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

а) основная литература:

1. Иванов М.Н., Финогенов В.А. «Детали машин». М.: Высшая школа, 2013.

б) дополнительная литература:

2. Рощин Г.И., Самойлов Е.А. «Детали машин и основы конструирования» Изд-во: Дрофа, 2006.

3. Луканин С.Н., Хромых Т.Н. Детали машин. Учебно-методическое пособие по проведению практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01 и специальности 25.05.05. Изд-во : Воронеж.: ООО «МИР», 2019.

4. Машошин О.Ф., Бородин Н.А., Луканин С.Н. Пособие по выполнению лабораторных работ. – 2010.

5. Сазонова З.А. ТММ. Пособие по выполнению лабораторных работ. – 2009.

6. Луканин С.Н., Машошин О.Ф. «Детали машин. Пособие по выполнению курсового проекта» - 2013.

7. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. «Конструирование узлов и деталей машин». М.: Высшая школа, 2008. - 420 с.

8. Ряховский О.А «Атлас конструкций узлов и деталей машин». М.: МГТУ им. Баумана, 2005.

9. Анурьев, В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» - М.: Машиностроение, 2001 – 720 с. (т 1), - 560 с. (т 2-3).

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

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

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

– электронные ресурсы ЭБС iqlib.ru;

- www.edu.ru- федеральный портал российского образования;

- www.mstuca-tmiig.my1.ru – официальный сайт кафедры ТМ и ИГ – электронные версии лекций, учебных пособий, бланков и методических указаний

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине Детали машин проводится в соответствии с учебной программой и учебным планом и состоит из:

– лекций;

– практических занятий;

– лабораторных занятий;

– курсового проекта;

– экзамена.

На лекциях раскрываются основные вопросы рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее важные, сложные и проблемные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты обучающимися во внимание. На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Для лучшего освоения материала и систематизации

знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

На практических и лабораторных занятиях контролируется степень усвоения студентами основных теоретических положений. Рассматриваются основные алгоритмы и методы применения теоретических знаний при решениях типовых задач и проведении экспериментальных опытов.

При подготовке к практическим занятиям студенты должны повторить вначале теоретический материал по новой теме занятия. Затем просмотреть объяснения по выполнению практических заданий, сделанные преподавателем на предыдущем практическом занятии, разобраться с примерами, приведенными лектором по этой же теме.

При подготовке к лабораторным работам обучающийся должен просмотреть теоретический материал к предстоящему занятию, с тем, чтобы применить эти знания к выполнению лабораторных работ. Лабораторная работа считается выполненной после ее защиты.

При выполнении курсового проекта обучающийся должен руководствоваться учебно-методическим пособием по выполнению курсового проекта. КП состоит из расчетной части, представленной в виде пояснительной записки, сборочного чертежа редуктора на листе формата А1 в масштабе 1:1 в двух проекциях, рабочего чертежа тихоходного вала и рабочего чертежа зубчатого (или червячного) колеса тихоходной ступени.

Если некоторые задания или теоретические вопросы вызвали затруднения, нужно обратиться за помощью к преподавателю на очередной консультации.

Прием экзамена проводится традиционным методом, оценивание знаний и умений происходит по «4-х балльной» системе. Экзамен принимается в устной форме по билетам, содержащим теоретические вопросы и практическую задачу. Решение задачи должно быть подробно изложено с пояснительным рисунком и представлено в письменном виде для оценки результатов.

Для лучшего усвоения дисциплины студенты должны:

– постоянно и систематически с использованием рекомендованной литературы и электронных источников информации закреплять знания, полученные на лекциях;

– находить решения проблемных вопросов, поставленных преподавателем в ходе лекций и практических занятий;

– регулярно и своевременно изучать материал, выданный преподавателем на самостоятельную проработку;

– находить, используя разные источники информации, ответы на теоретические и практические контрольные вопросы по темам дисциплины.

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

При чтении лекций, выполнении курсового проекта, на практических занятиях по всем темам дисциплины используется компьютерная техника с программными приложениями Adobe Reader, Microsoft Point, операционные системы семейства Windows, система автоматизированного проектирования «Компас 3D».

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработка текстовой и графической информации;

- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных библиотек и справочных систем;

- применение системы автоматизированного проектирования для выполнения графической части курсового проекта;

- 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 обеспечения образовательного процесса по дисциплине Детали машин при проведении практических занятий и лабораторных работ на кафедре имеется специализированная лаборатория «Детали машин», в оснащении которой имеются:

- измерители деформации цифровые ИДЦ1;
- оборудование для проведения лабораторных работ;
- иллюстрационные учебные плакаты по всем разделам курса;
- комплекты типовых деталей и узлов общетехнического назначения;
- макеты редукторов с необходимыми для наглядности разрезами, позволяющими практиковать процессы разборки, сборки и необходимые регулировки.