



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

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
Мехатроника и робототехника


_____ Н.Т. Морозова
(подпись)

«15» декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента
автоматики и робототехники


_____ В.Ф. Филаретов
(подпись)

«15» декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль «Мехатроника и робототехника»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
в том числе с использованием МАО лек. 8 /пр. 8
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
в том числе с использованием МАО 16 час.
самостоятельная работа 90 час.
курсовая работа 3 семестр
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента автоматике и робототехники, протокол № 3 от «15» декабря 2021 г.

Директор департамента Змеу К.В.

Составитель : старший преподаватель Жигалкина С.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Курс «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» предназначен для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» профиль «Мехатроника и робототехника». Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (90 часов), курсовая работа. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать навыками работы с технической литературой, необходимы в первую очередь знания по математике, физике, инженерной графике и знания компьютера. Дисциплинами, обеспечивающими курс являются: физика; математика; инженерная графика.

Цели изучения дисциплины «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование»:

- изучение общих вопросов конструирования, теории, расчётов деталей и узлов робототехнического применения, которые широко используются в производстве роботов;
- приобретение навыков разработки с использованием информационных технологий и прикладных программ для расчета узлов и агрегатов, конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых средств механизации и автоматизации.

Задачи:

- изучение основополагающих принципов учения и прочности деталей машин и механизмов;
- рассмотрение основных типов механических передач и приводов;
- ознакомление с основными методами расчета валов на прочность и жесткость;
- рассмотрение вопросов подбора подшипников по динамической и статической грузоподъемности;
- получение навыков работы с основными измерительными инструментами и испытательными машинами;
- выработка умения самостоятельного решения задач, связанных с контактной прочностью деталей.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Профессиональные навыки	ПК-3 Способен анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1 Знает принципы работы и технические характеристики модулей мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.2 Умеет анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.3 Владеет методами анализа существующих мехатронных и робототехнических систем, используемых для решения аналогичных задач.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «Лекция-визуализация», «Практика-разминка».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Общие вопросы расчета и проектирования деталей мехатронных модулей, узлов и механизмов (2 час.)

Тема 1. Требования к деталям мехатронных модулей, классификация, базовый расчет (2 час.)

Общие сведения о деталях мехатронных модулей. Требования к деталям мехатронных модулей. Работоспособность и надежность роботов. Проектирование и расчет типовых изделий.

Раздел 2. Соединение деталей и узлов мехатронных модулей (8 час.)

Тема 1. Неразъемные соединения (4 час.)

Заклепочные соединения и их классификация. Материалы для изготовления заклепок. Расчет на прочность заклепочных соединений. Сварные соединения. Достоинства, недостатки сварных соединений. Типы швов. Расчет сварных соединений. Паяные соединения. Достоинства и недостатки паяных соединений. Типы припоев. Расчет паяных соединений. Клеевые соединения. Типы клеев, область применения.

Тема 2. Разъемные соединения (4 час.)

Резьбовые соединения. Достоинства и недостатки резьбовых соединений. Типы резьб. Силы в резьбовом соединении. Стопорение резьбовых соединений. Прочностной расчет резьбовых соединений. Шпоночные соединения. Достоинства и недостатки шпоночных соединений. Прочностной расчет шпоночного соединения. Шлицевые соединения. Расчет шлицевых соединений.

Раздел 3. Механические передачи (12 час.)

Тема 1. Классификация передач. Ременные и цепные передачи (6 час.)

Классификация ременных передач. Силовые соотношения в ременной передаче. Кинематика ременной передачи. Особенности конструкции, работы и расчета клиноременных и поликлиноременных передач. Цепные передачи, их классификация и конструктивные особенности. Достоинства и недостатки цепных передач. Основные геометрические соотношения в цепной передаче. Кинематика цепной передачи. Динамика и расчет цепной передачи.

Тема 2. Зубчатые и червячные передачи (6 час.)

Общие сведения о зубчатых передачах. Достоинства и недостатки зубчатых передач. Классификация зубчатых передач. Конструктивные (геометрические) параметры цилиндрических зубчатых передач. Передачи с эвольвентным зацеплением. Основные параметры эвольвентных конических зубчатых передач. Определение и классификация червячных передач. Геометрия, кинематика и динамика червячных передач. Материалы и изготовление червячных передач. Критерии работоспособности и допускаемые напряжения в червячных передачах. Прочностной и тепловой расчеты червячных передач.

Раздел 4. Поддерживающие и несущие детали мехатронных модулей и роботов (14 час.)

Тема 1. Валы и оси (4 час.)

Классификация валов и осей. Конструктивные элементы валов. Материалы для изготовления валов и осей, термическая и механическая обработка. Проектный и проверочный расчеты валов и осей. Жесткость валов. Уточненный расчет валов. Расчет валов на колебания.

Тема 2. Подшипники скольжения и подшипники качения (4 час.)

Классификация подшипников. Достоинства и недостатки подшипников скольжения. Виды трения и применяемые смазки в подшипниках скольжения (гидростатическая и гидродинамическая). Проектный расчет и выбор подшипников. Общие сведения, условия работы и критерии работоспособности подшипников качения. Достоинства и недостатки подшипников качения. Классификация подшипников качения. Материалы

для изготовления элементов подшипников качения. Подбор, посадки, крепление и смазка подшипников качения. Критерии работоспособности.

Тема 3. Корпуса, смазка, уплотнения (4 час.)

Корпуса агрегатов и корпусные детали. Классификация корпусных деталей. Материалы корпусных деталей. Требования к литым деталям. Основные критерии работоспособности. Виды смазывания. Уплотняющие устройства и классификация уплотнений. Сальниковые, манжетные, бесконтактные уплотнения.

Тема 4. Муфты (2 час.)

Классификация муфт. Муфты постоянного соединения. Методика подбора стандартных муфт. Муфты сцепные. Муфты автоматические.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

Занятие 1. Расчет заклепочных соединений (2 час.)

1. Знакомство с методикой расчета плотных и прочноплотных заклепочных соединений. Разбор примера решения задачи по расчету плотных заклепочных швов.

2. Решение задачи по расчету прочноплотных заклепочных швов самостоятельно по индивидуальному варианту.

Занятие 2. Расчет сварных соединений (2 час.)

1. Ознакомление с методикой решения задач по расчету сварных соединений.

2. Решение задач по расчету фланговых и лобовых швов самостоятельно по индивидуальному варианту.

Занятие 3. Расчет резьбовых соединений (2 час.)

1. Ознакомление с методикой решения задач по расчету резьбовых соединений.

2. Решение задач по расчету болтовых соединений с установкой болтов с зазором и без зазора самостоятельно по индивидуальному варианту.

Занятие 4. Расчет шпоночных соединений (2 час.)

1. Ознакомление с методикой решения задач по расчету резьбовых шпоночных, штифтовых и шлицевых соединений.

2. Решение задач по расчету призматических шпонок самостоятельно по индивидуальному варианту.

Занятие 5, 6. Расчет ременных передач (4 час.)

1. Решение задачи по расчету ременной передачи с применением стандартной методики по варианту курсовой работы.

Занятие 7, 8. Расчет цепных передач (4 час.)

1. Решение задачи по расчету цепной передачи с применением стандартной методики по варианту курсовой работы.

Занятие 9, 10. Проектный и уточненный расчет валов (4 час.)

1. Ознакомление с методикой проектного и проверочного расчетов вала.
2. Рекомендации к оформлению рабочего чертежа вала.

Занятие 11, 12, 13 Расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач (6 час.)

1. Последовательность расчета цилиндрических зубчатых колес.
2. Решение задачи по расчету цилиндрической передачи самостоятельно.

Занятие 14, 15, 16, 17 Расчет конических передач (8 час.)

1. Последовательность расчета конических зубчатых колес.
2. Решение задачи по расчету конической передачи самостоятельно.

Занятие 18, 19, 20 Расчет червячных передач (6 час.)

1. Последовательность расчета червячной передачи.
2. Решение задачи по расчету червячной передачи.

Занятие 21, 22, 23 Расчет корпусных деталей (6 час.)

1. Конструирование элементов корпуса редуктора.

Занятие 24, 25, 26, 27 Вычерчивание сборочного чертежа редуктора (8 час.)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Название дисциплины» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Общие вопросы расчета и проектирования деталей мехатронных модулей, узлов и механизмов	ПК-3	знает общие сведения о деталях мехатронных модулей и истории развития их конструкций; порядок проектирования роботов; основные критерии оценки работоспособности деталей и роботов в целом	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 1, 2, 3
			Умеет анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	Собеседование УО-1, ПР-1, КР- ПР-5	Зачет вопросы 2, 3
			Владеет умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации роботов, формулировать требования, предъявляемые к деталям и мехатронным модулям	Собеседование УО-1, ПР-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 2
2	Раздел 2. Соединение деталей и узлов мехатронных модулей	ПК-3	знает общие сведения о деталях мехатронных модулей и истории развития их конструкций; порядок проектирования роботов; основные критерии оценки работоспособности деталей и роботов в целом	Собеседование УО-1, ПР-11	Зачет вопросы 4-26 Задание 1, 2, 3, 4
			Умеет анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 4-26
			Владеет умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации роботов, формулировать требования,	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 4-26

			предъявляемые к деталям и мехатронным модулям		
3	Раздел 3. Механические передачи	ПК-3	знает основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	Собеседование УО-1, КР- ПР-5	Зачет вопросы 4-26 Задание 5, 6, 8, 9, 10
			Умеет выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 24, 26 Задание 5, 6, 8, 9, 10
			Владеет методами расчета деталей мехатронных модулей; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 16-23 Задание 5, 6, 8, 9, 10
4	Раздел 4. Поддерживающие и несущие детали мехатронных модулей и роботов	ПК-3	знает основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 4-26 Задание 7, 11
			Умеет выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	Собеседование УО-1, КР- ПР-5	Зачет вопросы 4-26 Задание 7, 11
			Владеет методами расчета деталей мехатронных модулей; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 16-23 Задание 7, 11

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Гулиа, Н.В. Детали машин [Электронный ресурс]: учебник / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 416 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5705

2. Детали машин и основы конструирования: учебник для бакалавров: учебник для вузов по направлениям подготовки и специальностям высшего профессионального образования в области техники и технологии / [Г. И. Роцин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др.]; под ред. Г. И. Роцина, Е. А. Самойлова; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва: Юрайт, 2013, 415с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:693277>

3. Детали машин. Типовые расчеты на прочность: учебное пособие / Т.В. Хруничева. – М.: ФОРУМ: НИЦ ИНФРА – М, 2007. – 224 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-118033&theme=FEFU>

4. Детали машин. Основы теории, расчета и конструирования: Учебное пособие / В.П. Олофинская. – М.: ФОРУМ: НИЦ ИНФРА–М, 2015. – 72 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-67542&theme=FEFU>

5. Леликов, О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин" [Электронный ресурс]:. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=745

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Соколовская В.П. Техническая механика. Детали машин. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Соколовская. – Минск: Высш. шк., 2010. – 103 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-506828&theme=FEFU>

2. Тюняев А. В. Детали машин [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Тюняев А. В., Звездаков В. П., Вагнер В. А. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 732 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5109

3. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12953

4. Детали машин: Учебник / Н.Г. Куклин, Г.С. Куклина, В.К. Житков. - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 512 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=496882>

5. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие / Д.К. Егоров, К.А. Егоров, С.Н. Зиборов, Е.В. Глушко. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2011. – 260 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:425921>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е525 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18;
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А - уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду	Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18;

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по изучению разделов курса

Основное условие надлежащего усвоения материала дисциплины – самостоятельная работа с рекомендуемой литературой. Приступая к изучению каждой темы, прежде всего надо ознакомиться с ее содержанием и просмотреть соответствующие разделы учебника или учебного пособия, чтобы иметь представление о круге вопросов, подлежащих изучению, и объеме материала. Для лучшего запоминания и усвоения материала нужно составлять краткий конспект по каждой теме. Конспект должен содержать перечень вопросов по теме, основные положения, определения, выводы формул и необходимый иллюстративный материал (схемы, графики и т. п.). Краткий конспект будет полезен при повторении материала и подготовке к экзамену. После изучения темы по учебнику рекомендуется воспроизвести по памяти определения, выводы формул, схемы, последовательность расчета и т. п. Вопросы для самопроверки, приведенные по каждому разделу или теме, помогут в закреплении изученного материала. Ниже изложены рекомендации по изучению отдельных разделов программы.

Сварные, паяные и клееные соединения

При изучении сварных соединений основное внимание нужно обратить на следующее: виды соединений и швов, области их применения и расчет; преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с литыми и клееными. Необходимо также ознакомиться с нормами допускаемых напряжений для сварных швов. Отметим, что, несмотря на большие преимущества, сварные конструкции, вследствие меньшей жесткости и внутренних напряжений в швах, оказываются менее качественными по сравнению с конструкциями из чугуна или стального литья. При изучении паяных и клееных соединений обратите внимание на особенности этих соединений: виды соединяемых материалов, предварительную подготовку поверхностей деталей, расчет на прочность соединений, выбор допускаемых напряжений.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы преимущества сварных соединений по сравнению с клееными?
2. Основные виды сварки и их применение в машиностроении.
3. Каковы типы сварных швов?
4. Как рассчитать стыковые сварные швы?

5. Расчет угловых, лобовых, фланговых и комбинированных сварных швов.
6. Как произвести расчет сварного шва, подверженного действию изгибающего момента?
7. Как рассчитать сварные швы соединений, работающих на сложное сопротивление?
8. Сварные швы и их расчет при переменных нагрузках.
9. Какие материалы можно соединять пайкой и склеиванием?
10. В каких случаях предпочтительнее соединение пайкой?
11. Подготовка деталей к пайке, виды припоев.
12. Расчет паяных и клееных соединений на прочность.
13. Особенности процесса склеивания.

Резьбовые соединения

Резьбовые соединения – наиболее распространенный вид разъемных соединений в машиностроении. По данной теме необходимо изучить следующие вопросы: резьбы и их разновидности: ГОСТы на резьбы, области применения отдельных видов резьб; расчет резьбы и подбор ее по ГОСТам; конструкция болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков, их материал; резьбы для болтов; области применения различных болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков и подбор их по ГОСТам; расчет единичных и групповых резьбовых соединений при различных способах их нагружения. Необходимо уяснить разницу в расчетах болтов в зависимости от способа их нагружения при статических нагрузках. Нужно усвоить особенности расчета болтов при действии на них переменных нагрузок и высоких температур. Необходимо ознакомиться с методикой расчета групп болтов при различных видах нагружения. Следует особо обратить внимание на способы увеличения прочности болтов, винтов, шпилек и гаек.

Вопросы для самопроверки

1. Как различают резьбы по назначению и геометрической форме и какие из них стандартизованы?
2. Какие виды резьбы существуют по числу ее заходов и по направлению наклона витков и где они применяются?
3. Почему для болтов применяют треугольную резьбу?
4. Каковы виды метрической резьбы?
5. Почему резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?
6. Когда применяют резьбу с мелкими шагами, а когда круглую, трапецеидальную и упорную резьбу?
7. Как рассчитывают резьбу?
8. Как различить болты и винты по форме головок?

9. Болты, винты и шпильки, их назначение и конструкция.

Шпоночные, зубчатые (шлицевые) соединения

В данной теме необходимо усвоить следующие вопросы: конструкция шпонок, шлицевых соединений; области их применения, подбор шпонок и шлицевых соединений по ГОСТу; способы центрирования шлицевых соединений; расчет шпоночных и шлицевых соединений.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите виды шпонок?
2. Где применяют различные типы шпонок? Из каких материалов их изготавливают? Как определяют их размеры?
3. Как производят проверочный расчет призматических и сегментных шпонок?
4. Каковы различия шлицевых соединений?
5. Каковы преимущества шлицевых соединений по сравнению со шпоночными?
6. Как осуществляют центрирование шлицевых соединений, как их выбирают и рассчитывают?

Ременные передачи

Прежде всего, ознакомьтесь с назначением, классификацией и особенностями механических передач. При изучении ременных передач необходимо рассмотреть следующие вопросы: основные виды этих передач и области их применения; материал и конструкция ремней; геометрические, кинематические и силовые зависимости в ременных передачах; расчет ремней по тяговой способности и на долговечность; материал, конструкция и расчет шкивов. Нужно ясно представлять, что между силами натяжения ремня при работе передачи, окружным усилием, коэффициентом трения и углом обхвата меньшего шкива существует взаимозависимость, как и между коэффициентом тяги, и относительным скольжением, и КПД передачи. Следует обратить внимание на определение напряжений в ремне и характер их изменения по длине ремня.

Вопросы для самопроверки

1. Виды ремней и их различия по форме поперечного сечения.
2. Из каких материалов изготавливают ремни?
3. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
4. Каковы достоинства и недостатки ременных передач по сравнению с другими передачами?
5. Определение передаточного числа ременной передачи с учетом проскальзывания ремня.
6. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
7. Определение силы давления на вал со стороны шкива.

8. Влияние на окружное усилие коэффициента трения, угла обхвата шкива и скорости ремня.
9. Расчет ремней на долговечность.
10. Какова методика расчета плоскоременной и клиноременной передач?
11. Как устроены шкивы, и из каких материалов их изготавливают?
12. Почему некоторые шкивы плоскоременных передач имеют выпуклый обод?
13. Каковы допуски скоростей для чугунных и стальных шкивов?

Цепные передачи

Данная тема требует знакомства с типами цепей и изучения следующих вопросов: виды цепных передач и области их применения; кинематические и силовые зависимости; определение диаметра звездочек, числа звеньев и длины цепи; проекторочный и проверочный расчет цепей на износостойкость шарниров; нагрузки на валы. Следует выяснить причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи; ознакомиться со способами смазки цепных передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы достоинства и недостатки цепных передач и где их применяют?
2. Назовите виды приводных цепей.
3. Где и в каких случаях применяют различные виды цепей?
4. Каковы потери в цепной передаче и чему равен ее КПД?
5. Как смазывают цепные передачи?
6. Из какого материала изготавливают приводные цепи и звездочки?
7. Определение несущей способности цепей и подбор их по ГОСТам.
8. Каков расчет цепи на долговечность?
9. Как определить диаметр начальной окружности звездочки?
10. Чему равна нагрузка на вал цепной передачи?
11. В чем причина неравномерности движения цепи и как это влияет на передаточное число цепных передач?

Зубчатые передачи

Прежде всего, следует усвоить основную терминологию ГОСТов на зубчатые передачи. Затем изучить следующие вопросы: виды зубчатых передач и области их применения; кинематика и геометрия передач; материалы, термохимическая обработка колес; критерии работоспособности и расчет цилиндрических зубчатых передач на выносливость по контактным напряжениям и напряжениям на изгиб; особенности расчета конических передач; определение допускаемых напряжений; конструкция зубчатых колес и способы смазки передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
2. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
3. Каков стандартный исходный профиль рейки эвольвентного зацепления?
4. Что такое модуль зацепления? Какие модули зацепления различают для косых и шевронных зубьев?
5. Определение диаметров начальной и делительной окружностей зубчатого колеса.
6. Как вычисляют диаметры окружностей вершин и впадин зубчатого колеса?
7. По какому модулю зацепления определяют диаметры делительных окружностей колес с косыми зубьями?
8. Коэффициент перекрытия и его минимальное значение.
9. Каково минимальное число зубьев для колес различных видов зубчатых передач?
10. Понятие коэффициента смещения.
11. Каковы виды смещения эвольвентного зацепления и где они применяются?
12. Каково максимальное передаточное число для одной пары различных видов зубчатых передач?
13. Потери в зубчатой передаче и чему равен ее КПД.
14. Как определить силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?
15. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и какие виды термохимической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
16. Какова конструкция различных зубчатых колес?
17. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение в общем машиностроении?
18. Причины выхода из строя зубчатых передач и критерии их работоспособности.
19. Как произвести расчет зубьев по контактными напряжениям и напряжениям на изгиб?
20. По какому модулю зацепления производят расчет на прочность зубьев конических колес?
21. По какому зубчатому колесу производят расчет зубьев на контактную прочность и на изгиб?
22. В чем отличие мультипликатора от зубчатого редуктора?

23. Как различить зубчатые редукторы по числу пар передач, форме колес, форме зубьев и расположению валов?

24. Как производится смазка зубьев колес в редукторах?

Червячные передачи

При изучении червячных передач нужно усвоить следующие вопросы: устройство червячных передач; их достоинства, недостатки и области применения; конструкция червяка, червячного колеса и материалы их изготовления. Геометрические, кинематические и силовые зависимости в червячных передачах; расчет червячного колеса на контактную прочность и на изгиб; тепловой расчет червячной передачи; способы смазки и охлаждения червячных передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы виды червяков и червячных передач?
2. Почему наиболее распространена червячная цилиндрическая передача с архимедовым червяком?
3. Когда применяют червячную глобоидную передачу?
4. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой и когда ее применяют?
5. Как определяют КПД червячной передачи?
6. Почему происходит самоторможение червячной передачи?
7. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
8. Чему равно минимальное число зубьев червячного колеса?
9. Как выбирают число заходов червяка?
10. Какие силы действуют на червяк и червячное колесо и как их определяют?
11. Расчет зубьев червячных колес на контактную прочность и изгиб.
12. Какова конструкция современных червячных передач?
13. Как производят смазку червячных передач?
14. Каков тепловой расчет червячных редукторов?

Оси и валы

Студенту необходимо знать назначение, конструкцию и материалы осей и валов, цапфы (шпы и шейки) и пяты осей и валов, их разновидности и области применения; расчеты осей и валов на прочность, жесткость и вибростойкость.

Вопросы для самопроверки

1. Ось и вал, в чем разница между ними?
2. Каковы виды осей и валов?
3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?
4. Из каких материалов изготавливают оси и валы?

5. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность, выносливость и жесткость?
6. Случаи расчета валов только на кручение.
7. Что такое критическая частота вращения оси или вала?
8. Как рассчитать критическую частоту вращения оси или вала при поперечных колебаниях?

Подшипники скольжения

Прежде всего, ознакомьтесь с основными типами, конструкцией и областями применения подшипников скольжения. Затем изучите материалы вкладышей и корпусов подшипников; условия работы; виды трения и смазки подшипников; условия возникновения гидродинамического режима работы и жидкостного трения; расчеты подшипников скольжения в условиях смешанного и жидкостного трения; тепловой расчет подшипников скольжения.

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях и где применяют подшипники скольжения?
2. Виды трения в подшипниках скольжения и в чем их особенность?
3. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения самый благоприятный?
4. Какие условия необходимы для образования режима жидкостного трения?
5. Для чего предназначены и как устроены вкладыши подшипников?
6. Из каких материалов изготавливают вкладыши подшипников скольжения?
7. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие при полужидкостном трении?
8. Расчет подшипников скольжения, работающих при жидкостном трении.

Подшипники качения

При изучении этой темы нужно сначала ознакомиться с классификацией подшипников качения и их конструкцией, а также областями применения основных типов подшипников. Затем усвоить следующие вопросы: материалы деталей подшипников; смазка подшипников, их монтаж и регулировка; выбор подшипников по динамической и статической грузоподъемностям; расчет подшипников качения на долговечность.

Вопросы для самопроверки

1. Почему подшипники качения получили преимущество в применении?

2. В чем особенность основных типов подшипников качения и где их применяют?
3. Зачем нужен сепаратор в подшипниках?
4. Почему выгоднее вращение внутреннего кольца подшипника?
5. Динамическая и статическая грузоподъемность подшипника.
6. Эквивалентная нагрузка и ее определение.
7. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?
8. Расчет подшипника качения на долговечность.
9. Чем ограничивается предельная частота вращения подшипника?
10. Монтаж и демонтаж подшипников качения.

Муфты

При изучении темы следует ознакомиться с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией, особенностями работы и областями применения. Необходимо также научиться подбирать муфты по ГОСТу и производить их проверочные расчеты.

Вопросы для самопроверки

1. Как различают группы муфт по назначению и принципу действия?
2. На какие группы подразделяют постоянные муфты?
3. Устройство втулочной и фланцевой муфт, их применение. Как производят их проверочный расчет?
4. Как устроена кулачково-дисковая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
5. Устройство и работа зубчатой муфты, ее подбор по ГОСТу.
6. В чем особенности устройства и работы упругих муфт?
7. Каковы виды упругих муфт?
8. Как устроена упругая втулочно-пальцевая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
9. Различные группы сцепных муфт и особенности их работы.
10. Как устроены кулачковые и зубчатые сцепные муфты и где их применяют?
11. Виды фрикционных муфт, их устройство и работа?
12. Особенности расчета дисковых и конических фрикционных муфт.
13. Каковы различия группы автоматических муфт и в чем особенности их работы?
14. Устройство, применение и расчет предохранительных муфт.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е525 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт.; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CTLPEXtron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А - уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



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

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их
конструирование»**

**Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
профиль «Мехатроника и робототехника»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2021**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	февраль	Подготовка к практической работе по теме: Заклепочные соединения	2	Собеседование Задание 1
2	март	Подготовка к практической работе по теме Сварные соединения Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 2
3	март	Подготовка к практической работе Расчет резьбовых соединений Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 3
4	март	Подготовка к практической работе Расчет шпоночных соединений Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 4
5	апрель	Подготовка к практической работе Расчет ременных передач Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 5
6	апрель	Подготовка к практической работе Расчет цепных передач Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 6
7	апрель	Подготовка к практической работе Проектный и уточненный расчет валов Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 7
8	май	Подготовка к практической работе Расчет цилиндрических передач Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 8
9	май	Подготовка к практической работе Расчет конических передач Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 9

10	май	Подготовка к практической работе Расчет червячных передач Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 10
11	июнь	Подготовка к практической работе Расчет корпусных деталей Выполнение курсовой работы	4	Собеседование Задание 11
12	июнь	Выполнение курсовой работы Подготовка к зачету	6	Собеседование Курсовая работа
13	июнь	Выполнение курсовой работы Подготовка к зачету	6	Собеседование Курсовая работа
Итого			54	

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

1. Самостоятельная работа включают решение обычных расчетных задач по предлагаемым методикам, расчетный этап курсовой работы и написание пояснительной записки, графический этап курсовой работы и выполнение рабочих чертежей деталей и сборки редуктора, подготовка к вопроса зачета.

2. Рекомендации к выполнению расчетных задач студент получает у преподавателя. После изучения основных положений студенту предлагается индивидуальный вариант по решению задачи самостоятельно

3. Рекомендации по выполнению курсовой работы согласно варианту представлены в рекомендуемой литературе.

4. Оформление пояснительной записки к курсовому проекту осуществляется в соответствии с нормам и требованиям ЕСКД.

5. Графическая часть курсового проекта выполняется машинным способом в любом графическом редакторе, каким владеет студент, проверяется на предмет корректности преподавателем и окончательно распечатывается на бумажный носитель и сдается преподавателю в бумажном варианте.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

1. Критериями оценки расчетно-графических работ по курсовой работе являются качество выполнения графических работ и правильность результатов.
2. Критериями оценки обычных задач является только правильность результатов.
3. Критериями оценки зачета являются следующие: <61% – незачтено, 61 и более - зачтено.



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

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их
конструирование»
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника
профиль «Мехатроника и робототехника»
Форма подготовки очная

Владивосток
2021

Паспорт ФОС

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Профессиональные навыки	ПК-3 Способен анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1 Знает принципы работы и технические характеристики модулей мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.2 Умеет анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем. ПК-3.3 Владеет методами анализа существующих мехатронных и робототехнических систем, используемых для решения аналогичных задач.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Общие вопросы расчета и проектирования деталей мехатронных модулей, узлов и механизмов	ПК-3	знает общие сведения о деталях мехатронных модулей и истории развития их конструкций; порядок проектирования роботов; основные критерии оценки работоспособности деталей и роботов в целом	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 1, 2, 3
			Умеет анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	Собеседование УО-1, ПР-1, КР- ПР-5	Зачет вопросы 2, 3

			Владеет умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации роботов, формулировать требования, предъявляемые к деталям и мехатронным модулям	Собеседование УО-1, ПР-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 2
2	Раздел 2. Соединение деталей и узлов мехатронных модулей	ПК-3	знает общие сведения о деталях мехатронных модулей и истории развития их конструкций; порядок проектирования роботов; основные критерии оценки работоспособности и деталей и роботов в целом	Собеседование УО-1, ПР-11	Зачет вопросы 4-26 Задание 1, 2, 3, 4
			Умеет анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 4-26
			Владеет умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации роботов, формулировать требования, предъявляемые к деталям и мехатронным модулям	Собеседование УО-1	Зачет вопросы 4-26
3	Раздел 3. Механические	ПК-3	знает основы расчета и	Собеседование УО-1, КР-	Зачет вопросы 4-26

	передачи		конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	ПР-5	Задание 5, 6, 8, 9, 10
			Умеет выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 24, 26 Задание 5, 6, 8, 9, 10
			Владеет методами расчета деталей мехатронных модулей; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 16-23 Задание 5, 6, 8, 9, 10
4	Раздел 4. Поддерживающие и несущие детали мехатронных модулей и роботов	ПК-3	знает основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 4-26 Задание 7, 11
			Умеет выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 4-26 Задание 7, 11
			Владеет методами расчета деталей мехатронных модулей; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей	Собеседование УО-1, КР-ПР-5	Зачет вопросы 16-26 Задание 7, 11

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины
Текущая аттестация студентов.**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, решения практических задач по темам, выполнения курсовой работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

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

Промежуточная аттестация студентов.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Вид промежуточной аттестации – зачет, предусмотрен по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование», в виде устного опроса в форме ответов на вопросы зачетных билетов (либо тестирования).

В случае тестирования используется следующая шкала интервальных процентов: <61% – незачтено, 61 и более - зачтено.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень типовых вопросов зачета

1. Краткий исторический обзор развития курса.
2. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин. Выбор материала и допускаемых напряжений.
3. Стандартизация и унификация деталей машин.
4. Сварные соединения. Обозначение на чертежах. Материалы, расчет прочности.

5. Соединение деталей пайкой, обозначение на чертежах, материалы, конструктивное оформление, расчет на прочность.

6. Соединения клеевые. Обозначение на чертежах. Промышленные виды клеев. Технология склеивания. Расчет прочности клеевых соединений.

7. Заклепочные соединения деталей. Виды заклепок и материалы для их изготовления. Защита заклепочных соединений от коррозии, расчет прочности.

8. Соединение деталей запрессовкой, посадки прессовых соединений. Расчет прессовых соединений.

9. Резьбовые соединения. Классификация резьб. Основные параметры. Стандарты, материалы, обозначение на чертежах.

10. Самоторможение в резьбе, коэффициент полезного действия резьбового узла.

11. Расчет прочности резьбовых деталей..

12. Зубчатые передачи цилиндрическими колесами. Область применения и классификация зубчатых передач. Основные геометрические параметры. Критерии работоспособности и расчета.

13. Расчет по напряжениям изгиба и контактным напряжениям.

14. Конические передачи. Конструктивные особенности построения конической передачи. Требования к сборочным операциям. Особенности расчета конических передач.

15. Червячные передачи. Область применения. Кинематика передачи. Расчет геометрических параметров. Критерии работоспособности и расчета. Материалы. Расчет прочности и долговечности. Тепловой расчет.

16. Ременные передачи. Критерии работоспособности и расчета ременных передач. Работа ремня на шкивах. Кинематика ременных передач.

17. Основные геометрические зависимости в ременных передачах. Силы и напряжения в ремнях. Расчет ременных передач по тяговой способности. Долговечность ремней.

18. Цепные передачи. Область применения, кинематические зависимости. Прочностные расчеты.

19. Передача винт-гайка. Резьба и материалы для ходовых винтов и гаек. Расчет прочности и устойчивости.

20. Валы и оси. Критерии работоспособности и прочности . Материалы, конструкция. Колебания валов. Расчет прочности и жесткости.

21. Соединение вал-ступица. Шпоночные и шлицевые соединения. Область применения. Посадки для шпоночных соединений. Расчет на прочность.

22. Подшипники. Опоры скольжения. Материалы, смазка. Расчет моментов сил трения. Тепловой расчет. Расчет долговечности.

23. Подшипники качения. Классификация подшипников. Выбор и расчет подшипников.

24. Муфты. Классификация муфт. Конструкция и основы расчета постоянных соединительных муфт. Муфты упругие. Муфты фрикционные. Методы расчета муфт.

25. Проектирование корпусных деталей.

26. Смазочные, уплотнительные устройства.