

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Мехатроника и робототехника»**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Х.М. Сенов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института \_\_\_\_\_ Н.В. Черкесова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕХАТРОННЫЕ МОДУЛИ РОБОТОВ И ИХ КОНСТРУИРОВАНИЕ»**

Направление подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Профиль

**Промышленная робототехника и робототехнические системы**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нальчик 2021

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины по выбору Блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Рабочая программа составлена в соответствии с рабочим учебным планом и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12 марта 2015 г. № 206.

## Содержание

		с.
1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5	Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	7
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	11
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	13
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цели преподавания курса «Мехатронные модули и их конструирование» заключается в обучении студентов основам конструирования, расчета мехатронных модулей роботов.

Курс деталей машин ставит перед собой следующие задачи:

- подготовка специалистов к проектной деятельности в области создания и внедрения мехатронных и робототехнических систем, систем управления мехатронными и робототехническими модулями и системами, позволяющих осуществлять сбор, пространственный анализ и интерпретацию данных в различных областях производства и человеческой деятельности;
- освоение методов конструкторского и технологического назначения мехатронных модулей роботов.
- проводить расчеты конкретных деталей, соединений и узлов на прочность;
- пользоваться измерительной аппаратурой, методами проведения экспериментальных исследований, определять из эксперимента различные параметры, характеризующие показатели детали или соединения и т.д.;
- проектировать детали, узлы и мехатронные модули с учетом требований технологичности и экономичности в сочетании с определяющими критериями работоспособности мехатронных модулей;
- работать с технической литературой включая справочники, атласы, ГОСТы и ЕСКД, ГОСТы ЕСТД.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору блока 1 учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника.

Дисциплина преподается посредством чтения лекций и проведения практических и лабораторных занятий.

На лекциях излагаются материалы теоретического и методического характера, расчета и конструирования мехатронных модулей роботов.

Лабораторные занятия обеспечивают практическое освоение лекционного материала, развитие умения и навыков работы с вычислительной техникой, измерительной аппаратурой и экспериментальными исследованиями.

## **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями ПК-12.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- о методах решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем **(З1)**;
- средства САПР для разработки конструкторской проектной документации механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем **(З2)**;
- теорию, расчет и конструирование деталей и узлов мехатронных модулей **(З3)**.

### **Уметь:**

- разрабатывать конструкторскую проектную документацию механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем **(У1)**;
- конструировать детали и узлы мехатронных модулей с учетом требований технологичности и экономичности в сочетании с определяющими критериями работоспособности **(У2)**;
- использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции **(У3)**;

**Владеть:**

- методами разработки конструкторской документации механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем **(B1)**;
- способами составления и выпуска эксплуатационной документации составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы **(B2)**;
- методиками разработки инновационной мехатронной и робототехнической продукции **(B3)**.

**4. Содержание и структура дисциплины****4.1. Содержание разделов дисциплины**

№ разд	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Предмет мехатронных модулей роботов и их конструирование.	Введение и основные понятия курса. Классификация узлов и деталей мехатронных модулей роботов. Основы проектирования механизмов, стадии проектирования.	К, Т, РК
2	Мехатронные модули и робототехнические устройства вращательного движения.	Общие сведения. Классификация механических передач вращательного движения. Главные характеристики передач. Кинематика и динамика механических передач вращательного движения.	К, Т, РК, ЛР
3	Мехатронные модули и робототехнические устройства линейного движения.	Общие сведения. Классификация механических передач линейного движения. Главные характеристики передач.	К, Т, РК, ЛР
4	Передачи с гибкой связью.	Виды и классификация передач с гибкой связью. Геометрические параметры передач. Силовые соотношения передач. Кинематика. Особенности конструкции, работы и расчета передач.	К, Т, РК, ЛР
5	Надежность мехатронных модулей	Основные понятия надежности. Характеристики надежности. Безотказность. Надежность в период эксплуатации. Надежность в период постепенных отказов. Надежность сложных систем.	К, Т, РК

**4.2. Структура дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов)**

Вид работы	ОФО
	6 сем.
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>51</b>
<i>Лекции (Л)</i>	17
<i>Практические занятия (ПР)</i>	17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	17
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>93</b>
Самостоятельное изучение разделов	40
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	44
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Реферат (Р)	
Эссе (Э)	
Контроль (прием зачета)	9
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>

#### 4.3 Лекционные занятия

№ разд	Наименование раздела
1	2
1	Введение. Предмет мехатронные модули роботов и их конструирование.
2	Мехатронные модули и робототехнические устройства вращательного движения.
3	Мехатронные модули и робототехнические устройства линейного движения.
4	Мехатронные модули с гибкой связью.
5	Надежность мехатронных модулей

#### 4.4. Лабораторные работы

№ пп	Наименование лабораторных работ
1.	Знакомство с лабораторией. Инструктаж по технике безопасности
2	Кинематический анализ модулей вращательного движения.
3.	Определение основных геометрических параметров, кинематических и нагрузочно-силовых характеристик мехатронного модуля с цилиндрической зубчатой передачей.
4	Определение основных геометрических параметров, кинематических и нагрузочно-силовых характеристик мехатронного модуля с конической зубчатой передачей.
5	Определение основных геометрических параметров, кинематических и нагрузочно-силовых характеристик мехатронного модуля с червячной передачей.

#### 4.5. Практические занятия

№ занятия	Тема
1	Выбор двигателя. Кинематический расчет привода.
2	Расчет мехатронных модулей вращательного движения.
3	Расчет мехатронных модулей линейного движения.
4	Расчет мехатронных модулей с гибкой связью.

#### 4.7. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ пп	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Мехатронные модули на базе высокомоментных двигателей
2	Мехатронные модули двигатель-рабочий орган
3	Интеллектуальные мехатронные модули
4	Мехатронные машины.
5	Мехатронные системы.
6	Тормозные устройства
7	Механизмы для выборки люфтов

### 5 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

##### Задачи:

Задачи решаются на практических занятиях и на контрольных работах в рамках балльно-рейтинговых мероприятий. В рамках текущего контроля студент может набрать 27 баллов за решение задач (18 баллов за три контрольные работы в рамках балльно-рейтинговых мероприятий и по 3 балла в каждый рубежный промежуток на практических занятиях). Баллы проставляются в зависимости от процента выполнения задачи. Типовые задачи приводятся ниже. Варианты и исходные данные для решения задач выдает преподаватель индивидуально каждому студенту.

1. Определить мощность  $P_1$  мехатронного модуля вращательного движения с угловой скоростью  $\omega_1$  колеса 1 при вращающем моменте  $T_1$ .
2. Определить общее передаточное число  $i$  рядовой цилиндрической передачи при числах зубьев колес  $z_1=20$ ,  $z_2=30$ ,  $z_3=60$ .
3. Определить делительный диаметр  $d$  цилиндрического зубчатого колеса, если известны модуль  $m$  и число зубьев  $z_1$ .
4. Определить осевую силу  $F_{a2}$  червячного колеса червячной передачи.
5. Коническая зубчатая передача имеет шестерню с внешним  $d_{e1}$  и средним  $d_{m1}$  делительными диаметрами. Определить окружную силу в зацеплении при вращающем моменте на шестерне  $T_1$ .

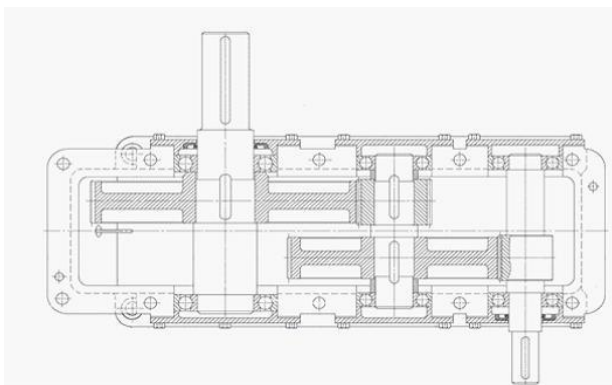
7. Определить передаточное отношение  $i$  механической передачи при известных угловых скоростях вращения  $\omega_1$  и  $\omega_2$ .





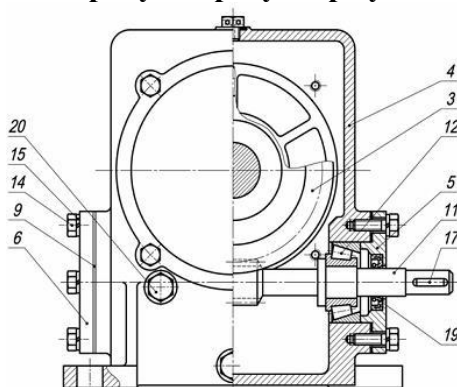
- : высокий КПД, дешевые материалы
- : большие передаваемые мощности
- +: большие передаточные числа, плавность и малошумность
- : малый нагрев, простота сборки

**В изображенном на рисунке редукторе без расчетов по критериям работоспособности применены ...**



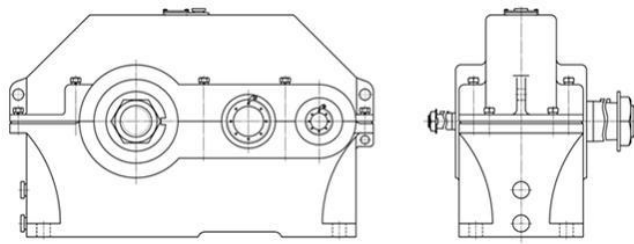
- : болты
- : зубчатые колеса
- +: уплотнения подшипников
- : валы

**Примененное в изображенном на рисунке редукторе уплотнение подшипника ...**



- : рекомендуется при скорости вала не более 2 м/с
- : рекомендуется при скорости вала более 20 м/с
- +: рекомендуется при скорости вала до 20 м/с
- : не имеет регламентации по скорости вала

**Для размещения крепления изображенного редуктора к раме, плите на корпусе изготовлены \_\_\_\_\_ и отверстия.**



- : проушины; 2
- : фланцы; 3
- +: ниши; 4
- : выступающие лапы; 5

**Если вращающий момент ведущего вала, обозначенного  $n_1$ , меньше, чем ведомого вала, обозначенного  $n_2$ , то на схеме изображен ...:**

- +: редуктор цилиндрический
- : редуктор червячный
- : мультипликатор цилиндрический
- : редуктор конический

### **Лабораторные работы**

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

### **5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 6 семестре ОФО. Задание на зачет состоит задачи и устного собеседования по пройденным разделам курса. На зачете студент может набрать максимум 30 баллов.

#### **Вопросы к зачету**

1. Классификация мехтронных модулей по конструктивным признакам.
2. Преобразователи движения.
3. Реечные передачи
4. Планетарные передачи.
5. Волновые передачи.
6. Общие сведения о деталях машин. Требования к деталям машин.
7. Работоспособность и надежность изделий.
8. Проектирование и расчет типовых изделий.
9. Конструктивные особенности и параметры цилиндрических зубчатых передач.
10. Конструктивные особенности и параметры конических зубчатых передач.
11. Конструктивные особенности и параметры червячных зубчатых передач.
12. Виды разрушения зубьев зубчатых колес. Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач
13. Станины, плиты направляющие и коробки. Конструкции. Назначения
14. Силы действующие на валы и оси зубчатых колес
15. Материалы для изготовления зубчатых колес. Точность изготовления зубчатых колес и передач
16. Цепные передачи. Классификация. Основные параметры цепных передач.
17. Силы, действующие в червячном зацеплении
18. Расчет зубьев цилиндрических прямозубых колес на изгиб
19. Критерии работоспособности и расчет ременных передач
20. Порядок расчета ременных передач
21. Выбор допускаемых напряжений в зубчатых передачах
22. Передача винт-гайка. Расчеты на прочность.

23. Критерии работоспособности и расчета цепных передач. Подбор цепей в цепных передачах
24. Зубчатые передачи. Параметры и конструкции зубчатых передач

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

### **6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

#### **Уметь:**

- разрабатывать конструкторскую проектную документацию механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем (**У1**);
- конструировать детали и узлы мехатронных модулей с учетом требований технологичности и экономичности в сочетании с определяющими критериями работоспособности (**У2**);
- использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции (**У3**);

#### **Владеть:**

- методами разработки конструкторской документации механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем (**В1**);
- способами составления и выпуска эксплуатационной документации составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы (**В2**);
- методиками разработки инновационной мехатронной и робототехнической продукции (**В3**).

<b>Результаты обучения (объекты оценивания)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов</b>	<b>Оценочные средства</b>
способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями ПК-12.	Знать: требования, предъявляемые конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями; Уметь: пользоваться конструкторской и проектной документацией механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем; разрабатывать конструкторскую и проектную документацию	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет,

	<p>механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем;</p> <p>Владеть: средствами и методами систем автоматизированного проектирования и моделирования мехатронных и робототехнических систем; методами разработки конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем для использования в решении задач профессиональной деятельности.</p>	
--	---	--

## 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей. М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2004.-360 с.
2. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств.-1-е изд., - Санкт-Петербург: Лань, 2012.
3. Подураев Ю.В. Мехатроника. Основы, методы, применение.— М.: Машиностроение, 2007.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5207.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Егоров О.Д. Механика роботов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Егоров О.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2007.— 226 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46686.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Гузенков П.Г. Детали машин. М.: Высшая школа, 1986, (85 экз).
5. Иванов М.Н. Детали машин. М., 1986, (50 экз).

### 7.2 Дополнительная литература

1. Крутов В.Н. Графические изображения некоторых принципов конструирования в машиностроении/ Н.В. Крутов, Ю.М. Зубаев, И.В. Демидович, и др. 1-е изд.-Санкт-Петербург: Лань,2010.-544 с.
2. Детали машин. Атлас конструкций. Под ред. Д.Н. Решетова, М.: Машиностроение, 1972, (2 экз).
3. Дунаев П.Ф. и др. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 1985, (37 экз).
4. Чернавский С.А. и др. Проектирование механических передач. М.: Машиностроение, 1984, (3 экз).

5. Давыдов И.Ш. Методические указания по курсовому проектированию по деталям машин. Нальчик, КБГУ, 1976, (18 экз).
6. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. М.: Высшая школа, 1975 (48 экз).

### **7.3 Интернет-ресурсы**

1. <http://www.kbsu.ru>
2. <http://www.lib.kbsu.ru>
3. window.edu.ru/catalog Каталог Единое окно доступа к образовательным ресурсам
4. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
5. <http://www.open.kbsu.ru> - Открытый университет
6. elib. altstu.ru/ elib/int.htm - Образовательные ресурсы Интернета
7. <http://lib-bkm.ru/load/2-1-0-20> - Библиотека машиностроителя
8. <http://www.knigafund.ru/> - ЭБС Книгафонд
9. <http://www.ipr-bookshop.ru> - ЭБС «IPR book»
10. <http://www.viniti.ru> - РЖ ВИНТИ. Электронный Банк данных реферативных журналов ВИНТИ РАН по широкому спектру наук
11. <http://www2.viniti.ru/> - электронный каталог научно-технической продукции
12. <http://kontrol-stankov.com/>
13. <http://www.info-ua.com/> - Тенденции современного станкостроения
14. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

### **7.4 Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Шогенов Б.В. Учебное пособие. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2018. –95 с.

### **7.5 Периодические издания**

1. "СТИН".
2. "Вестник машиностроения".
3. "Известия вузов. Машиностроение"
4. "Вестник МГТУ. Машиностроение";
5. "Прикладная механика";
6. «Справочник. Инженерный журнал»;
7. «Контроль. Диагностика»;
8. <http://www.delpress.ru> - подписка на журналы
- 9.

### **7.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

#### *Программное обеспечение*

1. Microsoft Windows XP (или более поздняя версия).
2. Пакет Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия).
3. Программные продукты: MATLAB, STATISTICA, EXCEL.
4. Прикладные программы для реализации различных методов одномерного и многомерного поиска, решения практических задач оптимизации.

#### *Базы данных*

5. Электронный каталог библиотеки КБГУ

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ работ	Материальное обеспечение лабораторных занятий
1	Цилиндрические, конические и червячные редукторы
2	Макеты различных зубчатых передач и механизмов (редукторов, планетарных, дифференциальных, коробок скоростей).
3	Демонстрационный стенд механизмов и машин.
4	Макеты плоских рычажных механизмов.
5	Макеты зубчатых передач.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:  
*лицензионное программное обеспечение:*

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;
- AltLinux (Альт Образование 8);

*свободно распространяемые программы:*

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).