

**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 образовательной
программы

_____ Х.М. Сенов

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ и Р

_____ Б.В. Шогенов

«_____» _____ 20__ г.

«_____» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.07.07 «ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки

Промышленная робототехника и робототехнические системы

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2024

Рабочая программа предназначена для преподавания обязательной дисциплины Б1. О. 06 студентам направления подготовки *15.03.06 Мехатроника и робототехника* в 4 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *15.03.06 «Мехатроника и робототехника»* утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1046.

Содержание

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 средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	11
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	15
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	23
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	24
9	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	24

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний о методах исследования, проектирования машин и механизмов; развитие у студентов механико-математической культуры и навыков в исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, направленной на создание надежных, высокоэффективных механизмов и машин, установок, автоматических устройств, соответствующих требованиям точности и экономичности; привить студентам умения и навыки практического проектирования механизмов мехатронных узлов и роботов, удовлетворяющих требованиям к их структуре, кинематике и динамике.

Базой для изучения настоящей дисциплины являются знания учебных дисциплин математического и естественнонаучного цикла (Б2), в объеме рабочих программ для бакалавров по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Задачами освоения учебной дисциплины является:

- обучить общим методам исследования и проектирования механизмов машин;
- обучить общим принципам реализации движения с помощью механизмов;
- изучить типы и формы взаимодействия механизмов в машине и их связь с кинематическими и динамическими свойствами механической системы;
- научить студентов системному подходу к проектированию машин и механизмов по заданным условиям работы;
- привить навыки использования измерительной аппаратуры и компьютерного моделирования для определения кинематических параметров машин и механизмов;
- обучить методикам экспериментального исследования элементов машин и механизмов;

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина является обязательной дисциплиной блока Б1.О.06 учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Теория механизмов и машин является самостоятельной наукой, имеющей свой объект исследования и владеющей собственными, строго разработанными научными методами. Курс базируется на общенаучных и общетехнических дисциплинах. Наиболее широко используются: математика, физика, теоретическая механика, инженерная и машинная графика, вычислительная техника и инновационные технологии, сопротивление материалов, технология конструкционных материалов, материаловедение.

В программе наряду с традиционными задачами дисциплины нашли отражение новые проблемы, продиктованные запросами современной техники.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Общепрофессиональные компетенции:

Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1)

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

- основные виды механизмов и их структуру, основные элементы машин, их кинематические и динамические характеристики, принципы образования механизмов.
- аналитические, графические методы кинематического и кинетостатического анализа механизмов;
- назначение и классификацию зубчатых передач. условия синтеза зубчатого зацепления, порядок синтеза;
- геометрические параметры зубчатого зацепления;

- методы формообразования зубьев, их особенности;
- методы и последовательность расчета передаточных отношений планетарных и дифференциальных передач;
- назначение, основные виды кулачковых механизмов, их параметры, порядок синтеза и методы проектирования;
- основные источники вибрации в машинах и механизмах; методы виброзащиты;
- методы и порядок синтеза рычажных механизмов;
- основные параметры роботов и манипуляторов;

Уметь:

- проводить структурный, кинематический, кинетостатический анализ механизмов графическими, графоаналитическими и аналитическими методами;
- выполнять синтез рычажных механизмов по заданным условиям;
- определять подвижность плоских и пространственных кинематических цепей (роботов и манипуляторов);
- синтезировать зубчатую передачу из условия отсутствия подрезания ножки зуба, отсутствия заострения головки зуба, обеспечения непрерывности вращения;
- строить эвольвентный профиль зуба зубчатой передачи;
- проводить расчет передаточных отношений зубчатых передач: простого, дифференциального и смешанного механизмов;
- определять критические (резонансные) частоты конструкции, механизма;
- проводить расчет параметров уравнивания роторов и рычажных механизмов;

Владеть:

- методами оптимизации параметров механизма (имитационное 3D моделирование);
- навыками создания моделей элементов машин и механизмов;

Приобрести опыт деятельности:

- навыки работ по проведению расчетов по теории механизмов;
- навыки работ по оформлению проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;
- навыки работ по участию в мероприятиях по контролю разрабатываемых проектов;
- навыки работ по совершенствованию действующих технологических процессов;
- навыки работ по автоматизации машиностроительных производств, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции;

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины

<i>№ раздела</i>	<i>Наименование раздела</i>	<i>Содержание раздела</i>	<i>Формируемая компетенция (часть компетенции)</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
1	2	3	4	5
1	Введение	Основные понятия и определения. Основные проблемы теории механизмов и машин. Значение курса ТММ для инженерного образования. Машина. Механизм. элементы механизмов. Звено механизма. Входные и	ОПК-1	

		<p>выходные звенья. Основные виды механизмов Рычажные механизмы. Зубчатые механизмы. Кулачковые механизмы. фрикционные механизмы. Манипуляторы, их устройства и область применения. Технические показатели. О системах управления манипуляторов. Вопросы динамики манипуляторов.</p>		
2	Структурный анализ и синтез плоских и пространственных механизмов	<p>Структура механизмов. Кинематические цепи. Структурная формула кинематической цепи общего вида. Структура плоских и пространственных механизмов. основные принципы образования плоских механизмов. Структурная классификация плоских механизмов. Контурные связи и синтез механизмов с оптимальной структурой.</p>	ОПК-1	<p>Защита лабораторной работы. Выполнение курсового проекта.</p>
3	Кинематический анализ характеристики механизмов	<p>Кинематический анализ плоских механизмов аналитическим и графическим методами. Система линейных уравнений для определения скоростей и ускорений в плоских и пространственных механизмах. Планы скоростей и ускорений рычажных механизмов.</p>	ОПК-1	<p>Защита лабораторной работы. Выполнение курсового проекта. Тестирование.</p>
4	Динамический анализ механизмов	<p>Основные задачи динамического анализа механизмов. Характеристики сил в механизмах. Силовой расчет механизмов.</p>	ОПК-1	<p>Защита лабораторной работы. Выполнение курсового проекта. Тестирование.</p>

				Расчетно-графическая работа.
5	Колебания в механизмах. Колебание в рычажных и кулачковых механизмах. Уравновешивание механизмов.	Фрикционные колебания в механизмах. Колебания в механизмах с упругими муфтами и валами. Колебание в 4-х шарнирном механизме с упругими звеньями. Малые колебания в рычажных механизмах приборов. Синхронизация механизмов. Колебание в механизмах регуляторов скоростей. Колебание в кулачковых механизмах. Уравнения движения кулачкового механизма с упругим толкателем. Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев. Безударные вибрационные транспортеры. Вибрационные транспортеры с подбрасыванием груза.	ОПК-1	Защита лабораторной работы. Выполнение курсового проекта. Тестирование.
6	Вибрация. Динамические гасители колебаний. Трение в механизмах	Общие сведения о вибрации. Основные показатели интенсивности вибрации. Виброизоляция. Линейные и нелинейные виброизоляторы. Пружинный динамический гаситель без трения и с трением. Маятниковый динамический гаситель. Поглотители колебаний с вязким и сухим трением. Ударные гасители колебаний.	ОПК-1	Тестирование. Коллоквиум. Расчетно-графическая работа.
7	Динамика приводов	Выбор типа привода. Электропривод, гидропривод и пневмопривод механизмов. Расчет.	ОПК-1	Защита лабораторной работы. Выполнение курсового

		<p>Линейные и нелинейные уравнения движения в механизмах.</p> <p>Приведенные массы и силы. Приведенный момент сил. Теорема Жуковского.</p> <p>Дифференциальное уравнение движения механизма. Решение линейных и нелинейных уравнений движения механизма.</p>		<p>проекта.</p> <p>Расчетно-графическая работа.</p>
8	Синтез рычажных и передаточных механизмов.	<p>Синтез рычажных механизмов. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ.</p> <p>Синтез механизмов по методу приближений функции.</p> <p>Синтез передаточных механизмов. Зубчатые механизмы с неподвижными и подвижными осями.</p> <p>Геометрический расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач, пространственных зубчатых передач и механизмов. Методы синтеза схем механизмов роботов-манипуляторов.</p>	ОПК-1	<p>Защита лабораторной работы.</p> <p>Выполнение курсового проекта.</p> <p>Коллоквиум.</p> <p>Рубежный контроль.</p>

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа)

Вид работы	ОФО
	4 сем.
Общая трудоемкость	144
Аудиторная работа:	60
Лекции (Л)	30
Практические занятия (ПЗ)	15
Лабораторные работы (ЛР)	15
Самостоятельная работа:	57
Курсовая работа	20
Самостоятельное изучение разделов	20

<i>Вид работы</i>	<i>ОФО</i>
	<i>4 сем.</i>
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	17
Подготовка и сдача экзамена	27
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

<i>№ раз-дела</i>	<i>Наименование разделов</i>
1	2
1.	Введение
2.	Структурный анализ механизмов
3.	Кинематический и кинетостатический анализ механизмов
4.	Динамический анализ механизмов
5.	Колебания в механизмах
6.	Вибрация. Динамические гасители колебаний
7.	Динамика приводов
8.	Синтез рычажных и передаточных механизмов
9	Подготовка и сдача экзамена
	<i>Итого:</i>

4.3 Лабораторные работы

<i>№ ЛР</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>
1	3
1.	Знакомство с лабораторией. Инструктаж по технике безопасности.
2.	Составление кинематической схемы и структурный анализ плоских механизмов.

3.	Определение основных параметров зубчатого колеса с помощью инструментов и геометрический расчет зубчатой передачи.
4.	Обработка зубьев методом огибания.
5.	Кинематический анализ зубчатых механизмов.
6.	Расчет и построение профиля кулачка.
7.	Определение момента инерции звеньев.
8.	Статическое и динамическое уравнивание масс.
9	Определение коэффициента трения скольжения на горизонтальной плоскости
10	Кинематический анализ рычажных механизмов методом планов

4.4 Практические занятия

<i>№ занятия</i>	<i>Тема</i>
1	3
1	Структурный анализ механизмов
2,3	Кинематический анализ механизмов
4	Кинетостатический расчет плоских механизмов
5	Колебания в механизмах
6	Вибрация. Расчет виброперемещения, виброскорости и виброускорения.
7	Динамика приводов
8	Синтез передаточных и рычажных механизмов

4.5 Курсовая работа

Задание на курсовую работу выдается преподавателем.

Темы курсовых работ:

Задание 1. Проектирование и исследование механизмов инерционного конвейера.

Задание 2. Проектирование и исследование механизмов кривошипно-коленного пресса.

Задание 3. Проектирование и исследование механизмов брикетировочного автомата.

Задание 4. Проектирование и исследование механизмов поршневого насоса.

Задание 5. Проектирование и исследование механизмов пресса-автомата.

4.6 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

<i>№ раздела</i>	<i>Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>
------------------	---

1	2
1	Основные виды механизмов, используемых в машиностроении. Механизмы с геометрическими, гибкими, гидравлическими, пневматическими и другими связями между звеньями
6	Вибрация. Динамическое гашение колебаний. Вибрационные транспортеры. Вибрационные машины и их использование в технике. Безударные вибрационные транспортеры. Вибрационные
7	Динамика приводов. Электропривод механизмов. Гидропривод механизмов. Пневмопривод механизма. Выбор типа приводов
8	Синтез рычажных механизмов. Основные задачи проектирования. Классификация механизмов по функциональным и структурным признакам. Применение рычажных и шарнирных механизмов в транспортных, технологических, энергетических машинах, автоматических устройствах, приборах и установках. Методы многовариантного синтеза. Входные и выходные параметры при синтезе механизмов и ограничения. Применение ЭВМ при синтезе механизмов. Приближенный интерполяционный синтез и синтез по Чебышеву. Постановка и классификация задач синтеза плоских рычажных механизмов по заданному движению входных и выходных звеньев на основе геометрических связей между звеньями с учетом сборки и допускаемых углов давления. Условия существования кривошипа. Обязательные и желательные условия синтеза. Построение целевой функции. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ. Выбор метода оптимизации. Вычислительные алгоритмы и программы синтеза рычажных механизмов на ЭВМ.
	<i>Итого</i>

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся в 4 семестре по вопросам, выносимым на экзамен. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносится одна треть вопросов из общего их числа к экзамену. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы (тестовые задания).

1. Задание {{ 1 }} ТЗ № 1

Отметьте правильный ответ

Соприкосновение звеньев в низшей кинематической паре происходит:

- ☒ по поверхности
- ☐ по линии
- ☐ по точке
- ☐ по линии и точке

2. Задание {{ 2 }} ТЗ № 2

Отметьте правильный ответ

По какой формуле определяется степень подвижности плоского механизма:

- ☐ по формуле Артоболевского
- ☒ по формуле Чебышева
- ☐ по формуле Сомова- Малышева

3. Задание {{ 3 }} ТЗ № 3

Отметьте правильный ответ

Как определяется класс нулевой группы:

- ☐ по числу звеньев
- ☐ по числу кинематических пар
- ☒ по числу внутренних кинематических пар

4. Задание {{ 4 }} ТЗ № 4

Отметьте правильный ответ

Сколько степеней подвижности имеет группа Асура:

- ☐ одна
- ☐ две
- ☒ нуль

5. Задание {{ 5 }} ТЗ № 5

Отметьте правильный ответ

Какой метод является универсальным для кинематического анализа механизмов:

- ☐ графический
- ☐ аналитический
- ☒ графо-аналитический

6. Задание {{ 6 }} ТЗ № 6

Отметьте правильный ответ

Какое движение не может совершать кулиса:

- ☐ вращательное
- ☒ поступательное
- ☐ поступательно-вращательное

7. Задание {{ 7 }} ТЗ № 7

Отметьте правильный ответ

Между какими осями можно передавать движение с помощью цилиндрической зубчатой передачи:

- ☐ между пересекающимися осями
- ☐ между непересекающимися осями
- ☒ между параллельными осями

8. Задание {{ 8 }} ТЗ № 8

Отметьте правильный ответ

В каких пределах колеблется передаточное число червячной передачи:

- ☐ до 10
- ☐ до 80
- ☒ до 300 и более

9. Задание {{ 9 }} ТЗ № 9

Отметьте правильный ответ

Чем отличается многозвенные рядовые зубчатые механизмы от ступенчатых:

- ☒ последовательным соединением колес
- ☐ параллельным соединением колес
- ☐ ступенчатым соединением колес

10. Задание {{ 10 }} ТЗ № 10

Отметьте правильный ответ

Какой параметр нельзя определить методом кинематического анализа механизма:

- ☐ положения звеньев
- ☐ скорости и ускорения точек и звеньев
- ☒ реакций в кинематических парах звеньев

11. Задание {{ 11 }} ТЗ № 11

Отметьте правильный ответ

Какие силы могут действовать на звеньев механизма:

- ☒ сила трения, сила инерции, движущая сила, сила полезного сопротивления
- ☐ сила трения и инерции
- ☐ сила инерции, движущая сила, сила полезного сопротивления

12. Задание {{ 12 }} ТЗ № 12

Отметьте правильный ответ

Как определяется направление силы инерции звена:

- ☐ направлением угловой скорости звена
- ☐ направлением скорости движения звена
- ☒ направлением ускорения центра масс звена

ЗАДАЧИ:

1. В каком случае обеспечивается статическое и динамическое уравнивание ротора?
2. По какой формуле определяется коэффициент смещения контура инструментальной рейки?
3. Как определить диаметр начальной окружности цилиндрического зубчатого колеса?
4. По какой формуле определяется наименьший коэффициент смещения инструмента по критерию отсутствия подрезания зубьев?
5. Как можно определить степень подвижности механизма, состоящий из поступательных кинематических пар?
6. Определить скорость точки А для звена ОА зная ω и длину l_{OA} .
7. Из какого векторного уравнения можно определить скорость любой точки (С) плоской фигуры относительно точки В (полюса)?
8. Какое векторное уравнение можно составить для определения абсолютного ускорения любой точки (С) плоской фигуры?
9. Как определить передаточное отношение зубчатой передачи?
10. Как найти нормальное ускорение точки А для звена ОА?

5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы

1. Что называется механизмом, звеном, кинематической парой, элементом звена, кинематической цепью?
2. Как подразделяются кинематические пары по числу условий связи, налагаемых на относительное движение звеньев?
3. Какие кинематические пары относятся к высшим и какие к низшим?
4. Какие задачи решаются в ходе структурного анализа механизмов?
5. Как рассчитать степень подвижности плоского механизма?
6. В чем сущность структурной классификации плоских механизмов?
7. Что называется группой Ассура и как определяется ее класс, порядок?
8. Что представляют собой пассивные связи и лишние степени свободы?
9. Каким образом высшие пары можно заменить кинематическими цепями с низшими парами?
10. В чем заключается основная теорема плоского зацепления (теорема Виллиса)?
11. Что называется эвольвентой окружности и каковы ее основные свойства? Что такое угол профиля эвольвенты?
12. Что такое окружной модуль зубьев, расчетный модуль зубчатого колеса, делительная окружность?
13. Объясните смысл основных характеристик эвольвентного зацепления: линии зацепления, активной линии зацепления, активных профилей зубьев, угла зацепления, начальных окружностей, полюса зацепления?
14. Охарактеризуйте принципиальные методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Что такое исходный производящий контур цилиндрических зубчатых колес и каковы его основные параметры?
15. Что называется смещением исходного контура в станочном зацеплении и коэффициентом смещения?
16. В чем заключается явление подрезания зубьев и при каком условии оно возникает? Как определить наименьшее число зубьев, свободное от подрезания?
17. Как определить коэффициент наименьшего смещения исходного контура из условия отсутствия подрезания зубьев?
18. Какие типы зацеплений цилиндрических колес различают в зависимости от сочетания коэффициентов смещения исходного контура? Каковы основные цели применения колес со смещением?

19. По каким формулам определяются основные размеры цилиндрических эвольвентных колес? Коэффициенты воспринимаемого и уравнивающего смещения, их смысл и взаимосвязь?
20. Укажите типы плоских и пространственных зубчатых передач в зависимости от расположения осей вращения колес.
21. Передаточное отношение и его определение по величине и по знаку.
22. Что мы называем передаточным числом зубчатой передачи?
23. Как определяется передаточное отношение ступенчатой зубчатой передачи?
24. В чем состоит особенность ступенчатых передач с промежуточными (паразитными) колесами?
25. Перечислите типы и охарактеризуйте отличительные признаки зубчатых механизмов с подвижными осями.
26. Составьте схемы планетарного и дифференциального механизмов и определите число степеней свободы этих механизмов.
27. Что называется кулачковым механизмом, кулачком, толкателем? Какие бывают типы толкателей?
28. В чем заключается задача кинематического анализа кулачковых механизмов?
29. Какие геометрические параметры задаются при кинематическом анализе кулачкового механизма?
30. Какие бывают способы замыкания высшей пары?
31. Начертите схему кулачкового механизма и покажите на ней угол давления?
32. В чем заключается задача кинематического синтеза кулачковых механизмов?
33. При каких законах движения толкателя наблюдаются удары в кулачковых механизмах?
34. Как построить теоретический и практический профили кулачка в механизме с поступательно движущимся толкателем?
35. Что называется механическим к.п.д. и что он характеризует? Почему понятие к.п.д. машины имеет смысл только для установившегося движения?
36. Что является причиной неуравновешенности вращающихся звеньев? К каким отрицательным последствиям она приводит?
37. Назовите и напишите условие полной уравновешенности звена.
38. Что называется балансировкой? Для каких звеньев должна проводиться динамическая балансировка?
39. Какие задачи ставятся при статическом и динамическом уравновешивании звеньев?
40. Что называется звеном, деталью, кинематической парой, элементом звена, кинематической цепью? Что называется машиной, механизмом?
41. Как подразделяются кинематические пары по числу условий связи, налагаемых на относительное движение звеньев?
42. Какие кинематические пары относятся к высшим и какие к низшим?
43. Какие задачи решаются в ходе структурного анализа механизмов?
44. Как рассчитать степень подвижности плоского, пространственного механизмов?
45. В чем сущность структурной классификации плоских механизмов?
46. Что называется группой Ассура? Как определяется класс и порядок?
47. Что представляют собой пассивные связи и лишние степени свободы?
48. Каким образом высшие кинематические пары можно заменить кинематическими цепями с низшими парами.
49. В чем заключается основная теорема зацепления (теорема Виллиса)?
50. Что называется эвольвентной окружностью и каковы ее основные свойства?
51. Что такое окружной модуль зубьев, расчетный модуль зубчатого колеса, делительная окружность?
52. Объясните смысл основных характеристик эвольвентного зацепления: линии зацепления. Начальных окружностей, полюса зацепления.

53. Охарактеризуйте принципиальные методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Что такое исходный производящий контур цилиндрических зубчатых колес и каковы его основные параметры?
54. Что называется смещением исходного контура в станочном зацеплении и коэффициентом смещения?
55. В чем заключается явление подрезания зубьев и при каком условии оно возникает? Как определить наименьшее число зубьев, свободное от подрезания?
56. Как определить коэффициент наименьшего смещения исходного контура из условия отсутствия подрезания зубьев?
57. Какие типы зацеплений цилиндрических колес различают в зависимости от сочетания коэффициентов смещения исходного контура? Каковы основные цели применения колес со смещением?
58. Укажите типы плоских и пространственных зубчатых передач в зависимости от расположения осей вращения колес.
59. Передаточное отношение и его определение по величине и по знаку.
60. Что мы называем передаточным числом зубчатой передачи?
61. Как определяется передаточное отношение ступенчатой зубчатой передачи?
62. В чем состоит особенность ступенчатых передач с промежуточными (паразитными) колесами?
63. Какое назначение коробки скоростей?
64. Перечислите типы и охарактеризуйте отличительные признаки зубчатых механизмов с подвижными осями.
65. Составьте схемы планетарного и дифференциального механизмов и определите число степеней свободы этих механизмов.
66. Напишите формулу Виллиса для дифференциального механизмов.
67. Назовите и напишите условие полной уравновешенности звена.
68. Какие задачи ставятся при статическом и динамическом уравнивании звеньев?
69. Что такое дисбаланс и на чем основано его определение в станках для динамической балансировки?

Вопросы к экзамену

1. Понятие механизма и машины
1. Понятие кинематической пары. Классификация кинематических пар по четырем признакам
2. Звено - простое, сложное. Кинематическая цепь - простая, сложная, замкнутая, незамкнутая
3. Определение степени подвижности плоского механизма
4. Определение степени подвижности пространственного механизма
5. Входное и выходное звенья, начальное звено.
9. Структурные группы (группы Ассура). Структурная классификация механизмов по Ассуру
10. Структурный анализ механизма.
11. Методы кинематического исследования плоских механизмов, исходные данные, допущения.
12. Понятие планов положений, скоростей, ускорений. Изображающие свойства планов.
13. Определение угловых скоростей и угловых ускорений звеньев.
14. Определение скоростей и ускорений (линейных и угловых) с помощью кинематических диаграмм (методами численного или графического дифференцирования, интегрирования).
15. Кинематическое исследование плоских механизмов.
16. Кинематическое исследование кулисных механизмов
17. Классификация кулачковых механизмов, назначение и область применения.

18. Угол давления в кулачковых механизмах. Силовое и геометрическое замыкание.
19. Выбор закона движения выходного звена. Понятие о мягком и жестком ударах.
20. Профилирование кулачка по заданному закону движения толкателя.
21. Условие статической определимости групп Ассура.
22. Определение сил инерции и моментов от сил инерции.
23. Кинестатика групп Ассура и начального звена (расчетные схемы и уравнения статики).
24. Понятие уравнивающего момента. Теорема проф. Жуковского Н.Е. о «жестком» рычаге.
25. Понятие о приведенном механизме и о приведенных моментах от сил.
26. Кинетическая энергия и приведенный момент инерции.
27. Силовой расчет структурной группы III-го класса 3-го порядка (метод особых точек).
28. Классификация механических передач.
29. Геометрические элементы зубчатого колеса по ГОСТ 16530-70.
30. Понятие о модуле зубьев.
31. Передаточное отношение и передаточное число зубчатой пары.
32. Расположение осей в пространстве и передача вращательного движения между ними.
33. Основной закон зацепления (теорема Виллиса).
34. Сопряженные профили, понятие о начальных окружностях.
35. Эвольвента круга, ее свойства и уравнения в полярных координатах.
36. Характеристики зацепления.
37. Изготовление зубчатых колес.
38. Явление подрезания зубьев.
39. Нулевое, положительное и отрицательное зубчатые колеса.
40. Критерии назначения коэффициентов смещения.
41. Равносмещенная и неравносмещенная зубчатая передача.
42. Геометрия косозубых цилиндрических колес. Коэффициент перекрытия косозубой передачи.
43. Кинематика и геометрия конических передач.
44. Типы планетарных механизмов. Кинематика планетарных механизмов.
72. Основные типы приводов. Выбор типа приводов.
73. Основные задачи проектирования. Классификация механизмов по функциональным и структурным признакам.

Вопросы к защите курсовой работы

Структурный анализ рычажного механизма

1. Объясните назначение исследуемого механизма.
2. Какой механизм называется рычажным?
3. Какой механизм называется плоским (пространственным)?
4. Какое звено называется кривошипом (ползуном, шатуном, коромыслом, кулисой, кулисным камнем)?
5. Сколько неподвижных звеньев в механизме?
6. Чему равно число степеней свободы движущегося твердого тела: в случае пространственного (плоского) движения?
7. Дайте определение кинематической пары.
8. Какие кинематические пары называются низшими? Приведите примеры.
9. Какие кинематические пары называются высшими? Приведите примеры.
10. Чем определяется класс кинематической пары? Приведите примеры кинематических пар различных классов.
11. Какие кинематические пары называются плоскими, пространственными?
12. Приведите примеры кинематических пар с геометрическим и силовым замыканием.
13. Какая кинематическая цепь называется механизмом?
14. О чем говорит значение степени подвижности механизма?

15. Какое звено механизма называется входным (выходным)? Назовите эти звенья.
16. Какое звено механизма является начальным?
17. Какая кинематическая цепь называется группой Ассура?
18. Какое звено называется поводком? Какая кинематическая пара называется потенциальной?
19. Чему равна степень подвижности группы начальных звеньев?
20. Чему равна степень подвижности групп Ассура?
21. Как определяется класс и порядок группы Ассура?
22. Как определяется класс механизма?

Кинематическое исследование рычажного механизма

1. Как определить "мертвые" положения механизма?
2. Какой чертеж называется планом скоростей (ускорений)?
3. Как должен быть направлен вектор скорости точки (например А) кривошипа?
4. В чем заключаются изображающие свойства планов скоростей (ускорений)? Скорости (ускорения) каких точек Вы определяли с помощью изображающих свойств планов?
5. Запишите векторные уравнения скоростей и ускорений точек, для вашего механизма.
6. Как определить величину и направление угловой скорости звена (например, шатуна АВ или другого звена)?
7. Как определить величину и направление углового ускорения звена (например, шатуна АВ или другого звена)?
8. Чему равно угловое ускорение кривошипа ОА, совершающего равномерное движение?
9. Чему равно угловое ускорение например, ползуна В, совершающего поступательное движение?

Силовой расчет рычажного механизма

1. Определение движущей силы или силы полезного сопротивления с помощью индикаторной диаграммы. Объяснить.
2. Понятие приведенной силы, приведенной массы, приведенного момента инерции.
3. Установившееся движение. Неравномерность хода.
4. Основное дифференциальное уравнение движения. Алгоритм решения.
5. Условие статической определимости групп Ассура.
6. Учет действия сил инерции.
7. Основные задачи силового расчета, допущения, принимаемые при расчете.
8. Уравнения статики, используемые при определении реакций в кинематических парах.
9. Алгоритмы кинетостатического расчета групп Ассура и группы начального звена.
10. Понятие уравнивающего момента. Какой момент (движущий или сопротивления) является уравнивающим для рабочей машины (для машины-двигателя)?
11. Теорема Н.Е. Жуковского о "жестком" рычаге.

Профилирование зубчатого зацепления

1. Выбор вида зацепления (передача повышающая или понижающая, прямозубая или косозубая, нормальная или корригированная - почему?)
2. Дайте определение передаточного отношения, передаточного числа.
3. Какое из двух колес зубчатой пары называется шестерней?
4. Какой параметр определяет основные геометрические размеры зуба и колеса?
5. Что называется модулем зубьев?
6. Какое колесо является ведущим (ведомым)?
7. Покажите начало и конец зацепления построенной пары зубьев.
8. Дайте понятия теоретической и рабочей части линии зацепления.
9. Объясните, как находятся рабочие участки профилей зубьев, дуги зацепления.
10. Сформулируйте теорему Виллиса, приведите ее математическую запись.
11. Какие окружности касаются в полюсе зацепления?
12. В какой передаче начальные и делительные окружности совпадают (не совпадают)?
13. В чем принципиальное отличие начальных и делительных окружностей?

14. По какой окружности нормального зубчатого колеса толщина зуба равна ширине впадины?
15. О чем говорит значение коэффициента перекрытия передачи?
16. Какая окружность называется основной?
17. Покажите угол профиля и его инволюту на делительной окружности (на окружности вершин зубьев, на основной окружности).
18. Объясните построение эвольвенты и переходной кривой профиля зуба.
19. Какие передачи применяются в случаях параллельных, пересекающихся и перекрещивающихся осях ведущего и ведомого звеньев?
20. В чем заключается суть синтеза планетарного редуктора.
21. Запишите условие соседства, соосности, сборки для вашей схемы планетарного редуктора.
22. Как определяется передаточное отношение планетарной передачи.
23. Графический метод определения передаточного отношения планетарной передачи.

Синтез кулачкового механизма

1. Классификация кулачковых механизмов, назначение и область их применения.
2. Угол давления в кулачковых механизмах. Силовое и геометрическое замыкание.
3. Выбор закона движения выходного звена.
4. Понятие о мягком и жестком ударах.
5. Профилирование кулачка по заданному закону движения толкателя.
6. Основные геометрические размеры кулачка.

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

6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции	Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Знать: аналитические, графические методы кинематического и кинетостатического анализа механизмов; методы и последовательность расчета передаточных отношений планетарных и дифференциальных передач;	Структурная классификация плоских механизмов. Контурные связи и синтез механизмов с оптимальной структурой.	лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, курсовая работа, зачет, экзамен.
	Уметь: проводить структурный, кинематический, кинетостатический анализ механизмов графическими, графоаналитическими и аналитическими методами; проводить расчет передаточных	Кинематический анализ плоских механизмов аналитическим и графическим методами. Система линейных уравнений для определения скоростей и ускорений в плоских и пространственных механизмах. Планы	лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, курсовая работа, зачет, экзамен.

	отношений зубчатых передач: простого, дифференциального и смешанного механизмов.	скоростей и ускорений рычажных механизмов. Синтез передаточных механизмов. Зубчатые механизмы с неподвижными и подвижными осями. Геометрический расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач, пространственных зубчатых передач и механизмов.	
	Владеть: методами оптимизации параметров механизма (имитационное 3D моделирование); навыками создания моделей элементов машин и механизмов;	Выбор типа привода. Электропривод, гидропривод и пневмопривод механизмов. Расчет. Решение линейных и нелинейных уравнений движения механизма.	лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, курсовая работа, зачет, экзамен.

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
4,5	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительн о».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

В рамках текущего и рубежного контроля выполнения курсового проекта студент может набрать 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице:

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
5	Студент не посещал консультации с преподавателем. Неудовлетворительное выполнение составных частей курсовой работы. Студент не допускается к защите курсовой работы	Частичное посещение консультаций с преподавателем. Выполнение курсовой работы с отставанием от графика. Составные части курсовой работы выполнены не полностью, либо допущены ошибки.	Полное или частичное посещение консультаций с преподавателем. Составные части курсовой работы выполнены полностью, но с отставанием от графика, либо допущены незначительные огрехи.	Полное посещение консультаций с преподавателем. Безошибочное решение всех задач, поставленных в курсовой работе без отставания от графика.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 4 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

		итогах текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	
--	--	--	---	--

На защите курсового проекта студент может набрать 30 баллов.

Для оценки защиты курсовых проектов используется следующая схема:

Объект оценки	Критерии	Максимальный балл
Оформление работы	Соответствует полностью требованиям	10
	Соответствует частично требованиям	5
	Не соответствует требованиям	0
Оценка на защите	Владеет материалом	20
	Частично владеет материалом	10
	Не владеет материалом	0

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам для оценивания курсовой работы

Рейтинговая оценка (в баллах)	Оценка по пятибалльной шкале
91-100	«отлично»
81-90	«хорошо»
61-80	«удовлетворительно»
менее 61	«неудовлетворительно»

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1) Чмиль В.П. Теория механизмов и машин.- 1-е изд.- Санкт-Петербург: Лань, 2016.-288 с. 2)

7.2 Дополнительная литература

2) Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин. Курс лекций/Г.А. Тимофеев. - М.: Высшее образование, 2009. - 352 с.

3) Смелягин А.И. Теория механизмов и машин Курсовое проектирование: учебное пособие/А.И. Смелягин. - М.: ИНФПА-М, 2009. - 263 с. (Высшее образование)

1) Сабанчиев Х.Х. Теория механизмов и машин. Методические указания и задания на курсовое проектирование /Х.Х. Сабанчиев. – Нальчик: Каб.-Балк. университет, 2012.- 31 с.

2) Белоконов И.М. Теория механизмов и машин: Конспект лекций: учебное пособие для вузов/И.М. Белоконов, С.А. Балак, К.И. Белоконов. - 2-е изд., исправ. и допол. - М.: Дрофа, 2004. - 172 с.

3) Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М., 1988.-638 с. - 100 экз.

4) Артоболевский И.И. Теория механизмов. - М.: Наука, 1967. – 123 с. - 10 экз.

5) Юдин В.А., Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин. - М.: 1977. - с. - 3 экз.

6) Сабанчиев Х.Х. и др. Основы теории механизмов и машин. - Нальчик: Эльфа, 1996.-251 с. - 35 экз.

7)Сабанчиев Х.Х./Теория механизмов и машин [текст]: методические указания по выполнению курсового проекта/Х.Х. Сабанчиев. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2009. – 34 с. - 100 экз.

8) Теория механизмов и машин: Учебник для вузов/К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В. Фролова. – 4-е изд. исп. – М.: Высш. школа, 2003. – 496 с.

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 «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>

7.4 Методические указания к лабораторным занятиям.

Сабанчиев Х.Х. Теория механизмов и машин. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2005. – 57 с. – 100 экз.

7.5 Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.

1) Сабанчиев Х.Х. Теория механизмов и машин. Методические указания по выполнению курсового проекта. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2009. – 33 с. – 100 экз.

2) Сабанчиев Х.Х. Теория механизмов и машин. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2006. – 12 с. – 100 экз.

3) Сабанчиев Х.Х. Теория механизмов и машин. Методические указания к контрольным работам. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2009. – 33 с. – 100 экз.

7.6. Периодические издания

Список необходимых журналов по профилю дисциплины, имеющих в библиотеке КБГУ:

1. Машиностроение. Известия вузов.
2. Проблемы машиностроения и надежности машин.
3. Вестник машиностроения.
4. Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия «Технические науки».
5. Известия вузов «Северо-кавказского региона». Серия «Технические науки».
6. Вестник Московского государственного технического университета им. Баумана. Серия «Машиностроение».

7.7 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Программное обеспечение

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition.
- МойОфис Стандартный
- Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1

7.8 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. <http://www.diss.rsl.ru> – ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки
2. <http://www.scopus.com> – Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии». Реферативная и аналитическая база данных
3. <http://elibrary.ru> – Электронная библиотека научных публикаций.
4. <http://polpred.com> – Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям
5. <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
6. <http://www.consultant.ru/> - справочно-правовая система Консультант Плюс
7. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Лабораторные работы, проводятся в компьютерном классе с современным компьютерным оборудованием, использующим в процессе обучения студентов программное обеспечение, прописанное в п. 7.6.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

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).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

Рабочая программа по дисциплине «Теория механизмов и машин» по направлению подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника на _20__ - 20__ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Мехатроника и робототехника»

протокол № ____ от " ____ " _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____./