

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 18 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теория механизмов и машин  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.03 Энергетическое машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

<p>Цель учебной дисциплины «Теория механизмов и машин» состоит в формировании комплекса знаний в области исследования и проектирования механизмов и машин.</p> <p>Задачи дисциплины (проектируемые результаты освоения дисциплины):</p> <p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия и определения теории механизмов и машин;</li><li>- основные виды механизмов, классификацию, их функциональные возможности и области применения;</li><li>- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности типовых механизмов;</li><li>- методы анализа кинематических и динамических параметров движения механизмов;</li><li>- методы проектирования типовых механизмов;</li><li>- колебания в механизмах; методы виброзащиты и уравнивания</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- проводить оценку функциональных возможностей различных типов механизмов и областей их возможного использования в технике;</li><li>- составлять кинематические и динамические расчетные схемы механизмов;</li><li>- использовать необходимый математический аппарат при исследовании механизмов и разрабатывать алгоритмы;</li><li>- использовать общие методы проектирования и исследования механизмов для создания конкретных машин разнообразного назначения;</li><li>- использовать как аналитические, так и графо-аналитические методы решения конкретных задач на разных этапах анализа и синтеза механизмов, машин и систем машин;</li><li>- представлять технические решения анализа и синтеза с использованием математического моделирования машин и механизмов;</li></ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками оптимизации параметров механизма и использовании соответствующей измерительной аппаратуры;</li><li>- навыками расчета параметров механических систем с использованием прикладных программ;</li><li>- навыками синтеза оптимальных схем механизмов и машин.</li></ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

<ul style="list-style-type: none"><li>- общие вопросы теории механизмов и машин;</li><li>- структурные и кинематические схемы механизмов, машин и систем машин;</li><li>- общие принципы реализации движения с помощью механизмов;</li><li>- общие методы исследования и проектирования механизмов;</li><li>- алгоритмы расчетов параметров и характеристик механизмов.</li></ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены
------------------

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знать основные виды механизмов, классификацию, их функциональные возможности и области применения; принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности типовых механизмов	Знает основные методы и способы изучения и анализа энергетических объектов, области их использования; основные математические, физические законы и закономерности применительно к энергетическим объектам и процессам.	Экзамен
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Уметь составлять кинематические и динамические расчетные схемы механизмов; использовать необходимый математический аппарат при исследовании механизмов и разрабатывать алгоритмы; представлять технические решения анализа и синтеза с использованием математического моделирования машин и механизмов.	Умеет исследовать, анализировать и моделировать реальные виды энергетических объектов; использовать для анализа знания математических, физических законов, закономерностей и их взаимосвязей.	Расчетно-графическая работа
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеть навыками оптимизации параметров механизма и использовании соответствующей измерительной аппаратуры; навыками расчета параметров механических систем с использованием прикладных программ.	Владеет способностью изучать и анализировать основные параметры при решении профессиональных задач; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических законах для изучения энергетических объектов.	Курсовая работа
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знать основные понятия и определения теории механизмов и машин; колебания в механизмах; методы виброзащиты и уравнивания; методы проектирования типовых механизмов.	Знает источники получения справочной информации по конструкционным материалам и их свойствам; основные конструкционные материалы, применяемые в энергетическом машиностроении, их	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			структуру и свойства; принципы маркировки конструкционных материалов; методы обработки и их влияние на свойства материалов; общие положения теории прочности, теории усталостного разрушения при действии циклических нагрузок и основы теории устойчивости.	
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Уметь использовать общие методы проектирования и исследования механизмов для создания конкретных машин разнообразного назначения; проводить оценку функциональных возможностей различных типов механизмов и областей их возможного использования в технике; использовать как аналитические, так и графо-аналитические методы решения конкретных задач на разных этапах анализа и синтеза механизмов, машин и систем машин.	Умеет определять структуру и свойства конструкционных материалов по заданным методикам; выбирать материалы элементов энергетических машин и установок с учетом условий их работы; применять информацию о свойствах материалов при расчете элементов энергетических машин и установок; проводить расчеты деталей и механизмов в соответствии с заданной методикой; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций в соответствии с заданной методикой.	Расчетно-графическая работа
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владение методами структурного, кинематического, динамического синтеза оптимальных механизмов	Владеет анализом существующих методик при расчете проектов энергетических установок.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Структурный, кинематический и динамический анализ механизмов, машин и систем машин	12	6	6	36
<p>Раздел 1. Структурный, кинематический и динамический анализ механизмов, машин и систем машин.</p> <p>Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.</p> <p>Тема 1. Классификации машин, механизмов. Машины, механизмы, звенья, кинематические пары, кинематические цепи и их классификация. Определение степени подвижности кинематической цепи и механизма. Образование пространственного и плоского механизма. Избыточные связи. Замена высших кинематических пар. Алгоритм структурного анализа.</p> <p>Тема 2. Кинематика рычажных механизмов. Кинематическое исследование механизма графическим, графоаналитическим и аналитическим методами. Простейшие задачи синтеза.</p> <p>Тема 3. Кинетостатический расчет механизмов. Задачи и алгоритм выполнения силового расчета. Силы, действующие на звенья механизма. Статическая определимость структурных групп Ассура. Силовой расчет рычажного механизма. Принцип возможных перемещений, метод Жуковского.</p> <p>Тема 4. Динамический анализ машинного агрегата. Звено приведения. Приведение сил и моментов сил. Приведение масс и моментов инерции звеньев. Стадии движения машины. Виды уравнений движения машинного агрегата. Режим установившегося движения. Коэффициент неравномерности движения звена приведения. Механический КПД механизма. Определение КПД машинного агрегата при последовательном и параллельном соединении входящих в него механизмов. Способы регулирования колебаний скорости звена приведения. Основные данные, необходимые для определения момента инерции маховика. Динамический анализ и синтез, выполненные по методу Мерцалова. Источники колебаний и объекты виброзащиты. Понятие о виброизоляции и методах виброзащиты. Динамическое гашение колебаний: принцип гашения колебаний, типы динамических гасителей, пружинный одномассный инерционный динамический гаситель. Вибрационные транспортеры. Причины неуравновешенности вращающихся тел. Уравновешивание</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
(балансировка) и его задачи. Виды неуравновешенности. Статическое уравнивание вращающихся масс. Динамическая неуравновешенность.				
Анализ и синтез зубчатых передач	10	6	6	36
Тема 5. Кинематический анализ зубчатых передач. Назначение и классификация зубчатых передач. Определение передаточного отношения рядовых, дифференциальных, планетарных, дифференциально-замкнутых и комбинированных зубчатых передач. Функциональное назначение планетарных зубчатых передач. Тема 6. Зубчатые механизмы. Основная теорема зацепления. Образование эвольвентного профиля зуба и его свойства. Основные параметры зубчатого колеса. Методы нарезания зубчатых колес. Явление подрезания зуба и способы устранения. Профилирование эвольвентного зубчатого зацепления с учетом коррекции. Качественные характеристики зубчатой передачи.				
Методы кинематического исследования ку-лачковых механизмов. Роботы и манипуляторы	10	6	6	36
Тема 7. Кулачковые механизмы. Назначение, классификация и рабочий процесс кулачковых механизмов. Динамический анализ кулачковых механизмов. Законы движения выходного звена. Определение минимального радиуса и профилирование кулачка. Тема 8. Роботы и манипуляторы. Определение и назначение пространственных механизмов. Синтез манипуляторов. Технические характеристики роботов. Прямая и обратная задачи кинематики и динамики манипуляторов. Общие сведения о приводе машин и механизмов. Синтез механизмов.				
ИТОГО по 4-му семестру	32	18	18	108
ИТОГО по дисциплине	32	18	18	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение степени подвижности кинематической цепи, пространственного и плоского механизма. Избыточные связи. Замена высших пар
2	Кинематическое исследование механизма графическим, графоаналитическим и аналитическим методами. Простейшие задачи синтеза.
3	Силовой расчет рычажного механизма

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
4	Основные понятия динамики и режимов движения механизмов. Расчет маховика.
5	Определение передаточного отношения рядовых, дифференциальных, планетарных, дифференциально-замкнутых и комбинированных зубчатых передач.
6	Профилирование эвольвентного зубчатого зацепления с учетом кор-рекции.
7	Определение минимального радиуса и профилирование кулачка
8	Назначение пространственных механизмов. Роботы и манипуляторы

#### Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Структурный анализ механизмов
2	Кинематическое исследование зубчатых передач
3	Построение эвольвентных профилей зубьев методом обкатки (оги-бания)
4	Кинематическое исследование плоских кулачковых механизмов

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Исследование механики двигателя внутреннего сгорания
2	Исследование механики компрессора
3	Исследование механики гидромотора
4	Исследование механики гидроцилиндра
5	Исследование кинематики манипулятора робота
6	Исследование кинетостатики манипулятора робота
7	Исследование технических характеристик манипулятора робота
8	Исследование динамики манипулятора робота



## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : учебник для вузов / И. И. Артоболевский. - Москва: Альянс, 2012.	10
2	Поезжаева Е. В. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	231

3	Поезжаева Е. В. Лабораторный практикум по теории механизмов и робототехнике : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	282
4	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	100
5	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин в задачах и решениях : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	158
6	Теория механизмов и механика машин : учебник для вузов / К. В. Фролов [и др.]. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.	116
7	Ч. 2. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2009. - (Промышленные роботы : учебное пособие для вузов : в 3 ч.; Ч. 2).	119
8	Ч. 3. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2009. - (Промышленные роботы : учебное пособие для вузов : в 3 ч.; Ч. 3).	132
9	Ч.1. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2006. - (Промышленные роботы : учебное пособие для вузов; Ч. 1).	75
10	Шафранов А. В. Структурный анализ механизмов : учебное пособие / А. В. Шафранов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кобитянский А. Е. Анализ и синтез плоских кулачковых механизмов : учебное пособие / А. Е. Кобитянский. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2	Поезжаева Е. В. Планетарные передачи в автомобилестроении : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	100
3	Поезжаева Е. В. Синтез кулачковых механизмов : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	248
4	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	17
5	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин в задачах и решениях : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	158
6	Учебное пособие по теории механизмов и машин для студентов-заочников, обучающихся по направлениям: 552900, 551800, 552100 / Р.П. Андреев [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2000.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Поезжаева Е. В. Синтез кулачковых механизмов : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2677">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2677</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин в задачах и решениях : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3275">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3275</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин в задачах и решениях : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3275">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3275</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Поезжаева Е. В. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2923">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2923</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3715">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3715</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Поезжаева Е.В. Лабораторный практикум по теории механизмов и робототехнике : учебное пособие для вузов / Е.В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2612">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2612</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Теория механизмов и механика машин : учебник для вузов / К. В. Фролов [и др.]. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2433">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2433</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Шафранов А. В. Структурный анализ и синтез механизмов : учебное пособие / А. В. Шафранов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3488">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3488</a>	локальная сеть; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных Wiley Journals	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютеры	6
Лабораторная работа	Компьютеры	6
Лабораторная работа	Столы лабораторные	16
Лекция	Маркерная доска	1
Лекция	Парты	15
Практическое занятие	Маркерная доска	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Парты	15

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Теория механизмов и машин»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 4 семестр  
Курсовая работа: 4 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. Во втором и третьем модуле предусмотрено выполнение лабораторных работ. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, курсовой работе и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине  
Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля							
	Текущий		Рубежный			Итоговый		
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	КурР			Экзам ен
<b>Усвоенные знания</b>								
3.1 методы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов, машин и систем машин		ТО1		Т1				ТВ
3.2 основные законы механики машинного агрегата	С1	ТО2		КР1				ТВ
3.3 методы кинематики рычажных механизмов		ТО3		Т1				ТВ
3.4 методы кинетостатического расчета механизмов		ТО4		Т1				ТВ
3.5 методы динамического анализа машинного агрегата		ТО5		Т2				ТВ
3.6 методы кинематического анализа зубчатых передач		ТО6		Т2				ТВ
3.7 методы анализа механизмов с высшими парами	С2	ТО7		Т2				ТВ
3.8 методы кинематического исследования кулачковых механизмов		ТО8		КР1				ТВ

<b>3.9</b> основные виды механизмов		ТО9		Т1				ТВ
<b>3.10</b> структурный анализ и синтез механизмов		ТО10		Т1				ТВ
<b>3.11</b> кинематический анализ и синтез механизмов		ТО11		Т1				ТВ
<b>3.12</b> динамический анализ механизмов	СЗ	ТО12		Т2				ТВ
<b>3.13</b> колебания в механизмах		ТО13		КР1				ТВ
<b>3.14</b> методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ		ТО14		КР1				ТВ
<b>Освоенные умения</b>								
<b>У.1</b> определять степени подвижности, избыточные связи кинематической цепи, проводить замену высших пар			ОЛР1	Т1				ПЗ
<b>У.2</b> исследовать кинестатику механизма графическим, графоаналитическим а аналитическим методами			ОЛР1	Т1 Т2	КР			ПЗ
<b>У.3</b> выполнять кинестатический расчет рычажного механизма			ОЛР1 ОЛР2	Т1	Кр			ПЗ
<b>У.4</b> исследовать динамический анализ механизма с расчетом маховика			ОЛР4	Т2	КР			ПЗ
<b>У.5</b> определять передаточные отношения рядовых, дифференциальных зубчатых передач			ОЛР2	Т2				ПЗ
<b>У.6</b> проектировать эвольвентного зубчатого зацепления с учетом коррекции			ОЛР3	Т2				ПЗ
<b>У.7</b> выполнять синтез механизмов с высшими парами			ОЛР4	КР1				ПЗ
<b>У.8</b> выполнять структурный анализ и синтез механизмов			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР4	Т1	КР			ПЗ
<b>У.9</b> выполнять кинематическое исследование механизмов аналитическим и графо-аналитическим расчетами			ОЛР1 ОЛР2	Т1 Т2	КР			ПЗ
<b>У.10</b> выполнять синтез кулачковых механизмов			ОЛР4	КР1				ПЗ
<b>У.11</b> выполнять синтез планетарных механизмов			ОЛР2	Т2				ПЗ
<b>У.12</b> выполнять кинематический анализ зубчатых механизмов.			ОЛР2	Т2				ПЗ
<b>У.13</b> выполнять синтез эвольвентного зацепления			ОЛР3	Т2				ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>								
<b>В.1</b> навыками структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза оптимальных схем механизмов и машин			ОЛР1 ОЛР2		КР			
<b>В.2</b> навыками расчёта параметров механических систем с использованием прикладных программ					КР			
<b>В.3</b> навыками структурного анализа механизмов			ОЛР1 ОЛР2		КР			
<b>В.4</b> навыками кинематического исследования механизмов (методом планов)			ОЛР1		КР			
<b>В.5</b> навыками кинематического анализа зубчатых механизмов			ОЛР2		КР			
<b>В.6</b> навыками расчета режимов движения механизмов			ОЛР4		КР			
<b>В.7</b> навыками синтеза эвольвентного зацепления, планетарных и дифференциальных механизмов			ОЛР2 ОЛР3		КР			

*ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РК – рубежное тестирование; КР– курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.



## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Текущему контролю подлежит посещаемость студентами аудиторных занятий.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1) проводится в форме тестов, защиты лабораторных работ.

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом

или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежное тестирование**

Запланировано 2 рубежных тестирования и 1 рубежная контрольная работа после изучения студентами каждого модуля дисциплины.

Результаты тестирования по 2-балльной шкале оценивания знаний, умений учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовая шкала и критерии оценивания результатов рубежного тестирования приведены в табл.2.

Таблица 2. Шкала и критерии оценивания результатов тестирования

оценка за знания, умения	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала модуля
зачтено	Минимальный уровень достигнут	Студент выполнил 65-100% заданий
Не зачтено	Минимальный уровень не достигнут	Студент выполнил 0-64% заданий

Примеры тестовых вопросов приведены в Приложении 1. Полный комплект тестов для рубежного тестирования хранится на кафедре ведущей дисциплины.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются выполнение типовых заданий на практических занятиях, написанные конспекты по всем изучаемым темам, и положительная оценка по результатам текущего и рубежного контроля (успешная сдача всех лабораторных работ, рубежных тестов).

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Кинематические пары. Определение, классификация, условные изображения

2. Порядок выполнения силового анализа плоских рычажных механизмов

3. Классификация методов вибрационной защиты

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Выполнить структурный анализ механизма

2. Найти скорости точек механизма в заданном положении

3. Определить передаточное число зубчатого механизма

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Составить кинематическую схему механизма и определить ее подвижность

## 2. Выполнить синтез планетарного механизма

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

### 2.3.2. Защита курсовой работы

К защите работы допускаются студенты, выполнившие требования к содержанию и оформлению курсовой работы.

Темы типовых курсовых работ представлены в рабочей программе дисциплины.

Образец технического задания на курсовую работу приведен в Приложении 2. Полный комплект технических заданий хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

Типовые критерии оценивания по 4-х бальной шкале оценивания представлены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

### 3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

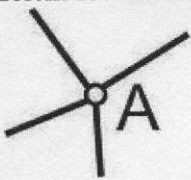
При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Примеры тестовых вопросов

Типовые вопросы для тестирования по 1 модулю:

1.

**ЗАДАНИЕ N 1 Тема: Структурный анализ механизмов**  
 Количество кинематических пар в точке А равно ...



трех  
 четырем  
 одному  
 двум

2.

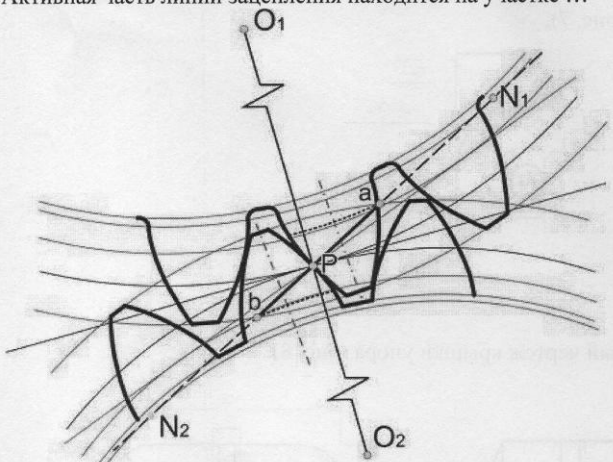
**ЗАДАНИЕ N 2 Тема: Основные понятия ТММ**  
 Коромысло от кривошипа отличается тем, что ...

не может совершать полный оборот вокруг оси, связанной со стойкой  
 отличается изогнутой формой в виде дуги  
 может совершать плоское (плоскопараллельное) движение  
 состоит из нескольких деталей

Типовые вопросы для тестирования по 2 модулю:

1.

**ЗАДАНИЕ N 6 Тема: Синтез эвольвентного зацепления**  
 Активная часть линии зацепления находится на участке ...



ab  
 $N_1N_2$   
 $O_1P$   
 $N_1P$

2.

**ЗАДАНИЕ N 8 Тема: Синтез планетарных механизмов. Дифференциальный механизм**

Звенья планетарного редуктора называются ...

1 – центральное (солнечное); 2 – сателлит; 3 – опорное; 4 – водило  
 1 – опорное; 2 – сателлит; 3 – центральное (солнечное); 4 – водило  
 1 – центральное (солнечное); 2 – водило; 3 – опорное; 4 – сателлит  
 1 – сателлит; 2 – центральное (солнечное); 3 – опорное; 4 – водило

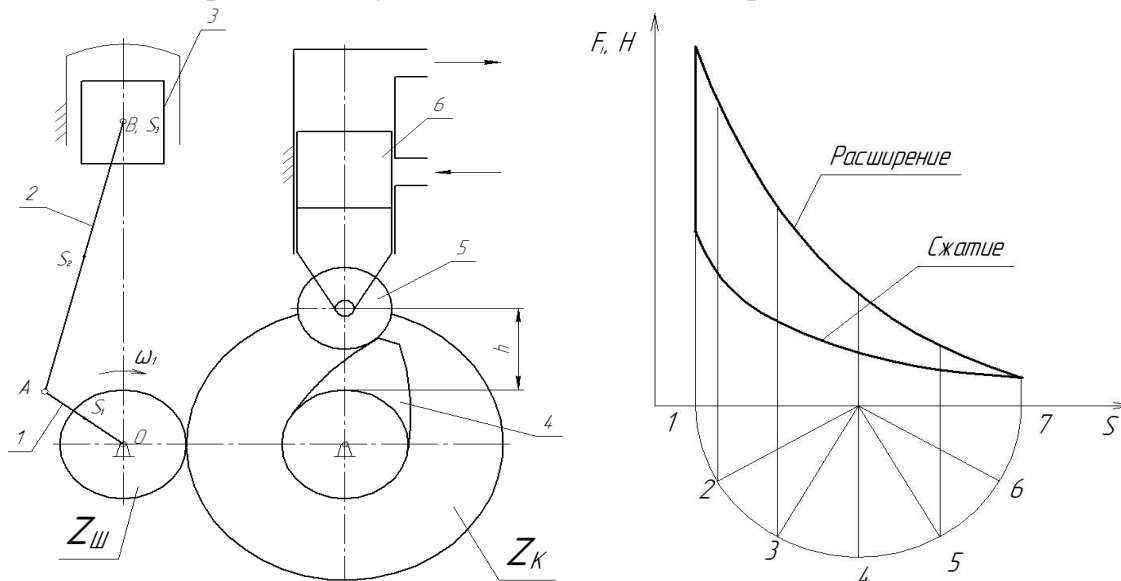
**Типовые задания КР по 3 модулю:**

1. Динамический анализ кулачковых механизмов.
2. Определение минимального радиуса и профилирование кулачка.

**Задания для курсовой работы по дисциплине «Теория механизмов и механика машин»**

**ЗАДАНИЕ № 1Д**

**Тема проекта: Двухтактный одноцилиндровый двигатель.**



Кинематическая схема: Двухтактный двигатель содержит кривошипно-ползунный механизм, состоящий из звеньев 1, 2, 3 и кулачковый привод гидроклина, состоящий из звеньев 4, 5, 6. Кулачок получает вращение через зубчатые колеса  $z_{ш}$  и  $z_{к}$ .

Развернутая индикаторная диаграмма

№ положения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$F_i \cdot 10^2, Н$	44	40	27	12	8	4	2	3	6	9	16	25	60

Исходные данные к заданию № 1Д													
Параметры и идентификаторы		Варианты											
Кривошипно-ползунный механизм		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Частота вращения, $c^{-1}$	$\omega_1$	250	300	350	400	650	450	500	550	600	650	400	450
Длина кривошипа, м	$l_1 \cdot 10^{-1}$	1,5	1,6	1,8	2	2,4	2,6	2,8	3	2,2	2,5	2	2,2
Длина шатуна, м	$l_2 \cdot 10^{-1}$	7,5	7,6	7,8	8	8,2	8,4	8,6	8,8	9	8	8	7
Коорд.ЦМ кривош.,м	$l_3 \cdot 10^{-1}$	0,7	0,8	1	1,5	1,6	1,7	1,4	1,5	1,2	1,4	1	1,2
Коорд.ЦМ шатуна,м	$l_4 \cdot 10^{-1}$	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4	4,2	1,4	4	4	3,8
Масса кривошипа,кг	$m_1 \cdot 10^{-1}$	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	6	5	7
Масса шатуна,кг	$m_2 \cdot 10^{-1}$	7,2	7,4	7,6	7,8	8	8,3	8,4	8,6	8,8	8,5	7	8
Масса поршня,кг	$m_3 \cdot 10^{-1}$	15	15	14	16	16,5	17	17,5	18	18,5	18,8	18	14
Момент инерции кривошипа, $кгм^2$	$J_0 \cdot 10^{-5}$	7,5	7,4	7,6	7,8	8	8,2	8,4	8,6	8,8	8,5	8	8,2
Момент инерции шатуна, $кгм^2$	$J_{S2} \cdot 10^{-4}$	1,2	1	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,4	1,6
Неравномерность хода	$\delta \cdot 10^{-1}$	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
Зубчатая передача													
	$z_{ш}$	14	13	12	15	16	12	13	14	15	16	15	16
	$z_{к}$	25	20	28	30	18	20	24	22	19	24	20	22
	$m, мм$	4	5	6	7	8	7	6	5	10	8	5	8
Кулачковый механизм													
	$h, мм$	10	9	8	11	12	8	9	10	11	12	8	10
	$\varphi_v^0$	60	80	100	60	80	100	60	120	80	1000	80	60
	$\varphi_{ос}^0$	10	20	10	20	10	20	20	20	30	10	30	10
	$\varphi_c$	80	100	60	120	100	80	120	60	80	80	80	100
закон движения		параб	sin	cos	параб	sin	cos	параб	sin	cos	sin	параб	Cos

Министерство науки и высшего образования РФ  
 ФГАОУ ВО «ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Механика композиционных  
 материалов и конструкций»  
 Дисциплина «Теория механизмов и машин»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Силовой расчет ведущего (входного) звена.
  2. Динамический анализ кулачкового механизма
  3. Задача.
- Дано:  $\omega_1, \omega_H; Z_1 \div Z_3$   
 Определить:  $\omega_2$

