Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.07.2024 10:13:09
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов /
«15» февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование

Направление подготовки
**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Профиль
**Роботы и робототехнические комплексы**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчик(и):**
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

## Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3 Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 6
3.3 Содержание дисциплины ..... 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 10
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 10
4.2 Основная литература ..... 10
4.3 Дополнительная литература ..... 10
4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 11
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 11
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 11
5 Материально-техническое обеспечение ..... 11
6 Методические рекомендации ..... 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7 Фонд оценочных средств ..... 13
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 15
7.3 Оценочные средства ..... 19

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины: изучить назначение, устройство, принцип действия, основы расчета и конструирования деталей мехатронных модулей и роботов для подготовки к практической инженерной деятельности.

Задачи дисциплины:

- приобрести практические навыки проектирования;
- изучить методы, нормы и правила проектирования, обеспечивающие получение надежных, долговечных и экономичных конструкций.

Обучение по дисциплине "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование" направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции | Наименование показателя оценивания |
|---|---|---|
| ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил | ИОПК-5.1. понимает основные стандарты, нормативные документы и правила в области профессиональной деятельности;<br>ИОПК-5.2. Применяет положения нормативно-технической документации при проектировании и анализе объектов профессиональной деятельности;<br>ИОПК-5.3. Осуществляет поиск и анализ отдельных положений нормативно-технической документации при проектировании объектов профессиональной деятельности. | **Знать:** Правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин.<br>**Уметь:** Выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной механики, конструировать элементы машин и узлов с учетом обеспечения прочности, выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости.<br>**Владеть:** Конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Высокоточный электропривод роботов;
Диагностика и надежность автоматизированных систем;
Инженерная и компьютерная графика;
Линейная алгебра;
Математический анализ;
Материаловедение;
Механика роботов и мехатронных модулей;
Моделирование роботов и робототехнических систем;
Проектирование автоматизированных систем;
Производственная практика (преддипломная);
Управление роботами и робототехническими комплексами;
Физика;
Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов;
Электрические машины.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 5 | 6 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **144** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 72 | 36 | 36 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 72 | 36 | 36 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | - | - | - |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **144** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Подготовка к контрольным работам | 32 | 16 | 16 |
| 2.2 | Выполнение расчетно-графических работ | 48 | 24 | 24 |
| 2.3 | Подготовка к зачету | 28 | 28 | - |
| 2.4 | Подготовка к экзамену | 36 | - | 36 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | зачет | экзамен |
| | **Итого** | **288** | **144** | **144** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Основы проектирования механических передач** | **16** | **4** | **2** | **0** | **0** | **10** |
| 1.1 | Тема 1. Роль машин в современном производстве. | | 1 | | | | 2 |
| 1.2 | Тема 2. Основные этапы процесса проектирования машин. | | 1 | | | | 2 |
| 1.3 | Тема 3. Критерии работоспособности и расчета деталей машин | | 2 | 2 | | | 6 |
| **2** | **Раздел 2. Преобразователи движения (передаточные механизмы) мехатронных модулей** | **86** | **26** | **26** | **0** | **0** | **34** |
| 2.1 | Тема 1. Общие сведения о передачах. | | 2 | | | | 4 |
| 2.2 | Тема 2. Цилиндрические зубчатые передачи. | | 6 | 6 | | | 6 |
| 2.3 | Тема 3. Конические зубчатые передачи. | | 6 | 6 | | | 6 |
| 2.4 | Тема 4. Червячные передачи. | | 6 | 6 | | | 6 |
| 2.5 | Тема 5. Планетарные передачи. | | 2 | | | | 4 |
| 2.6 | Тема 6. Ременные передачи. | | 2 | 4 | | | 4 |
| 2.7 | Тема 7. Цепные передачи. | | 2 | 4 | | | 4 |
| **3** | **Раздел 3. Валы и оси. Опоры валов и осей (подшипники качения и скольжения). Муфты.** | **62** | **12** | **16** | **0** | **0** | **34** |
| 3.1 | Тема 1. Валы и оси. | | 4 | 8 | | | 10 |
| 3.2 | Тема 2. Подшипники скольжения. | | 2 | | | | 4 |
| 3.3 | Тема 3. Подшипники качения. | | 2 | 4 | | | 10 |
| 3.4 | Тема 4. Муфты | | 4 | 4 | | | 10 |
| **4** | **Раздел 4. Упругие элементы. Корпусные детали** | **44** | **10** | **8** | **0** | **0** | **26** |
| 4.1 | Тема 1. Упругие элементы муфт и других узлов | | 2 | 2 | | | 6 |
| 4.2 | Тема 2. Допуски и посадки. | | 2 | 2 | | | 6 |
| 4.3 | Тема 3. Корпусные детали механизмов. | | 4 | 4 | | | 10 |
| 4.4 | Тема 4. Смазочные устройства. | | 2 | | | | 4 |
| **5** | **Раздел 5. Соединения мехатронных модулей** | **42** | **12** | **8** | **0** | **0** | **22** |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.1 | Тема 1. Общие сведения, назначение и классификация соединений. | | 4 | | | | 6 |
| 5.2 | Тема 2. Соединения деталей вращения. | | 4 | 4 | | | 10 |
| 5.3 | Тема 3. Неразъемные соединения. | | 4 | 4 | | | 6 |
| **6** | **Раздел 6. Оформление конструкторских документов** | **38** | **8** | **12** | **0** | **0** | **18** |
| 6.1 | Тема 1. Комплектация и оформление конструкторской документации | | 4 | 4 | | | 8 |
| 6.2 | Тема 2. Эскизное поектирование деталей мехатронных модулей. | | 4 | 8 | | | 10 |
| | **Итого** | **288** | **72** | **72** | **0** | **0** | **144** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Основы проектирования механических передач**

Роль машин в современном производстве. Ведущая роль машиностроения среди других отраслей народного хозяйства. Основные направления совершенствования конструкций машин. Виды изделий. Классификация узлов и деталей машин общего назначения. Цель и задачи дисциплины «Детали машин и основы конструирования», связь с общетехническими и специальными дисциплинами. Определение понятий: машина, узел, сборочная единица, деталь. Основные этапы процесса проектирования машин. Использование САПР при проектировании деталей машин. Основные требования, предъявляемые к узлам и деталям машин: работоспособность, надежность, технологичность и экономичность. Критерии работоспособности и расчета деталей машин: прочность, жесткость, точность, виброустойчивость, устойчивость к короблению, долговечность. Основы расчета по этим критериям.

**Раздел 2. Преобразователи движения (передаточные механизмы) мехатронных модулей**

Общие сведения о передачах. Назначение и классификация механических передач. Основные кинематические и энергетические соотношения в передачах вращательного движения. Кинематический и силовой расчет привода, выбор электродвигателя. Выбор стандартного редуктора.

Цилиндрические зубчатые передачи. Общие сведения, классификация. Конструкция зубчатых колес. Материалы, термообработка, особенности технологии. Краткие сведения из геометрии и кинематики цилиндрических зубчатых эвольвентных передач. Точность изготовления зубчатых колес. Силы в зацеплении колес. Влияние погрешности изготовления колес и деформации валов на работу передачи. Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач. Расчет и конструирование эвольвентных цилиндрических зубчатых передач.

Конические зубчатые передачи. Общие сведения и классификация. Геометрические характеристики прямозубой конической эвольвентной передачи. Силы в зацеплении колес. Критерии работоспособности передачи. Особенности расчета зубьев конической передачи на контактную прочность и на выносливость при изгибе (проектные и проверочные расчеты).

Червячные передачи. Общие сведения и классификация. Геометрия и кинематика ортогональной цилиндрической червячной передачи. КПД передачи. Материалы и виды разрушения зубьев червяка и червячного колеса. Силы в зацеплении. Основы расчета червячной передачи на контактную прочность и на выносливость при изгибе зубьев.

Планетарные передачи. Схемы планетарных передач. Выбор чисел зубьев колес. Волновые передачи. Принцип работы, материал и конструкция основных звеньев. Критерии работоспособности. Передача винт-гайка. Общие сведения и область применения. Разновидности передач. Передача винт-гайка с трением скольжения. Применяемые резьбы. Материалы винта и гайки. Критерии работоспособности и расчет передачи на износостойкость. Фрикционные передачи и вариаторы. Принцип работы. Область применения. Виды фрикционных передач.

Ременные передачи. Принцип работы. Способы натяжения ремня. Классификация ременных передач. Конструкция и материалы ремней и шкивов. Геометрические характеристики ременной передачи. Силы и напряжения в ремне работающей передачи. Нагрузка на валы. Кинематика и КПД ременной передачи. Упругое скольжение и буксование ремня. Критерии работоспособности и расчет ременных передач по кривым скольжения и КПД.

Цепные передачи. Классификация и конструкция приводных цепей. Основные характеристики цепной передачи. Критерии работоспособности и расчет цепных передач. Нагрузка на валы. Критерии работоспособности и расчет цепных передач. Нагрузка на валы.

**Раздел 3. Валы и оси. Опоры валов и осей (подшипники качения и скольжения). Муфты.**

Валы и оси. Назначение и классификация. Основные конструктивные элементы. Материалы и критерии работоспособности. Расчетные схемы валов и осей, определение расчетных нагрузок. Проектный расчет валов и осей. Проверочный расчет валов на прочность при кратковременных перегрузках и на прочность при переменных нагрузках (выносливость). Основы расчета валов и осей на жесткость. Колебания валов.

Подшипники скольжения. Общие сведения. Конструкция и материалы подшипников. Понятие жидкостного и граничного трения. Критерии работоспособности и расчет подшипников в режиме смешанного трения.

Подшипники качения. Назначение и классификация. Система условных обозначений. Конструкции и сравнительные характеристики подшипников. Критерии работоспособности и расчет подшипников на статическую грузоподъемность и на заданный ресурс и надежность. Смазка и уплотнение подшипниковых узлов. Конструкции уплотнительных устройств. Регулировка зазоров.

Муфты постоянные, управляемые и самоуправляемые: назначение. Муфты глухие, упругие и компенсирующие: конструкции, подбор, сравнительная характеристика. Компенсирующая способность муфт и дополнительные нагрузки на детали приводов. Амортизирующая и демпфирующая способность муфт. Сцепные управляемые муфты: конструкции, применение. Муфты предохранительные, обгонные, центробежные: конструкции, применение.

**Раздел 4. Упругие элементы. Корпусные детали**

Упругие элементы муфт и других узлов: назначение, классификация, материалы, основные параметры. Общая характеристика неметаллических упругих элементов. Основные виды пружин: общая характеристика, основные параметры. Корпусные детали механизмов. Конструкции. Крепление крышки подшипника к корпусу. Оформление прочих конструктивных элементов корпусных деталей. Смотровые окна и их крышки.

Допуски и посадки. Предельные отклонения размеров. Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности. Расположение на чертеже детали размеров, обозначений баз, допусков формы, шероховатости.

**Раздел 5. Соединения мехатронных модулей**

Общие сведения, назначение и классификация соединений. Соединения разъемные и неразъемные. Резьбовые соединения: характеристика, применение. Классификация и

основные параметры резьбы. Расчёт одиночного резьбового соединения при различных случаях нагружения: ненапряженное резьбовое соединение; соединение, нагруженное усилием затяжки; соединение, нагруженное сдвигающей силой; соединение, нагруженное усилиями, раскрывающими стык деталей. Особенности расчёта и конструирования резьбовых соединений, включающих группу болтов.

Соединения деталей вращения. Шпоночные соединения: общая характеристика, применение. Расчёт и конструирование ненапряженного шпоночного соединения (призматическими, сегментными и цилиндрическими шпонками). Шлицевые (зубчатые) соединения: характеристика, применение. Способы центрирования. Расчёт и конструирование. Соединения с натягом: применение, особенности технологии сборки. Виды повреждений и критерии работоспособности. Несущая способность цилиндрических соединений при нагружении осевой силой и крутящим моментом. Основы расчетов натяга, выбор посадки. Штифтовые соединения: конструкции, применение, расчет на прочность. Профильные соединения: конструкции, применение.

Неразъемные соединения. Сварные соединения: характеристика и применение. Виды повреждений и критерии работоспособности. Допускаемые напряжения. Расчёт и конструирование соединений, выполненных стыковыми и угловыми швами. Паяные и клеевые соединения: характеристика, применение, особенности расчета. Заклепочные соединения: применение, классификация, критерии работоспособности, особенности расчета.

**Раздел 6. Оформление конструкторских документов**

Комплектация и оформление конструкторской документации. Эскизное поектирование деталей мехатронных модулей.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Выдача индивидуальных технических заданий (ТЗ) на курсовой проект (КП). Разработка различных вариантов кинематических схем приводов ленточных и цепных конвейеров.

Практическое занятие 2. Выбор материала зубчатых (червячных) передач. Определение допускаемых напряжений.

Практические занятия 3, 4. Расчет закрытой цилиндрической зубчатой передачи. Примеры решения задач контрольных работ.

Практические занятия 5, 6. Расчет закрытой конической зубчатой передачи.

Практические занятия 7, 8. Расчет закрытой червячной передачи. Тепловой расчет червячного редуктора.

Практические занятия 9, 10. Расчет открытых передач.

Практические занятия 11, 12. Валы и оси. Расчет нагрузки валов редуктора. Определение сил в зацеплении закрытых передач. Определение консольных сил. Силовая схема нагружения валов редуктора.

Практические занятия 13, 14. Разработка чертежа общего вида редуктора. Выбор материала валов. Выбор допускаемых напряжений на кручение. Определение геометрических параметров ступеней валов.

Практические занятия 15, 16. Расчетная схема валов редуктора. Определение реакций в опорах подшипников. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов.

Практическое занятие 17, 18. Подшипники качения. Выбор и расчет подшипников. Конструирование подшипниковых узлов.

Практические занятия 19, 20. Изучение принципа действия муфт.

Практические занятия 21, 22. Расчет допусков и посадок элементов мехатронных модулей.

Практические занятия 23-26. Конструирование корпусов и деталей передач.

Практические занятия 27, 28. Проверочные расчеты. Проверочный расчет шпонок. Проверочный расчет стяжных винтов подшипников узлов. Проверочный расчет валов.

Практическое занятие 29. Расчеты болтового соединения.

Практические занятия 30-36. Разработка рабочей документации проекта. Комплектация и оформление конструкторской документации курсового проекта

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

### 4.2 Основная литература

1. Горбенко, Т. И. Основы мехатроники и робототехники: учебное пособие / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко. — Томск : ТГУ, 2012. — 126 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/44908.

2. Детали машин и основы конструирования : учебник и практикум для вузов / Е. А. Самойлов [и др.] ; под редакцией Е. А. Самойлова, В. В. Джамая. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 419 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12069-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/510778.

3. Ургапова, Г. Б. Детали мехатронных модулей роботов и их конструирование : учебное пособие / Г. Б. Ургапова, Е. А. Чеканина, Н. Т. . — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/218759.

4. Гурин, В. В. Детали машин. Курсовое проектирование в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00382-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490150.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Белевский, Л. С. Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование : учебное пособие / Л. С. Белевский, В. Р. Гасияров. — Челябинск : ЮУрГУ, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-696-05046-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/323894

2. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 368 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02640-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537728.

3. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 457 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12191-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/535654.

4. Глухих, В. Н. Расчет и проектирование валов на примере двухступенчатого зубчатого редуктора: Методические указания по курсовому проектированию деталей машин для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения : методические указания / В. Н. Глухих. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2011. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43726.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Math Works-MATLAB
3. Microsoft-Windows

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выполненным заданиям каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование" и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

***Задачи самостоятельной работы студента:***

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к промежуточной аттестации.

***Виды внеаудиторной самостоятельной работы:***

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету;
- подготовка к экзамену;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

# 7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- контрольные работы;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- зачет;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| **Код компетенции** | **Наименование компетенции выпускника** |
|---|---|
| ОПК-5 | Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил |

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

**Перечень оценочных средств по дисциплине "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование"**

| № п/п | Вид контроля результатов обучения | Наименование контроля результатов обучения | Краткая характеристика контроля результатов обучения |
|---|---|---|---|
| 1 | Текущий | Контрольная работа | Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдаются 2 задачи. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Текущий | Расчетно-графическая работа | Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд расчетно-графических работ по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита расчетно-графической работы каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). |
| 3 | Промежуточный | Зачет | Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».<br>Зачет проводится в форме устного опроса. В состав билета входит три теоретических вопроса, ответ на билет проходит с предварительной подготовкой 10 минут. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 30 минут.<br>К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине. |
| 4 | Промежуточный | Экзамен | Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».<br>Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут).<br>К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | предусмотренные рабочей программой по дисциплине "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование" (выполнили контрольные и расчетно-графические работы) |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| | **Не зачтено** | **Зачтено** | | |
| **знать:**<br>- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД, основные методы расчетов на долговечность машин и конструкций. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь**:<br>- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной механики, конструировать элементы машин и узлов с учетом обеспечения прочности, | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:<br>- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной механики, конструировать элементы машин и | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:<br>- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной механики, конструировать | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:<br>- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной механики, конструировать | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:<br>- выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций методами прикладной |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости. | узлов с учетом обеспечения прочности, выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости. | элементы машин и узлов с учетом обеспечения прочности, выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | элементы машин и узлов с учетом обеспечения прочности, выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | механики, конструировать элементы машин и узлов с учетом обеспечения прочности, выносливости и долговечности, конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>- конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет:<br>- конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. | Обучающийся в недостаточной степени владеет:<br>- конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет:<br>- конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет:<br>- конструирования типовых узлов машин с помощью компьютерной графики, навыками расчетов аналитическими методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций, навыками применения математического моделирования механических систем, навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет**

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамен**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания текущего контроля**

| Наименование контроля результатов обучения | Шкала оценивания | Описание |
|---|---|---|
| Расчетно-графическая работа по теме раздела | Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат.<br>Хорошо - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания<br>Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный<br>Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания. | Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. |
| Контрольная работа по теме раздела | Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки<br>Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.<br>Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой | Защита темы включает решение задач в аудитории и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из тестовых вопросов и задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. |

| | | |
|---|---|---|
| | заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены | |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1 Текущий контроль

***Типовое задание для расчетно-графической работы №1 по теме "Кинематический и силовой расчет привода, выбор электродвигателя "***

Кинематическая схема включает:

1. **Двигатель электрический асинхронный (АИР)**
2. **Муфту упруго-предохранительную**
3. **Редуктор 2-х ступенчатый цилиндрический (зацепления косозубые)**
4. **Открытую цепную передачу**
5. **Исполнительный механизм: узел барабана**

| Исходные технические параметры | Обозначение | Ед. измер. | Величина |
|---|---|---|---|
| 1. Исполнительный механизм: | | | |
| вращающий момент | $T$ | Н·м | |
| **тяговое усилие на барабане** | $\boldsymbol{F_t}$ | **кН** | **6,75** |
| **скорость движения ленты** | $\boldsymbol{V_t}$ | **м/с** | **0,6** |
| **диаметр барабана** | $\boldsymbol{D}$ | **мм** | **300** |
| число: зубьев, заходов | $z$ | – | |
| шаг: зубьев звездочки, резьбы | $t$, $P$ | мм | |
| 2. **Режим работы нереверсивный** | | | 0, I, **II**, III, IV, V |
| 3. **Срок службы объекта** | $\boldsymbol{L}$ | **лет** | **6,5** |
| 4. **Выпуск крупносерийный, $К_{год}$ = 0,8, $К_{сут}$ = 0,6** | | | |

1. Определить номинальную мощность и номинальную частоту вращения двигателя.
2. Определить передаточное число привода и его ступеней.
3. Рассчитать силовые и кинематические параметры привода.

***Типовое задание для расчетно-графической работы №2 по теме "Выбор материала зубчатых (червячных) передач. Определение допускаемых напряжений"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:

1. Выбрать твердость, термообработку и материал зубчатых (закрытых и открытых) и червячных передач.
2. Определить допускаемые контактные напряжения.

3. Определить допускаемые напряжения на изгиб.

***Типовое задание для расчетно-графической работы №3 по теме "Расчет зубчатых (червячных) передач редукторов"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:
1. Выполнить проектный расчет редукторной пары.
2. Выполнить проверочный расчет редукторной пары.

***Типовое задание для расчетно-графической работы №4 по теме "Расчет открытых передач"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:
1. Выполнить проектный расчет открытой передачи.
2. Выполнить проверочный расчет открытой передачи.

***Типовое задание для расчетно-графической работы №5 по теме "Нагрузки валов редуктора"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:
**Расчет нагрузки валов редуктора**
1. Определить силы в зацеплении редукторной передачи.
2. Определить консольные силы.
3. Построить силовую схему нагружения валов.

**Разработка чертежа общего вида редуктора**
1. Выбор материала валов
2. Выбор допускаемых напряжений на кручение
3. Определение геометрических параметров ступеней валов
4. Предварительный выбор подшипников качения
5. Разработка чертежа общего вида редуктора

***Типовое задание для расчетно-графической работы №6 по теме "Расчетная схема валов редуктора"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:
1. Определение реакций в опорах подшипников
2. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов

***Типовое задание для расчетно-графической работы №7 по теме "Проверочный расчет подшипников"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:
1. Определение эквивалентной динамической нагрузки
2. Определение пригодности подшипников
3. Схема нагружения подшипников

***Типовое задание для расчетно-графической работы №8 по теме " Конструктивная компоновка привода"***

По исходным данным представленных в РГР № 1 выполнить следующие расчеты:

1. Конструирование зубчатых, червячных колес и червяков
2. Конструирование валов
3. Выбор соединений
4. Конструирование корпуса редуктора
5. Выбор муфт
6. Смазывание. Смазочные устройства

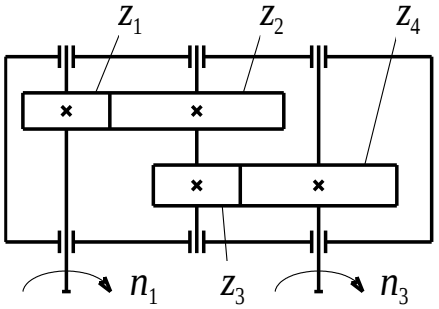
**Проверочные расчеты**

1. Проверочный расчет шпонок
2. Проверочный расчет валов
3. Тепловой расчет червячного редуктора

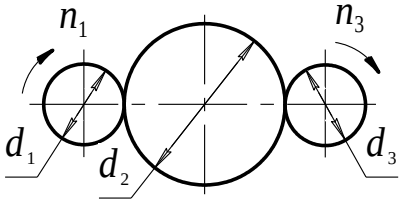
***Типовое задание для контрольных работ по разделам дисциплины.***
***Вопросы и задачи.***

## Типовые задачи

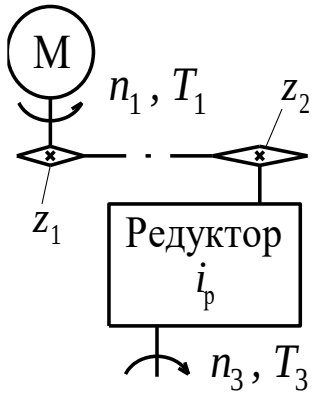
1. Определите число зубьев $z_2$, если числа зубьев зубчатых колес: $z_1 = 18$, $z_3 = 20$, $z_4 = 100$; частоты вращения: ведущего вала $n_1 = 800$ мин$^{-1}$, ведомого вала $n_3 = 40$ мин$^{-1}$.




2. Определите передаточное отношение передачи, если делительные диаметры зубчатых колес: $d_1 = 100$ мм, $d_2 = 200$ мм, $d_3 = 100$ мм.




3. Определите число зубьев $z_2$ ведомой звездочки и вращающий момент $T_3$ на ведомом валу, если частота вращения ведущего вала $n_1 = 900$ мин$^{-1}$, ведомого вала $n_3 = 30$ мин$^{-1}$, передаточное отношение редуктора $i_р = 10$, число зубьев ведущей звездочки $z_1 = 17$, вращающий момент $T_1 = 20$ Нм, КПД привода $\eta = 0,9$.




### 7.3.2 Промежуточная аттестация

***Вопросы к зачету***

***ОПК-5. Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил.***

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

1. Что представляют собой основные критерии работоспособности деталей машин и каково их значение?
2. В чем сущность расчетов деталей машин на прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость и теплостойкость?
3. Какие машиностроительные материалы являются основными?
4. Что такое деталь?
5. Что такое узел?
6. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей? Каким образом она достигается?

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

Общие сведения

1. Каково назначение передач?
2. Дайте классификацию механических передач.
3. Как определяют передаточное отношение и КПД механических передач?

РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

1. Какие различают виды ремней по форме их поперечного сечения?
2. Из каких материалов изготовляют плоские, клиновые и зубчатые ремни?
3. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
4. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные и нейлоновые плоские ремни?
5. Какие различают виды ременных передач и где их применяют?
6. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
7. Как определяют передаточное отношение ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
8. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
9. Какие потери мощности имеют место в ременной передаче и чему равен ее КПД?
10. Как рассчитывают плоские и клиновые ремни по их тяговой способности?
11. Как рассчитывают ремни на долговечность?

12. Из каких материалов изготовляют шкивы?

ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

1. Каковы достоинства и недостатки цепной передачи и где ее применяют?
2. Какие различают виды приводных цепей и какие из них нормализованы ГОСТами?
3. Где применяют различные виды цепей?
4. Какие потери имеют место в цепной передаче и чему равен ее КПД?
5. Как осуществляют смазку цепных передач?
6. Из какого материала изготовляют звездочки и приводные цепи?
7. Как определяют несущую способность цепей и как производят подбор их по ГОСТам?
8. Как производят расчет цепи на долговечность?
9. Чему равно давление звездочки цепной передачи на вал?

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

1. Какие различают виды зубчатых передач и где их применяют?
2. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
3. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
4. Какие различают виды зубьев и где их применяют?
5. Что такое модуль зацепления? Какие модули различают для косых, шевронных и криволинейных зубьев?
6. Как определяют делительный диаметр зубчатого колеса?
7. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
8. Как определяют делительные диаметры зубчатых колес с косыми, шевронными и криволинейными зубьями?
9. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов зубчатых передач?
10. Что представляет собой передача со смещением, и для чего ее применяют?
11. Что такое коэффициент смещения?
12. Какие потери имеют место в зубчатой передаче и чему равен ее КПД?
13. Как определяют силы зацепления в различных видах зубчатых передач?
14. Из какого материала изготовляют зубчатые колеса?
15. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
16. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя и соответственно, по каким напряжениям производят расчет их зубьев на прочность?
17. Как производят расчет зубьев на изгиб? На контактную прочность?
18. По какому модулю зацепления производят расчет на прочность зубьев конических зубчатых колес?
19. По какому из колес производят расчет зубьев на контактную прочность и по какому на изгиб?

21.Что такое зубчатый редуктор?

20. Какие различают виды зубчатых редукторов по числу пар передач, по форме зубьев и по расположению валов?
21. Как осуществляют смазку зубчатых колес?

ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

1. Какие различают виды червяков и червячных передач?
2. Почему червячная цилиндрическая передача с архимедовым червяком имеет преимущественное распространение?
3. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой и где ее применяют?

4. В чем заключаются особенности расчета червячной передачи?
5. Как определяют КПД червячной передачи?
6. Чем характеризуется самоторможение червячной передачи?
7. Из каких материалов изготовляют червяки и червячные колеса?
8. Какие величины характеризуют геометрические параметры червячной передачи?
9. Какие силы действуют в зацеплении червячной пары и как их определяют?
10. Как производят расчет зубьев червячных колес цилиндрической червячной передачи на контактную прочность? На изгиб?
11. Какова конструкция современных червячных редукторов?
12. Какие основные параметры червячных цилиндрических передач редукторов общего назначения нормализованы ГОСТами?
13. Как осуществляют смазку червячных передач?
14. Как производят тепловой расчет червячных редукторов?

.

***Вопросы к экзамену***

***ОПК-5. Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил.***

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

1. Что называют посадкой?
2. Какие различают виды посадок?
3. Что называют отверстием и валом?
4. Что такое номинальный и действительный размеры?
5. Что называют предельными размерами?
6. Что такое допуск и поле допуска размера?
7. Что понимают под натягом и зазором?
8. Как обозначается допуск размера вала и отверстия?
9. Что такое квалитет?
10. Какие существуют системы образования посадок?
11. Как образуются посадки с зазором, с натягом и переходные посадки в системе отверстия?
12. Как обозначаются посадки на чертежах?
13. Какие Вы знаете допуски формы поверхностей? Как они обозначаются на чертежах?
14. Какие Вы знаете допуски взаимного расположения поверхностей? Как они обозначаются на чертежах?
15. Как обозначают шероховатость поверхностей на чертежах?

ВАЛЫ И ОСИ

1. Что такое ось и вал, и какая между ними разница?
2. Какие различают виды осей и валов?
3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?
4. Какие различают по конструкции цапфы и пяты и где применяют их различные виды? 5. Из каких материалов изготовляют оси и валы?
6. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность? На сопротивление усталости? На жесткость?
7. В каких случаях валы можно рассчитывать только на кручение?

ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

1. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения? Каким основным требованиям они должны удовлетворять?

2. Какие различают виды трения в подшипниках скольжения и чем они отличаются между собой?

3. Почему при жидкостном трениирежим работы подшипника скольжения является самым благоприятным?

4. Какие различают подшипники скольжения в зависимости от направления воспринимаемой ими нагрузки?

5. Для чего предназначены вкладыши?

6. Из каких материалов изготовляют корпуса и вкладыши подшипников скольжения?

7. Как определяют основные размеры подшипников скольжения?

8. Какие смазочные материалы применяют в подшипниках скольжения?

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

1. Из каких деталей состоят подшипники качения?

2. Из каких материалов изготовляют шарики, ролики, кольцаи сепараторы подшипников качения?

3. Каковы достоинства и недостатки подшипниковкачения по сравнению с подшипниками скольжения?

4. Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой ими нагрузки?

5. Какие различают серии подшипников качения и когда их применяют?

7. Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их применяют?

8. Какие существуют способы посадки и закрепления подшипников качения на валах и в их корпусах?

9. Для чего применяют смазку в подшипниках качения и как её осуществляют?

10. Как рассчитывают подшипники качения на долговечность? По статической нагрузке?

11. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?

МУФТЫ

1. Какие различают группы муфт по назначению и по принципу действия?

2. На какие группы подразделяют муфты постоянного действия?

3. Как устроены втулочная и фланцевая муфты, где их применяют?

4. Как устроена и работает зубчатая муфта, и как ее подбирают по ГОСТу?

5. Как устроены крестовые муфты – кулачково-дисковая и с плавающим вкладышем? Где их применяют?

6. Какие различают виды упругих муфт? Где их применяют?

7. Какие различают группы сцепных муфт?

8. Как устроены сцепные управляемые кулачковые и зубчатые муфты?

9. Почему из сцепных муфт преимущественное применение имеют фрикционные?

10. Какие различают виды фрикционных муфт? Как они устроены и как работают?

11. Какие различают группы автоматических муфт?

12. Как устроены, где применяют предохранительные муфты? Обгонные муфты?

СОЕДИНЕНИЯ

Заклепочные соединения:

1. Какие различают заклепки по назначению и по форме головок? Из какого материала их изготовляют?

2. Какие заклепочные швы различают по назначению и по конструкции?

3. По какому диаметру производят расчет заклепок на прочность?

4. Что учитывает коэффициент прочности заклепочного шва?

5. Какая существует зависимость между диаметром заклепки и толщиной листа?

6. Как рассчитывают прочные и прочноплотные заклепочные швы?

Соединение деталей с натягом:

1. Какие различают виды посадок с натягом и какими способами их осуществляют?
2. Где применяют соединения посадками с натягом?

Резьбовые (винтовые) соединения:

1. Какие различают типы резьбы но назначению и по геометрической форме и какие из них являются стандартными?
2. Какие существуют виды резьбыпо числу её заходов и по направлению наклона витков и где их применяют?
3. Почему для болтов применяют треугольную резьбу?
4. Какие различают виды метрической резьбы?
5. Почему метрическая резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?
6. Когда применяют резьбы с мелкими шагами, а также прямоугольную, трапецеидальную упорную и круглую?
7. Как рассчитывают резьбу?
8. Какие различают болты, винты и шпильки по назначению и по конструкции?
9. Из какого материала выполняют болты, винты, шпильки, гайки, шайбы?
10. Когда применяют шпильки и винты вместо болтов?
11. Как определяют допускаемые напряжения для болтов, винтов и шпилек при расчете их на прочность?

Шпоночные и шлицевые соединения:

1. Для чего служат шпонки?
2. Какие шпонки нормализованы ГОСТами?
3. Где применяют различные типы шпонок? Из какого материала их изготовляют? Как определяют их размеры?
4. Как производят проверочный расчет призматических, сегментных и клиновых врезных шпонок?
5. Какие различают шлицевые соединения, и какиеиз них нормализованы ГОСТом?
6. Какие преимущества имеют шлицевые соединения по сравнению со шпоночными?
7. Как осуществляют центрирование шлицевых соединений? Как их рассчитывают?