



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

---

**УТВЕРЖДАЮ**  
**И.о. проректора**  
**А.В. Троицкий**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль):** Технология машиностроения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная, заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: к.т.н., Сабо С.Е., Макаров Д.С., д.т.н., профессор Пашковский И.Э. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Теория механизмов и машин» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

**Рецензент: с.н.с. Копылов О.А.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины «Теория механизмов и машин» (ТММ) является формирование у студентов знаний в области теории механизмов и машин, обеспечения подготовки студентов по основам проектирования машин, включающим знания методов оценки функциональных возможностей типовых механизмов и машин, критериев качества передачи движения; постановка задачи с обязательными и желательными условиями синтеза структурной и кинематической схем механизма; построение целевой функции при оптимизационном синтезе, получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-3 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;

ОПК-8 Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;

ОПК-9 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения.

**Задачи дисциплины:** ознакомление студентов с основными понятиями и законами работы механизмов и машин:

- изучение основных видов механизмов, их классификации и функциональных возможностей, а также областей применения;

- использование программного обеспечения автоматизированного расчета параметров характеристик механизмов и проектирование механизмов по заданным условиям синтеза и критерия качества передачи движения;

- овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области механики, основными алгоритмами математического моделирования механических явлений;

- освоение методов определения силовых факторов и других характеристик при равновесии расчетного объекта;

- усвоить основы кинематического и динамического исследования расчетного объекта;

- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теории механизмов и машин при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий;

- формирование знаний и навыков, необходимых для изучения ряда профессиональных дисциплин, развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

- Применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации технических систем;
- Определяет, анализирует и оценивает перспективы решения проблем машиностроительных предприятий;
- Формулирует содержание этапов проектирования изделий машиностроения, разрабатывает конструкторско-технологическую документацию.

**Необходимые умения:**

- Умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования;
- Умеет производить оценку существующих проблем машиностроительного предприятия, определять подходы по их решению, а так же оценивать перспективы их решения;
- Умеет устанавливать исходные данные для проектирования изделий машиностроения, выполнять расчеты элементов изделий машиностроения.

**Необходимые знания:**

- Знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства;
- Знает основные проблемы машиностроительных производств, существующие и перспективные способы их решения;
- Знает действующую нормативно-техническую документацию и стандарты ЕСКД и ЕСТД.

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

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к обязательной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах «Физика», «Теоретическая механика» и компетенциях: ОПК-1,3,8,9.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Теория механизмов и машин», являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Проектирование технологической оснастки», «Детали машин и основы конструирования», «Планирование и обработка результатов экспериментальных исследований», «Основы проектной деятельности» прохождения практики, государственной итоговой аттестации и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

При очной (заочной) форме обучения преподавание дисциплины ведется на 3 (4) курсе в 5 (7) семестре. Предусматривается проведение учебных занятий следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся. При очной (заочной) форме обучения программой предусмотрены следующие виды контроля: два (один) текущих контроля успеваемости в форме тестирования, контрольная работа и итоговый контроль знаний – экзамен.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	46			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практическая подготовка	-	8			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>			
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	-				
<i>Расчетно-графические работы</i>	-				
<i>Контрольная работа, домашнее задание</i>	+	-	-		
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест	+	+		
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / экзамен	Зачет			
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>16</b>			16	
Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практическая подготовка	-			8	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>92</b>			<b>92</b>	
<i>Курсовые работы (проекты)</i>					
<i>Расчетно-графические работы</i>					
<i>Контрольная работа, домашнее задание</i>	-			-	
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест			+	
<b>Вид итогового контроля</b>	Зачет / экзамен			Зачет	

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час Очная /заочная форма	Практические занятия, час Очная /заочная форма	Занятия в интерактивной форме, час Очная /заочная форма	Практическая подготовка, час Очная /заочная форма	Код компетен ций
Тема 1. Основные задачи дисциплины «Теории механизмов и машин» и история ее развития.	2/1	4/1	-/-	-/-	ОПК-3 ОПК-8 ОПК-9
Тема 2. Основные виды механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Тема 3. Структурный анализ и синтез механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Тема 4. Кинематический анализ механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Тема 5.Силовой (кинетостатический) анализ механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Тема 6. Динамика машин и механизмов. Уравновешивание и балансировка вращающихся масс.	2/1	4/1	2/1	-/-	
Тема 7. Синтез рычажных и кулачковых механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Тема 8. Синтез зубчатых механизмов.	2/1	4/1	1/0,5	-/-	
Итого	32/16	32/8	8/4	-/-	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

#### **Тема 1. Основные задачи дисциплины «Теории механизмов и машин» и история ее развития**

Теория механизмов и машин – научная основа создания новых механизмов и машин. Цель теории механизмов и машин. Основные проблемы и задачи теории механизмов и машин. Этапы развития науки о проектировании механизмов, машин и систем машин. Содержание дисциплины «Теория механизмов и машин» и ее значение для инженерного образования. Связь теории механизмов и машин с другими областями знаний. История развития науки о механизмах и машинах. Роль отечественных ученых в создании научных школ. Перспективы развития науки о механизмах и машинах. Машина. Механизм. Звено механизма. Входные и выходные звенья механизма. Ведущие и ведомые звенья. Кинематическая пара. Классификация кинематических пар по числу степеней свободы и числу связей. Низшие и высшие пары. Кинематические цепи. Кинематические соединения.

## **Тема 2. Основные виды механизмов.**

Обзор основных видов механизмов и их классификация. Плоские и пространственные механизмы с низшими парами. Рычажные механизмы. Механизмы с высшими кинематическими парами (кулачковые, зубчатые, червячные, планетарные, фрикционные механизмы). Храповые механизмы. Механизмы с гибкими звеньями. Клиновые механизмы. Гидравлические и пневматические механизмы. Основные кинематические и силовые отношения в передачах.

## **Тема 3. Структурный анализ и синтез механизмов.**

Структурный анализ. Подвижность механизма. Связь – ограничение, наложенное на перемещение тела по данной координате. Избыточные (пассивные) связи в механизме. Местные подвижности. Свойства связей. Уравнения связей. Геометрические связи. Дифференциальные (кинематические) связи. Голономные связи. Степень свободы и классы кинематических пар. Классификация кинематических пар. Кинематическая цепь. Классификация кинематических цепей. Число степеней свободы и структурная формула механизма. Лишние степени свободы. Виды звеньев: стойка, кривошип, коромысло, шатун, кулиса, ползун, кулачок, камень, зубчатое колесо и др. Классификация плоских механизмов по Л. В. Ассуру. Структурные группы Ассура.

## **Тема 4. Кинематический анализ механизмов.**

Кинематический анализ: Основные кинематические характеристики механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа. Графический метод (метод кинематических диаграмм). Графоаналитический метод (метод планов). Понятие об аналитических методах. Обобщенные координаты механизма. Начальные звенья. Задачи кинематического анализа механизмов. Методы кинематического анализа механизмов: метод преобразования координат точек звеньев в матричной форме, метод замкнутого векторного контура, метод планов. Особенности кинематического анализа механизмов с высшими кинематическими парами. Кинематический анализ зубчатых и волновых механизмов.

## **Тема 5. Силовой (кинетостатический) анализ механизмов.**

Назначение силового расчета. Характеристика сил, действующих на звенья механизмов. Условие статической определимости кинематических цепей. Последовательность силового анализа механизмов. Силовой анализ механизмов с учетом трения в кинематических парах. Метод Жуковского. Мгновенный и общий коэффициенты полезного действия (КПД) механизма. Условие самоторможения и заклинивания механизма. КПД механизмов при параллельном и последовательном соединениях.

## **Тема 6. Динамика машин и механизмов. Уравновешивание и балансировка вращающихся масс.**

Динамические модели механизмов. Прямая задача динамики. Обратная задача динамики. Методы составления уравнений (динамической модели системы). Кинетическая энергия, приведенная масса, приведенный момент инерции механизма. Приведение сил и масс в плоских и пространственных механизмах. Уравнение движения машины в форме кинетической энергии. Уравнение движения механизма в форме интеграла энергии. Дифференциальное уравнение движения механизма. Кинетостатический метод составления уравнений движения механизмов. Режимы движения машины. Механический КПД механизма. Определение КПД машинного агрегата при последовательном соединении входящих в него механизмов. Определение КПД машинного агрегата при параллельном соединении входящих в него механизмов. Самоторможение. Регулирование периодических колебаний угловой скорости с помощью маховика. Расчет величины момента инерции маховика. Регулирование неперiodических колебаний скорости движения машин.

Цели уравновешивания и балансировки. Условия уравновешенности ротора. Уравновешивание масс, находящихся в одной плоскости. Уравновешивание вращающихся масс, расположенных произвольно. Уравновешивание механизмов. Условия уравновешенности механизма. Статическое уравновешивание плоского механизма с помощью противовесов. Динамическое уравновешивание при проектировании.

## **Тема 7. Синтез рычажных и кулачковых механизмов**

Постановка задачи, виды и способы синтеза рычажных механизмов. Структурный синтез рычажных механизмов. Порядок структурного исследования плоского механизма. Решение задач оптимального синтеза стержневых механизмов. Входные и выходные параметры. Входные – это изначально заданные параметры (размеры звеньев, скорости, ускорения или их соотношения). Выходные – это параметры, определяемые в результате решения задачи. Условия проворачиваемости кривошипа в шарнирном четырехзвеннике. Учет углов давления в стержневых механизмах. Синтез четырехзвенника по трем заданным положениям шатуна. Синтез кривошипно-ползунного механизма по заданным размерам. Понятие о синтезе механизма по заданному закону движения выходного звена. Понятие о синтезе механизма по заданной траектории выходного звена. Синтез рычажных механизмов по коэффициенту изменения средней скорости выходного звена. Общий порядок проектирования рычажного механизма. Оптимальный синтез рычажных механизмов.

Классификация кулачковых механизмов. Достоинства и недостатки применения кулачковых механизмов. Силовой анализ кулачковых механизмов. Коэффициент полезного действия кулачкового механизма. Постановка задачи, виды и способы синтеза кулачковых механизмов. Структурный синтез кулачковых механизмов. Порядок структурного



исследования кулачкового механизма. Законы движения ведомого звена кулачковых механизмов Построение кинематических диаграмм кулачковых механизмов. Построение диаграммы аналога ускорения кулачковых механизмов. Определение основных размеров кулачковых механизмов. Построение профиля кулачков.

### **Тема 8. Синтез зубчатых механизмов.**

Классификация зубчатых передач и их достоинства. Элементы зубчатого колеса. Передаточное отношение. Основной закон зацепления. Свойства эвольвенты. Построение эвольвентного зацепления. Внутреннее и реечное зацепления. Коэффициент перекрытия. Скольжение в зубчатых колесах. Изготовление зубчатых колес. Минимальное число зубьев. Толщина зуба. Корригирование зубчатого зацепления. Косозубые цилиндрические колеса. Винтовые колеса. Червячные колеса. Конические передачи. Зацепление М.Л. Новикова. Цевочное зацепление. Планетарные и дифференциальные механизмы. Решение задач оптимального синтеза зубчатых механизмов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

1. Рабочая тетрадь.
2. Практикум.
3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Теория механизмов и машин».

Целью лекций является изложение теоретического материала и иллюстрация его примерами и задачами. Цель практических занятий состоит в закреплении материала лекций и выработке умения работать с конкретными методами проектирования и конструирования.

Самостоятельные занятия студентов проводятся в соответствии с программой по дисциплине «Теории механизмов и машин» и заданиями преподавателя с помощью базовых учебников и специальной учебно-методической литературы. Самостоятельная работа студентов состоит:

- в расширении знаний по дисциплине путем изучения и анализа учебной и периодической литературы;
- в подготовке выступлений на практических занятиях;
- в выступлениях с докладами на ежегодных студенческих конференциях;
- в выполнении контрольных работ;
- в выполнении расчетно-графической работы.

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория механизмов и машин» приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Борисенко Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРАМ, 2018. – 285 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-004690-7. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/960078>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Мкртычев О.В. Теория механизмов и машин: практикум / О.В. Мкртычев. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2021. – 327 с. – DOI 10.12737/textbook\_5a310f98ebafa7.40493232. – ISBN 978-5-9558-0541-2. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1426330>  
- Режим доступа: по подписке.
3. Соболев А.Н. Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов): Учебник. / Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Схиртладзе А.Г. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 256 с. (Бакалавриат). – ISBN 978-5-906818-44-7. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/949269>  
- Режим доступа: по подписке.
4. Чмиль В.П. Теория механизмов и машин: учебно-методическое пособие / В.П. Чмиль. – 3-е изд., стер. - СПб: Лань, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-1222-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/167378>  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература:**

1. Сандлер А.И. Теория и практика производства червячных передач общего вида: учебное пособие / А.И. Сандлер, С.А. Лагутин, Е.А. Гудов. – 2-е изд. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 348 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-9729-0534-8. – Текст: электронный.  
- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617468>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Степыгин В.И. Теория механизмов и основы робототехники: зубчатое зацепление / В.И. Степыгин, Е.Д. Чертов; науч. ред. В.Г. Егоров. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 57 с. – Текст: электронный.  
- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601604>  
- Режим доступа: по подписке.

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

### Интернет-ресурсы:

1. Российская государственная библиотека [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
2. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru>
3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://www.elibrary.ru>
6. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) <http://www.rucont.ru/>
7. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
8. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
9. Электронно-библиотечная система Znanium <http://znanium.ru>
10. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» <http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

**Перечень программного обеспечения:** *MSoftware, Компас.*

### Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
3. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Теория механизмов и машин».

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), интерактивной доской SmartBoard;
- комплект электронных презентаций / слайдов;

### **Практические занятия:**

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами PowerPoint;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе университета, а также с использованием возможностей информационно-обучающей среды.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»**

Направление подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ОПК-3	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;	Темы 1-11	Применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации технических систем.	Умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования.	Знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства.
2	ОПК-8	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	Темы 1-11	Определяет, анализирует и оценивает перспективы решения проблем машиностроительных предприятий.	Умеет производить оценку существующих проблем машиностроительного предприятия, определять подходы по их решению, а также оценивать перспективы их решения.	Знает основные проблемы машиностроительных производств, существующие и перспективные способы их решения.
3	ОПК-9	Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	Темы 1-11	Формулирует содержание этапов проектирования изделий машиностроения, разрабатывает конструкторско-технологическую документацию.	Умеет устанавливать исходные данные для проектирования изделий машиностроения, выполнять расчеты элементов изделий машиностроения.	Знает действующую нормативно-техническую документацию и стандарты ЕСКД и ЕСТД.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ОПК-3, ОПК-8 ОПК-9	Задачи	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла;</li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов.</i></p>	<p><i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1балл).</i></li> <li><i>2. Умение применить выбранный метод (1балл).</i></li> <li><i>3. Логический ход решения правильный, но имеются Арифметические ошибки в расчетах (1балл).</i></li> <li><i>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</i></li> <li><i>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</i></li> </ol> <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>
ОПК-3, ОПК-8 ОПК-9	Тест	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 90% правильных ответов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% Правильных ответов;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов;</li> </ul> <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – менее 50% правильных ответов</i></p>	<p><i>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру - 30 минут. Неявка – 0 баллов.</i></p> <p><i>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</i></p> <p><i>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</i></p> <p><i>Удовлетворительно – от 51 % правильных ответов.</i></p> <p><i>Хорошо – от 70%.</i></p> <p><i>Отлично – от 90%.</i></p> <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов</i></p>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта  
деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  
в процессе освоения образовательной программы**

**Задачи**

Задачи (аудиторные работы) решаются по Сборнику задач и упражнений по теории механизмов и машин: учебное пособие / М.В. Горбенко, Т.И. Горбенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет – Томск: Изд-во ТПУ.

Вариант	Номера задач
1, 6, 11, 16	1, 11, 21, 31, 41, 51, 61
2, 7, 12, 17	2, 12, 22, 32, 42, 52, 62
3, 8, 13, 18	3, 13, 23, 33, 43, 53, 63
4, 9, 14, 19	4, 14, 24, 34, 44, 54, 64
5, 10, 15, 20	5, 15, 25, 35, 45, 55, 65

**Тесты для промежуточной аттестации №1**

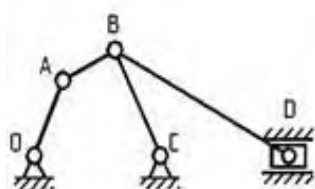
***"Структурный анализ плоских механизмов"***

- Для чего предназначен механизм?
  1. Для передачи движения
  2. Для совершения полезной работы
  3. Для преобразования движения
  4. Для преобразования энергии
  5. Для передачи сил
  6. Для облегчения и замены умственного и физического труда человека
- Какая кинематическая цепь является механизмом?
  1. Простая незамкнутая, включающая стойку
  2. Простая замкнутая, включающая стойку
  3. Сложная замкнутая, включающая стойку
  4. Сложная незамкнутая, включающая стойку
- Что такое шатун?
  1. Деталь
  2. Звено
  3. Кинематическая пара
  4. Кинематическая цепь
- Какое из перечисленных соединений является кинематической парой?
  1. Две сваренные детали
  2. Две спаянные детали
  3. Вал и подшипник
  4. Винт и гайка
- Какая кинематическая пара относится к 5-му классу?
  1. Сферическая
  2. Цилиндрическая
  3. Вращательная
  4. Винтовая



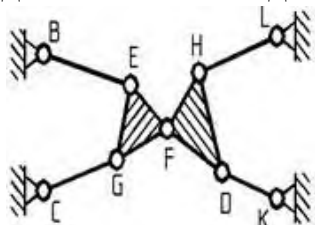
- Какая кинематическая пара относится к 1-му классу?
  1. Вращательная
  2. Поступательная
  3. Шар на плоскости
  4. Цилиндр на плоскости
- Какая кинематическая пара является плоской?
  1. Вращательная
  2. Поступательная
  3. Сферическая
  4. Винтовая
- Какая кинематическая пара является низшей?
  1. Шар на плоскости
  2. Вращательная
  3. Цилиндр на плоскости
  4. Поступательная
- Кто разработал структурную классификацию плоских механизмов?
  1. Р.Виллис
  2. Ф.Рело
  3. П.Л.Чебышев
  4. Л.В.Ассур
- Сколько неподвижных звеньев в 6-звенном механизме?
  1. Одно
  2. Два
  3. Три
  4. Пять
- Чему равна степень подвижности группы Ассура?
  1. Единице
  2. Нулю
  3. Двум
  4. Трем
- Чему равна степень подвижности группы начальных звеньев, состоящей из стойки и одного подвижного звена?
  1. Единице
  2. Нулю
  3. Двум
  4. Трем
- Чему равна степень подвижности 4-звенного плоского рычажного механизма?
  1. Степени подвижности группы Ассура
  2. Степени подвижности группы начальных звеньев
  3. Двум
  4. Трем
- Чему равна степень подвижности плоского рычажного 6-звенного механизма?
  1. Двум
  2. Единице
  3. Нулю
  4. Трем

- Сколько кинематических пар образуют двукратный шарнир?
  1. Две
  2. Три
  3. Одна
  4. Четыре
- Чему равно число звеньев, соединенных двукратным шарниром?
  1. Двум
  2. Трем
  3. Одному
  4. Четырем
- Чем определяется класс группы Ассура по классификации Л.В.Ассура?
  1. Числом звеньев в группе
  2. Числом кинематических пар
  3. Классом кинематических пар
  4. Видом кинематической цепи
- Чем определяется порядок группы Ассура?
  1. Числом звеньев в группе
  2. Числом свободных поводков
  3. Числом звеньев, не имеющих свободных поводков
  4. Числом кинематических пар
- Чем определяется класс и порядок механизма по классификации Л.В.Ассура?
  1. Классом и порядком самой сложной группы Ассура
  2. Классом и порядком наиболее простой группы Ассура
  3. Классом и порядком группы начальных звеньев
  4. Видом кинематической цепи механизма
- Чему равна степень подвижности механизма?



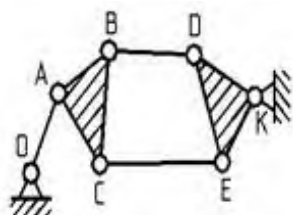
1. Нулю
2. Единице
3. Двум
4. Трем

- Что представляет собой данная механическая система?



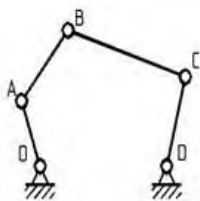
1. Механизм
2. Ферма
3. Группа Ассура
4. Группа начальных звеньев

- Какого класса данный механизм по классификации Л.В.Ассура?



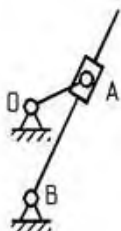
1. Первого
2. Второго
3. Третьего
4. Четвертого

- Чему равна степень подвижности механизма?



1. Единице
2. Двум
3. Трем
4. Четырем

- Чему равна степень подвижности механизма?

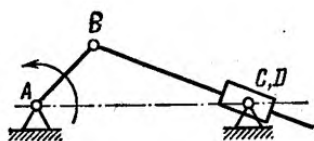


1. Единице
2. Двум
3. Трем
4. Четырем

- Заполните пропуск слов: «На поршень компрессора со стороны сжатого газа действует сила  $Q$ , которую называют .....

1. движущей силой
2. силой трения
3. силой полезного сопротивления
4. силой вредного сопротивления

- Определить степень подвижности механизма и найти его класс.



1.  $W=1$ , механизм II класса
2.  $W=2$ , механизм I класса
3.  $W=1$ , механизм I класса
4.  $W=2$ , механизм II класса

- Укажите правильное утверждение: группа Асура это...

1. кинематическая цепь второго класса, второго порядка
2. кинематическая цепь с нулевой степенью подвижности не распадающаяся на более простые кинематические цепи с нулевой степенью подвижности
3. кинематическая цепь, не распадающаяся на более простые кинематические цепи
4. кинематическая цепь с нулевой степенью подвижности

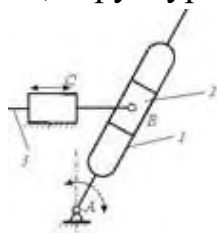
- Сколько групп Асура присоединено к первичному механизму?

1. одна
2. две
3. три
4. четыре

- Какие из приведенных ниже достоинств вы отнесете к преимуществам низших кинематических пар перед высшими.

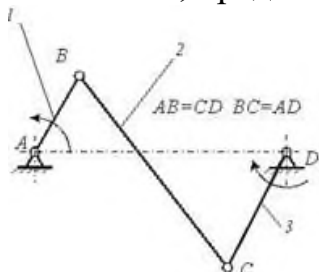
1. отсутствие замыкания звеньев
2. высокая технологичность
3. способность передавать большие нагрузки и высокая износостойкость
4. малые ограничения на относительные движения звеньев

- Механизм, структурная схема которого показана на рисунке, называется...



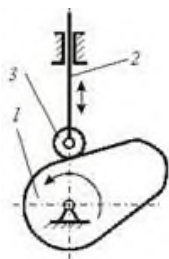
1. кривошипно-кулисным механизмом
2. кривошипно-коромысловым механизмом
3. кулисно-ползунным механизмом
4. шарнирным четырехзвенным механизмом
5. двухкулисным механизмом

- Звено 2 механизма, представленного на рисунке, называется...



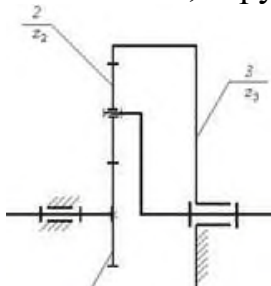
1. шатуном
2. коромыслом
3. ползуном
4. кулисой
5. кривошипом

- Звено 3 механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, называется...



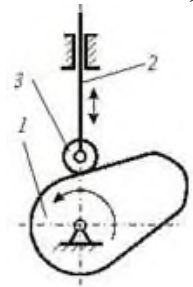
1. коромыслом
2. кулачком
3. роликом
4. толкателем

- Механизм, структурная схема которого показана на рисунке, является...



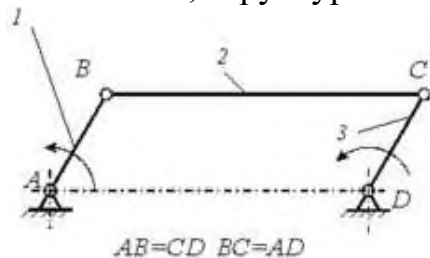
1. приближенным прямолинейно-направляющим механизмом
2. передаточным механизмом
3. механизмом с выстоями
4. точным прямолинейно-направляющим механизмом

- Механизм, структурная схема которого показана на рисунке, является...



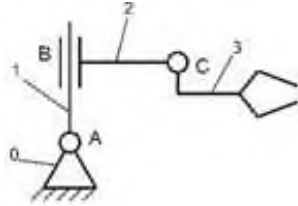
1. приближенным прямолинейно-направляющим механизмом
2. передаточным механизмом
3. механизмом с выстоями
4. точным прямолинейно-направляющим механизмом

- Механизм, структурная схема которого показана на рисунке, называется...



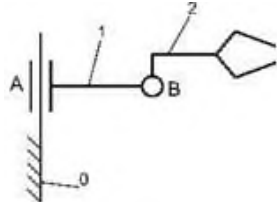
1. шарнирным параллелограммом
2. шарнирным антипараллелограммом
3. кулисным механизмом
4. кривошипно-кулисным механизмом
5. кривошипно-коромысловым механизмом

- Число степеней свободы  $W$  манипулятора равно...



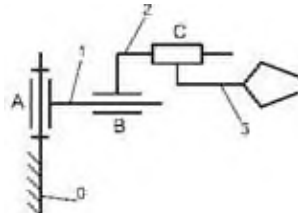
- 1. 1
- 2. 3
- 3. 5
- 4. 2
- 5. 4

- Число степеней свободы  $W$  манипулятора равно...



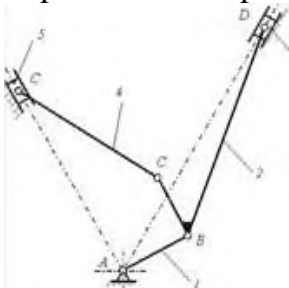
- 1. 6
- 2. 4
- 3. 1
- 4. 5
- 5. 3

- Число степеней свободы  $W$  манипулятора равно...



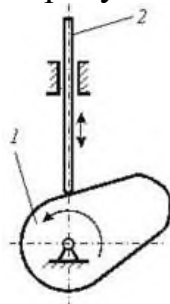
- 1. 7
- 2. 3
- 3. 6
- 4. 4
- 5. 5

- Число степеней свободы плоского механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



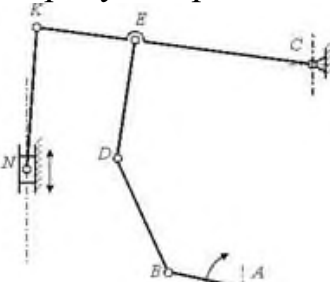
- 1. 3
- 2. 1
- 3. 4
- 4. 2
- 5. 0

- Число степеней свободы механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



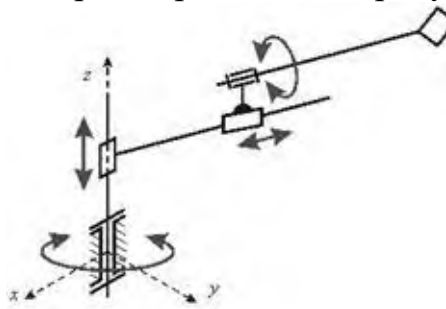
- 1. 3
- 2. 2
- 3. 0
- 4. 1

- Число степеней свободы механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



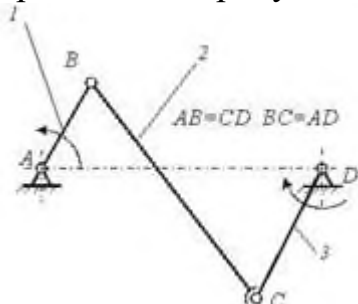
- 1. 3
- 2. 4
- 3. 1
- 4. 0
- 5. 2

- Число степеней свободы пространственного механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



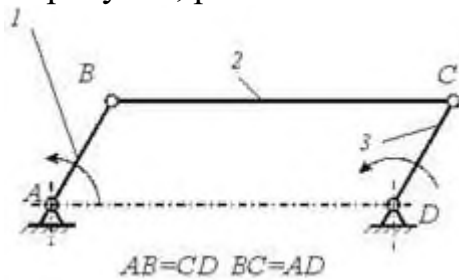
- 1. 1
- 2. 0
- 3. 4
- 4. 2
- 5. 3

- Число избыточных связей механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



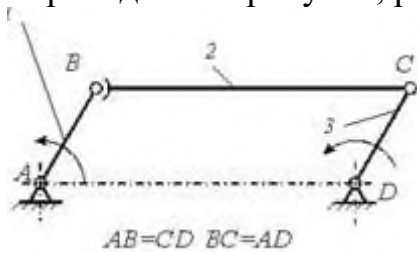
- 1. 1
- 2. 0
- 3. 3
- 4. 2
- 5. 4

- Число избыточных связей механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



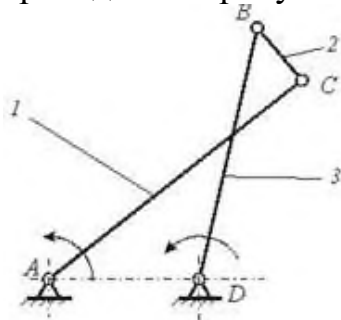
- 1. 3
- 2. 2
- 3. 4
- 4. 0
- 5. 1

- Число избыточных связей механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



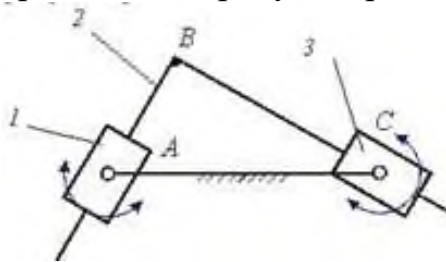
- 1. 2
- 2. 1
- 3. 4
- 4. 3
- 5. 0

- Число избыточных связей механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



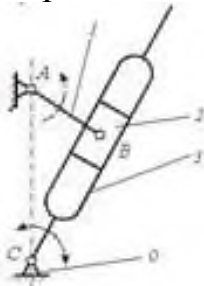
- 1. 1
- 2. 3
- 3. 4
- 4. 2
- 5. 0

- Число избыточных связей механизма, структурная схема которого приведена на рисунке, равно...



- 1. 1
- 2. 0
- 3. 2
- 4. 4
- 5. 3

- Кривошипом является звено...



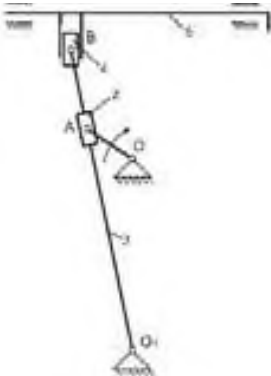
- 1. 1
- 2. 0
- 3. 3
- 4. 2

- Число степеней свободы у сферической кинематической пары равно...



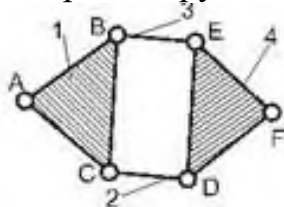
- 1. 2
- 1. 1
- 3. 3
- 4. 4

- Число степеней свободы представленного на рисунке механизма равно...



- 1. 0
- 2. 4
- 3. 1
- 4. 2
- 5. 3

- Порядок группы равен...

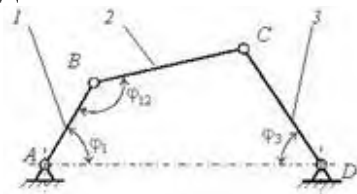


- 1. 2
- 2. 4
- 3. 0
- 4. 3
- 5. 1

- Синтез рычажных механизмов, при котором получаемый механизм точно выполняет заданные условия синтеза только в заданном конечном числе его положений, называется...

- 1. структурным синтезом
- 2. интерполяционным синтезом
- 3. динамическим синтезом
- 4. кинематическим синтезом

- На рисунке приведена структурная схема шарнирного четырехзвенного механизма (1- кривошип, 3- коромысло). В крайних положениях механизма должны выполняться зависимости



1.  $\varphi_{12} = 0; \varphi_{12} = \pi;$
2.  $\varphi_1 = 0; \varphi_1 = \pi;$
3.  $\varphi_1 = \pi/2; \varphi_1 = 3\pi/2;$
4.  $\varphi_3 = 0; \varphi_3 = \pi;$

- Если  $\varphi_y$  - угол удаления;  $\varphi_d$  - угол дальнего стояния;  $\varphi_c$  - угол сближения;  $\varphi_b$  - угол ближнего стояния, то рабочий профильный угол  $\delta_p$  определяется формулой...

1.  $\delta_p = \varphi_y + \varphi_d + \varphi_c;$
2.  $\delta_p = \varphi_b + \varphi_d;$
3.  $\delta_p = \varphi_y + \varphi_c;$
4.  $\delta_p = \varphi_y + \varphi_b + \varphi_c;$
5.  $\delta_p = \varphi_y + \varphi_d + \varphi_c + \varphi_b.$

- Дополнительные условия синтеза обычно выражаются в виде...
  1. неравенств, устанавливающих допустимые области существования параметров синтеза
  2. целевой функции
  3. функции положения
  4. первой передаточной функции

- Механизмы, в состав которых входит звено, имеющее поверхность переменной кривизны, называются...

1. кулачковыми
2. винтовые
3. зубчатые
4. фрикционные
5. рычажные

- Информационная машина предназначена для...

1. преобразования немеханической энергии в механическую или наоборот
2. преобразования материалов
3. перемещения материальных объектов
4. преобразования информации
5. преобразования механической энергии в электрическую

- Энергетическая машина предназначена для...

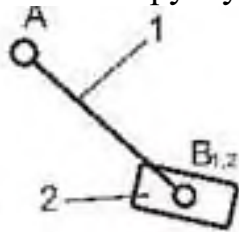
1. преобразования немеханической энергии в механическую или наоборот
2. преобразования материалов
3. перемещения материальных объектов
4. преобразования информации

- Плоскостная кинематическая пара имеет...

1. одну вращательную и две поступательных степени свободы
2. одну вращательную и одну поступательную степени свободы
3. две вращательных и одну поступательную степеней свободы
4. три вращательных и одну поступательную степеней свободы
5. одну вращательную и три поступательных степени свободы



- Класс структурной группы равен...

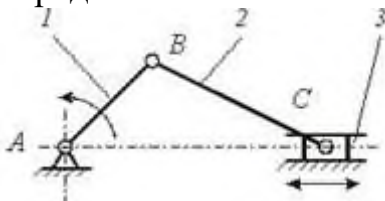


1. 4
2. 1
3. 6
4. 2
5. 3

- Механизм, воспроизводящий требуемую функциональную зависимость между перемещениями входных и выходных звеньев называется...

1. кулисным механизмом
2. передаточным механизмом
3. направляющим механизмом
4. зубчатым механизмом
5. рычажным механизмом

- Ход ползуна 3  $H$  кривошипно-ползунного механизма (см. рисунок) определяется зависимостью... ( $l_{AB}$  - длина кривошипа 1;  $l_{BC}$  - длина шатуна 3)



1.  $H = l_{BC} + l_{AB}$
2.  $H = l_{AB}$
3.  $H = l_{BC} - l_{AB}$
4.  $H = 2l_{AB}$

- К методам решения задач оптимизации в синтезе механизмов не относится

1. метод комбинированного поиска
2. метода направленного поиска
3. метод случайного поиска
4. метод планов скоростей и ускорений

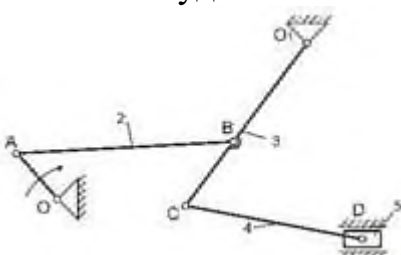
- Параметрами синтеза механизма, устанавливаемыми заданием на синтез, называются...

1. выходными параметрами синтеза механизмов
2. входными параметрами синтеза механизмов
3. геометрическими параметрами схемы механизма
4. параметрами синтеза механизма

- Свойство, которое выражает назначение механизма и должно быть обязательно выполнено в спроектированном механизме, называется...

1. параметром синтеза
2. этапом синтеза
3. основным условием синтеза
4. дополнительным условием синтеза

- Точка  $D$  будет занимать крайние положения если...

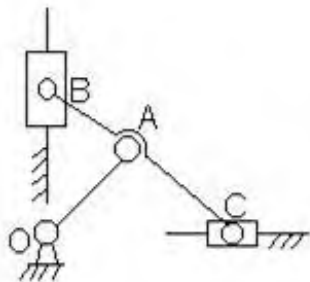


1. кривошип  $OA$  будет находиться в вертикальном положении
2. звенья  $AO$  и  $AB$  будут находиться на одной прямой
3. угол  $ABO_1$  будет равен  $90^\circ$
4. кривошип  $OA$  будет находиться в горизонтальном положении

- Проектирование механизма для получения его заданных свойств называется...

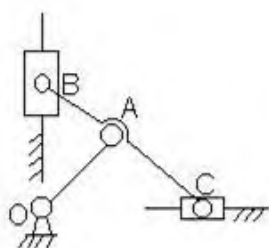
1. структурным синтезом механизма
2. динамическим синтезом механизма
3. синтезом механизма
4. кинематическим синтезом механизма

- В рычажном механизме двигателя Баландина (см. рис.)  $AB=AC=OA$ . Чему равны  $W$ ,  $q_t$ , класс механизма:



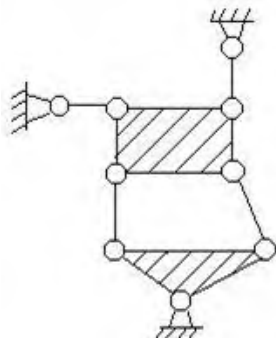
1.  $W=1$ ,  $q_t=1$ , II класс
2.  $W=2$ ,  $q_t=0$ , II класс
3.  $W=0$ , III класс,  $q_t=0$
4.  $W=1$ ,  $q_t=0$ , II класс

- Что произойдет с механизмом (см. рис.), если соотношение длин звеньев сделать произвольным  $AB \neq AC \neq OA$ :



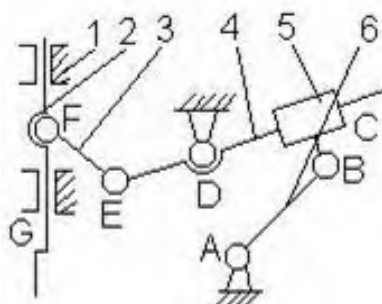
1. В механизме появится еще одна степень свободы
2. Механизм превратится в статически определимую ферму
3. Механизм превратится в статически неопределимую ферму
4. Структурные признаки ( $W$ ,  $q$ , класс) останутся без изменения

- Дайте характеристику кинематической цепи (см. рис.):

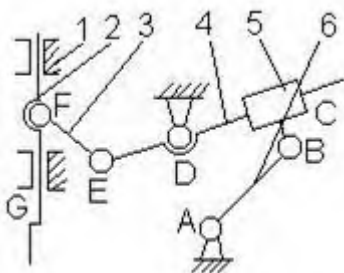


1. Механизм,  $W=2$ , III класс
2. Статически определимая ферма
3. Механизм,  $W=1$ ,  $q_t=1$ , III класс
4. Статически определимая ферма, состоящая из двух структурных групп

- В структурной схеме механизма долбежного станка (см. рис.) выделите элементарные механизмы и укажите способ их соединения:

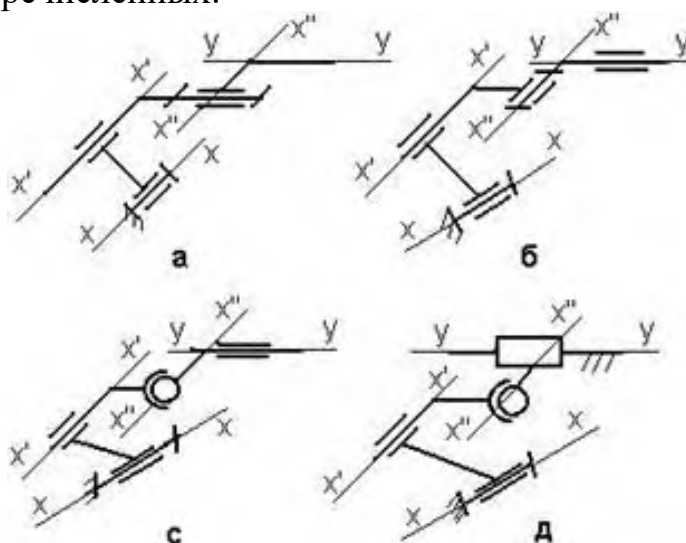


- Спроектируйте самоустанавливающийся механизм долбежного станка (см. рис.). Укажите правильное решение среди перечисленных:



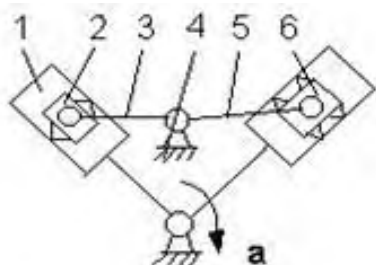
1. A(1в), B(1в), C(1п), D(1в), E(1в), F(1в), G(1п)
2. A(1в), B(3с), C(2ц), D(1в), E(1в), F(3с), G(2ц)
3. A(3с), B(3с), C(1п), D(1в), E(3с), F(3с), G(1п)
4. A(1в), B(3с), C(2ц), D(1в), E(3с), F(3с), G(1п)

- При проектировании плоского самоустанавливающегося механизма получены следующие структурные схемы (см. рис.). Укажите, что собой представляет кинематическая цепь изображенная: 1) на рис. а; 2) рис. б; 3) рис. в; 4) рис. г, если  $XX \parallel X'X'' \parallel X''X''$  и  $XX \perp YY$ ? Укажите правильное решение среди перечисленных:



1. Кинематически неизменяемая система
2. Плоский несамоустанавливающийся механизм
3. Плоский самоустанавливающийся механизм
4. Пространственный механизм
5. Сферический механизм

- Какую плоскую кинематическую пару образуют в плоской схеме звенья 1 и 2 (рис. а) механизма двигателя внутреннего сгорания:



1. Высшую одноподвижную
2. Высшую двухподвижную
3. Низшую одноподвижную
4. Низшую двухподвижную

## Тесты для промежуточной аттестации №2

### *"Силовой расчет механизмов "*

- На каком принципе (законе) основан кинетостатический расчет механизмов?
  1. Принцип возможных перемещений
  2. Принцип Даламбера
  3. Закон сохранения механической энергии
  4. Закон о равенстве сил действия и противодействия
- На каком принципе (законе) основан метод "жесткого рычага" Жуковского?
  1. Принцип Даламбера
  2. Закон сохранения механической энергии
  3. Закон о равенстве сил действия и противодействия
  4. Принцип возможных перемещений
- "Если ко всем силам, действующим на механизм, добавить силы инерции его звеньев, то механизм будет находиться в равновесии". Что это?
  1. Принцип Даламбера
  2. Принцип возможных перемещений
  3. Закон сохранения механической энергии
  4. Закон о равенстве сил действия и противодействия
- К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего равномерное вращательное движение вокруг оси, не проходящей через центр тяжести звена?
  1. К главному вектору сил инерции
  2. К главному моменту сил инерции
  3. К главному вектору и главному моменту сил инерции
  4. Не выполняется приведение элементарных сил инерции
- К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего неравномерное вращательное движение вокруг оси, не проходящей через центр тяжести звена?
  1. К главному вектору сил инерции
  2. К главному моменту сил инерции
  3. К главному вектору и главному моменту сил инерции
  4. Не выполняется приведение элементарных сил инерции
- К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего плоскопараллельное движение?
  1. К главному вектору сил инерции
  2. К главному моменту сил инерции
  3. К главному вектору и главному моменту сил инерции
  4. Не выполняется приведение элементарных сил инерции
- К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего поступательное движение?
  1. К главному вектору сил инерции
  2. К главному моменту сил инерции
  3. К главному вектору и главному моменту сил инерции
  4. Не выполняется приведение элементарных сил инерции

- К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего неравномерное вращательное движение при совпадении центра тяжести с центром вращения звена?
  1. К главному вектору сил инерции
  2. К главному моменту сил инерции
  3. К главному вектору и главному моменту сил инерции
  4. Не выполняется приведение элементарных сил инерции
- Почему момент сил инерции кривошипа, совершающего равномерное вращательное движение, равен нулю?
  1. Равно нулю угловое ускорение звена
  2. Равен нулю момент инерции массы звена
  3. Равно нулю ускорение центра тяжести звена
  4. Равна нулю сила инерции звена
- Что является неизвестным при определении реакции во вращательной паре?
  1. Величина и точка приложения
  2. Величина и направление
  3. Направление и точка приложения
  4. Только величина
- Что является неизвестным при определении реакции во поступательной паре?
  1. Величина и точка приложения
  2. Величина и направление
  3. Направление и точка приложения
  4. Только величина
- В чем заключается условие статической определимости групп Ассура?
  1. Степень подвижности группы Ассура равна нулю
  2. Число уравнений статики для группы Ассура равно числу неизвестных
  3. Число уравнений статики для группы Ассура не равно числу неизвестных
  4. Группа Ассура – это группа подвижных звеньев
- В какой последовательности выполняется силовой расчет механизма?
  1. Начиная с группы начального звена
  2. Начиная со звена, к которому приложена движущая сила или сила полезного сопротивления
  3. Начиная с группы, наиболее удаленной от группы начального звена
  4. Последовательность расчета не имеет значения
- Из какого уравнения статики находят нормальные составляющие реакций в кинематических парах в группе Ассура с тремя вращательными парами?
  1. Уравнение моментов всех сил для звена относительно внутренней кинематической пары
  2. Уравнение моментов всех сил для группы относительно внутренней кинематической пары
  3. Уравнение равновесия одного из звеньев
  4. Уравнение равновесия для всей группы

- Из какого уравнения статики находят тангенциальные составляющие реакций в кинематических парах в группе Ассура с тремя вращательными парами?
  1. Уравнение моментов всех сил для звена относительно внутренней кинематической пары
  2. Уравнение моментов всех сил для группы относительно внутренней кинематической пары
  3. Уравнение равновесия одного из звеньев
  4. Уравнение равновесия для всей группы
- Из какого уравнения статики находят реакции во внутренних кинематических парах групп Ассура?
  1. Уравнение моментов всех сил для звена относительно внутренней кинематической пары
  2. Уравнение моментов всех сил для группы относительно внутренней кинематической пары
  3. Уравнение равновесия одного из звеньев
  4. Уравнение равновесия для всей группы
- Какая сила определяется по методу "жесткого рычага" Жуковского?
  1. Движущая сила
  2. Сила полезного сопротивления
  3. Уравновешивающая сила
  4. Сила инерции
- Какие силы являются основными расчетными нагрузками, если сила полезного сопротивления мала, а ускорения звеньев значительны?
  1. Силы тяжести
  2. Силы трения
  3. Силы упругости
  4. Силы инерции
- Какие силы не определяются методом "жесткого рычага" Жуковского?
  1. Движущая сила
  2. Уравновешивающая сила
  3. Уравновешивающий момент
  4. Реакции в кинематических парах
- Как направлен главный вектор сил инерции шатуна АВ?
  1. В сторону, противоположную ускорению точки А
  2. В сторону, противоположную ускорению точки В
  3. Перпендикулярно к звену АВ
  4. В сторону, противоположную ускорению центра тяжести звена АВ
- Как направлен главный момент сил инерции шатуна АВ?
  1. В сторону, противоположную угловой скорости звена АВ
  2. В сторону углового ускорения звена АВ
  3. В сторону, противоположную угловому ускорению звена АВ
  4. В сторону угловой скорости звена АВ
- Каким моментом является уравновешивающий момент?
  1. Движущим моментом для механизма машины двигателя
  2. Движущим моментом для механизма рабочей машины

3. Моментом сопротивления для механизма машины двигателя
  4. Моментом сопротивления для механизма рабочей машины
- Что не требуется для определения уравновешивающего момента по методу "жесткого рычага" Жуковского?
1. Построения плана скоростей механизма
  2. Нагрузки "рычага" Жуковского силами, под действием которых механизм находится в состоянии равновесия
  3. Определения реакций в кинематических парах механизма
  4. Составления уравнения равновесия "жесткого рычага"
- Какое утверждение является неправильным?
1. Движущая сила приложена к ведущему звену и ее направление совпадает с направлением движения ведущего звена
  2. Движущая сила приложена к ведомому звену и ее направление совпадает с направлением движения ведомого звена
  3. Сила полезного сопротивления приложена к ведущему звену и ее направление совпадает с направлением движения ведущего звена
  4. Сила полезного сопротивления приложена к ведомому звену и направлена в сторону, противоположную направлению движения ведомого звена
- При силовом расчете плоских рычажных механизмов с низшими парами всю кинематическую цепь делят на следующие составные части:
1. звено
  2. деталь
  3. структурные группы и механизмы 1-го класса
  4. система из двух звеньев, скрепленных кинематическими парами
- Коэффициент полезного действия при последовательном соединении машин определяется по формуле ( $\eta_i$  – коэффициент полезного действия  $i$ -й машины,  $\lambda_i$  – доля энергии, которая затрачивается на функционирование  $i$ -й машины):
1.  $\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$ ;
  2.  $\frac{1}{\eta_{общ}} = \frac{1}{\eta_1} + \frac{1}{\eta_2} + \frac{1}{\eta_3} + \dots + \frac{1}{\eta_n}$ ;
  3.  $\eta_{общ} = \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \dots + \eta_n$ ;
  4.  $\eta_{общ} = \lambda_1 \eta_1 + \lambda_2 \eta_2 + \lambda_3 \eta_3 + \dots + \lambda_n \eta_n$ .
- Укажите силу технологического сопротивления:
1. сила тяжести груза, поднимаемого мостовым краном
  2. сила инерции звена
  3. сила трения между поршнем и цилиндром двигателя внутреннего сгорания
  4. сила, обусловленная давлением газа на поршень двигателя внутреннего сгорания
- Какие из сил, действующих на звенья механизма, возникают только при его движении?
1. силы трения
  2. силы упругости пружин

- 3. усилия в кинематических парах
- 4. силы инерции звеньев
- Какие из сил остаются постоянными во всех положениях механизма?
  1. силы инерции
  2. силы упругости пружин
  3. силы тяжести
  4. реакции в кинематических парах
- Метод рычага Жуковского основан на
  1. равенстве работ на возможных перемещениях механизма и модели
  2. равенстве мощностей, развиваемых механизмом и его моделью
  3. равенстве угловых скоростей модели и ведущего звена
  4. равенстве линейных скоростей модели и механизма
- Главный вектор сил инерции  $\bar{R}$  и главный момент сил инерции  $\bar{L}_O$  точек звена, совершающего ускоренное поступательное движение, удовлетворяют соотношениям...
  1.  $R \neq 0; L_O \neq 0$
  2.  $R = 0; L_O \neq 0$
  3.  $R \neq 0; L_O = 0$
  4.  $R = 0; L_O = 0$
- Главный вектор сил инерции  $\bar{R}$  и главный момент сил инерции  $\bar{L}_O$  точек звена, совершающего ускоренное вращательное движение вокруг оси, не проходящей через центр масс, удовлетворяют соотношениям...
  1.  $R \neq 0; L_O \neq 0;$
  2.  $R = 0; L_O \neq 0;$
  3.  $R \neq 0; L_O = 0;$
  4.  $R = 0; L_O = 0.$
- Силовой расчет механизмов, основанный на применении принципа Даламбера называется...
 

1. динамическим	3. статическим
2. кинетостатическим	4. кинематическим
- Главный вектор сил инерции звена, совершающего поступательное движение, направлен...
  1. противоположно направлению скорости звена
  2. противоположно направлению ускорения звена
  3. в ту же сторону, что и скорость звена
  4. в ту же сторону, что и ускорение звена
- Необходимое условие режима выбега механизма записывается в виде... ( $A_{об}$  – работа движущих сил за цикл движения механизма;  $A_c$  – работа сил сопротивления за цикл движения механизма)
  1.  $A_{об} = A_c$
  2.  $A_{об} = |A_c|$
  3.  $A_{об} < |A_c|$
  4.  $A_{об} > |A_c|$



- Необходимое условие режима разбега механизма записывается в виде... ( $A_{\partial s}$  – работа движущих сил за цикл движения механизма;  $A_c$  – работа сил сопротивления за цикл движения механизма)

1.  $A_{\partial s} < |A_c|$
2.  $A_{\partial s} > |A_c|$
3.  $A_{\partial s} = A_c$
4.  $A_{\partial s} = |A_c|$

- Уравнения, устанавливающие взаимосвязь между кинематическими характеристиками движения звеньев механизма, приложенными к нему силами, размерами, массами и моментами инерции звеньев называются...

1. уравнениями Даламбера
2. уравнениями замкнутого векторного контура
3. уравнениями преобразования координат
4. уравнениями движения механизма
5. уравнениями Лагранжа

- Полужидкостным трением называется...

1. внешнее трение, при котором между трущимися поверхностями соприкасающихся тел есть тонкий (порядка 0,1 мкм и менее) слой смазки, обладающий свойствами, отличными от ее обычных объемных свойств
2. трение, при котором поверхности трущихся твердых тел полностью отделены друг от друга слоем жидкости
3. внешнее трение, при котором трущиеся поверхности соприкасающихся тел покрыты пленками окислов и адсорбированными молекулами газов и жидкостей, а смазка отсутствует
4. внешнее трение, при котором между трущимися поверхностями соприкасающихся тел есть слой смазки с обычными объемными свойствами

- Силой трения скольжения называется...

1. составляющая полной реакции для трущихся тел, направленная по общей нормали к поверхностям контакта
2. полная реакция, возникающая между трущимися телами при их относительном покое
3. полная реакция, возникающая между трущимися телами при их относительном движении
4. составляющая полной реакции для трущихся тел, лежащая в общей касательной плоскости к поверхностям контакта и направленная в сторону, противоположную их относительному смещению

- Сила трения скольжения направлена...

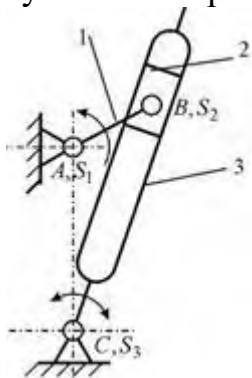
1. противоположно направлению относительной скорости трущихся тел
2. по направлению относительного ускорения трущихся тел
3. противоположно направлению относительного ускорения трущихся тел
4. по направлению относительной скорости трущихся тел

- Внешним трением называется...

1. противодействие относительному перемещению соприкасающихся тел в направлении, нормальном к плоскости их соприкосновения
2. противодействие относительному перемещению соприкасающихся тел
3. противодействие относительному перемещению соприкасающихся тел в направлении, лежащем в плоскости их соприкосновения
4. противодействие относительному перемещению отдельных частей одного и того же тела при его деформации

- Кинетическая энергия кулисы 3 рассчитывается по формуле...

( $I_{S_3}$  - момент инерции кулисы 3 относительно оси, проходящей через центр масс – т.  $S_3$  перпендикулярно плоскости чертежа;  $m_3$  - масса кулисы 3;  $\omega_3$  - угловая скорость кулисы 3;  $V_B$  - скорость т.  $B$  кулисы 3)



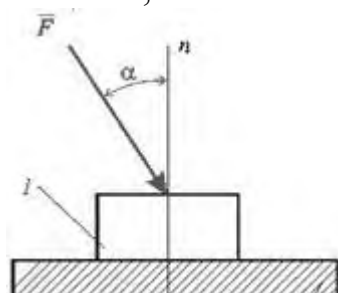
1.  $T = \frac{I_{S_3} \omega_3^2}{2} + \frac{m_3 V_B^2}{2}$
2.  $T = \frac{I_{S_3} \omega_3^2}{2}$
3.  $T = \frac{m_3 \omega_3^2}{2}$
4.  $T = \frac{m_3 V_B^2}{2}$

- Уравнение движения механизма с одной степенью свободы в интегральной форме записывается в виде...

( $J^{np}(\varphi)$  - приведенный момент инерции;  $M^{np}(\varphi, \omega, t)$  - приведенный момент сил;  $M_{\partial \varepsilon}^{np}(\varphi, \omega, t)$  - приведенный момент движущих сил;  $M_c^{np}(\varphi, \omega, t)$  - приведенный момент сил сопротивления;  $\varphi$  - угловая координата звена приведения;  $\omega$  - угловая скорость звена приведения;  $\varphi_0, \omega_0$  - значения угловой координаты и угловой скорости звена приведения в начальный момент времени соответственно;  $t$  - время)

1.  $\frac{J^{np}(\varphi) \omega^2}{2} - \frac{J^{np}(\varphi_0) \omega_0^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M^{np}(\varphi, \omega, t) d\varphi$
2.  $\frac{J^{np}(\varphi_0) \omega_0^2}{2} + \frac{J^{np}(\varphi) \omega^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_c^{np}(\varphi, \omega, t) d\varphi$
3.  $\frac{J^{np}(\varphi) \omega^2}{2} + \frac{J^{np}(\varphi_0) \omega_0^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M^{np}(\varphi, \omega, t) d\varphi$
4.  $\frac{J^{np}(\varphi) \omega^2}{2} - \frac{J^{np}(\varphi_0) \omega_0^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_{\partial \varepsilon}^{np}(\varphi, \omega, t) d\varphi$

- На ползун 1, находящийся на направляющей 2, действует сила  $\vec{F}$ , направленная под углом  $\alpha$  к общей нормали  $nn$ . Движение ползуна может начаться, если выполняется условие... ( $\rho$  - угол трения;  $\rho_n$  - угол трения покоя)



1.  $\alpha > \rho$
2.  $\alpha > \rho$
3.  $\alpha > \rho$
4.  $\alpha > \rho$

- Цикловым коэффициентом полезного действия механизма называется...
  1. отношение работы сил сопротивления к полезной работе за цикл установившегося движения механизма
  2. отношение работы сил вредного сопротивления к работе движущих сил за цикл установившегося движения механизма
  3. отношение работы сил сопротивления к работе движущих сил за цикл установившегося движения механизма
- Движение, при котором кинетическая энергия механизма постоянна или является периодической функцией времени, называется...
  1. режимом неустановившегося движения
  2. режимом выбега
  3. режимом установившегося движения
  4. режимом разбега
- Процесс движения машинного агрегата состоит из разбега, ..... и выбега.
  1. неустановившегося движения
  2. пускового момента
  3. установившегося движения
- Процесс движения машинного агрегата состоит из разбега, установившегося движения и ...
  1. выбега
  2. неустановившегося движения
  3. пускового момента
- Процесс движения машинного агрегата состоит из ....., установившегося движения и выбега.
  1. разбега
  2. неустановившегося движения
  3. пускового момента
- Равномерность движения входного звена повышают, ..... звеньев.
  1. увеличивая массы отдельных
  2. увеличивая скорость вращения
  3. уменьшая количество
  4. увеличивая количество
- При совпадении частоты вынужденных колебаний механизма с частотой собственных колебаний возникает ....
  1. резонанс
  2. диссонанс
  3. вибрация
  4. амортизация
- Сбалансированный ротор при изменении угловой скорости входного звена ...
  1. остается уравновешенным
  2. перестает быть уравновешенным
  3. меняет положение центра масс
- Для реализации движения выходного звена с длительными остановками (паузами) можно использовать .... механизмы.
  1. зубчатые

- 2. червячные
- 3. кулачковые
- 4. винтовые
- У мультипликатора передаточное число по абсолютной величине....
  - 1. больше единицы
  - 2. равно единице
  - 3. меньше единицы
- Механическая передача – это механизм, предназначенный для передачи ... движения.
  - 1. вращательного
  - 2. поступательного
  - 3. сложного плоскопараллельного
- Передаточное отношение редуктора по абсолютной величине ...
  - 1. больше единицы
  - 2. равно единице
  - 3. меньше единицы
- Равномерность движения механизма оценивается коэффициентом ...
  - 1. неравномерности
  - 2. динамичности
  - 3. равномерности
  - 4. движения
- Скорость входного звена при установившемся движении машинного агрегата ...
  - 1. меняется периодически
  - 2. остается постоянной
  - 3. достигает минимального значения
- Размеры и массу маховика уменьшают, устанавливая маховик на ... вал
  - 1. более быстроходный
  - 2. менее быстроходный
  - 3. промежуточный
- Размеры и массу маховика уменьшают ...
  - 1. устанавливая маховик на более быстроходный вал
  - 2. устанавливая маховик на тихоходный вал
  - 3. повышая угловую скорость вращения входного звена
  - 4. понижая угловую скорость вращения входного звена
- Маховик в механизмах ...
  - 1. уменьшает амплитуду периодических колебаний скорости начального звена
  - 2. увеличивает амплитуду периодических колебаний скорости начального звена
  - 3. уменьшает вибрацию при работе механизма
  - 4. изменяет направление вращения входного звена
- Статического уравновешивания звеньев достигают, используя ...
  - 1. противовесы
  - 2. пружины
  - 3. маховики

- При силовом расчете механизма заданы силы ...
  1. движущие
  2. инерции звеньев
  3. трения
- При силовом расчете механизма заданы моменты сил...
  1. инерции
  2. сопротивления
  3. трения
- Вектор силы трения направлен противоположно вектору ... звена.
  1. скорости
  2. ускорения
  3. угловой скорости
  4. силы тяжести
- Сила взаимодействия двух звеньев при отсутствии трения направлена...
  1. по нормали к их поверхности
  2. по касательной к их поверхности
  3. по направлению вектора ускорения
  4. противоположно вектору ускорения
- Сила инерции звена определяется через его массу и ускорение центра тяжести по уравнению...
  1.  $\bar{F}_И = -m \cdot \bar{a}_S$
  2.  $\bar{F}_И = -m/\bar{a}_S$
  3.  $\bar{F}_И = -2m \cdot \bar{a}_S$
  4.  $\bar{F}_И = -m \cdot \bar{a}_S/2$
- Момент сил инерции звена определяется через его момент инерции и угловое ускорение по уравнению ...
  1.  $M_И = 2I_S \cdot \varepsilon$
  2.  $M_И = -I_S/2 \cdot \varepsilon$
  3.  $M_И = -I_S/(2\varepsilon)$
  4.  $M_И = I_S \cdot \varepsilon/6$
  5.  $M_И = -I_S \cdot \varepsilon$
- Уравнение для определения кинетической энергии звена, совершающего вращательное движение, имеет вид ...
  1.  $E = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$
  2.  $E = \frac{mv^2}{2}$
  3.  $E = \frac{I\omega^2}{2}$
  4.  $E = \frac{mv^2}{2} - \frac{I\omega^2}{2}$
- Уравнение для определения кинетической энергии звена, совершающего сложное плоскопараллельное движение, имеет вид ...
  1.  $E = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$
  2.  $E = \frac{mv^2}{2}$
  3.  $E = \frac{I\omega^2}{2}$
  4.  $E = \frac{mv^2}{2} - \frac{I\omega^2}{2}$

- Уравнение для определения кинетической энергии звена, совершающего поступательное движение, имеет вид ...
  1.  $E = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$
  2.  $E = \frac{mv^2}{2}$
  3.  $E = \frac{I\omega^2}{2}$
  4.  $E = \frac{mv^2}{2} - \frac{I\omega^2}{2}$
- Параметры, определяемые при силовом расчете механизма, – это...
  1. движущие силы и моменты сил
  2. силы и моменты сил полезного сопротивления
  3. силы и моменты сил трения
  4. силы внутреннего взаимодействия звеньев
- Внутренние силы – это силы ...
  1. движущие
  2. полезного сопротивления
  3. тяжести звеньев
  4. взаимодействия звеньев
- Проверку силового расчета выполняют с использованием рычага ...
  1. Чебышева
  2. Герца
  3. Виллиса
  4. Жуковского
- При кинетостатическом расчете механизма строятся планы ...
  1. скоростей
  2. ускорений
  3. сил
- Момент инерции звена механизма измеряется в ...
  1. кг·м
  2. кг/м
  3. кг·м<sup>2</sup>
  4. кг<sup>2</sup>·м
- Кинетостатический расчет механизмов основан на учете сил и моментов сил ... звеньев
  1. трения
  2. сопротивления
  3. инерции
  4. тяжести
- Уравновешивающий момент при силовом расчете механизма прилагают к..... звену.
  1. входному
  2. выходному
  3. любому

- Использование рычага Н.Е. Жуковского при силовом расчете механизма предусматривает перенесение всех известных сил в одноименные точки повернутого плана скоростей ...
  1. с сохранением направления сил
  2. с изменением направления сил
  3. без учета направления сил
  4. с поворотом векторов всех сил на угол  $90^\circ$
- “Рычаг Н.Е.Жуковского” – это повернутый на  $90^\circ$  план .... механизма.
  1. сил
  2. ускорений
  3. скоростей
  4. моментов сил
- “Рычаг Н.Е.Жуковского” – это план скоростей механизма, повернутый на ...
  - 1)  $30^\circ$
  - 2)  $45^\circ$
  - 3)  $60^\circ$
  - 4)  $90^\circ$
- “Рычаг Н.Е.Жуковского” – это план скоростей механизма, повернутый на  $90^\circ$ ...
  1. по направлению движения часовой стрелки
  2. против направления движения часовой стрелки
  3. в произвольном направлении
- Момент сил инерции звена механизма измеряется в ....
  1. кг·м
  2. кг/м
  3. нг·м<sup>2</sup>
  4. н·м
- Силовой расчет механизма с учетом сил инерции звеньев называют ...
  1. силовым
  2. кинетостатическим
  3. инерционным
  4. уравнивающим
- Уравнивающую силу при силовом расчете механизма прилагают к ..... звену.
  1. входному
  2. выходному
  3. любому
- Неуравновешенность ротора вызывает ....
  1. повышение динамических нагрузок на опоры
  2. неравномерность его вращения
  3. уменьшение угловой скорости его вращения
  4. увеличение угловой скорости его вращения

- При силовом расчете механизма применяют метод .....
  1. кинетостатики
  2. планов скоростей
  3. планов ускорений
  4. кинематических диаграмм
- Вектор силы инерции звена направлен ... центра масс звена.
  1. по направлению вектора скорости
  2. противоположно вектору скорости
  3. по направлению вектора ускорения
  4. противоположно вектору ускорения
- Сила полезного сопротивления, действующая на ползун, направлена ..... направлению скорости точки его центра массы.
  1. по
  2. противоположно
  3. перпендикулярно
- Сила движущая, действующая на ползун, направлена ... направлению скорости точки его центра массы.
  1. по
  2. противоположно
  3. перпендикулярно
- Сила инерции ползуна направлена ..... направлению ускорения точки его центра массы.
  1. по
  2. противоположно
  3. перпендикулярно
- Масса звена механизма измеряется в....
  1. кг·м
  2. кг
  3. Н·м
  4. Н
- При кинетостатическом расчете механизма определяют ....
  1. скорости
  2. ускорения
  3. перемещения
  4. силы



#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Теория механизмов и машин» являются две текущие аттестации в виде тестов и итоговый контроль в виде зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ОПК-3, ОПК-8 ОПК-9	20-30 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 65%. Отлично – от 85%.
В соответствии с графиком учебного процесса	зачет	ОПК-3, ОПК-8 ОПК-9	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на занятиях; знание основных теорий предмета; ответ на вопросы билета. «Не зачтено»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.

#### 4.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Что называется механизмом, машиной, деталью, звеном, кинематической парой, кинематической цепью?
2. Как подразделяются кинематические пары по числу условий связи?
3. Какие кинематические пары относятся к низшим и какие к высшим?
4. Какие механизмы называются рычажными?
5. Какие задачи решаются в ходе структурного анализа механизмов?
6. Как рассчитать степень подвижности плоского механизма?
7. Что называется группой Ассура и как определяется ее класс, порядок и вид?
8. Какими методами определяются основные кинематические характеристики?
9. Что называется планом положений скорости, ускорений?
10. Как распределяются линейные скорости точек звена, совершающего вращательное движение?
11. Как определяются и как направлены нормальные и тангенциальные ускорения?
12. Какие силы действуют на звенья механизма при движении?
13. Как определяются внешние силы и силы реакций в кинематических парах?
14. Как определяется уравновешивающая сила и какой ее физический смысл?
15. В чем заключается основная теорема зацепления (теорема Виллиса)?
16. Что называется эвольвентой окружности и каковы ее свойства?
17. Что такое окружной модуль зубчатого колеса, длительная окружность?
18. Объясните смысл основных характеристик эвольвентного зацепления: активной линии зацепления, активных профилей зубьев, угла зацепления полюса зацепления, начальных окружностей?
19. Какие методы изготовлены зубчатых колес? Что такое исходный контур? В чем заключается явление подрезания зубьев?
20. Как определить коэффициент наименьшего смещения исходного контура из условия отсутствия подрезания?
21. Что такое передаточное отношение и передаточное число?
22. Как определяется передаточное отношение ступенчатой зубчатой передачи?
23. Составьте схемы планетарного и дифференциального механизмов и определите число степеней свободы этих механизмов?
24. Напишите формулу Виллиса для дифференциального и планетарного механизмов.
25. Что называется кулачковым механизмом, кулачком, толкателем? Какие бывают типы толкателя?
26. В чем заключается задача кинематического синтеза кулачковых механизмов?
27. При каких законах движения толкателя наблюдаются удары в кулачковых механизмах?

28. Какие силы действуют на толкатель кулачкового механизма и как они определяются?
29. Как построить центровой и действительный профили кулачка в механизмах с поступательно движущимся толкателем?
30. Как определяются кинематические звенья при поступательном, вращательном и сложном движениях?
31. Напишите уравнения движения машинного агрегата, коэффициента неравномерности хода.
32. В чем заключается приведение масс, приведение сил?
33. Какими методами можно уменьшить неравномерность хода машин?
34. Что является причиной неуравновешенности вращающихся звеньев?
35. К какому последствием оно приводит?
36. Напишите условия низшей уравновешенности звена.
37. Что называется балансировкой? Для каких звеньев должна проводиться динамическая балансировка и для каких статистическая?
38. Что такое плоскости уравновешивания (исправления)?
39. В чем заключается метод разности масс звеньев рычажных механизмов?
40. Какие методы уравновешивания рычажных механизмов?

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

**Направленность (профиль):** Технология машиностроения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная, заочная

Королёв  
2023

## 1. Общие положения

**Целью** изучения дисциплины «Теория механизмов и машин» (ТММ) является формирование у студентов знаний в области теории механизмов и машин, обеспечения подготовки студентов по основам проектирования машин, включающим знания методов оценки функциональных возможностей типовых механизмов и машин, критериев качества передачи движения; постановка задачи с обязательными и желательными условиями синтеза структурной и кинематической схем механизма; построение целевой функции при оптимизационном синтезе, получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин.

**Задачи дисциплины:** ознакомление студентов с основными понятиями и законами работы механизмов и машин:

- изучение основных видов механизмов, их классификации и функциональных возможностей, а также областей применения;
- использование программного обеспечения автоматизированного расчета параметров характеристик механизмов и проектирование механизмов по заданным условиям синтеза и критерия качества передачи движения;
- овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области механики, основными алгоритмами математического моделирования механических явлений;
- освоение методов определения силовых факторов и других характеристик при равновесии расчетного объекта;
- усвоить основы кинематического и динамического исследования расчетного объекта;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теории механизмов и машин при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий;
- формирование знаний и навыков, необходимых для изучения ряда профессиональных дисциплин, развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Основные понятия научной дисциплины «Теории механизмов и машин» и истории ее развития.** Теория механизмов и машин – научная основа создания новых механизмов и машин. Основные проблемы и задачи теории механизмов и машин. Этапы развития науки о проектировании механизмов, машин и систем машин.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 2.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Основные виды механизмов.** Классификация механизмов. Плоские и пространственные механизмы с низшими парами.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 3.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Структурный анализ и синтез механизмов.** Структурный анализ. Обобщенные координаты механизма. Начальные звенья. Число степеней свободы механизма. Механизмы с избыточными связями. Местные подвижности механизма. Основные кинематические характеристики механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 4.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Кинематический анализ механизмов.** Основные кинематические характеристики механизмов. Цели, задачи и методы кинематического анализа. Задачи кинематического анализа механизмов. Методы кинематического анализа механизмов: метод преобразования координат точек звеньев в матричной форме, метод замкнутого векторного контура, метод планов.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 5.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Силовой (кинетостатический) анализ механизмов.** Назначение силового расчета. Характеристика сил, действующих на звенья механизмов. Условие статической определимости кинематических цепей. Последовательность силового анализа механизмов.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 6.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Динамика машин и механизмов. Уравновешивание и балансировка вращающихся масс.** Динамические модели механизмов. Прямая задача динамики. Обратная

задача динамики. Методы составления уравнений (динамической модели системы). Кинетическая энергия, приведенная масса, приведенный момент инерции механизма. Приведение сил и масс в плоских и пространственных механизмах. Дифференциальное уравнение движения механизма. Кинетостатический метод составления уравнений движения механизмов. Уравнения движения механизмов. Динамические модели механизмов. Приведение сил и масс в плоских и пространственных механизмах. Уравнение движения механизма в форме интеграла энергии. Виброзащита машин и механизмов. Колебания в механизмах. Коэффициент динамичности и его зависимость от закона движения ведомого звена. Вибрационные машины. Статическое уравновешивание. Уравновешивание вращающихся звеньев. Балансировка жестких роторов. Автоматическая балансировка.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 7.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Синтез рычажных и кулачковых механизмов**

Структурный синтез рычажных механизмов. Порядок структурного исследования плоского механизма. Решение задач оптимального синтеза стержневых механизмов. Входные и выходные параметры. Входные – это изначально заданные параметры (размеры звеньев, скорости, ускорения или их соотношения). Выходные – это параметры, определяемые в результате решения задачи. Условия проворачиваемости кривошипа в шарнирном четырёхзвеннике. Учёт углов давления в стержневых механизмах. Синтез четырёхзвенника по трём заданным положениям шатуна. Синтез кривошипно-ползунного механизма по заданным размерам. Структурный анализ кулачковых механизмов. Структурный и метрический синтез механизма. Структурная схема механизма. Закон движения выходного звена. Определение основных размеров механизма.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 8.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Синтез зубчатых механизмов.** Элементы зубчатого колеса. Передаточное отношение. Основной закон зацепления. Свойства эвольвенты. Построение эвольвентного зацепления. Внутреннее и реечное зацепления. Коэффициент перекрытия. Скольжение в зубчатых колесах. Изготовление зубчатых колес. Минимальное число зубьев. Толщина зуба. Корректирование зубчатого зацепления. Косозубые цилиндрические колеса. Винтовые колеса. Червячные колеса. Конические передачи. Зацепление М.Л. Новикова.

Продолжительность занятий составляет – 4/1 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума.

Не предусмотрено учебным планом.

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы
1.	Темы № 1-8	Выполнение контрольных задач
2.	Темы № 1-8	Изучение открытых источников на предлагаемую тематику. 1. «Теории механизмов и машин» и история ее развития. 2. Основные виды механизмов. 3. Структурный анализ в и синтез механизмов 4. Кинематический анализ механизмов 5. Силовой анализ механизмов. 6. Динамика машин и механизмов. 7. Уравнения движения механизмов. 8. Виброзащита машин и механизмов. 9. Синтез рычажных механизмов. 10. Синтез кулачковых механизмов. 11. Синтез зубчатых механизмов.

### 5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

#### 5.1. Требования к структуре

Контрольные работы необходимо выполнять в школьной тетради, на обложке которой привести сведения по следующему образцу:

**Контрольная работа по ТММ № \_\_\_**

**Студент – Киселев А.В.**

**Группа – КТО–22 (КТЗ-22)**

**Шифр – (номер зачетной книжки).**

#### 5.2. Требования к содержанию

1. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, решения которых оказались неверными. Повторную работу необходимо представить вместе с не зачтенной работой.
2. Зачтенные контрольные работы предъявляются экзаменатору. Студент должен быть готов, во время экзамена (зачета) дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.
3. Обозначения физических величин в условии задачи, на рисунке и в ходе решения должны быть одинаковыми.
4. Решать задачу надо в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.



5. После получения расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.
6. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 0,00129 кг записать  $1,29 \times 10^{-3}$  кг и т.п.
7. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

### **5.3. Требования к оформлению**

1. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради оставлять поля.
2. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями. В тех случаях, когда возможно, дать рисунок, схему.
3. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.

### **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Борисенко Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРАМ, 2018. – 285 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-004690-7. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/960078>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Мкртычев О.В. Теория механизмов и машин: практикум / О.В. Мкртычев. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2021. – 327 с. – DOI 10.12737/textbook\_5a310f98ebafa7.40493232. – ISBN 978-5-9558-0541-2. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1426330>  
- Режим доступа: по подписке.

3. Соболев А.Н. Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов): Учебник. / Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Схиртладзе А.Г. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 256 с. (Бакалавриат). – ISBN 978-5-906818-44-7. – Текст: электронный.  
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/949269>  
- Режим доступа: по подписке.
4. Чмиль В.П. Теория механизмов и машин: учебно-методическое пособие / В.П. Чмиль. – 3-е изд., стер. - СПб: Лань, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-1222-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/167378>  
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Сандлер А.И. Теория и практика производства червячных передач общего вида: учебное пособие / А.И. Сандлер, С.А. Лагутин, Е.А. Гудов. – 2-е изд. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 348 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-9729-0534-8. – Текст: электронный.  
- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617468>  
- Режим доступа: по подписке.
2. Степыгин В.И. Теория механизмов и основы робототехники: зубчатое зацепление / В.И. Степыгин, Е.Д. Чертов; науч. ред. В.Г. Егоров. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 57 с. – Текст: электронный.  
- URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601604>  
- Режим доступа: по подписке.

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

#### **Интернет-ресурсы:**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Российская государственная библиотека  | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>                  |
| 2. Библиотека по естественным наукам РАН  | <a href="http://www.benran.ru">http://www.benran.ru</a>     |
| 3. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)                 | <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a>     |
| 4. Государственная публичная научно-техническая библиотека                          | <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>       |
| 5. Научная электронная библиотека eLIBRARY  | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> |
| 6. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) | <a href="http://www.rucont.ru/">http://www.rucont.ru/</a>   |

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 7.  | Электронная библиотечная система «Лань»                                   | <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>   |
| 8.  | Университетская библиотека  | <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>   |
| 9.  | Электронно-библиотечная система Znanium                                   | <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a>   |
| 10. | <u>Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет»</u> | <a href="http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta">http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta</a> |

**8. Перечень информационных технологий,  
используемых при осуществлении образовательного процесса  
по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice, Компас.*

**Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
3. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Теория механизмов и машин».