

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ  
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин



С.Е. Зюзин  
20.05.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.0.04.10 Теория механизмов и машин**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

15.03.01 Машиностроение

**2. Профиль подготовки:**

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная, заочная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин

**6. Составители программы:**

М.Н. Петрик, ассистент кафедры ЕНиОД

А.Д. Юрков, кандидат технических наук, доцент

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом Филиала от 19.05.2025 протокол № 8

**8. Учебный год:** ОФО – 2027-2028

**Семестр:** 5

ЗФО – 2028-2029

**Семестр:** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель** дисциплины: обучение общим методам анализа и синтеза различных механизмов современных машин, исследованием их кинематических и динамических характеристик, овладение общими навыками, знаниями и умениями, необходимыми для создания новых машин, механизмов, приборов, технологических линий.

**Задачи** дисциплины:

- формировать у студентов знания о видах, строении, свойствах основных видов механизмов, применяемых в машиностроении;
- выработать навыки структурного, кинематического и динамического анализа механизмов;
- формировать знания о синтезе основных видов механизмов по заданным условиям;
- освоить методы решения практических задач, возникающих при исследовании и проектировании механизмов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина Теория механизмов и машин входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной вариативной части образовательной программы. Для освоения дисциплины Теория механизмов и машин студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в рамках дисциплины Техническая механика.

Для изучения данной дисциплины необходимо:

знать: общие принципы образования механизмов и машин; основные типы механизмов и машин, их строение и свойства; систему проектно-конструкторской документации, правила построения расчетных схем, схем механизмов, а также чертежей зубчатых зацеплений.

уметь: составлять в соответствии с поставленными требованиями кинематические, структурные и динамические схемы (модели) будущих машин и механизмов; определять перемещения, скорости и ускорения отдельных точек и звеньев механизмов; выбирать необходимую измерительную аппаратуру и поставить экспериментальные исследования. владеть: методами статического, кинематического и динамического расчета механизмов и механических передач, а также их силового анализа; навыками чтения схем механизма;

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	ОПК-1.2	Применяет общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования для решения задач теоретического и прикладного характера в сфере профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия, законы и методы математики, физики, химии, общеинженерных дисциплин (<i>теоретической механики, инженерной графики, материаловедения, электротехники и электроники и др.</i>);</li><li>- основные математические методы решения широкого круга типовых задач, связанных с проектированием и режимами работы машин и механизмов;</li><li>- основные источники научно-технической информации по математическому моделированию и программным средствам математического моделирования.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять методы математического анализа при решении различных инженерных задач;</li><li>- применять современные средства и методы моделирования при решении учебных и профессиональных инженерных задач.</li></ul>

				<b>Владеть:</b> - навыками применения математических методов, средств и методов моделирования в профессиональной деятельности.
ОПК-12	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения.	ОПК-12.1	Использует количественные и качественные методы оценки технологичности изделий машиностроительного производства и процессов их изготовления.	<b>Знать:</b> - понятия технологической дисциплины, технологического регламента, технологического режима технологичности изделия; - количественные и качественные методы оценки технологичности изделий машиностроительного производства и процессов их изготовления; - ГОСТы Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). <b>Уметь:</b> - анализировать конструкции деталей машиностроения с точки зрения их технологичности и соблюдения технологической дисциплины; - разрабатывать предложения по изменению конструкций деталей машиностроения с целью повышения их технологичности. <b>Владеть:</b> -навыками применения технологических решений, обеспечивающих выполнение требований конструкторской документации.
ОПК-13	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.1	Выполняет проверочные и проектные расчеты деталей и узлов машиностроения	<b>Знать:</b> - стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроения; - основы и этапы проектирования узлов и деталей машин; - теорию совместной работы и методы расчета соединений узлов и деталей изделий машиностроения. <b>Уметь:</b> -учитывать требования, предъявляемые к деталям и узлам машин, критерии их работоспособности при выполнении проверочных и проектных расчетов. <b>Владеть:</b> -методиками расчета механических передач, деталей вращательного движения, соединений узлов и деталей изделий машиностроения.
		ОПК-13.2	Составляет стандартные расчетные схемы деталей и узлов машиностроения	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.

Форма промежуточной аттестации *экзамен*

### 13. Виды учебной работы

**Очная форма обучения**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		сем. 5
Контактная работа, в том числе:	68	68
лекции	34	34
лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа	76	76
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	36	36
Итого:	180	180

## Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		сем. 7
Контактная работа, в том числе:	14	14
лекции	6	6
лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа	157	157
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	9	9
Итого:	180	180

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основы строения машин и механизмов	Структурный анализ механизмов. Введение. Структура механизмов, классификация звеньев и кинематических пар. Кинематические цепи. Подвижность механизмов. Избыточные связи, лишние степени свободы. Принцип образования плоских механизмов. Класс и порядок структурных групп. Структурный анализ механизмов с низшими и высшими парами. Структурный синтез механизмов наложением структурных групп по Ассру (структурная группа Ассра; класс, вид и порядок структурной группы; принцип образования механизмов по Ассру).
1.2	Кинематический анализ механизмов	Задачи кинематики, методы кинематического анализа. Виды движения звеньев механизмов и их краткая характеристика. Графический метод кинематического анализа (метод диаграмм). Кинематический анализ плоских механизмов методом планов. Свойства планов скоростей и ускорений. Кинематический анализ структурных групп II класса 2 порядка.
1.3	Динамический анализ механизмов	Кинематический анализ зубчатых механизмов. Понятие о передаточном отношении. Основной закон зацепления. Виды зубчатых механизмов. Кинематический анализ механизмов с неподвижными осями колес. Кинематический анализ механизмов с подвижными осями колес. Метод Виллиса. Кинематический анализ сложных эпициклических механизмов. Синтез эпициклических механизмов. Условия соосности, соседства, сборки.
1.4	Кинетостатика плоских механизмов  Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	Задачи и методы кинетостатики. Классификация сил, действующих в механизмах. Расчет сил инерции методом теоретической механики. Условие статической определимости плоской кинематической цепи. Общие положения силового расчета. Определение реакций в кинематических парах методом планов сил. Силовой расчет исходного механизма. Определение уравновешивающей силы методом рычага Жуковского. Уравновешивание механизмов и вращающихся звеньев.
1.5	Динамика машин	Динамика. Задачи динамики. Режимы движения машины. Уравнения динамики. Понятие о звене приведения. Приведение сил и масс в механизмах. Решение задачи динамического анализа методом Виттенбауэра. Решение задачи динамического синтеза методом Виттенбауэра. Определение фактической угловой скорости звена приведения.

1.6	Синтез механизмов	<p>Основные понятия теории зубчатых зацеплений. Основные понятия и определения. Эвольвента окружности, ее свойства и уравнение. Методы нарезания колес. Теоретический исходный и исходный производящий контуры.</p> <p>Теоретический исходный и исходный производящий контуры.</p> <p>Подрезание и заострение зуба колеса, способы устранения этих дефектов геометрии. Картина зацепления, расчет геометрических размеров зубчатых колес и передачи.</p> <p>Критерии качества зубчатых передач. Выбор коэффициентов смещения по заданным условиям.</p> <p>Кулачковые механизмы. Строение, особенности, виды, назначение. Понятие об ударах. Угол давления и его влияние на работу механизма. Синтез кулачковых механизмов по заданным условиям.</p> <p>Синтез механизмов. Параметры синтеза. Основные и дополнительные условия синтеза. Понятия о целевой и штрафной функциях. Методы синтеза.</p>
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Основы строения машин и механизмов	<p>Структурный анализ механизмов. Введение. Структура механизмов, классификация звеньев и кинематических пар. Кинематические цепи.</p> <p>Подвижность механизмов. Избыточные связи, лишние степени свободы. Принцип образования плоских механизмов. Класс и порядок структурных групп.</p> <p>Структурный анализ механизмов с низшими и высшими парами.</p> <p>Структурный синтез механизмов наложением структурных групп по Асуру (структурная группа Ассура; класс, вид и порядок структурной группы; принцип образования механизмов по Ассуру).</p>
2.2	Кинематический анализ механизмов	<p>Задачи кинематики, методы кинематического анализа. Виды движения звеньев механизмов и их краткая характеристика. Графический метод кинематического анализа (метод диаграмм).</p> <p>Кинематический анализ плоских механизмов методом планов. Свойства планов скоростей и ускорений. Кинематический анализ структурных групп II класса 2 порядка.</p>
2.3	Динамический анализ механизмов	<p>Кинематический анализ зубчатых механизмов. Понятие о передаточном отношении. Основной закон зацепления. Виды зубчатых механизмов. Кинематический анализ механизмов с неподвижными осями колес.</p> <p>Кинематический анализ механизмов с подвижными осями колес. Метод Виллиса. Кинематический анализ сложных эпициклических механизмов. Синтез эпициклических механизмов. Условия соосности, соседства, сборки.</p>
2.4	Кинетостатика плоских механизмов Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	<p>Задачи и методы кинетостатики. Классификация сил, действующих в механизмах. Расчет сил инерции методом теоретической механики. Условие статической определимости плоской кинематической цепи. Общие положения силового расчета.</p> <p>Определение реакций в кинематических парах методом планов сил. Силовой расчет исходного механизма.</p> <p>Определение уравновешивающей силы методом рычага Жуковского. Уравновешивание механизмов и вращающихся звеньев.</p>
2.5	Динамика машин	<p>Динамика. Задачи динамики. Режимы движения машины. Уравнения динамики. Понятие о звене приведения. Приведение сил и масс в механизмах.</p> <p>Решение задачи динамического анализа методом Виттенбауэра.</p> <p>Решение задачи динамического синтеза методом Виттенбауэра. Определение фактической угловой скорости звена приведения.</p>

2.6	Синтез механизмов	<p>Основные понятия теории зубчатых зацеплений. Основные понятия и определения. Эвольвента окружности, ее свойства и уравнение. Методы нарезания колес. Теоретический исходный и исходный производящий контуры.</p> <p>Теоретический исходный и исходный производящий контуры.</p> <p>Подрезание и заострение зуба колеса, способы устранения этих дефектов геометрии. Картина зацепления, расчет геометрических размеров зубчатых колес и передачи.</p> <p>Критерии качества зубчатых передач. Выбор коэффициентов смещения по заданным условиям.</p> <p>Кулачковые механизмы. Строение, особенности, виды, назначение. Понятие об ударах. Угол давления и его влияние на работу механизма. Синтез кулачковых механизмов по заданным условиям.</p> <p>Синтез механизмов. Параметры синтеза. Основные и дополнительные условия синтеза. Понятия о целевой и штрафной функциях. Методы синтеза.</p>
-----	-------------------	--

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды

#### занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы строения машин и механизмов	4	0	6	13	23
2	Кинематический анализ механизмов	8	0	6	13	27
3	Динамический анализ механизмов	6	0	5	13	24
4	Кинетостатика плоских механизмов. Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	4	0	6	12	22
5	Динамика машин	6	0	6	12	24
6	Синтез механизмов	6	0	5	13	24
	Экзамен					36
	Итого:	34	0	34	76	180

#### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы строения машин и механизмов	1	0	1	26	28
2	Кинематический анализ механизмов	1	0	1	26	28
3	Динамический анализ механизмов	1	0	1	26	28
4	Кинетостатика плоских механизмов. Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	1	0	2	12	22
5	Динамика машин	1	0	2	27	29
6	Синтез механизмов	1	0	1	26	30
	Экзамен					29
	Итого:	6	0	8	157	180

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции и лабораторные работы, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий следует не только слушать излагаемый материал и кратко его конспектировать, но очень важно участвовать в анализе примеров, предлагаемых преподавателем, в рассмотрении и решении проблемных вопросов, выносимых на обсуждение. Необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

В процессе конспектирования лекционного материала лучше использовать одну сторону тетрадного разворота (например, левую), оставив другую (правую) для внесения вопросов, замечаний, дополнительной информации, которая может появиться при изучении учебной или научной литературы во время подготовки к лабораторным занятиям. Не следует дословно записать лекцию, лучше попытаться понять логику изложения и выделить наиболее важные положения лекции в виде опорного конспекта или ментальной карты (для составления ментальной карты или опорного конспекта можно использовать разворот тетради или отдельный чистый лист А4, который затем можно вклеить в тетрадь для конспектов). Основные определения важнейших понятий, особенно при отсутствии единства в трактовке тех или иных понятий среди ученых, лучше записать. Не следует пренебрегать примерами, зачастую именно записанные примеры помогают наполнить опорный конспект живым содержанием и облегчают его понимание.

Рекомендуется использовать различные формы выделения наиболее сложного, нового, непонятного материала, который требует дополнительной проработки: можно пометить его знаком вопроса (или записать на полях сам вопрос), цветом, размером букв и т.п. - это поможет быстро найти материал, вызвавший трудности, и в конце лекции (или сразу же, попутно) задать вопрос преподавателю (не следует оставлять непонятый материал без дополнительной проработки, без него иногда бывает невозможно понять последующие темы). Материал уже знакомый или понятный нуждается в меньшей детализации - это поможет сэкономить усилия во время конспектирования.

При подготовке к лабораторным работам следует заранее ознакомиться с теоретическим материалом, перечнем приборов и оборудования, порядком выполнения работы. Нужно обратить внимание на контрольные вопросы, завершающие описание каждой лабораторной работы. При защите лабораторной работы студент предъявляет преподавателю отчет по установленной форме и отвечает на контрольные вопросы.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на экзамен. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Для достижения планируемых результатов обучения используются групповые дискуссии, анализ ситуаций.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

### а) основная литература:

№п/п	Источник
1	Гилета, В.П. Теория механизмов и машин. Ч. 1. Структурный и кинематический анализ рычажных механизмов / В.П. Гилета, Н.А. Чусовитин, Б.В. Юдин. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 108 с. - ISBN 978-5-7782-2267-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258632">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258632</a> (11.06.2021).
2	Долгушин, В.А. Теория механизмов и машин. Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Теория механизмов и машин» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / В.А. Долгушин ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра прикладной механики, физики и инженерной графики. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 28 с. : табл. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=486917">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=486917</a> (11.06.2021).

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Капустин, А.В. Теория механизмов и машин : сборник заданий для курсовых и расчетно-графических работ / А.В. Капустин, Ю.Д. Нагибин. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. - 68 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8158-1351-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277043">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277043</a> (11.06.2021).
	Елагина, О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин : учебное пособие / О.Ю. Елагина. - Москва : Логос, 2009. - 488 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-450-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84921">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84921</a> (11.06.2021).

### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
5	Кокорева, О.Г. Теория механизмов и машин : курс лекций / О.Г. Кокорева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 83 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429851">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429851</a> (11.06.2021).
6	Глухов, Б.В. Кулачковые механизмы машин : учебное пособие / Б.В. Глухов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 196 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8849-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=452810">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=452810</a> (11.06.2021).

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (

Перечень тем для подготовки докладов и рефератов (фонд оценочных средств). Перечень вопросов для подготовки к зачету и экзаменам (фонд оценочных средств).

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>
- Портал машиностроения – <http://www.mashportal.ru/>
- Информационно-тематический портал «Машиностроение, механика, металлургия» <http://mashmex.ru/mehanika-mashinostroenie.html>
- База данных «Стандарты и регламенты» Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>
- Библиотека технической литературы ТехЛит.ру – <http://www.tehlit.ru/list.htm>
- Библиотека машиностроителя – <https://lib-bkm.ru/index/0-9>



- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – <http://biblioclub.ru/>
- ООО Политехресурс ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») – <https://www.studentlibrary.ru/>

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

### Программное обеспечение:

- Win10 (или Win7), OfficeProPlus 2010
- браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer
- STDU Viewer version 1.6.2.0
- 7-Zip
- GIMP GNU Image Manipulation Program
- Tux Paint

Мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук или стационарный компьютер, экран).

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	Тема 1. Основы строения машин и механизмов	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3
	Тема 2. Кинематический анализ механизмов	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3 Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2 Перечень лабораторных работ п. 19.3.4
	Тема 3. Динамический анализ механизмов	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2 Контрольная работа
	Тема 4. Кинетостатика плоских механизмов Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2 Контрольная работа
	Тема 5. Динамика машин	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2 Контрольная работа
	Тема 6. Синтез механизмов	ОПК-1 ОПК-12 ОПК-13	ОПК-1.2 ОПК-12.1 ОПК-13.1, ОПК-	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
Экзамен				Перечень вопросов п. 19.3.1

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине Теория машин и механизмов

#### Тема 1.

1. Основные понятия ТММ: машина, механизм, машинный агрегат, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь.

2. Как делятся машины по их функциональному назначению?
3. Какое звено называют: стойкой, кривошипом, шатуном, ползуном, кулисой, коромыслом, камнем кулисы?
4. По каким признакам классифицируют кинематические пары?
5. Как определяют класс кинематической пары?
6. Изобразите кинематические пары разных классов, какие виды их существуют?
7. Изобразите кинематические цепи: простую открытую, сложную открытую, простую закрытую, сложную закрытую.
8. Как рассчитать подвижность плоского механизма?
9. Какие связи называют избыточными?
10. В чем заключается принцип структурного образования механизма Л.В. Ассура?
11. Что называют структурной группой (группой Ассура)?
12. Как определяют класс и порядок структурной группы?
13. Как классифицируют механизмы?
14. Что называют формулой строения механизма?

## **Тема 2.**

1. Изобразите схемы синусного, кривошипноползунного, кривошипно-кулисного, четырехшарнирного механизмов.
2. Что такое кинематические функции механизмов и их аналоги (передаточные функции)?
3. Как определить крайние положения указанных механизмов?
4. Назовите методы исследования кинематики механизмов.
5. Что такое план скоростей механизма, план ускорений?
6. Что такое масштаб?
7. Какова основа метода графического дифференцирования? Как определяется масштаб?
8. Что характеризует нормальная составляющая ускорения, тангенциальная составляющая?
9. Как направляется вектор нормального ускорения?
10. Как определяется угловая скорость звена, угловое ускорение?
11. Как определяется Кориолисово ускорение?
12. В чем состоит теорема подобия и как с ее помощью определить скорость и ускорение заданной точки звена?
13. Как математически связаны между собой кинематические диаграммы и как доказать эту связь?
14. В чем заключаются преимущества и недостатки аналитического и графических методов кинематического анализа?
15. Что называется передаточным отношением?
16. Что такое редуктор, мультипликатор?
17. Как можно выразить передаточное отношение простой зубчатой передачи?
18. Как выражается передаточное отношение механизма с рядовым, со ступенчатым соединением колес?
19. Какой зубчатый механизм называют дифференциальным, планетарным?
20. Что такое водило, сателлит в планетарном механизме?
21. В чем состоит основное достоинство планетарных (дифференциальных) механизмов?
22. Для чего применяется метод обращения движения при кинематическом анализе планетарных механизмов?
23. В чем заключаются условия соосности, соседства, сборки? Когда они применяются?
35. Сформулируйте основной закон зацепления.

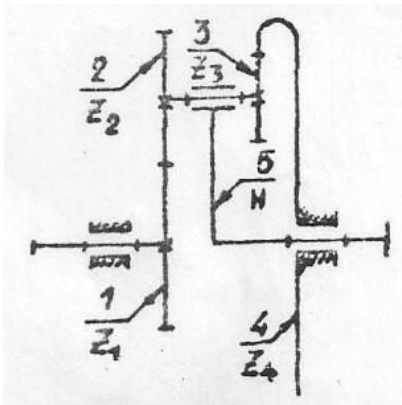
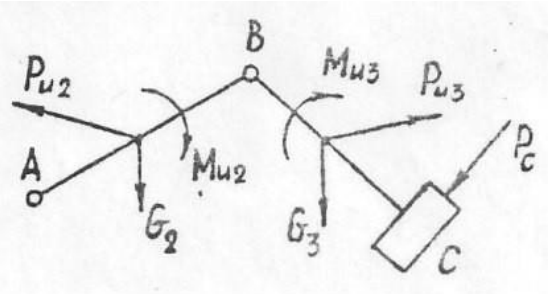
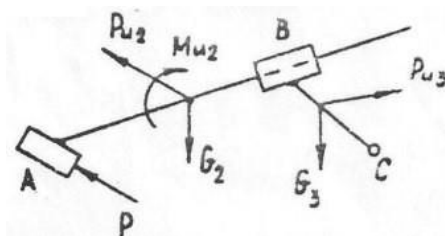
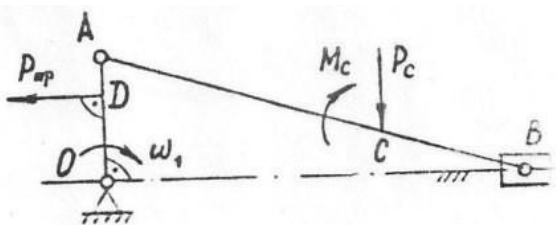
## **Тема 3.**

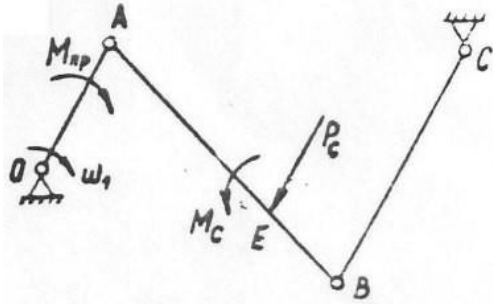
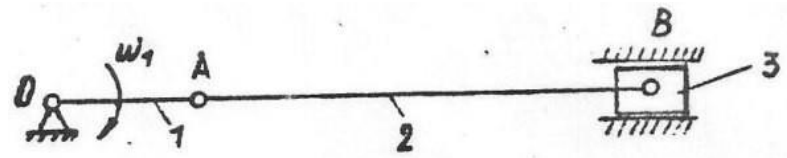
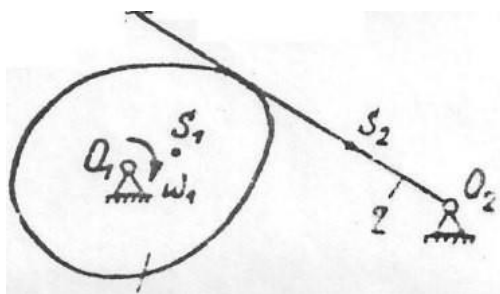
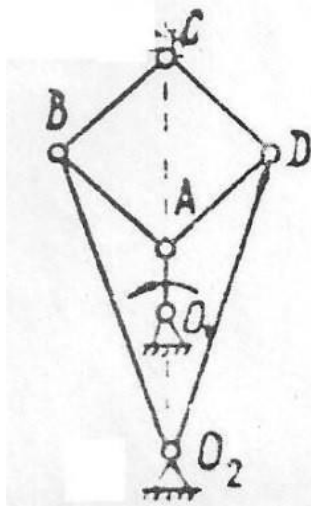
1. Какова основная задача кинематического расчета механизма?
2. Сформулируйте принцип Даламбера, принцип освобожденности. Какая кинематическая цепь является статически определимой и почему?
3. Какова последовательность силового расчета механизма?
4. К чему сводится расчет инерционных воздействий при поступательном, вращательном или сложном движении звена? Записать расчетные формулы.
5. Какова конечная цель определения реакций в кинематических парах механизма?
6. В чем особенность силового расчета входного звена?
7. Что называется планом сил?
8. В чем состоит и для чего применяется теорема Н.Е. Жуковского о «жестком рычаге»?
9. Запишите условие статической уравновешенности механизма.
10. Запишите условие моментной уравновешенности механизма.

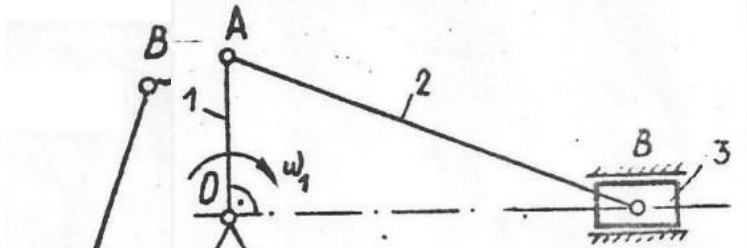
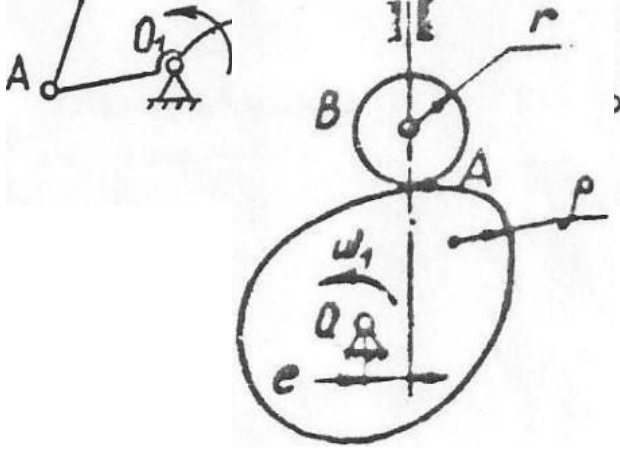
11. Запишите условие динамической уравновешенности механизма.
12. Что является мерой статической неуравновешенности ротора.

#### Тема 4.

1. Что такое коэффициент полезного действия, коэффициент потерь?
2. Сформулируйте основные задачи динамики машин.
3. Что такое динамическая модель машины?
4. Что такое приведенный момент инерции механизма?
5. Запишите основное уравнение динамики в простейшей форме. Какому основополагающему закону физики оно соответствует?
6. Какая машина называется ротативной?
7. Какие существуют режимы (виды) движения машины, как они возникают и чем характеризуются?
8. Что такое избыточная работа?
9. Что такое коэффициент неравномерности движения?
10. Что такое маховик, для чего он применяется?
11. От чего зависит величина момента инерции маховика?

№	Типовые задания с использованием графических схем	
1	<p>Определить передаточное отношение планетарного редуктора. Дано: <math>z_1 = 18</math>; <math>z_2 = 24</math>; <math>z_3 = 30</math>.</p>	
2	<p>Определить реакции в кинематических парах (без учета трения).</p>	
3	<p>Определить реакции в кинематических парах (без учета трения)</p>	
4	<p>Определить приведенную силу <math>P_{пр}</math>. Дано: <math>I_{OA}</math>; <math>I_{AB}</math>; <math>M_c</math>; <math>P_c</math>; <math>I_{OD} = 2/3 I_{OA}</math></p>	

5	<p>Определить приведенный момент <math>M_{пр}</math>.  Дано: <math>I_{OA}</math>; <math>I_{AB}</math>; <math>M_C</math>; <math>P_C</math></p>	
6	<p>Методом планов определить угловые скорость и ускорение звена 2.  Дано: <math>\omega_1</math>; <math>l_{OA}</math>; <math>l_{AB}</math>.</p>	
7	<p>Определить приведенный к звену I момент инерции механизма.  Дано: <math>Y_{S1}</math>; <math>Y_{S2}</math>; <math>m_1</math>; <math>m_2</math>.</p>	
8	<p>Определить число степеней свободы механизма.</p>	
9	<p>Определить число степеней свободы механизма. Разложить на группы Ассура, определить класс механизма по Артолеву.</p>	

10	Построить треуголь- ники скоростей пла- нетарного редуктора. ДАНО: $Z_1; Z_2; Z_3; Z_4$ ; $m_{12}=m_{34}$ . 1.	
11	Построить план скоростей и ускорений для заданного поло- жения кулачкового механизма. ДАНО: $\omega_1; l_{OA}; r; \rho$ ; e.	

### Темы 5-6.

- Основные понятия: зубчатый венец; тело колеса; окружность (поверхность) вершин; окружность (поверхность) впадин; боковая поверхность; главная поверхность; активная поверхность; переходная поверхность. Какую окружность называют основной?
- Какую окружность называют делительной?
- Какую окружность называют начальной?
- Что называется модулем, шагом колеса?
- Что называют полюсом зацепления?
- Понятия: линия зацепления (теоретическая, активная), угол зацепления.
- Что такое эвольвента окружности?
- Сформулируйте основные свойства эвольвенты.
- Как определяется коэффициент перекрытия, какое качество передачи он характеризует?
- Как определяется коэффициент относительного скольжения, какое качество передачи он характеризует?
- Как определяется коэффициент удельного давления, какое качество передачи он характеризует?
- Назовите методы изготовления зубчатых колес и охарактеризуйте их.
- Изобразите теоретический исходный контур, укажите его основные параметры?
- Изобразите подрезанный зуб. Каковы последствия этого дефекта геометрии?
- При каких условиях возникает подрезание зуба колеса и как устранить этот дефект геометрии?
- В каком случае зуб колеса считают заостренным?
- Приведите формулы для расчета диаметров: делительной окружности, основной вершин, впадин, межосевого расстояния.
- Назовите основные свойства эвольвентной передачи.
- Какой механизм называют кулачковым? Изобразите его схему и назовите звенья.
- По каким критериям классифицируют кулачковые механизмы?
- Назовите фазы работы кулачкового механизма.
- Определение угла давления.
- При каком условии происходит заклинивание кулачкового механизма?
- Назовите законы движения толкателя, при которых возникает жесткий и мягкий удары.
- Какой закон движения толкателя обеспечивает безударную работу механизма?
- Что понимают под параметрами синтеза?
- Что называют целевой, штрафной функцией?
- Понятие оптимизации.
- Что понимают под локальным и глобальным минимумами?
- Как описывают дополнительные условия синтеза?

31. Назовите этапы синтеза.
32. Назовите методы оптимизации.
33. Что такое приведенный момент сил?

### **Темы рефератов**

1. Аналитический метод кинематического анализа.
2. Структурный анализ механизма.
3. Задачи и методы кинематического анализа.
4. Определение скоростей методом планов.
5. Кинематические передаточные функции.
6. Аналитический метод кинематического анализа.
7. Классификация кулачковых механизмов.
8. Основные параметры кулачковых механизмов.
9. Многозвенные зубчатые механизмы.
10. Силы, действующие на звенья механизмов.
11. Метод кинетостатики.
12. Метод замещающих масс.

### **Перечень типовых лабораторных работ**

Лабораторная работа №1. Структурный анализ механизма.

Лабораторная работа №2. Профилирование зубьев колеса методом огибания

Лабораторная работа №3. Кинематический анализ эпициклических зубчатых механизмов

### Контрольные вопросы для защиты

Лабораторная работа №1

1. Что такое кинематическая пара?
2. Определение класса кинематической пары.
3. Классификация кинематических пар.
4. Что такое кинематическая цепь?
5. Классификация кинематических цепей.
6. Определение механизма.
7. Наименование звеньев рычажного механизма.
8. Степень подвижности. Формула для определения степени подвижности плоского механизма (формула П. Л. Чебышева).
9. Что входит в группу начальных звеньев?
10. Что такое структурная группа?
11. Порядок структурного анализа рычажного механизма.
12. Определение класса механизма, класса структурной группы, класса звена-контура.
13. Определение порядка механизма, порядка структурной группы.

Лабораторная работа №2

1. Определения: зубчатый механизм, параметры цилиндрического зубчатого колеса: делительная поверхность, шаг, модуль зуба, поверхность вершин, поверхность впадин, боковая главная поверхность, боковая переходная поверхность, основание зуба, ножка зуба, головка зуба, линия зуба, профиль зуба.
2. Основная теорема зацепления. Взаимоогибаемые кривые.
3. Эвольвента: определение, уравнения и свойства эвольвенты.
5. Параметры эвольвентных зубчатых колес и передачи: шаг, модуль, толщина зуба, ширина впадины, высота головки зуба, высота ножки зуба (коэффициент высоты зуба, коэффициент радиального зазора), основная окружность, делительная окружность, начальные окружности, окружность вершин зубьев, окружность впадин зубьев, угол зацепления, угол главного профиля, эвольвентный угол, угол развернутости эвольвенты, межосевое расстояние, передаточное число, теоретический участок линии зацепления, практический участок линии зацепления.
6. Свойства эвольвентного зацепления.
7. В каких случаях назначают смещение инструмента при нарезании зубьев, в чем заключается подрезание зубьев, заострение зубьев. Коэффициент смещения.
8. Как изменяются параметры передачи и зубчатых колес при изготовлении со смещением.
9. Качественные показатели эвольвентного зацепления (перечислить). Дать определение коэффициента перекрытия, угла перекрытия.

### Лабораторная работа №3

1. Какой зубчатый механизм называют эпициклическим? Какой механизм называют планетарным? Какой механизм называют дифференциальным?
2. Как определить степень подвижности эпициклического механизма?
3. Дать характеристику схемы эпициклического механизма, назвать звенья. Какие из них могут быть входными и выходными?
4. Достоинства и недостатки эпициклических механизмов.
5. Условия синтеза эпициклических зубчатых механизмов.
6. Основное уравнение аналитического расчета эпициклического механизма. Привести формулу Виллиса в общем виде и для предложенной схемы механизма.
7. Преобразование формулы Виллиса для расчета планетарного механизма при входном центральном колесе или при входном водиле.
8. Как определить величину модуля зубьев механизма?
9. Основные положения, на которых основывается графоаналитический метод расчета эпициклического механизма.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к экзамену

1. Основные понятия, термины, определения.
2. Классификация кинематических пар.
3. Кинематические цепи.
4. Степень подвижности механизма.
5. Замена высших пар низшими.
6. Классификация групп Ассура.
7. Классификация механизмов по Ассуру-Артоболовскому.
8. Структурный анализ механизма.
9. Задачи и методы кинематического анализа.
10. Определение скоростей методом планов.
11. Определение ускорений методом планов.
12. Метод кинематических диаграмм: а) графическое дифференцирование; б) графическое интегрирование.
13. Кинематические передаточные функции.
14. Аналитический метод кинематического анализа.
15. Классификация кулачковых механизмов.
16. Основные параметры кулачковых механизмов.
17. Выбор законов движения толкателя (коромысла) на примере одного показать.
18. Профилирование кулачка.
19. Определение основных размеров с учетом угла давления: а) для поступательного толкателя; б) для коромыслового толкателя.
20. Графический прием определения слового толкателя.
21. Классификация зубчатых передач.
22. Основная теорема зацепления.
23. Эвольвента и ее свойства.
24. Основные параметры зубчатого колеса.
25. Коэффициент перекрытия.
26. Коэффициент скольжения.
27. Многозвенные зубчатые механизмы.
28. Силы, действующие на звенья механизмов.
29. Метод кинетостатики.
30. Метод замещающих масс.
31. Определение реакций для групп ассура 2-го класса.
32. Определение реакций для групп ассура с пост. кп.
33. Определение реакции на входном звене.
34. Динамическая модель механизма.
35. Определение приведенного момента инерции приведения массы.
36. Определение приведенных сил, момента сил.
37. Основное уравнение движения для динамической модели и методы его решения.

37. Графический метод решения уравнения по методу виттенбауэра.
38. Регулирование хода машин.
39. Выбор маховика.
40. Виды неуровновешенностей.
41. Уравновешивание роторов.
42. Уравновешивание механизма на фундаменте.
43. Статическое, моментное уравновешивание.

### Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент умеет соединять знания из различных разделов курса. Полно, правильно и логически безупречно излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Владеет необходимым математическим аппаратом. Без затруднений применяет теоретические знания при анализе конкретных задач и вопросов. Свободно подбирает (составляет сам) примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Сопровождает ответ сведениями по истории вопроса; ориентируется в смежных темах курса, знает основную литературу по своему вопросу.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент хорошо владеет теорией вопроса; видит взаимосвязь различных разделов курса, может их объяснить. Хорошо владеет профессиональной терминологией, в случае неверного употребления термина может сам исправить ошибку. В основном полно, правильно и логично излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Применяет теоретические знания при анализе фактического материала, может приводить собственные примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Допускается 1-2 недочета в изложении и речевом оформлении ответа. Демонстрирует хороший уровень понимания вопросов по теме.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент правильно воспроизводит основные положения теории, демонстрирует понимание этих положений, иллюстрирует их примерами. Умеет использовать знания при характеристике фактического материала. В то же время в ответе могут присутствовать следующие недочеты: а) допускает неточности в определении понятий, терминов, законов (но исправляет их при помощи наводящих вопросов экзаменатора); б) излагает материал недостаточно полно; в) не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения; г) излагает материал недостаточно последовательно; д) допускает ошибки в речи. Отвечая на конкретный вопрос, не учитывает различные варианты обучения, обусловленные целями, условиями и индивидуальными особенностями аудитории. Проявляет ассоциативные знания лишь при условии наводящих вопросов экзаменатора. С трудом соотносит теорию вопроса с практическим примером, подтверждающим правильность теории. Слабо владеет профессиональной терминологией, допускает много ошибок и не умеет их исправить.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотносить теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.	–	<i>Неудовлетворительно</i>