

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

Е.А. Ефременков

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Методические указания к самостоятельной работе для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки «Информатика  
и вычислительная техника»

Томск  
2022

УДК 621.01  
ББК 334  
Е 92

**Рецензент:**

**Антипин М. А.**, доцент каф. управления инновациями ТУСУР, канд. физ.-мат. наук

**Ефременков, Егор Алексеевич**

Е 92

Проектирование робототехнических систем: методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» / Е.А. Ефременков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 10 с.

Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» разработаны для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Методические указания содержат необходимые разъяснения по форме организации практических занятий и ориентированы на достижение результатов образовательной деятельности в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Одобрено на заседании каф. управления инновациями,  
протокол № 7 от 31.01.2022

УДК 621.01  
ББК 334

© Ефременков Е.А. 2022  
© Томск.гос. ун-т систем упр. и  
радиоэлектроники, 2022

## Оглавление

Введение .....	4
1 Материально-техническое обеспечение практических занятий .....	5
2 Задания для практических занятий .....	6
3 Вопросы для самоконтроля .....	8
4 Прием результатов практических заданий .....	8
Заключение .....	9
Список используемых источников .....	10

## Введение

Дисциплина «Проектирование робототехнических систем» играет важную роль в развитии готовности обучающихся к проектной деятельности комплексов робототехнических систем. Изучение дисциплины способствует формированию у обучающихся знаний, умений и навыков, связанных с проектированием и созданием в среде САПР узлов механизмов для комплексов робототехнических систем, а также усвоению знаний связанных с подбором материалов деталей и оценки действующих на них сил. Сформированные в рамках курса компетенции позволяют обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения.

Самостоятельная работа, предусмотренная настоящими указаниями, выполняются студентами индивидуально или в групповом формате под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем.

Студент имеет право просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать аналогичный пример решения, приводящие к требуемому результату, с последующим повторением студентом.

Консультации и прием результатов осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступить к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

## **1 Материально-техническое обеспечение практических занятий**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории должно удовлетворять действующим требованиям санитарных правил и норм (СанПиН).

## 2 Задания для самостоятельной работы

**Тема занятия 1** – Расчет цилиндрической передачи. Разработка кинематической схемы планетарного редуктора.

**Цель занятия:** научиться рассчитывать цилиндрическую передачу для приводного модуля робототехнической системы.

**Теоретический материал** для этого занятия представлен в материалах:

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 565 с.

**Задания для студентов:** Знакомство с методикой расчета цилиндрической передачи. Самостоятельный расчет цилиндрической передачи для приводного модуля робототехнической системы по индивидуальным параметрам.

Исходные данные: крутящий момент на входном валу передачи, передаточное отношение, частота вращения входного вала.

Форма представления результата: оформленный расчет цилиндрической передачи в виде пояснительной записки, предоставление геометрических и силовых параметров передачи.

**Тема занятия 2** – Проектирование конической передачи. Изучение кинематической схемы и особенностей применения.

**Цель занятия:** научиться рассчитывать коническую передачу для приводного модуля робототехнической системы.

**Теоретический материал** для этого занятия представлен в материалах:

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 565 с.

**Задания для студентов:** Знакомство с методикой расчета конической передачи. Самостоятельный расчет конической передачи для приводного модуля робототехнической системы по индивидуальным параметрам.

Исходные данные: крутящий момент на входном валу передачи, передаточное отношение, частота вращения входного вала.

Форма представления результата: оформленный расчет конической передачи в виде пояснительной записки, предоставление геометрических и силовых параметров передачи.

**Тема занятия 3** – Проектирование планетарного редуктора с циклоидальным зацеплением.

**Цель занятия:** получение навыков проектирования редуктора с циклоидальным зацеплением.

**Теоретический материал** для этого занятия представлен в материалах:

Ефременков Е.А., Ефременкова С.К., Пашков Е.Н. Проектирование циклоидальных механических передач с промежуточными телами качения и свободной обоймой: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 90 с.

**Задания для студентов:** Знакомство с методикой расчета циклоидальной передачи. Самостоятельный расчет циклоидальной передачи с промежуточными телами качения для приводного модуля робототехнической системы по индивидуальным параметрам.

Исходные данные: крутящий момент на входном валу передачи, передаточное отношение, частота вращения входного вала.

Форма представления результата: оформленный расчет циклоидальной передачи в виде пояснительной записки, предоставление геометрических и силовых параметров передачи.

**Тема занятия 4** – Расчет вала цилиндрического редуктора на изгиб. Вычерчивание вала в системе КОМПАС-3D.

**Цель занятия:** получение навыков расчета вала с определением его размеров из условия прочности на изгиб, а также навыком разработки чертежа вала и построения 3D-модели.

**Теоретический материал** для этого занятия представлен в материалах:

Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М: Изд-во МГТУ им.

Н.Э. Баумана, 2017. – 565 с.

ПО КОМПАС-3D с официального сайта [https](https://kompas.ru/kompas-3d/download) [Электронный ресурс]: //kompas.ru/kompas-3d/download.

**Задания для студентов:** выполнить расчет размеров вала из условия прочности на изгиб, разработать чертеж вала и построить 3D-модель детали.

Исходные данные: из расчетов цилиндрической передачи.

Форма представления результата: пояснительная записка, распечатанный чертеж, файл электронной модели.

**Тема занятия 5** – Расчет электромеханического привода транспортного устройства с подбором компонентов SewEuroDrive.

**Цель занятия:** получение навыков компоновочных решений в робототехнических системах.

**Теоретический материал** для этого занятия представлен в материалах:

Проектирование приводов. Практика приводной техники. Издание 11/2001, SewEuroDrive.

**Задания для студентов:** выполнить расчет электромеханического привода транспортного роботизированного устройства с подбором электродвигателя.

Исходные данные: по заданию преподавателя.

Форма представления результата: пояснительная записка, марка мотор-редуктора.

### 3 Вопросы для самоконтроля

1. Принципы примитивов в САПР Компас 3D.
2. Последовательность проектирования цилиндрической зубчатой передачи.
3. Последовательность проектирования конической зубчатой передачи.
4. Кинематическая схема робототехнической системы на базе цилиндрического привода.
5. Кинематическая схема робототехнической системы на базе конического привода.
6. Особенность распределения усилий в зацеплении цилиндрической передачи.
7. Особенность распределения усилий в зацеплении конической передачи.
8. Датчики крайнего положения.
9. Датчики пути.
10. Датчики углового положения.
11. Особенности расчета валов на изгибную прочность.
12. Особенности расчета валов на кручение.
13. Виды чертежей.
14. Виды соединений деталей в робототехнических системах.
15. Шлицевые соединения.
16. Шпоночные соединения.
17. Виды резьбовых соединений.
18. Принципы соединения валов разных модулей в робототехнических системах.
19. Принципы соединения разных модулей в робототехнических системах.
20. Последовательность сборки деталей робототехнического узла.

### 4 Прием результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы демонстрируются преподавателю вместе с выполненными практическими заданиями. Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- требовать у студента демонстрации выполненного задания в виде файлов, текстов, таблиц, мнемосхем, рисунков, в том числе, по возможности и необходимости, в бумажном письменном или распечатанном виде, либо в электронном виде (при размещении результатов выполнения заданий в системе Moodle);

- требовать у студента пояснений, относящихся к способам реализации задания.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если получены все результаты, предусмотренные заданием. Если какие-то результаты, предусмотренные заданием, не получены или неверны, то задание подлежит доработке.

Студент должен работать внимательно и аккуратно. Подлежат обязательному исправлению замеченные преподавателем недочеты:

- несоответствие выполненной 3D модели заданию;
- небрежное оформление рисунков, графиков, структур, схем;
- неточности в описаниях, структурах, схемах.

Результаты выполнения заданий сохраняются студентом в электронном виде (файлы), а также, если возможно и удобно, в бумажном формате, до получения экзамена по данной дисциплине.

До начала экзаменационной сессии студент должен сдать результаты выполнения всех практических заданий, предусмотренных настоящими указаниями. В противном случае студенты к сдаче экзамена не допускаются.

## **Заключение**

Изучение методических указаний к самостоятельной работе по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» способствует успешному ее освоению и развитию у обучающихся готовности к проектной деятельности в области проектирования робототехнических систем в рамках развития компетенции.

В целом дисциплина «Проектирование робототехнических систем» направлена на овладение обучающимися навыками разработки и проектирования приводных модулей робототехнических систем, создания конструкторской документации средствами компьютерного проектирования с использованием КОМПАС-3D, развитие их умения использовать современные технологии проектирования изделий в цифровом производстве и обеспечением их знаниями позволяющими уверенно ориентироваться в вопросах выбора электромеханического привода расчета его составных частей для робототехнических систем.

Успешное освоение дисциплины «Проектирование робототехнических систем» и сформированные компетенции находятся в тесной взаимосвязи с выпускной квалификационной работой в рамках реализуемой ООП по направлению подготовки бакалавриата 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

### Список используемых источников

1. Дунаев П.Ф, Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 565 с.
2. Ефременков Е.А., Ефременкова С.К., Пашков Е.Н. Проектирование циклоидальных механических передач с промежуточными телами качения и свободной обоймой: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 90 с.
3. ПО КОМПАС-3D с официального сайта [https](https://kompas.ru/kompas-3d/download) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kompas.ru/kompas-3d/download>.
4. Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки [Электронный ресурс]: руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с.
5. Проектирование приводов. Практика приводной техники. Издание 11/2001, SewEuroDrive.