

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Направление подготовки 15.03.02 *«Технологические машины и оборудование»*

Направленность *«Цифровое проектирование машин и холодильных систем»*

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 г. № 728 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 7 сентября 2021 г., регистрационный № 64910), в соответствии с учебным планом направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата).

Разработал: Букина С.В., доцент кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, к.т.н., доцент

Рецензент: Рудовский П.Н., профессор кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н., проф.

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры №10 от 24.05.2018 г.

Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ

Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры №3 от 11.11.2021 г.

Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ

Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры № 5 от 31.01.2023 г.

Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ

Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – формирование теоретических знаний, приобретение умений и навыков использования общих методов исследования и проектирования механизмов, принципам реализации движения с помощью различных механизмов и системному подходу к проектированию машин и механизмов.

В задачи дисциплины входят:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области машиностроительного производства; сбор и анализ исходных данных информационных данных для проектирования изделий машиностроения и технологий изготовления;
- формирование знаний математического моделирования процессов, оборудования и производственных объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и проведения исследований;
- развитие умений и навыков при организации работ малых коллективов исполнителей, при разработке проектной и технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ;
- приобретение опыта при монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

Научно-образовательное, профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: структуру механизмов, основные методы исследования и проектирования механизмов.

уметь: осуществлять структурный и кинематический анализ механизмов; выполнять силовой расчет механизмов; проектировать различные механизмы на основе проведенного анализа с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и проведения исследований.

владеть: методами исследования и проектирования различных механизмов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями.

освоить компетенции:

Код и наименование общепрофессиональных компетенций	Индикаторы компетенции
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин. ИОПК-1.2. Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ИОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования	ИОПК-13.1. Знает современные подходы и методы расчета при проектировании технологических машин и оборудования. ИОПК-13.2. Выбирает и применяет методы расчета деталей и узлов технологических машин и оборудования. ИОПК-13.3. Имеет навыки работы с современными САД-системами, основанными на использовании стандартных

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 3 и 4 семестре обучения.

Дисциплина «Теория механизмов и машин» имеет предшествующие логические и содержательно-методические связи с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла – математикой, физикой, теоретической механикой, а также дисциплинами профессионального цикла инженерной графикой и сопротивлением материалов, дисциплинами «Методология инженерного и научного творчества», «Технологическое и программное обеспечение САПР технологического оборудования».

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: «Техническая механика», «Основы проектирования», «Расчет и конструирование технологических машин (Общие положения)», «Расчет и конструирование типовых технологических машин», «Расчет и конструирование специализированных машин», «Расчет и конструирование холодильного оборудования и систем кондиционирования», «Физические и математические основы измерений и контроля».

Теория механизмов и машин необходима для успешного освоения дисциплин специализации и научно-исследовательской работы.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	
	3 семестр	4 семестр
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5	5
Общая трудоемкость в часах	180	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:		
Лекции	34	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа в часах	110,75	89,65
ИКР	3,25	6,35
Контроль		36
Форма промежуточной аттестации	Зачет, КР	Экзамен, КП

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	
	3 семестр	4 семестр
Лекции	34	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятий	16	16
Консультации	3,25	6,35
Зачет/зачеты	-	-
Экзамен/экзамены		0,35
Курсовые работы	3	-
Курсовые проекты	-	4

Всего	72,25	58,7
-------	-------	------

5.Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
3 семестр						
	Раздел 1. Основные понятия ТММ. Структурный анализ механизмов.					
1.	Задачи курса ТММ, основные понятия, структурный анализ механизмов. Кинематические пары и их классификация.	5	3			2
2.	Степень подвижности механизма. Вывод формулы Малышева и Чебышева. Структурная классификация плоских механизмов. Принцип образования механизма по Асуру. Избыточные связи и местные подвижности.	5	3			2
3.	Составление структурных схем шарнирно-рычажных механизмов.	8			4	4
4.	Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с низшими кинематическими парами.	8			4	4
5.	Определение числа степеней свободы шарнирно-рычажных механизмов с низшими кинематическими парами.	5		3		2
6.	Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с высшими кинематическими парами.	8			4	4
7.	Определение числа степеней свободы шарнирно-рычажных механизмов с высшими кинематическими парами.	5		3		2
8.	Определение числа степеней свободы пространственных механизмов.	6		4		2
9.	Выполнение курсовой работы	8				8
	Раздел 2. Кинематическое исследование механизмов					
10.	Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов графическим методом. Метод планов. Исследование механизмов методом диаграмм. Графическое дифференцирование методом хорд.	5	3			2
11.	Построение кинематических диаграмм методом хорд и определение кинематических параметров.	6		4		2
12.	Графическое дифференцирование методом касательных.	5	3			2

	Графическое интегрирование. Расчет масштабов диаграмм скорости и ускорения.					
13.	Графическое дифференцирование диаграммы перемещения толкателя методом касательных.	8			4	4
14.	Методы кинематического исследования механизмов. Аналитический метод. Определение линейных и угловых скоростей и ускорений точек и звеньев механизма методом планов.	5	3			2
15.	Экспериментальное исследование закона движения ползуна четырехзвенного кривошипно-ползунного механизма.	8			4	4
16.	Планы скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма. Теорема подобия.	5	3			2
17.	Построение планов скоростей и ускорений и кривошипно-ползунного механизма.	6		4		2
18.	Построение планов скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма.	6		4		2
19.	Выполнение курсовой работы	8				8
	Раздел 3. Кинестатический анализ механизмов					
20.	Силовое исследование плоских механизмов (кинестатика механизмов). Задачи силового анализа механизмов. Принцип кинестатики.	5	3			2
21.	Определить реакции во внутренней кинематической паре.	6		4		2
22.	Условие статической определенности кинематических цепей. Определение реакций в кинематических парах групп Ассур с учетом и без учета сил трения.	5	3			2
23.	Произвести силовой расчет группы Ассур.	6		4		2
24.	Произвести силовой расчет группы входного звена	6		4		2
25.	Выполнение курсовой работы	8				8
	Раздел 4 Синтез рычажных механизмов					
26.	Проектирование типовых плоских рычажных механизмов. Задачи проектирования механизмов. Условие передачи сил. Угол передачи.	5	3			2
27.	Аналитическое и экспериментальное исследование кинематических характеристик модели машины с исполнительным кривошипно-ползунным механизмом.	8			4	4
28.	Определить размеры кривошипно-	6		4		2

	коромыслового механизма по коэффициенту изменения средней скорости звена.					
29.	Условие существования кривошипа. Теорема Грасгофа. Синтез четырехзвенных механизмов по крайним положениям и коэффициенту изменения средней скорости звена.	5	3			2
30.	Спроектировать кривошипно-ползунный механизм по коэффициенту изменения средней скорости звена.	6		4		2
31.	Выполнение курсовой работы	7				7
	Раздел 5. Уравновешивание машин					
32.	Уравновешивание вращающихся звеньев. Статическое уравновешивание вращающихся звеньев. Уравновешивание главного момента пары сил инерции (моментная балансировка). Балансировка ротора.	5	3			2
33.	Динамическая балансировка ротора.	12			6	6
34.	Рассчитать массу противовеса для статически уравновешенного и неуравновешенного ротора.	6		4		2
35.	Статическое уравновешивание плоских шарнирно-рычажных механизмов. Метод замещающих масс. Уравновешивание кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов.	5	3			2
36.	Произвести уравновешивание главного вектора сил инерции кривошипно-коромыслового механизма.	6		4		2
37.	Уравновешивание вращающихся масс	12			6	6
38.	Уравновесить горизонтальную составляющую силы инерции кривошипно-ползунного механизма.	6		4		2
39.	Выполнение курсовой работы	7				7
	Экзамен	36				
	4 семестр					
	Раздел 6. Зубчатые механизмы					
40.	Зубчатые механизмы и их классификация. Зубчатые передачи с неподвижными осями. Многоступенчатые зубчатые передачи. Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с неподвижными осями.	3	2			1
41.	Расчет передаточных отношений	4		2		2

	зубчатых передач с неподвижными осями.					
42.	Механизмы многоступенчатых зубчатых передач с подвижными осями. Дифференциальные и планетарные механизмы. Теорема Виллиса. Проектирование планетарных механизмов.	3	2			1
43.	Выполнение курсового проекта	3				3
44.	Расчет передаточных отношений планетарных и дифференциальных механизмов.	4			2	2
45.	Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с подвижными осями. Параметры зубчатых колес и эвольвентное зацепление.	2	1			1
46.	Определение общего передаточного отношения составной зубчатой передачи.	4		2		2
47.	Определение передаточных отношений планетарных зубчатых механизмов	4		2		2
48.	Выполнение курсового проекта	3				3
49.	Основная теорема зацепления. Эвольвента окружности и ее свойства. Уравнение эвольвенты. Свойства эвольвентного зацепления.	3	2			1
50.	Проектирование эвольвентной зубчатой передачи внешнего зацепления.	4			2	2
51.	Построение эвольвентных профилей зубьев. Кинематика зацепления. Основные параметры, обозначения и нормали зубчатых колес с эвольвентным профилем зуба.	3	2			1
52.	Определение основных параметров зубчатых колес.	4			2	2
53.	Произвести кинематическое исследование планетарного механизма.	4		2		2
54.	Коэффициент торцевого перекрытия в зубчатом зацеплении. Методы изготовления зубчатых колес. Исходный производящий контур.	2	1			1
55.	Подбор чисел зубьев планетарного редуктора методом сомножителей.	4			2	2
56.	Определение наименьшего числа зубьев. Изготовление зубчатых колес со смещением режущего инструмента. Нулевое, положительное и отрицательное зубчатые колеса.	3	2			1
57.	Нарезание зубьев зубчатых колес инструментальной рейкой	5			3	2
58.	Построение эвольвентных профилей зубьев долбяком методом огибания.	5			3	2

59.	Выполнение курсового проекта	3				3
	Раздел 7. Кулачковые механизмы					
60.	Основные типы плоских кулачковых механизмов, их классификация.	3	2			1
61.	Кинематическое исследование и проектирование кулачковых механизмов.	3	2			1
62.	Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с геометрическим замыканием высшей кинематической пары.	4		2		2
63.	Исследование кинематических характеристик кулачковых механизмов. Построение кинематических диаграмм.	4			2	2
64.	Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.	4		2		2
65.	Выполнение курсового проекта	1,5				1,5
66.	Углы давления в кулачковом механизме. Определение размеров кулачкового механизма. Выбор закона движения толкателя.	3	2			1
67.	Профилирование кулачков по заданному закону изменения аналога ускорения толкателя.	4			2	2
68.	Спроектировать кулачковый механизм с вращательно движущимся толкателем с геометрическим замыканием высшей кинематической пары.	5		3		2
69.	Спроектировать кулачковый механизм с вращательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.	5		3		2
70.	Выполнение курсового проекта	1,5				1,5
	Экзамен (контроль)	36				
	Всего за 3 и 4 семестр:	360				

5.2. Содержание:

№ п/п	Название раздела, темы	Содержание темы
	Раздел 1. Основные понятия ТММ. Структурный анализ механизмов.	
1.	Задачи курса ТММ, основные понятия, структурный анализ механизмов. Кинематические пары и их классификация.	Основные понятия. Структурный анализ механизмов. Примеры кинематических пар и их классификация по признакам – условию связи, характеру соприкосновения и характеру относительного движения звеньев.
2.	Степень подвижности механизма. Вывод формулы Малышева и Чебышева. Структурная классификация плоских механизмов. Принцип образования механизма по Асуру. Избыточные связи и	Определение числа степеней свободы механизма. Число степеней свободы плоского и пространственного механизма. Принцип образования механизма по Асуру. Примеры расчетов для одно-, двух- и трёх поводковых групп Асура. Определение класса и порядка групп Асура и всего механизма по Асуру.

	местные подвижности.	Избыточные связи и местные подвижности.
	Раздел 2. Кинематическое исследование механизмов	
3.	Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов графическим методом. Метод планов. Исследование механизмов методом диаграмм. Графическое дифференцирование методом хорд	Цели кинематического исследования механизмов. Определение положений звеньев групп и построение траекторий точек методом засечек. Расчет масштабов для построения планов. Построение плана кривошипно-ползунного механизма. Порядок построения диаграмм скорости и ускорения с применением графического дифференцирования диаграммы перемещения методом хорд.
4.	Графическое дифференцирование методом касательных. Графическое интегрирование. Расчет масштабов диаграмм скорости и ускорения. Графическое интегрирование.	Кинематическое исследование механизмов методом диаграмм. Порядок построения диаграмм скорости и ускорения с применением графического дифференцирования диаграммы перемещения методом касательных. Расчет масштабов диаграмм скорости и ускорения. Графическое интегрирование.
5.	Методы кинематического исследования механизмов. Аналитический метод. Определение линейных и угловых скоростей и ускорений точек и звеньев механизма методом планов.	Аналитическое исследование рычажных механизмов на примере центрального кривошипно-ползунного механизма. Кинематическое исследование рычажных механизмов методом планов. Свойства планов скоростей и ускорений. Построение планов скоростей и ускорений и определение линейных и угловых скоростей и ускорений на примере кривошипно-ползунного механизма.
6.	Планы скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма. Теорема подобия.	Построение планов скоростей и ускорений и определение линейных и угловых скоростей и ускорений точек и звеньев на примере кривошипно-кулисного механизма. Теорема подобия.
	Раздел 3. Кинетостатический анализ механизмов	
7.	Силовое исследование плоских механизмов (кинетостатика механизмов). Задачи силового анализа механизмов. Принцип кинетостатики.	Задачи силового расчета механизмов. Силы, действующие на звенья механизмов. Кинетостатический расчет плоских механизмов на примере шестизвенного рычажного механизма. Принцип Даламбера.
8.	Условие статической определимости кинематических цепей. Определение реакций в кинематических парах групп Ассур с учетом и без учета сил трения.	Условие статической определимости кинематических цепей. Силовой расчет типовых механизмов. Определение реакций в кинематических парах групп Ассур с учетом и без учета сил трения.
	Раздел 4 Синтез рычажных механизмов	
9.	Проектирование типовых плоских рычажных механизмов. Задачи проектирования механизмов. Условие передачи сил. Угол передачи.	Проектирование четырехзвенных механизмов с низшими парами по крайним положениям и коэффициенту изменения средней скорости рабочего звена. Условие передачи сил. Угол передачи.
10.	Условие существования кривошипа. Теорема Грасгофа. Синтез четырехзвенных механизмов по крайним положениям и коэффициенту изменения средней скорости звена.	Условие существования кривошипа. Теорема Грасгофа. Синтез плоских рычажных механизмов на примере проектирования кривошипно-коромыслового и центрального кривошипно-ползунного механизмов по крайним положениям и коэффициенту изменения средней скорости звена.
	Раздел 5. Уравновешивание машин	
11.	Уравновешивание вращающихся звеньев. Статическое уравновешивание вращающихся звеньев. Уравновешивание главного момента пары сил инерции (моментная балансировка). Балансировка ротора	Уравновешивание механизмов и машин. Действие сил на фундамент машины. Анализ уравновешенности. Методы уравновешивания механизмов. Уравновешивание главного момента пары сил инерции (моментная балансировка). Динамическая балансировка ротора. Условия динамической балансировки.
12.	Статическое уравновешивание плоских шарнирно-рычажных механизмов. Метод замещающих масс. Уравновешивание кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов.	Уравновешивание сил инерции в механизмах. Цели уравновешивания. Метод замещающих масс. Определение масс противовесов на примере кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов с использованием метода замещающих масс.
	Раздел 6. Зубчатые механизмы	
13.	Зубчатые механизмы и их классификация. Зубчатые передачи с неподвижными осями. Многоступенчатые зубчатые	Виды зубчатых механизмов. Кинематика зубчатых передач с неподвижными осями вращения. Передаточное отношение постоянное и переменное. Определение передаточного

	передачи. Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с неподвижными осями.	отношения однорядной зубчатой передачи. Внешнее и внутреннее зацепление.
14.	Механизмы многоступенчатых зубчатых передач с подвижными осями. Дифференциальные и планетарные механизмы. Теорема Виллиса. Проектирование планетарных механизмов.	Определение передаточного отношения многоступенчатой зубчатой передачи. Кинематика зубчатых передач с подвижными осями вращения. Дифференциальные и планетарные механизмы. Определение передаточного отношения дифференциального механизма. Вывод формулы Виллиса. Передаточное отношение планетарного механизма.
15.	Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с подвижными осями. Параметры зубчатых колес и эвольвентное зацепление.	Рассмотрение примеров на определение передаточных отношений зубчатых механизмов с подвижными осями. Метод сомножителей для определения количества зубьев планетарных механизмов.
16.	Основная теорема зацепления. Эвольвента окружности и ее свойства Уравнение эвольвенты. Свойства эвольвентного зацепления.	Основная теорема зацепления. Образование эвольвенты. Уравнение эвольвенты. Свойства эвольвентного зацепления. Линия зацепления. Постоянство передаточного отношения при изменении межосевого расстояния как положительное качество эвольвентного зацепления.
17.	Построение эвольвентных профилей зубьев. Кинематика зацепления. Основные параметры, обозначения и нормали зубчатых колес с эвольвентным профилем зуба.	Геометрия эвольвентных профилей. Построение эвольвентных профилей зубьев. Элементы эвольвентного зубчатого колеса. Основные параметры зубчатого колеса как база для определения его элементов.
18.	Коэффициент торцевого перекрытия в зубчатом зацеплении. Методы изготовления зубчатых колес. Исходный производящий контур.	Коэффициент торцевого перекрытия в зубчатом зацеплении. Определение активной линии зацепления. Методы изготовления зубчатых колес – метод копирования и метод обкатки. Производство зубчатых колес методом обкатки с использованием инструментальной рейки.
19.	Определение наименьшего числа зубьев. Изготовление зубчатых колес со смещением режущего инструмента. Нулевое, положительное и отрицательное зубчатые колеса.	Подрезание профилей зубьев. Изготовление зубчатых колес со смещением режущего инструмента. Определение параметров зубчатых колес, нарезанных со смещением режущего инструмента. Нулевое, положительное и отрицательное зубчатые колеса. Равносмещенное зацепление. Положительное и отрицательное зацепление.
Раздел 7. Кулачковые механизмы		
20.	Основные типы плоских кулачковых механизмов, их классификация.	Основные типы плоских кулачковых механизмов, их классификация. Исходные данные для проектирования кулачковых механизмов.
21.	Кинематическое исследование и проектирование кулачковых механизмов.	Методы кинематического анализа. Кинематическое исследование и проектирование размеров кулачковых механизмов на примерах дезаксиального (нецентрального) кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем и исследование кулачкового механизма с вращающимся толкателем. Порядок проектирования.
22.	Углы давления в кулачковом механизме. Определение размеров кулачкового механизма. Выбор закона движения толкателя.	Связь угла давления с кинематикой механизма и минимальным центровым радиусом кулачка. Проектирование профилей кулачков. Выбор закона движения исполнительного или рабочего звена.. Действительные функции, их аналоги.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
Семестр 3					
	Раздел 1. Основные понятия ТММ. Структурный анализ механизмов.				

1.	Задачи курса ТММ, основные понятия, структурный анализ механизмов. Кинематические пары и их классификация.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
2.	Степень подвижности механизма. Вывод формулы Малышева и Чебышева. Структурная классификация плоских механизмов. Принцип образования механизма по Асуру. Избыточные связи и местные подвижности.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
3.	Составление структурных схем шарнирно-рычажных механизмов.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет	4	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка и защита лабораторных работ
4.	Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с низшими кинематическими парами.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	4	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
5.	Определение числа степеней свободы шарнирно-рычажных механизмов с низшими кинематическими парами.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
6.	Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с высшими кинематическими парами.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	4	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Текущий: фронтальный опрос
7.	Определение числа степеней свободы шарнирно-рычажных механизмов с высшими кинематическими парами.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
8.	Определение числа степеней свободы пространственных механизмов.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
9.	Выполнение курсовой работы	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	8	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
Раздел 2. Кинематическое исследование механизмов					
7.	Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов графическим методом. Метод планов. Исследование механизмов методом диаграмм. Графическое дифференцирование методом хорд.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
8.	Построение кинематических диаграмм методом хорд и определение кинематических параметров.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы

9.	Графическое дифференцирование методом касательных. Графическое интегрирование. Расчет масштабов диаграмм скорости и ускорения.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
10.	Графическое дифференцирование диаграммы перемещения толкателя методом касательных.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	4	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проработанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ.
11.	Методы кинематического исследования механизмов. Аналитический метод. Определение линейных и угловых скоростей и ускорений точек и звеньев механизмов методом планов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
12.	Экспериментальное исследование закона движения ползуна четырехзвенного кривошипно-ползунного механизма.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	4	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проработанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
13.	Планы скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма. Теорема подобия.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
14.	Построение планов скоростей и ускорений и кривошипно-ползунного механизма.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проработанной практической работы.	Проверка практической работы
15.	Построение планов скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проработанной практической работы.	Проверка практической работы
16.	Выполнение курсовой работы	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	8	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
Раздел 3. Кинестатический анализ механизмов					
17.	Силовое исследование плоских механизмов (кинеостатика механизмов). Задачи силового анализа механизмов. Принцип кинестатики.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
18.	Определить реакции во внутренней кинематической паре.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проработанной практической работы.	Проверка практической работы
19.	Условие статической определимости кинематических цепей. Определение реакций в кинематических парах групп Ассур с учетом и без учета сил трения.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос

20.	Произвести силовой расчет группы Ассура.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
21.	Произвести силовой расчет группы входного звена.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
22.	Выполнение курсовой работы	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	8	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
Раздел 4 Синтез рычажных механизмов					
23.	Проектирование типовых плоских рычажных механизмов. Задачи проектирования механизмов. Условие передачи сил. Угол передачи.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
24.	Аналитическое и экспериментальное исследование кинематических характеристик модели машины с исполнительным кривошипно-ползунным механизмом.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	4	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
25.	Определить размеры кривошипно-коромыслового механизма по коэффициенту изменения средней скорости звена.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
26.	Условие существования кривошипа. Теорема Грасгофа. Синтез четырехзвенных механизмов по крайним положениям и коэффициенту изменения средней скорости звена.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
27.	Спроектировать кривошипно-ползунный механизм по коэффициенту изменения средней скорости звена.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
28.	Выполнение курсовой работы	Практические расчеты по теме курсовой работы.	7	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы.	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
Раздел 5. Уравновешивание машин					
29.	Уравновешивание вращающихся звеньев. Статическое уравновешивание вращающихся звеньев. Уравновешивание главного момента пары сил инерции (моментная балансировка). Балансировка ротора.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
30.	Динамическая балансировка ротора.	Выполнить лабораторную	6	Отчет составить на основе изученного теоретического	Проверка и защита

		работу и составить отчет.		материала и проделанной лабораторной работы.	лабораторных работ
31.	Рассчитать массу противовеса для статически уравновешенного и неуравновешенного ротора.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
32.	Статическое уравновешивание плоских шарнирно-рычажных механизмов. Метод замещающих масс. Уравновешивание кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	2	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
33.	Произвести уравновешивание главного вектора сил инерции кривошипно-коромыслового механизма.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
34.	Уравновешивание вращающихся масс.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	6	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
35.	Уравновесить горизонтальную составляющую силы инерции кривошипно-ползунного механизма.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
36.	Выполнение курсовой работы	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	7	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
37.	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
Семестр 4					
	Раздел 6. Зубчатые механизмы				
36.	Зубчатые механизмы и их классификация. Зубчатые передачи с неподвижными осями. Многоступенчатые зубчатые передачи. Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с неподвижными осями.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
37.	Расчет передаточных отношений зубчатых передач с неподвижными осями.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
38.	Механизмы многоступенчатых зубчатых передач с подвижными осями. Дифференциальные и планетарные механизмы. Теорема Виллиса. Проектирование планетарных механизмов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
	Выполнение курсового проекта	Изучение теоретического материала.	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной	Проверка расчетов по разделу курсовой

		Практические расчеты по теме курсовой работы.		литературы	работы
39.	Расчет передаточных отношений планетарных и дифференциальных механизмов.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
40.	Определение передаточных отношений зубчатых механизмов с подвижными осями. Параметры зубчатых колес и эвольвентное зацепление.	Изучение теоретического материала. Подготовка к практической работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
41.	Определение общего передаточного отношения составной зубчатой передачи.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
42.	Определение передаточных отношений планетарных зубчатых механизмов.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
43.	Выполнение курсового проекта	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
44.	Основная теорема зацепления. Эвольвента окружности и ее свойства. Уравнение эвольвенты. Свойства эвольвентного зацепления.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
45.	Проектирование эвольвентной зубчатой передачи внешнего зацепления.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
46.	Построение эвольвентных профилей зубьев. Кинематика зацепления. Основные параметры, обозначения и нормы зубчатых колес с эвольвентным профилем зуба.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
47.	Определение основных параметров зубчатых колес.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
48.	Произвести кинематическое исследование планетарного механизма.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
49.	Коэффициент перекрытия в зубчатом зацеплении. Методы изготовления зубчатых колес. Исходный производящий контур.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
50.	Подбор чисел зубьев планетарного редуктора методом множителей.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
51.	Определение наименьшего числа зубьев. Изготовление	Изучение теоретического	1	Теоретический материал изучать с использованием	Текущий: фронтальный

	зубчатых колес со смещением режущего инструмента. Нулевое, положительное и отрицательное зубчатые колеса.	материала. Подготовка к лабораторной работе.		конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	опрос
52.	Нарезание зубьев зубчатых колес инструментальной рейкой.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
53.	Расчет толщины зуба по любой текущей окружности колеса, нарезаемого со смещением режущего инструмента.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
54.	Выполнение курсового проекта	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	3	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
	Раздел 7. Кулачковые механизмы				
55.	Основные типы плоских кулачковых механизмов, их классификация.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
56.	Кинематическое исследование и проектирование кулачковых механизмов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
57.	Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с геометрическим замыканием высшей кинематической пары.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
58.	Исследование кинематических характеристик кулачковых механизмов. Построение кинематических диаграмм.	Выполнить лабораторную работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	Проверка и защита лабораторных работ
59.	Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
60.	Выполнение курсового проекта	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	1,5	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
61.	Углы давления в кулачковом механизме. Определение размеров кулачкового механизма. Выбор закона движения толкателя.	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторной работе.	1	Теоретический материал изучать с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС.	Текущий: фронтальный опрос
	Профилирование кулачков по	Выполнить	2	Отчет составить на основе	Проверка и

	заданному закону изменения аналога ускорения толкателя.	лабораторную работу и составить отчет.		изученного теоретического материала и проделанной лабораторной работы.	защита лабораторных работ
62.	Спроектировать кулач-ковый механизм с вращательно движущимся толкателем с геометрическим замыканием высшей кинематической пары.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
63.	Спроектировать кулачковый механизм с вращательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.	Выполнить практическую работу и составить отчет.	2	Отчет составить на основе изученного теоретического материала и проделанной практической работы.	Проверка практической работы
64.	Выполнение курсового проекта	Изучение теоретического материала. Практические расчеты по теме курсовой работы.	1,5	Теоретический материал изучать с использованием основной и дополнительной литературы	Проверка расчетов по разделу курсовой работы
	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого:		252		

6.2. Тематика и задания для практических занятий

1. Определить число степеней свободы шарнирно-рычажного механизма с низшими кинематическими парами.
2. Определить число степеней свободы шарнирно-рычажного механизма с высшими кинематическими парами.
3. Построить кинематические диаграммы методом хорд и определить кинематические параметры выходного звена.
4. Построить планы скоростей и ускорений и кривошипно-ползунного механизма.
5. Построить планы скоростей и ускорений кривошипно-кулисного механизма.
6. Определить реакции во внутренней кинематической паре.
7. Произвести силовой расчет группы Ассура.
8. Произвести силовой расчет группы входного звена.
9. Определить размеры кривошипно-коромыслового механизма по коэффициенту изменения средней скорости звена.
10. Спроектировать кривошипно-ползунный механизм по коэффициенту изменения средней скорости звена.
11. Рассчитать массу противовеса для статически уравновешенного и неуравновешенного ротора.
12. Произвести уравнивание главного вектора сил инерции кривошипно-коромыслового механизма.
13. Уравновесить горизонтальную составляющую силы инерции кривошипно-ползунного механизма.
14. Рассчитать передаточное отношение зубчатой передачи с неподвижными осями.
15. Определить общее передаточное отношение составной зубчатой передачи.
16. Определить передаточное отношение планетарного зубчатого механизма.
17. Произвести кинематическое исследование планетарного механизма.
18. Рассчитать толщину зуба по любой текущей окружности колеса, нарезаемого со смещением режущего инструмента.
19. Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с геометрическим замыканием высшей кинематической пары.
20. Спроектировать кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.
21. Спроектировать кулачковый механизм с вращательно движущимся толкателем с

геометрическим замыканием высшей кинематической пары.

22. Спроектировать кулачковый механизм с вращательно движущимся толкателем с силовым замыканием высшей кинематической пары.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. **Тема:** Составление структурных схем шарнирно-рычажных механизмов

Задание: Ознакомиться с механизмом, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное). Разбить механизм на группы Ассура несколькими способами, используя все возможные начальные звенья. Определить класс и порядок групп Ассура. Используя полученные группы Ассура, составить механизм с новой структурой, но с тем же числом звеньев и той же степенью свободы.

2. **Тема:** Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с низшими кинематическими парами.

Задание: Вычертить структурную схему механизма. Пронумеровать звенья арабскими цифрами в порядке присоединения их к входному звену. Кинематические пары обозначить прописными буквами латинского алфавита. Составить таблицу кинематических пар, в которой произвести их классификацию по трем признакам. Определить степень свободы механизма по формуле Чебышева. Составить формулу строения механизма, показывающую порядок присоединения групп Ассура.

3. **Тема:** Структурный анализ шарнирно-рычажных механизмов с высшими кинематическими парами.

Задание: Вычертить структурную схему механизма. Пронумеровать звенья цифрами, кинематические пары буквами, охарактеризовать их с точки зрения соприкосновения, установить их класс. Произвести расчет числа степеней свободы с учетом избыточных связей и местных подвижностей.

4. **Тема:** Графическое дифференцирование диаграммы перемещения толкателя методом касательных.

Задание: С помощью кулачкового механизма получить диаграмму $S=f(t)$ и обработать ее. Подсчитать все масштабы. Зарисовать схему механизма. Произвести графическое дифференцирование методом касательных с помощью специальной зеркальной линейки. Построить диаграмму скорости и ускорения толкателя. После окончания дифференцирования следует сопоставить полученные графики. Сделать выводы.

5. **Тема:** Экспериментальное исследование закона движения ползуна четырехзвенного кривошипно-ползунного механизма.

Задание: Произвести тарировку с помощью специальной программы, данные свести в таблицу. После тарировки запустить файл «Эксперимент.exe» и выполнить указания на экране. Распечатать диаграмму для каждого студента. Обработать диаграмму, начиная с нумерации всех ординат внутри периода, включая S_{\max} и в точках перегиба графика. Методом графического дифференцирования построить диаграмму $V(t)$ и $a(t)$. Из полученных диаграмм определить скорости и ускорения для всех ординат. Данные свести в таблицу. Сделать выводы.

6. **Тема:** Аналитическое и экспериментальное исследование кинематических характеристик модели машины с исполнительным кривошипно-ползунным механизмом.

Задание: Ознакомиться с устройством стенда и порядком работы на нем. На базе кинематической схемы кривошипно-ползунного механизма и его математической модели провести аналитический анализ кинематических характеристик согласно формулам. При экспериментальном определении кинематических характеристик снять полученные диаграммы, вклеить их в отчет. Вычислить все масштабы. Для расчетного положения найти точки на экспериментальных диаграммах и вычислить значения перемещений и скоростей ползуна.

7. **Тема:** Динамическая балансировка ротора.

Задание: Ознакомиться с устройством и принципом работы балансировочного станка. Произвести измерение амплитуд при резонансе. Построить план амплитуд. Произвести расчеты для определения r и a установки противовеса. Произвести контрольную балансировку.

8. **Тема:** Уравновешивание вращающихся масс.

Задание: Ознакомиться с устройством и принципом работы станка многомассового ротора. Произвести измерение амплитуд при резонансе. Произвести расчет графическим и аналитическим методами. Проведенный расчет проверяется экспериментально.

9. **Тема:** Расчет передаточных отношений планетарных и дифференциальных механизмов.

Задание: Вычертить схему механизма в двух проекциях. Рассчитать четыре передаточных отношения. Проверить механизм на выполнение условия соосности. Определить наибольшее число сателлитов или блоков сателлитов из условия соседства. Определить наибольшее число сателлитов или блоков сателлитов из условия сборки. Рассчитать модуль зубчатых колес.

10. **Тема:** Проектирование эвольвентной зубчатой передачи внешнего зацепления.

Задание: По имеющимся исходным данным вычислить угол зацепления, межосевое расстояние, радиусы окружностей зубчатых колес: начальной, основной, делительной, впадин, вершин. Определить угловой шаг и шаг по делительной окружности. Толщины зубьев по любой текущей окружности. Построить картину внешнего зацепления, показывая по три зуба на каждом колесе.

11. **Тема:** Определение основных параметров зубчатых колес.

Задание: Определить модуль и угол исходного контура режущего инструмента, используя свойство эвольвенты. Измерив длину общей нормали зубчатого колеса штангенциркулем, найти величину шага и толщину зуба по делительной окружности. Для исключения больших погрешностей замеры следует выполнить в трех разных местах по окружности колеса. Определить стандартное значение модуля. Вычислить диаметры вершин, впадин, делительной и основной окружности по формулам.

12. **Тема:** Подбор чисел зубьев планетарного редуктора методом сомножителей.

Задание: Для выбранной схемы планетарного редуктора используя метод сомножителей определить количество зубьев для всех зубчатых колес. Проверить их по трем условиям:

- соосности,
- сборки,
- соседства.

13. **Тема:** Нарезание зубьев зубчатых колес инструментальной рейкой.

Задание: Определить коэффициенты смещения. Вычислить смещение инструмента. Рассчитать все диаметры. Подготовить бумажную заготовку в соответствии с расчетами. На специальном приборе произвести «нарезание» положительного, отрицательного и нулевого зубчатых колес.

14. **Тема:** Построение эвольвентных профилей зубьев долбяком методом огибания.

Задание: Определить коэффициенты смещения. Вычислить смещение режущего инструмента. Рассчитать все диаметры. Подготовить бумажную заготовку в соответствии с расчетами. На специальном приборе произвести «нарезание» положительного, отрицательного и нулевого зубчатых колес.

15. **Тема:** Исследование кинематических характеристик кулачковых механизмов. Построение кинематических диаграмм.

Задание: Ознакомиться с устройством и принципом работы. Зафиксировать начало подъема толкателя и момент его окончания. Определить фазовые углы подъема и опускания толкателя. Измерить перемещения, полученные данные свести в таблицу. По данным таблицы построить графики $S(\phi)$, $V(\phi)$, $a(\phi)$.

16. **Тема:** Профилирование кулачков по заданному закону изменения аналога ускорения толкателя.

Задание: По заданному закону изменения аналога ускорения методом графического интегрирования построить аналоги скорости и перемещения. В зависимости от исходной схемы кулачкового механизма определить минимальный центральный радиус кулачка для силового либо для геометрического замыкания и определить координаты кулачкового механизма. По расчетным данным, используя метод обращения движения построить профиль кулачка.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)

Выполнение КП (КР) – творческий и самостоятельный процесс, показывающий и формирующий умение студента самостоятельно ставить, решать задачи, работать с литературой, проводить исследования, делать выводы. Необходимо обязательное посещение консультаций, так как студент получает индивидуальное задание вначале семестра обучения.

Часть 1. В соответствии с выданным заданием спроектировать шарнирно-рычажный механизм по коэффициенту изменения средней скорости звена, рассчитать длины всех звеньев. Построить планы положений механизма для 12 равноотстоящих положений ведущего звена. Провести кинематическое исследование механизма методом планов скоростей и ускорений и методом кинематических диаграмм для назначенного преподавателем положения механизма. На основании кинематического исследования провести силовой расчет механизма.

Часть 2. Анализ передаточного механизма целесообразно начать с выяснения его структуры. Следует выделить в механизме планетарную часть (центральные колеса, сателлит или блок сателлитов, водило) и замыкающую зубчатую передачу. Спроектировать передаточный механизм, рассчитать количество зубьев и диаметры всех зубчатых колес используя метод сомножителей. Произвести расчеты параметров внешнего эвольвентного зацепления одной пары зубчатых колес по специальной компьютерной программе и ручным способом. Значения вычисленных параметров должны совпадать. Определить передаточное отношение всего передаточного механизма от входного к выходному валу. Вычертить схему планетарного механизма в двух проекциях. Построить картину эвольвентного зацепления. Изобразить по три зуба каждого колеса, линию и дугу зацепления. Обозначить смещение (если имеется). Аналитически и по данным картины зацепления определить коэффициент перекрытия.

Использование компьютерных программ применяемых в курсовом проекте позволяет интенсифицировать процесс обучения, наглядно представлять результаты, моделировать процессы работы механизмов. Использование данных методов позволяет развить самостоятельность студентов, ставить и решать конкретные практические задачи.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование	Количество/ссылка на электронный ресурс
<i>а) основная:</i>		
1	Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов, Москва: Наука, 1975	160
3	Коловский М.З., Евграфов А.Н. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов, Москва: Академия, 2006.	52
<i>б) дополнительная:</i>		
4	К.В. Фролов, С.А. Попов, и др. Теория механизмов и машин: учебник. М.:Высшая школа, 1997	100
5	Букина С.В., Лясич В.А. Лабораторный практикум по курсу "Теория механизмов и машин": метод. пособие. Кострома: КГТУ, 2011	50

6	Лясич В.А. Задачи для домашних и аудиторных занятий: метод. пособие Ч.1,Ч.2, Кострома: КГТУ, 1999-2000	150
7	Лясич В.А. Сборник задач и заданий на проектирование кулачковых механизмов: метод. пособие. Кострома: КГТУ, 2002	150
	Лясич В.А., Букина С.В., Герасимова С.Ф. Сборник заданий для курсового проектирования по теории механизмов и машин. Кострома: КГТУ, 2001	20
	Лясич В.А., Болотный А.П., Букина С.В., Герасимова С.Ф. Синтез эвольвентного зубчатого зацепления: метод. указания к курсовому проектированию.	30
	Лясич В.А., Кулемкин Ю.В., Букина С.В., Герасимова С.Ф. Проектирование плоских кулачковых механизмов с использованием ЭВМ: метод. пособие. Кострома: КГТУ, 2002	160
Периодические издания		
6	Периодический научно-методический журнал «ТММ». ТММ.SPBTU.RU	http://tmm.spbstu.ru/authors.html

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Например:

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации <https://минобрнауки.рф/м>.
3. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>
Электронные библиотечные системы:
 1. ЭБС «Лань»
 2. ЭБС «Университетская библиотека online»
 3. ЭБС «Znanium.com».

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебный корпус «Е», ауд. № Е-412. (лекции, текущий контроль и промежуточная аттестация).	Посадочных мест – 50, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий, ноутбук с мультимедийным проектором.	Специальное программное обеспечение не используется
Учебный корпус «Е», ауд. № Е-116. (лабораторные работы, практические занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация).	Посадочных мест – 28, рабочее место преподавателя, рабочая доска, комплект учебно-методических пособий. Балансировочные станки «Шитикова». Многомассовые уравновешивающие станки. Планетарные механизмы. Кулачковые механизмы. Дифференциальные механизмы. Рычажные механизмы. Модели кинематических пар. Приборы по нарезанию зубьев.	Специальное программное обеспечение не используется
Читальный зал главного корпуса, ауд.119 (самостоятельная работа).	17 посадочных мест; 6 компьютеров (5 для читателей, 1 для сотрудника); 2 принтера; 1 копировальный аппарат.	Специальное программное обеспечение не используется