



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Робототехника и мехатроника»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ** по изучению дисциплины

# **«Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование»**

Автор  
Мироненко Р.С.

Ростов-на-Дону, 2015





## Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

## Автор

к.т.н., доцент Мироненко Р.С.



## Оглавление

1. Планирование и организация времени необходимого для изучения данной дисциплины.....	4
2. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса .....	7
3. Рекомендации по работе с литературой .....	8
4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	9
5. Подготовка к экзамену.....	12
6. Формы текущего, промежуточного, рубежного и итогового контроля.....	12
Приложение А Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение.....	15
8 Программно–информационные обучающие материалы .....	20
Приложение Б Вопросы к итоговому контролю.....	21

## 1. Планирование и организация времени необходимого для изучения данной дисциплины

Изучение дисциплины «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» (форма и срок освоения ООП: очная, нормативный) включает:

лекционный курс	- 52 час.;
лабораторные занятия	- 54 час.;
практические занятия	- 16 час.;
самостоятельную работу	- 166 час.

Формы контроля:

Зачет в 5 семестре, курсовой проект в 5 семестре, экзамен в 6 семестре.

Залогом успешного освоения данной дисциплины является обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий, так как пропуск занятий может стать причиной проблем при освоении последующих разделов курса и при прохождении итогового контроля.

Лабораторные занятия по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» посвящены изучению основных возможностей и методов моделирования в среде системы автоматизированного проектирования Solid Edge, интерфейса Solid Edge, особенностей справочной системы. Лабораторные занятия проводятся в виде выполнения упражнений, входящих в состав системы обучения Solid Edge.

Практические занятия по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» посвящены изучению методик проектных и проверочных расчетов преобразователей движения мехатронных модулей, роботов; методик расчета параметров упорного гидростатического подшипника и дискового электромагнитного тормозного устройства.

Затраты времени на самостоятельную работу следует планировать, исходя из следующих рекомендаций.

№ рейтингового блока	Вид самостоятельной работы	Объем времени, час	Рекомендуемая литература
1	2	3	4
1	Индивидуальная работа с литературой и конспектами лекций (усвоение текущего учебного материала)	7	1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Самостоятельное изучение материала, связанного с курсовым проектированием	4	2.1, 5.1 – 5.4
	Выполнение разделов №№ 1, 2 курсового проекта	8	2.1, 5.1
	Проектирования мехатронного модуля в соответствии с заданием на курсовой проект в среде САПР Solid Edge	6	5.1, 7.1
	Выполнение графической части курсового проекта	8	5.1, 7.2
	Подготовка к рейтинговому контролю	2	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
2	Индивидуальная работа с литературой и конспектами лекций (усвоение текущего учебного материала)	7	1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Самостоятельное изучение материала, связанного с курсовым проектированием	4	2.1, 5.1 – 5.4
	Выполнение разделов №№ 3, 4 курсового проекта	14	2.1, 3.1, 5.1 – 5.4, 7.3

	Проектирования мехатронного модуля в соответствии с заданием на курсовой проект в среде САПР Solid Edge	6	5.1, 7.1
	Выполнение графической части курсового проекта	8	5.1, 7.2
	Подготовка к рейтинговому контролю	4	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Подготовка к защите курсового проекта	4	2.1, 5.1
	Подготовка к итоговому контролю, зачет	8	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
3	Индивидуальная работа с литературой и конспектами лекций (усвоение текущего учебного материала)	6	1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Подготовка к практическому занятию № 1	6	2.4, 4.2
	Подготовка к рейтинговому контролю	4	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
4	Индивидуальная работа с литературой и конспектами лекций (усвоение текущего учебного материала)	6	1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Подготовка к практическим занятиям №№ 1 – 3	10	2.1, 2.4, 4.2, 5.1
	Подготовка к рейтинговому контролю	8	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
	Подготовка к итоговому контролю, экзамен	36	конспекты лекций, 1.1, 1.2, 2.1 – 2.4
Итого:		166	

В учебных семестрах предусмотрены по два рубежных контроля знаний, позволяющие по разработанной в ДГТУ технологии, объективно оценить усвоение соответствующих разделов курса на основе оценки в баллах. По результатам рубежных контролей и ответов студента при итоговом контроле формируются итоговые оценки.

## **2. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса**

По каждому виду занятий разработано соответствующее методическое обеспечение, включающее: методические указания к выполнению лабораторных работ, методические указания к выполнению практических работ, методические указания к курсовому проекту, а также методические указания к самостоятельной работе студента.

Методические указания к выполнению лабораторных работ содержат исходные данные, задания, порядок выполнения работы, требования к содержанию отчета и контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

Для курсового проектирования в рамках данной дисциплины разработаны методические указания на общую тему «Конструирование мехатронного модуля с поступательным (вращательным) движением выходного звена».

Разработанные методические указания содержат подробную информацию для самостоятельной работы студента над курсовым проектом, а также в них приведены примеры выполнения расчетной и графической частей проекта.

Методические указания содержат:

- общие сведения, касающиеся формулировки темы работы и целей курсового проектирования;
- информацию по выбору задания на курсовой проект;
- требования к курсовому проекту;
- состав пояснительной записки;
- состав графической части;
- методику типового расчета шарико-винтовой передачи;
- методику типового расчета параметров упорного гидростатического подшипника;
- описание устройства асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;
- рекомендации по определению главных размеров статора

- и ротора асинхронного двигателя мехатронного модуля;
- методику расчета дискового электромагнитного тормозного устройства;
  - примеры оформления листов графической части;
  - список литературы.

Основная цель, решаемая в проекте, заключается в конструировании мехатронного модуля с заданными техническими характеристиками. Требуемые технические характеристики модуля, а также вид движения его выходного звена содержатся в задании, выдаваемом студенту. Задания на курсовой проект распределяются между студентами конкретной группы в начале 5-го семестра.

Практические работы по дисциплине “Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование” проходят в форме семинарских занятий в соответствии с темами, обозначенными в рабочей программе по данной дисциплине.

Первая часть семинарских занятий посвящена рассмотрению методик проектных и проверочных расчетов преобразователей движения мехатронных модулей и роботов.

Вторая часть семинарских занятий посвящена рассмотрению методик расчетов параметров упорного гидростатического подшипника и дискового электромагнитного тормозного устройства.

Пользуясь методическими указаниями, следует избегать формализованного подхода к выполнению лабораторных и практических работ, курсового проекта, основанного лишь на повторении последовательности действий, приводящих к конечному результату, без понимания самой сущности поставленных задач.

### **3. Рекомендации по работе с литературой**

Работу с литературой следует начинать со знакомства с картой методического обеспечения дисциплины (см. приложение А данных рекомендаций или раздел 6 рабочей программы дисциплины), в которой перечислены основная, дополнительная литература и издания, необходимые для работы на лабораторных и практических занятиях, выполнения курсового проекта и самостоятельной работы.

Каждый из разделов тематического плана дисциплины (см. раздел 3 рабочей программы) снабжен ссылками на источники, что значительно упрощает поиск необходимой информации.

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел собственного конспекта лекций.

Особое внимание следует уделить приводимым методическим рекомендациям по выполнению курсового проекта и соответствующим комментариям.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным.

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего специалиста.

#### **4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

У студентов, завершивших изучение дисциплины «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование», должны быть сформированы следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Компетенции по ФГОС

	Код направления	Перечень компетенций направления
ОК	15.03.06	Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

ОПК	15.03.06	<p>Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем (ОПК-2).</p> <p>Владение современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-3).</p> <p>Готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности (ОПК-4).</p> <p>Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6).</p>
-----	----------	---

ПК	15.03.06	<p>Готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-7).</p> <p>Способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем (ПК-9).</p> <p>Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей (ПК-10).</p> <p>Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11).</p> <p>Способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-12).</p>
----	----------	---

Указанные выше компетенции реализуются в частности:

- ОК-7 – во всех видах самостоятельной работы студента;
- ОПК-2 – в лекционном материале, в методических указаниях к практическим занятиям, при выполнении практических работ, в методических указаниях к курсовому проектированию, в работе над курсовым проектом;
- ОПК-3, ОПК-6 – в лабораторных занятиях, при выполнении курсового проекта;

- ОПК-4 – в работе над курсовым проектом;
- ПК-7, ПК-9 – как результат выполнения курсового проекта;
- ПК-10 – в лекционном материале, в методических указаниях к практическим занятиям, в практических занятиях, в методических указаниях к курсовому проектированию, при выполнении курсового проекта;
- ПК-11 – при выполнении практических работ и курсового проекта;
- ПК-12 – при выполнении лабораторных работ и курсового проекта.

## 5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену является завершающим этапом в изучении дисциплины, однако подготовку следует начинать с первой лекции и с первого лабораторного и практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течение всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Тем не менее, обязательным при подготовке к контрольным мероприятиям является повторение теоретического материала по конспекту лекций и выбранному учебнику, выполнение всех лабораторных работ с последующей их защитой.

Для самопроверки разработаны контрольные вопросы, которые находятся в приложении Б данных рекомендаций.

## 6. Формы текущего, промежуточного, рубежного и итогового контроля

### 6.1 Текущий контроль

Текущий контроль охватывает все организационные составляющие работы студентов на лекциях, лабораторных занятиях, практических занятиях, курсовое проектирование и самостоятельную работу.

В течение каждой лекции преподаватель задает слушателям вопросы на тему изложенного материала, что позволяет оценить уровень усвоения каждым студентом и потоком в целом. Также контролируется посещаемость лекционных занятий.

На лабораторных занятиях контролируется степень выполнения задания лабораторных работ. На практических занятиях контролируется посещение и участие студента при рассмотрении изучаемого материала. Эффективность самостоятельной работы оценивается при собеседовании во время проведения итогового

контроля, а также при защите курсового проекта.

### **6.2 Рубежный контроль**

В соответствие с принятой в ДГТУ формой организации учебного процесса, рубежный контроль осуществляется дважды в учебном семестре и призван оценить посещаемость и работу студентов на лекционных занятиях, а также текущие успехи при выполнении лабораторных и практических работ. Второй рейтинговый контроль проводится в форме автоматизированного тестового контроля в вычислительной лаборатории кафедры с использованием программного средства, разработанного на кафедре. Вопросы тестовых заданий охватывают все дидактические единицы тематического плана лекционных, практических и лабораторных занятий. Высокая вариативность тестовых заданий позволяет объективно оценивать знания студентов.

### **6.3 Итоговый контроль**

Итоговый контроль проводится в виде зачета в конце 5-го семестра и экзамена в конце 6-го семестра. Зачет по курсу «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» проводится при условии выполнения студентом всех лабораторных работ с последующей их успешной защитой, а также защиты курсового проекта, и предусматривает ответ на два теоретических вопроса, приведенных в разделе 5 рабочей программы, и собеседование, в ходе которого устанавливается степень освоения дисциплины. Экзамен по курсу «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» проводится при условии выполнения студентом всех практических работ и предусматривает ответ на два теоретических вопроса, приведенных в разделе 5 рабочей программы, и собеседование, в ходе которого устанавливается степень освоения дисциплины.

При недостаточном уровне освоения дисциплины (итоговая оценка: неудовлетворительно/не зачет): студент имеет представление о содержании дисциплины, знает основные определения, но не понимает их сути и не может привести примеры; не знает основных положений тем дисциплины, не способен выполнить задание с очевидным решением.

При базовом уровне освоения дисциплины (итоговая оценка: удовлетворительно/зачет): студент знает и воспроизводит основные положения дисциплины в соответствии с заданием, знает терминологию, основные определения и может объяснить их применение; умеет выполнять задание по темам лабора-

торных и практических занятий.

При повышенном уровне освоения дисциплины (итоговая оценка: хорошо): студент знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними. Умеет выполнить задание по темам лабораторных и практических занятий. Свободно работает со справочной литературой.

При продвинутом уровне освоения дисциплины (итоговая оценка: отлично): студент знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Хорошо понимает суть теоретического материала. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними, сводит их в единую систему, способен выдвинуть идею, спроектировать и презентовать свое конструкторское решение. Умеет выполнить задание по темам лабораторных и практических занятий. Свободно работает со справочной литературой.



## Приложение А

### Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение

№	Автор	Название	Издательство	Гриф издания	Год издания	Кол-во в библиотеке	Ссылка на электронный ресурс	Доступность
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Основная литература								
1.1	Лукинов А.П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебник для вузов + 1 CD ROM	СПб.: Лань		2012	34		
1.2	Борисенко Л.А.	Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие	М.: ИНФРА-М		2011		<a href="http://10.50.0.118/ReadOnlу\MЕТОД ИЧКИ\Детали ММ">http://10.50.0.118/ReadOnlу\MЕТОД ИЧКИ\Детали ММ</a>	с любой точки доступа по логину и паролю

2 Дополнительная литература								
2.1	Егоров О.Д., Подураев Ю.В.	Мехатронные модули. Расчет и конструирова- ние: учебное пособие	М.: МГТУ «Стан- кин»		2004		<a href="http://10.50.0.118/ReadOnlу\METHODИЧКИ\Детали ММ">http://10.50.0.118/ReadOnlу\METHODИЧКИ\Детали ММ</a>	с лю- бой точки доступа по ло- гину и паролю
2.2	Егоров О.Д.	Механика и кон- струирование роботов: учеб- ное пособие	М.: МГТУ «Стан- кин»		1997		<a href="http://10.50.0.118/ReadOnlу\METHODИЧКИ\Детали ММ">http://10.50.0.118/ReadOnlу\METHODИЧКИ\Детали ММ</a>	с лю- бой точки доступа по ло- гину и паролю
2.3	Решетов Д.Н.	Детали машин: учебник для ву- зов	Маши- но- строе- ние		1989	53		
2.4	Рощин Г.И. и др.	Детали машин и основы констру- ирования: учеб- ник для вузов	М.: Дрофа		2006	51		
3 Периодические издания								

3.1		Мехатроника, автоматизация, управление			еже- годное	+		
4 Практические (семинарские) и (или) лабораторные занятия								
4.1	Сост.: Мироненко Р.С.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование"	ДГТУ, ЦДО		2015		<a href="http://skif.donstu.ru">http://skif.donstu.ru</a>	с любой точки доступа по логину и паролю
4.2	Сост.: Мироненко Р.С.	Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине "Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование"	ДГТУ, ЦДО		2015		<a href="http://skif.donstu.ru">http://skif.donstu.ru</a>	с любой точки доступа по логину и паролю
5 Курсовая работа (проект)								

5.1	Сост.: Мироненко Р.С.	Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование»	ДГТУ, ЦДО		2015		<a href="http://skif.donstu.ru">http://skif.donstu.ru</a>	с любой точки доступа по логину и паролю
5.2	Анурьев В.И.	Справочник конструктора-машиностроителя	Машиностроение		2001	6		
5.3	Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С.	Проектирование электрических машин: учебник для вузов	М.: Высшая школа		1984	5		
5.4	Шейнблит А.Е.	Курсовое проектирование деталей машин: учебное пособие	М.: Высшая школа		1991	3		
6 Контрольные работы								
6.1								
7 Программно-информационное обеспечение, Интернет-ресурсы								



7.1	Система автоматизированного проектирования Solid Edge						сервер кафедры	
7.2	Система автоматизированного проектирования КОМПАС						сервер кафедры	
7.3	Пакеты прикладных программ Matlab, MathCad						сервер кафедры	

## **8 Программно–информационные обучающие материалы**

- 8.1 Электронный вариант основных учебных пособий по данной дисциплине.
- 8.2 Электронный вариант конспекта лекций.
- 8.3 Электронный вариант методических указаний к курсовому проекту.
- 8.4 Электронный вариант методических указаний к выполнению лабораторных работ.
- 8.5 Электронный вариант методических указаний к выполнению практических работ.

## Приложение Б Вопросы к итоговому контролю

1. Общая классификация и назначение механизмов, узлов и деталей ММ, роботов.
2. Мехатронная концепция «встроенного проектирования».
3. Основные требования к деталям и машинам.
4. Основные критерии качества машин.
5. Основные критерии работоспособности машин.
6. Последовательность проектного расчета.
7. Порядок проверочного расчета.
8. Виды нагрузок, действующих на детали машин.
9. Статическая и усталостная прочность.
10. Особенности расчетов прочности деталей мехатронных модулей, роботов при различных видах нагрузок.
11. Особенности расчетов жесткости детали и жесткости конструкции.
12. Износостойкость. Виды изнашивания. Методы повышения износостойкости.
13. Теплостойкость. Виды негативных явлений, появляющихся в результате нагрева.
14. Виброустойчивость. Основные виды колебаний в машинах. Расчеты на колебания.
15. Составляющие надежности свойства. Пути повышения надежности.
16. Показатели безотказности и особенности их расчетов.
17. Основные показатели долговечности деталей. Срок службы.
18. Надежность сложных систем.
19. Структура проектирования. Стадии проектирования, регламентированные стандартом.
20. Автоматизированное проектирование. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Системный подход при проектировании.
21. Методика конструирования ММ, роботов и ее особенности.
22. Предварительное конструирование основных частей ММ.

23. Разработка вариантов эскизной компоновки ММ.
24. Цена конструктивной реализации параметров при конструировании ММ, роботов.
25. Чертеж эскизной компоновки ММ.
26. Процесс создания чертежа окончательной компоновки ММ.
27. Технологичность конструкции ММ. Условия обеспечения технологичности.
28. Выбор машиностроительных материалов в процессе конструирования.
29. Выбор машиностроительных материалов в процессе конструирования: обеспечение функциональных требований к конструкции ММ.
30. Виды механических передач. Классификация.
31. Передаточное отношение преобразователя движения.
32. Основные профили резьбовых соединений.
33. Виды зубчатых зацеплений.
34. Простейшие передачи: канатная, клиновья, рычажная.
35. Цилиндрическая передача. Виды и параметры цилиндрической передачи с внешним и внутренним зацеплением.
36. Особенности расчета цилиндрической передачи.
37. Конструкции зубчатых колес.
38. Реечная передача: схема, параметры, расчет.
39. Коническая передача: схема, обозначение, основные геометрические параметры и составляющие усилия зацепления.
40. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров конической передачи.
41. Причины отказов, достоинства и недостатки конической передачи.
42. Планетарная передача: схема, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.
43. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров планетарной передачи.
44. Причины отказов, достоинства и недостатки планетарной передачи.
45. Винтовая передача: схема, основные геометриче-

ские, кинематические, энергетические, силовые параметры.

46. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров винтовой передачи.

47. Причины отказов, достоинства и недостатки винтовой передачи.

48. Волновая передача: схемы, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.

49. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров волновой передачи.

50. Причины отказов, достоинства и недостатки волновой передачи.

51. Червячная передача: схема, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.

52. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров червячной передачи.

53. Причины отказов, достоинства и недостатки червячной передачи.

54. Передача винт-гайка: схема, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.

55. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров передачи винт-гайка.

56. Причины отказов, достоинства и недостатки передачи винт-гайка.

57. Ременная передача: формы поперечного сечения ремней, схема, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.

58. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров ременной передачи.

59. Причины отказов, достоинства и недостатки ременной передачи.

60. Цепная передача: схема, основные геометрические, кинематические, энергетические, силовые параметры.

61. Особенности расчета основных кинематических, энергетических и силовых параметров цепной передачи.

62. Причины отказов, достоинства и недостатки цепной передачи.

63. Классификация валов и штоков.

64. Виды валов и основные формы элементов их поверхностей.

65. Способы осевой фиксации деталей на валу.

66. Элементы форм поверхностей валов.

67. Причины отказов валов и штоков.
68. Общая классификация опор.
69. Схемы установки опор.
70. Опоры скольжения. Общие сведения.
71. Подшипники скольжения: общие сведения, классификация.
72. Особенности выбора и расчета подшипников скольжения.
73. Основные геометрические параметры и причины отказов опор скольжения.
74. Опоры качения. Общие сведения.
75. Подшипники качения: общие сведения, классификация.
76. Основные типы и серии подшипников качения, причины отказов.
77. Особенности выбора и расчета подшипников качения.
78. Конструктивные способы осевой фиксации подшипников.
79. Основные виды и назначение несущих частей конструкций и их элементов.
80. Конструкции корпусов и их элементов.
81. Виды и способы соединения деталей.
82. Шпоночные соединения.
83. Шлицевые соединения.
84. Профильные соединения.
85. Штифтовые соединения.
86. Фрикционные соединения.
87. Сварные соединения.
88. Заклепочные соединения.
89. Резьбовые соединения.
90. Классификация муфт.
91. Особенности выбора и расчета муфт.
92. Классификация пружин.
93. Основные параметры пружин.
94. Классификация уплотнений.
95. Уплотнения неподвижных стыков.
96. Уплотнения подвижных стыков.
97. Выборка мертвого хода в зубчатых преобразователях движения.

98. Выборка мертвого хода в винтовых преобразователях движения.
99. Радиальный способ устранения мертвого хода.
100. Конструкция люфтовывбирающего механизма с разрезной гайкой.
101. Механизмы выборки мертвого хода.
102. Механизмы выборки радиальной составляющей бокового зазора.
103. Основные определения и принцип торможения.
104. Классификация тормозных устройств.
105. Механические тормозные устройства.
106. Гидравлические тормозные устройства.
107. Пневматические тормозные устройства.
108. Электрические тормозные устройства.
109. Комбинированные тормозные устройства.
110. Погрешность системы управления и двигателя.
111. Кинематическая погрешность и мертвый ход преобразователей движения.
112. Кинематическая погрешность и мертвый ход цилиндрической червячной передачи.
113. Погрешность, вызванная податливостью преобразователя движения.
114. Погрешность ММ.