Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.10.2023 10:52:51
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

# ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

29.08.2021 № 1-21/22

заседания кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»

Зав. кафедрой – *к.т.н., доцент А.Н. Васильев*
Секретарь – *к.т.н., проф. Б.В. Шандров*

Повестка дня:

1. **СЛУШАЛИ:** Вопрос актуализации рабочих программ дисциплин по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», ОП (специализация): «Проектирование технологических комплексов в машиностроении».

**ВЫСТУПИЛИ:** руководитель ОП "Проектирование технологических комплексов в машиностроении" доцент Аббясов В.М. о возможности использования РПД 2020 года по дисциплине "Теория машин и механизмов" для обучения студентов по образовательной программе набора 2021 года по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», ОП (специализация): «Проектирование технологических комплексов в машиностроении».

**ПОСТАНОВИЛИ:**

14. Считать содержание рабочей программы актуальным и возможным использовать рабочую программу дисциплины "Теория машин и механизмов", утверждённую в 2020 году (13.09.2020г., протокол №11) для обучения студентов 2021 года набора по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», ОП (специализация): «Проектирование технологических комплексов в машиностроении».

Заведующий кафедрой _____ / А.Н. Васильев /
подпись Ф.И.О.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета машиностроения
_____ /Е. В. Сафонов /
_____ 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

# ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Направление подготовки

15.05.01«Проектирование технологических машин и комплексов»
Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

Квалификация (степень) выпускника
**Специалист**

Форма обучения
**очная**

**Москва 2020**

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

Программу составили:

Доц., к.т.н. / Бровкина Ю.И. /

Программа дисциплины «Теория машин имеханизмов» по направлению 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов» Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

утверждена на заседании кафедры «Техническая механика»

«____»_____20___ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой

Проф., д.ф.-м.н. / Бондарь В.С. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы

_____ / Яблоков А.А /

«____»_____20___ г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии _____ / А.Васильев /

«18» 06 2020 г. Протокол: № 7-20

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория машин и механизмов» является:

- освоение общих методов исследования и проектирования механизмов и машин в соответствии с ЕСКД, способствующих созданию высокопроизводительных, надежных, экономичных машин, приборов и автоматических линий;
- формирование системы знаний, позволяющей будущему специалисту научно анализировать проблемы в его профессиональной деятельности;
- развитие навыков технического творчества.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теория машин и механизмов» относится к блоку Б1.2 «Дисциплины специализации».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания общего курса высшей математики; основных законов физики, физических величин и констант; основных понятий и законов механики и вытекающих из этих законов методов изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела, механической системы; средств компьютерной графики;

умениявыбирать подходящие математические методы, алгоритмы и законы механики для постановки и решения конкретных задач, в том числе с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения; работать с приборами и оборудованием; использовать средства компьютерной графики;

владение математическими методами, методами и законами механики для постановки и решения задач, связанных с профессиональной деятельностью, практическими навыками использования прикладных программ и средств компьютерной графики.

Содержание дисциплины «Теория машин и механизмов» является логическим продолжением использования положений дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Основы проектирования деталей и узлов машин». Сюда следует отнести и большое число специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины«Теория машин и механизмов» направлен на формирование у студента следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ООП):

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| **ПК-14** | способность применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, | **знать:**стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, |

| | | |
|---|---|---|
| | гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br>**уметь:**применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br>**владеть** стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения |
| **ПК-15** | способность принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | **знать:**методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования .<br>**уметь:**применять методыпо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br>**владеть** методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования |

| | | |
|---|---|---|
| **ПК-17** | способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | **знать:**методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам .<br>**уметь:**разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br>**владеть** методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

В результате изучения дисциплины «Теория машин и механизмов», студент должен получить представление о возможностях её аппарата и границах применимости её моделей, а также о её междисциплинарных связях с другими естественнонаучными и специальными дисциплинами. Он должен приобрести навыки решения типовых задач по статике, кинематике и динамике, а также опыт компьютерного моделирования механических систем.

Знать: составные элементы механизмов, являющиеся основой их общности и единства; структурные схемы реальных механизмов и их кинематические и динамические свойства; аналитические и графоаналитические методы структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов;

Уметь: проектировать кинематические схемы механизмов, проводить кинематические и динамические исследования машин и механизмов с целью нахождения их оптимальных параметров, удовлетворяющих условиям работоспособности и получения высоких качественных показателей; применять компьютерные технологии для решения задач анализа и синтеза механизмов.

Владеть: основными методами структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов.

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Дисциплина читается в **5** (пятом) семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц (108ч): **54**академических часа и **54** часов - самостоятельная работа.

Количество недель в семестре **18.**

Лекции **36** часов.

Практические занятия **18** часов.

Форма контроля – **экзамен.**
**Курсовой проект**.

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

**4.1. Содержание лекционного курса дисциплины.**

*Раздел 1 «Структура механизмов»*

Лекция 1.Основные задачи и понятия ТММ (машина, механизм) Структура механизмов: звено, кинематическая пара, их классификация. Механизмы плоские и пространственные. Структурные формулы для определения числа степеней свободы механизмов. Пассивные связи, лишние подвижности, избыточные связи.Кинематическая цепь и кинематическое соединение.

Лекция 2.Структура плоских рычажных механизмов по Ассуру, условие группы Ассура, разновидности групп Ассура.Основные виды рычажных механизмов: кривошипно-коромысловый, кривошипно-кулисный, кривошипно-ползунный; синусный, тангенсный. Направляющие механизмы. Механизмы Чебышева. Шарнирные механизмы с выстоем. Зубчато-рычажные механизмы. Механизмы с параллельной структурой.

*Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»*

Лекция 3.Метрический синтез рычажных механизмов.Теорема Грасгоффа. Коэффициент изменения средней скорости. Построение схемы механизма. Понятие о масштабных коэффициентах.

Лекция 4. Определение основных размеров механизмов. Крайние положения механизма. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции.

*Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»*

Лекция 5.Кинематический анализ: задачи, допущения. Метод кинематического исследования - определение положений и перемещений звеньев, определение крайних положений. Два способа разложения движения, применяемые в ТММ, кинематика шарнирных механизмов, теорема о подобии.

Лекция 6.Методы кинематического исследования: графо-аналитический, векторный и матричный. Аналоги скоростей и ускорений.

Лекция 7. Примеры кинематического исследования рычажных механизмов.Передаточное отношение зубчатых механизмов с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления; многоступенчатые передачи, червячные и конические передачи.

*Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»*

Лекция 8. Кинетостатический анализ механизмов: задачи, допущения. Определение сил и моментов инерции звеньев механизмов. Условие статической определимости плоской кинематической цепи.Силовой расчет двухповодковых групп Ассура и начального звена.

Лекция 9.Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского, теорема о рычаге, пример использования рычага Жуковского. Трение в механизмах, самоторможение. Силовой расчет механизмов с учетом трения в кинематических парах (с примером).КПД механизмов (цикловой и мгновенный). КПД систем механизмов, соединенных последовательно и параллельно.

Лекция 10.Динамический анализ и синтез механизмов. Задачи и допущения динамического исследования. Динамические модели механизмов. Приведение масс и сил к звену и к точке приведения. Определение приведенного момента сил по рычагу Жуковского.

Лекция 11. Энергетическая и дифференциальная форма уравнения движения машины. Режимы движения машины. Причины колебания угловой скорости начального звена внутри цикла установившегося движения.Назначение маховика. Определение момента инерции маховика по методу Мерцалова. Маховой момент.Колебания в механизмах. Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся роторов. Уравновешивание механизмов.

*Раздел 5 «Теория зубчатых зацеплений»*

Лекция 12.Основная теорема зацепления. Прямозубые цилиндрические передачи: элементы и основные размеры колес без смещения. Эвольвента окружности и ее свойства.

Лекция 13.Свойства и элементы эвольвентного зацепления. Методы нарезания зубьев колес. Станочное зацепление. Колеса со смещением. Виды передач со смещением.

Лекция 14. Расчет передач со смещением. Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Блокирующий контур. Выбор коэффициентов смещения.

*Раздел 6 «Планетарные механизмы»*

Лекция 15.Планетарные механизмы - структура, достоинства и недостатки; простые, сложные, дифференциальные. Замкнутые дифференциалы, определение передаточного отношения.

Лекция 16.Дифференциал автомобиля. Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства и сборки.

*Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»*

Лекция 17.Виды кулачковых механизмов. Выбор закона движения толкателя. Углы давления и передачи. Графическое и аналитическое профилирование кулачков.

Лекция 18.Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев. Аналитическое определение координат центрового профиля кулачка.

**4.2. Содержание практических занятий.**

Практические занятия подразделяются на 2 типа: практическая работа (ПР) и семинар (С). Практическая работа нацелена на приобретение практических навыков. По результатам выполнения практической работы необходимо предоставить отчет. Семинар нацелен на закрепление теоретических знаний по конкретной теме (предоставление отчета не требуется).

1. Структурный анализ механизмов. (ПР)
2. Определение основных размеров в механизме аналитическим и/или графическим способом. Кинематическое исследование рычажных механизмов. (С)
3. Силовой расчет рычажных механизмов без учета и с учетом сил трения. (С)
4. Определение закона изменения угловой скорости начального звена. Коэффициент неравномерности движения. Расчет маховика. (С)
5. Расчет эвольвентой передачи при заданном (или свободном) межосевом расстоянии.(С)
6. Нарезание методом обката зубчатых колес. Моделирование процесса формообразования зубчатых колес (ПР).
7. Определение передаточного отношения зубчатых механизмов графическим методом Определение передаточного отношения зубчатых механизмов аналитическим методом. (С)
8. Исследование планетарных механизмов (ПР).
9. Определение основных размеров кулачкового механизма. (С)

**4.3. Содержание лабораторных работ.**

Не предусмотрены

**4.4. Примерные темы курсового проекта.**

Механизмы зубодолбежного станка.
Механизмы горизонтально-ковочной машины.

**4.5. Темы для самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лекциям, выполнение расчетно-графических работ, подготовку к практическим занятиям, а также самостоятельное изучение некоторых разделов курса с оформлением конспекта или подготовкой презентации.

Темы для самостоятельного изучения:

*Раздел 1 «Структура механизмов»*

Механизмы манипуляторов.

*Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»*

Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ: случайный поиск, направленный поиск, штрафные функции, локальный и глобальный минимумы, комбинированный поиск.Синтез механизмов по методу приближенных функций. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву, интерполирование, квадратичное приближение функций, наилучшее приближение функций.

*Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»*

Кинематическое исследование манипуляторов.Кинематическое исследование пространственных механизмов замкнутой и разомкнутой структуры.

*Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»*

Динамический синтез механизмов. Явление самоторможения. Диаграмма энергомасс. Метод Виттенбауера для определения приведённого момента инерции маховика. Основные методы виброзащиты: демпфирование колебаний, динамическое гашение колебаний, виброизоляция, виброзащитные системы. Динамика приводов. Электропривод, гидропривод, пневмопривод механизмов. Вибротранспортеры.

*Раздел 5 «Теория зубчатых зацеплений»*

Косозубая цилиндрическая передача: особенности геометрии, основные размеры колес, коэффициент перекрытия, эквивалентное число зубьев, выбор угла наклона зубьев. Коническая зубчатая передача. Червячная передача. Зацепление Новикова. Гипоидная и гиперболоидная передача.

*Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»*

Механизмы храповый и мальтийский: основные размеры, особенности работы. Синтез механизмов с прерывистым движением.

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины "Теория машин и механизмов" и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работы с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

-лекции,в том числе с постановкой проблемы и обсуждением путей ее решения;

-практические занятия, предусматривающие исследовательский метод при работе с физической установкой или математической моделью, в результате, которого, студент самостоятельно проводит измерение изучаемых параметров, обработку полученных результатов и выбор методов решения;

-командные формы проведения практическихзанятий;

- индивидуальные консультации, в том числе с использованием компьютерных технологий;

-оппонирование студентами курсовых проектов друг друга;

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

Эти технологии обеспечивают формирование у студента общекультурных и профессиональных компетенций (п.3), и выполнение требований ФГОС ВО, предъявляемых к объему занятий, проводимых в интерактивных формах (см. п. 4).

Методика преподавания дисциплины "Теория машин и механизмов" и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работы с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- чтение лекции с демонстрацией слайдов презентации и видеороликов посредством мультимедийного оборудования с ведением конспекта лекций студентом;
- практические занятия с использованием информационных технологийс постановкой проблемы и обсуждением путей ее решения;
- возможность взаимодействия, взаимного обучения и взаимного контроля обучающихся в процессе практических работ, формирование навыков командной работы и формирование лидерских компетенций отдельных обучающихся;
- использование технологий электронного обучения;
- индивидуальные консультации, в том числе с использованием компьютерных технологий и специализированного сообщества в социальной сети;
- выполнение курсового проекта с использованием информационных технологий;
- оппонирование студентами курсовых проектов друг друга;
- освоение теоретического курса по учебникам и нормативно техническим документам;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме балльно-рейтингового оценивания и практико-ориентированного экзамена.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют: 66.6 % от объема аудиторных занятий.

Эти технологии обеспечивают формирование у студента общекультурных и профессиональных компетенций (п.3), и выполнение требований ФГОС ВО, предъявляемых к объему занятий, проводимых в интерактивных формах (см. п. 4).

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы.

Подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.

Выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию для каждого обучающегося.

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную проектированию и исследованию конструкции ряда машин и механизмов, предусматривающую реализацию теоретических и практических навыков обучающихся по направлению обучения.

Подготовка доклада и выступление на СНТК презентацией и обсуждением темы работы.

Подготовка доклада предусматривает сбор материалов по заданной теме, постановку задачи и выбор методов исследования, формулирование выводов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового или (и) компьютерного тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защиты курсового проекта.

Образцы тестовыхзаданий, заданий курсового проекта, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов приведены в приложении 3.

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПК-14 | способность применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения |
| ПК-15 | способность принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования |
| ПК-17 | способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм контроля

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | ЛР | ПЗ | КР | КП | СРС | |
| ПК-14 | + | | + | | + | + | Устный ответ на лекции или практическом занятии.<br>Письменный опрос на контрольной работе.<br>Проведение письменного экзамена.<br>Защита курсового проекта. |
| ПК-15 | + | | + | | + | + | Устный ответ на лекции, |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | практическом занятии.<br>Письменный опрос на контрольной работе.<br>Проведение письменного экзамена.<br>Защита курсового проекта. |
| ПК-17 | + | | + | | + | + | Устный ответ на лекции, практическом занятии.<br>Письменный опрос на контрольной работе.<br>Проведение письменного экзамена.<br>Защита курсового проекта. |

**6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **ПК-14**способность применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | | | | |
| **знать:** стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| деталей и узлов машиностроения | машиностроения | обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | производственных объектов, деталей и узлов машиностроения свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>Свободно оперирует приобретенны |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | ми умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Обучающийся владеет стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br><br>свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ПК-15**способность принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | | | | |
| **знать:** методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br><br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br><br>, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих методов работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования свободно оперирует |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | приобретенными знаниями. |
| **уметь:** применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | проектирования<br><br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизац | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | Обучающийся владеет методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br><br>допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br><br>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные | Обучающийся в полном объеме владеет методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ии проектирования | | | ситуации. | автоматизации проектирования<br><br>свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-17**способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | | | | |
| **знать:** методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>, но допускаются незначительные ошибки, неточности, | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | затруднения при аналитических операциях. | свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:** методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Обучающийся владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br><br>свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория машин и механизмов» – прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы, выполнили и защитили курсовой проект.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, не полностью оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, с трудом оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, затрудняется применять их в ситуациях повышенной сложности. Допускает значительные ошибки, неточности, затрудняется при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен не один из видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей. |

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 3 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература.

*Учебники:*

1. Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов, М., «Альянс», 2011 г., 640с.
2. Бровкина Ю.И., Резников С.С др. Теория машин и механизмов: в вопросах и ответах// учебное пособие для вузов. М: Курс, 2020.– 228 с.
3. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Теория машин и механизмов: учебник для вузов. - М.: Издательство ООО "Компания Дельта М", 2016. - 268 с.

*Методические указания:*

1. Дмитриева Л.Н.. Вуколова Г.С. Кинематический и силовой расчет механизмов - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. - М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 44с.

2. Дмитриева Л.Н.. Вуколова Г.С. Динамическое исследование механизма - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. - М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

3. Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Маринкин А.П. Профилирование эвольвентных зубчатых колес.- Метод.указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин.- М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

4. Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Петрова Т.М. Синтез кулачкового механизма. - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин.- М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

5. Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Маринкин А.П. Определение передаточного отношения планетарных механизмов. - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин». -М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

6. Балабина Т.А., Мамаев А.Н., Чепурной С.И. Методические указания к выполнению курсового проекта по «Теории механизмов и машин» и вопросы для самопроверки.- М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

7. Абузов В.И., Балабина Т.А. и др. Планетарные механизмы –Задачник.- М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

8. Абузов В.И., Балабина Т.А. и др. Задания на курсовой проект по курсу «Теория машин и механизмов» для студентов всех специальностей очного, очно-заочного и заочного отделений, IV выпуск. - М.: МГТУ «МАМИ», 2011.

9. Балабина Т.А., Мамаев А.Н. и др. Методические указания к лабораторным работам по «ТММ». – М.: МГТУ «МАМИ», 2011.

б) дополнительная литература:

1. Фролов К.В. и др. Теория машин и механизмов: М: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009.- 688с

2. С.И. Тимофеев «Теория машин и механизмов». – Ростов Н/Д: Феникс, 2011г. – 349 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы в электронном виде, а также следующие интернет-ресурсы:

1) РИНЦ: http://elibrary.ru/

2) Scopus: www.scopus.com

3) Библиотечный центр Университета машиностроения: http://lib.mami.ru/marc21

4) Комплект программ для расчета и проектирования зубчатых передач

5) Анимационная программа работы различных видов механизмов.

Для оформления пояснительных записок рекомендуется использовать текстовый редактор MS Word (MS Office 2007, 2010).

Для набора формул при оформлении пояснительных записок рекомендуется использовать ре-дактор формул Microsoft Equation 3.0.

Для выполнения рисунков и чертежей рекомендуется использовать программный комплекс T-FLEXCAD

Перечень информационных систем:

1. **Научная библиотека Московского политехнического университета.**
http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

2. **Электронный каталог БИЦ МГУП.**
http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

3. **ЭБС «КнигаФонд».**
http://www.knigafund.ru/

ЭБС «КнигаФонд» - это десятки тысяч актуальных электронных учебников, учебных пособий, научных публикаций, учебно-методических материалов;

4. **ЭБС «Polpred».**
http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с руб-рикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

5. **«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.**
http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access). Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

6. **Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».**
http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

7. **Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».**
https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

8. **База данных «Knovel» издательства «Elsevir».**
https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

9. **Платформа онлайн-обучения «Открытое образование».**

На портале представлены онлайн-курсы базовых и специальных дисциплин от ведущих вузов.

https://openedu.ru/

10. **Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.**

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

11. **Платформа цифрового образования московского политехнического университета**
https://lms.mospolytech.ru/

## 8.Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
a. комплект электронных презентаций/слайдов,
b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)
2. Практические занятия:
a. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
b. пакеты ПО общего назначения (MicrosoftWord, Excel, PowerPoint),
c. аудитория 2ПК 207 *(Лаборатория «Теория машин и механизмов»)*, оснащенная моделями плоских рычажных, кулачковых, зубчатых и других видов механизмов, установками для демонстрации процесса нарезания эвольвентных зубчатых колес с различными коэффициентами смещения по методу обката реечным инструментом, балансировки неуравновешенного роторов, профилированию кулачковых механизмов.

## 8. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсового проекта;

– самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины, в т.ч. используя электронные образовательные онлайн технологии;

– подготовка к лекционным занятиям;

– выполнение расчетно-графических работ;

– подготовка отчетов по лабораторным работам;

– составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;

– участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

| **Вид работы** | **Содержание (перечень вопросов)** | **Трудоемкость, час.** | **Рекомедации** |
|---|---|---|---|
| **Раздел *1*. «Структура механизмов»** | | | |
| Подготовка к лекциям № 1, 2 | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *1* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Подготовка к практическому занятию «Структурный анализ механизмов» | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Итого по разделу *1* | | *1,5***ч** | |
| **Раздел 2. «*Синтез рычажных механизмов*»** | | | |
| Подготовка к лекции № 3,4 | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *1* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Итого по разделу 2 | | *1***ч** | |
| **Раздел *3*. «*Кинематический анализ механизмов*»** | | | |
| Подготовка к лекции №5,6,7 | Повторение материала из курса «Теоретическая механика». Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *1,5* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Подготовка к практическому занятию «Кинематический анализ рычажных механизмов» | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Подготовка к | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки |

| | | | |
|---|---|---|---|
| практическому занятию «Кинематический анализ зубчатых механизмов» | | | рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Итого по разделу *3* | | *2,5***часов** | |
| **Раздел *4*. «Динамический анализ и синтез механизмов»** | | | |
| Подготовка к лекции №8, 9, 10, 11 | Повторение материала из курсов «Теоретическая механика», «Высшая математика». Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *2* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Подготовка к практическому занятию «Силовой расчет рычажных механизмов» | Изучение теоретического материала | *1* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Подготовка к практическому занятию «Определение закона изменения угловой скорости начального звена. Коэффициент неравномерности движения» | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Выполнение 1 листа курсового проекта «Кинетостатическое исследование рычажного механизма» | Определение основных размеров механизма по заданным характеристикам. Кинематический расчет механизма в 4х положениях. Определение реакций в кинематических парах в положении рабочего хода (без учета трения). Определение уравновешивающей силы 2-мя способами. | *10* | Методические рекомендации к выполнению курсового проекта |
| Выполнение 2 листа курсового проекта «Динамический анализ и синтез механизма» | Определение приведенного момента инерции и приведенного момента сил за 1 оборот начального звена для режима установившегося движения. Определение колебаний угловой скорости. Выбор двигателя. Расчет момента инерции маховика. Определение углового ускорения кривошипа | *10* | Методические рекомендации к выполнению курсового проекта |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого по разделу *4* | | *23.5***часов** | |
| **Раздел 5. «Т*еория зубчатых зацеплений*»** | | | |
| Подготовка к лекции № 12, 13,14 | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *1,5* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Подготовка к практическому занятию «Расчет эвольвентой передачи при заданном (или свободном) межосевом расстоянии. неравномерности движения» | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Подготовка к практическому занятию «Нарезание зубчатых колес» | Изучение теоретического материала | *0,5* | Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы. |
| Выполнение 2 листа курсового проекта «Синтез эвольвентного зацепления» | Расчет геометрических параметров зубчатой передачи. Графическое построение зацепления шестерни и инструментальной рейки. Графическое построение сборочного чертежа эвольвентой зубчатой передачи. Расчет основных показателей качества зацепление: определение коэффициента перекрытия, коэффициента удельного давления, коэффициентов удельного скольжения и построение эпюр. Определение основных размеров для контроля зубьев. | *10* | Методические рекомендации к выполнению курсового проекта |
| Итого по разделу *5* | | *12,5***часов** | |
| **Раздел 6. «Планетарные механизмы»** | | | |
| Подготовка к лекции № 15,16 | Повторение материала из разделов 3 и 5 данного курса. | *1* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Подготовка к практическому занятию «Определение передаточного отношения | Изучение теоретического материала | *0,5* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| планетарных механизмов графическим и аналитическим методами» | | | |
| Итого по разделу *6* | | *1,5* **часов** | |
| **Раздел *7.* «*Механизмы с высшими парами*»** | | | |
| Подготовка к лекции № 17,18 | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *1* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Подготовка к практическому занятию «Силовой расчет механизмов с высшей парой. Расчет жесткости пружины в кулачковых механизмах» | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы | *0,5* | Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы |
| Выполнение 4 листа курсового проекта «Профилирование кулачкового механизма» | Построение кинематических диаграмм заданного кулачкового механизма. Определение основных размеров. Профилирование кулачка. Построение графика углов давления. | *10* | Методические рекомендации к выполнению курсового проекта |
| Итого по разделу 7 | | *11,5***часов** | |

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- презентация работы.

Во время самостоятельной работы над изучением материалов дисциплины «Теория машин и механизмов», студенты должны пользоваться материалами, приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы. Для самостоятельной работы студентов имеются 2 аудитории 2ПК 205, 2ПК 207 вместимостью на 18 и 30 человек соответственно.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

При подготовке дисциплины «Теория машин и механизмов» преподаватели должны пользоваться материалами, приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия;
- информационные ресурсы Интернета,
- средстваMicrosoft Office: Excel, Word, Powerpoint;
- онлайн-курс «Теория машин и механизмов» на платформе https://lms.mospolytech.ru
- методические указания для выполнения курсового проекта;
- CAD-программы автоматизированного проектирования

Во время проведения лекционных занятий учитывается посещаемость обучающихся, оценивается их познавательная активность на занятии.

Устный опрос проводится на практических занятиях и затрагивает как тематику предшествующих занятий, так и лекционный материал.

В случае невыполнения заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до промежуточной аттестации. Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке, с учетом причин невыполнения.

Практические задания являются важной частью промежуточной аттестации по дисциплине «Теория машин и механизмов».

Отчет по практическому занятию представляется в печатном виде. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена и защиты курсового проекта, что позволяет оценить достижение результатов обучения по дисциплине.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

**Приложения к рабочей программе:**

1. Структура и содержание дисциплины «Теория машин и механизмов».
2. Аннотация программы дисциплины
3. Фонд оценочных средств.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «**Теория машин и механизмов»**
по направление подготовки бакалавров
15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»
Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

| **Раздел «Теория машин и механизмов»** | **Семестр** | **Неделя семестра** | **Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах** | | | | | **Виды самостоятельной работы студентов** | | | | | **Формы аттестации** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Л** | **П/С** | **Лаб** | **СРС** | **КСР** | **КР** | **КП** | **РГР** | **Реферат.** | **Конт. раб** | **Э** | **З** |
| | VI семестр | | | | | | | | | | | | | |
| **1-2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** |
| **Раздел 1 «Структура механизмов»** Основные задачи и понятия ТММ (машина, механизм) Структура механизмов: звено, кинематическая пара, их классификация. Механизмы плоские и пространственные. Структурные формулы для определения числа степеней свободы механизмов. Пассивные связи, лишние подвижности, избыточные связи.Кинематическая цепь и кинематическое соединение. Структура плоских рычажных механизмов по Ассуру, условие группы Ассура, разновидности групп Ассура.Основные виды рычажных механизмов: кривошипно-коромысловый, кривошипно-кулисный, кривошипно-ползунный; синусный, тангенсный. *Направляющие механизмы. Механизмы Чебышева. Шарнирные механизмы с выстоем. Зубчато-рычажные механизмы. Механизмы с параллельной структурой.Механизмы манипуляторов.* | **5** | **1-2** | **4** | **2** | | **1,5** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»**<br>Метрический синтез рычажных механизмов. Теорема Грассгофа. Коэффициент изменения средней скорости. Построение схемы механизма. Понятие о масштабных коэффициентах. Определение основных размеров механизмов. Крайние положения механизма. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. Метрический синтез механизмов. *Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ: случайный поиск, направленный поиск, штрафные функции, локальный и глобальный минимумы, комбинированный поиск. Синтез механизмов по методу приближенных функций. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву, интерполирование, квадратичное приближение функций, наилучшее приближение функций*. | **5** | **3-4** | **4** | | | **1** | | | | | | | | |
| **Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»**<br>Кинематический анализ: задачи, допущения. Метод кинематического исследования - определение положений и перемещений звеньев, определение крайних положений. Два способа разложения движения, применяемые в ТММ, кинематика шарнирных механизмов, теорема о подобии.<br>Методы кинематического исследования: графо-аналитический, векторный и матричный. Аналоги скоростей и ускорений. Примеры кинематического исследования рычажных механизмов.<br>*Кинематическое исследование пространственных механизмов замкнутой и разомкнутой структуры.*<br>Передаточное отношение зубчатых механизмов с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления; многоступенчатые передачи, червячные и | **5** | **5-7** | **6** | **4** | | **2,5** | | | | **РГР 1** | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| конические передачи. *Кинематическое исследование манипуляторов.* | | | | | | | | | | | | | | |
| **Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»**<br>Кинетостатический анализ механизмов: задачи, допущения. Определение сил и моментов инерции звеньев механизмов. Условие статической определимости плоской кинематической цепи.Силовой расчет двухповодковых групп Ассура и начального звена.<br>Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского, теорема о рычаге, пример использования рычага Жуковского. Трение в механизмах, самоторможение. Силовой расчет механизмов с учетом трения в кинематических парах (с примером).<br>КПД механизмов (цикловой и мгновенный). КПД систем механизмов, соединенных последовательно и параллельно.<br>Динамический анализ и синтез механизмов. Задачи и допущения динамического исследования. Динамические модели механизмов. Приведение масс и сил к звену и к точке приведения. Определение приведенного момента сил по рычагу Жуковского.<br>Энергетическая и дифференциальная форма уравнения движения машины. Режимы движения машины. Причины колебания угловой скорости начального звена внутри цикла установившегося движения.<br>Назначение маховика. Определение момента инерции маховика по методу Мерцалова. Маховой момент.<br>Колебания в механизмах. Статическое и | **5** | **8-10** | **6** | **4** | | **23,5** | | | **КП1 КП2** | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| динамическое уравновешивание вращающихся роторов. Уравновешивание механизмов.*Динамический синтез механизмов. Явление самоторможения. Метод Виттенбауера для определения приведённого момента инерции маховика.Основные методы виброзащиты: демпфирование колебаний, динамическое гашение колебаний, виброизоляция, виброзащитные системы. Динамика приводов. Электропривод, гидропривод, пневмопривод механизмов. Вибротранспортеры.* | | | | | | | | | | | | | | |
| **Раздел 5 «Теория зацеплений»**<br>Основная теорема зацепления. Прямозубые цилиндрические передачи: элементы и основные размеры колес без смещения. Эвольвента окружности и ее свойства.<br>Свойства и элементы эвольвентного зацепления. Методы нарезания зубьев колес. Станочное зацепление. Колеса со смещением. Виды передач со смещением.<br>Расчет передач со смещением. Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Блокирующий контур. Выбор коэффициентов смещения.<br>*Косозубая цилиндрическая передача: особенности геометрии, основные размеры колес, коэффициент перекрытия, эквивалентное число зубьев, выбор угла наклона зубьев. Конические зубчатые передачи.*<br>*Червячная передача. Зацепление Новикова. Гипоидные и гиперболоидные передачи.* | **5** | **11-13** | **6** | **4** | | **12,5** | | | **КПЗ** | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Раздел 6 «Планетарные механизмы»***<br>Планетарные механизмы - структура, достоинства и недостатки; простые, сложные, дифференциальные. Замкнутые дифференциалы, определение передаточного отношения. Дифференциал автомобиля. Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства и сборки. | **5** | **14-15** | **4** | **2** | | **1,5** | | | | **РГР 2** | | **Кр2** | | |
| **Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»**<br>Виды кулачковых механизмов. Выбор закона движения толкателя. Углы давления и передачи. Графическое и аналитическое профилирование кулачков. Аналитическое определение координат центрового профиля кулачка.*Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев.Механизмы храповые и мальтийские: основные размеры, особенности работы. Синтез механизмов с прерывистым движением.* | **5** | **16-18** | **6** | **2** | | **11,5** | | | **КП4 *** | | | | | |
| **Итого за семестр** | | | **36** | **18** | | **54** | | | **Защита КП** | | | | **Э** | |
| **Итого за всё время обучения:** | | | **36** | **18** | | **54** | | | **Защита КП** | | | | **Э** | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Приложение 2

# АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

## «Теория машин и механизмов»

### 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория машин и механизмов» является:

- освоение общих методов исследования и проектирования механизмов и машин в соответствии с ЕСКД, способствующих созданию высокопроизводительных, надежных, экономичных машин, приборов и автоматических линий;
- формирование системы знаний, позволяющей будущему специалисту научно анализировать проблемы в его профессиональной деятельности;
- развитие навыков технического творчества.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Теория машин и механизмов» относится к блоку Б1.2 "Дисциплины специализации". Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания общего курса высшей математики; основных законов физики, физических величин и констант; основных понятий и законов механики и вытекающих из этих законов методов изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела, механической системы; средств компьютерной графики;

умения выбирать подходящие математические методы, алгоритмы и законы механики для постановки и решения конкретных задач, в том числе с использованием современной вычислительной техники и программного обеспечения; работать с приборами и оборудованием; использовать средства компьютерной графики;

владение математическими методами, методами и законами механики для постановки и решения задач, связанных с профессиональной деятельностью, практическими навыками использования прикладных программ и средств компьютерной графики.

Содержание дисциплины «Теория машин и механизмов» является логическим продолжением использования положений дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Инженерная графика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Детали машин и основы конструирования», а также большогоколичества специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Теория машин и механизмов», студент должен получить представление о возможностях её аппарата и границах применимости её моделей, а также о её междисциплинарных связях с другими естественнонаучными и специальными дисциплинами. Он должен приобрести навыки решения типовых задач по статике, кинематике и динамике, а также опыт компьютерного моделирования механических систем.

Знать: составные элементы механизмов, являющиеся основой их общности и единства; структурные схемы реальных механизмов и их кинематические и динамические свойства; аналитические и графоаналитические методы структурного, кинематического идинамического анализа и синтеза механизмов;

Уметь: проектировать кинематические схемы механизмов, проводить кинематические и динамические исследования машин и механизмов с целью нахождения их оптимальных параметров, удовлетворяющих условиям работоспособности и получения высоких

качественных показателей; применять компьютерные технологии для решения задач анализа и синтеза механизмов.

Владеть: основными методами структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов.

## 4. Объём дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|---|---|---|
| | | 5 |
| Общая трудоемкость по учебному плану | 108 (3 з.е.) | 108 |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | | |
| Самостоятельная работа | 54 | 54 |
| Курсовая работа | нет | нет |
| Курсовой проект | да | да |
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен | |

Составитель(и) программы: доц., к.т.н. Ю.И.Бровкина _____

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета "____"

_____ 201__ года

Приложение 3

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»
Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: "Техническая механика"

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

# "Теория машин и механизмов"

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
2. Оценочные средства

**Составители:**

к.т.н, доц. Ю.И. Бровкина

Москва, 2020год

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

Таблица 1. ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Теория машин и механизмов** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»<br>Профиль: «Проектирование технологических комплексов в машиностроении» | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ- КА** | | | | |
| **ПК-14** | способность применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | **знать:**стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения .<br>**уметь:**применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения<br>**владеть** стандартными методами расчета при проектировании машин, электроприводов, | лекция, самостоятельная работа, практические занятия, индивидуальные консультации по курсовому проекту | Э<br>КП<br>Кр<br>РГР<br>ПР | **Базовый уровень:**<br>Использование стандартных методов расчета при проектировании машин, деталей и узлов машиностроения<br>**Повышенный уровень**<br>Использование стандартных методов расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | | | |
| **ПК-15** | способность принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | **знать:** методы работы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br>**уметь:** применять методы по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных | лекция, самостоятельная работа, практические занятия, индивидуальные консультации по курсовому проекту | Э<br>КП<br>Кр<br>РГР<br>ПР | **Базовый уровень:**<br>Использование методовпо расчету и проектированию машин, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования<br>**Повышенный уровень:**<br>Использование методовпо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | средств автоматизации проектирования<br>**владеть** методамипо расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | | | |
| **ПК-17** | способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | **знать:** методы разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам .<br>**уметь:**разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с | лекция, самостоятельная работа, практические занятия, индивидуальные консультации по курсовому проекту | Э<br>КП<br>Кр<br>РГР<br>ПР | **Базовый уровень:**<br>Разрабатыватьрабочую проектную и техническую документацию<br>**Повышенный уровень:**<br>Разрабатыватьрабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам<br>**владеть** методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | | | |

**Перечень о**ценочных средств по дисциплине «Теория машин и механизмов»

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характерстика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Расчетно-графическая работа (РГР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по молулю или дисциплине в целом | Примеры типовых заданий |
| 2 | Курсовой проект (КП) | Средство проверки умений применять полученные знания и навки для проектирования технических систем и выполения инженерных расчетов, а также для развития творческого инженерного мышления. | Описание содержания курсового проекта и пример типового задания |
| 3 | Практическая работа (ПР) | Средство проверки умений и навыков по использованию испытательного оборудования измерительных приборов, средств компьютерного моделирования процессов, обработки экспериментальных данных и их сравнению с теоретическими рачетами | Содержание отчета по практичческой работе, вопросы для защиты |
| 4 | Контрольная работа (Кр) | Средство проверки умений применять полученные знания посредством решения задач по определенной теме или разделу. | Пример типового задания контрольной работы |
| 5 | Экзамен (Э) | Средство проведения промежуточной аттестации по результам выполения всех видов учебной работы в течение семестра с проставлением оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно» | Пример билета для проведения письменного экзамена, список вопросов для подготовки, примеры практических заданий и пример |

Контроль успеваемостипо дисциплине осуществляется поБРС с помощью следующих оценочных средств:

## *РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ*

### *Расчетно-графическая работа № 1 «Кинематическое исследование механизмов»*

РГР №1 состоит из 2х задач по теме «Кинематический анализ механизмов». Целью расчетно-графической работы является закрепление теоретического материала и приобретение навыков применения полученных теоретических знаний на практике. Графическая часть выполняется в CAD- программах.

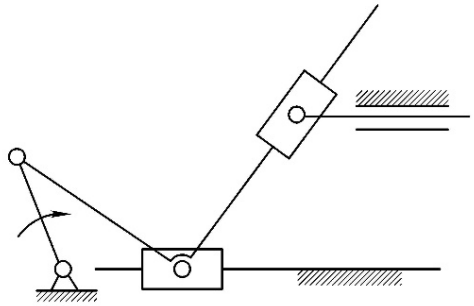
**Задача 1.** Кинематическое исследование шестизвенного рычажного механизма.

*Дано*: схема механизма, геометрические размеры звеньев.

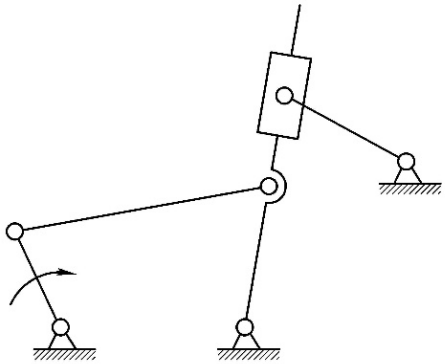
*Найти:* построить график зависимости перемещения выходного звена от угла поворота кривошипа; построить планы (параметрические) скоростей и ускорений, построить скорости и ускорения характерных точек, построить графики изменения угловых скоростей и ускорений звеньев. Все построения выполнить в CAD- программах.

Дополнительно: выполнить кинематический расчет механизма аналитическим методом в MathCad. Полученные результаты сравнить между собой (оценивается дополнительно).

Примеры типовых заданий:



Вар.1



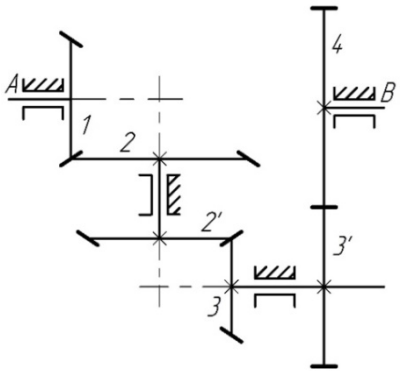
Вар. 2

**Задача 2.**Кинематическое исследование зубчатого механизма.

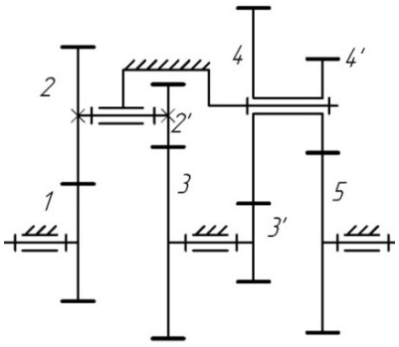
Решение задач выполняется двумя методами: графическим и аналитическим. Решение графическим методом выполняется в CAD- программах.

Примеры типовых заданий:

Вар.1. Определите частоту вращения вала *B* зубчатой передачи, если заданы: $z_1 = z_{2'} = z_{3'} = 20,\ z_2 = z_4 = 40,\ z_3 = 30,\ n_A = 100\ {об}/{мин}$




Вар. 2. Определите частоту вращения $n_5$ вала зубчатой передачи, если заданы: $z_1 = 30,\ z_2 = 35,\ z_{2'} = 16,\ z_{3'} = 20,\ z_4 = 50,\ z_5 = 46,\ n_1 = 250\ {об}/{мин}$.




**Шкала оценивания и критерии оценки:**

| Критерий | Минимальное количество баллов по БРС | Максимальное количество баллов по БРС |
|---|---|---|
| 1. Качество выполнения графических построений | **2,5** | **5** |
| 2. Сроки работы выполнения | **2,5** | **5** |
| ИТОГО: | **5** | **10** |

***Расчетно-графическая работа №2 «Определение передаточного отношения планетарного механизма»***

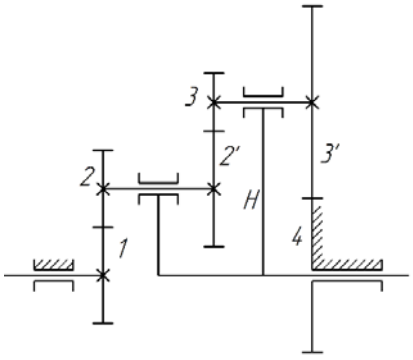
РГР №2 состоит из 3х задач по теме «Планетарные механизмы». Целью расчетно-графической работы является закрепление теоретического материала и приобретение навыков применения полученных теоретических знаний на практике. Графическая часть выполняется вCAD-програмах.

**Задача 1.** Определить угловую скорость выходного вала, если ведущее звено –водило и его угловая скорость равна $\omega_H = 100\ \text{с}^{-1}$. Числа зубьев колес заданы.

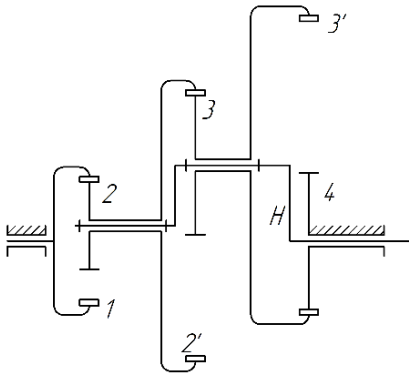
Примеры типовых заданий:

$z_1 = 40;\ z_2 = 30,$ $z_1 = 80;\ z_2 = 30,$

$z_{2'} = 50;\ z_3 = 25,\ z_4 = 65.$ $z_{2'} = 110;\ z_3 = 20,\ z_4 = 40.$



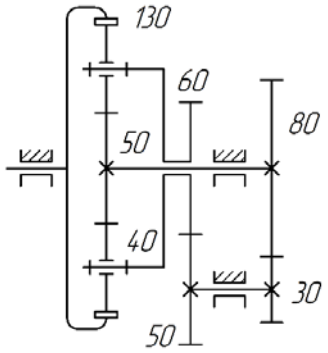

Вар. 1



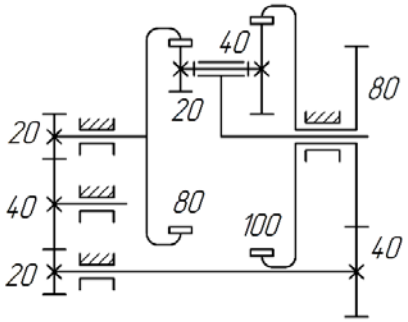

Вар. 2.

**Задача 2.**Определить аналитически и графически передаточные отношения $U_{ad}, U_{aH}, U_{dH}$ между валами дифференциала в механизме с замыкающей цепью. Числа зубьев колес указаны на схеме механизма.

Примеры типовых заданий:




Вар. 1

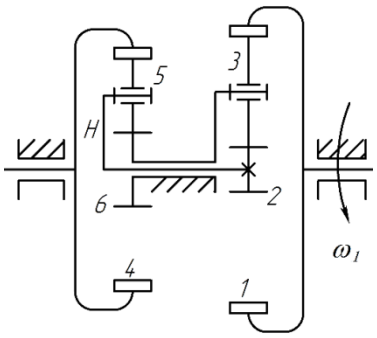



Вар. 2.

**Задача 3.**Определите угловую скорость выходного вала механизма (указана на схеме стрелкой) и направление вращения начального звена. Если вращение передается на начальное звено от двигателя, частота вращения которого известна и равна $n_{дв} = 1000 \, об/мин$. Числа зубьев колес заданы.

$z_1 = 100;\ z_3 = 40,\ z_4 = 80;$

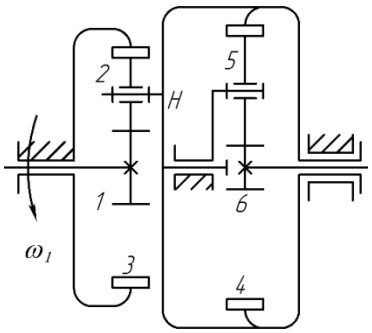
$z_5 = 20, \omega_{дв} = \omega_4.$




Вар. 1

$z_1 = 50;\ z_2 = 40,$

$z_6 = 30,\ z_4 = 80, \omega_{дв} = \omega_6.$




Вар. 2.

**Шкала оценивания и критерии оценки:**

| Критерий | Минимальное количество баллов по БРС | Максимальное количество баллов по БРС |
|---|---|---|
| 3. Качество выполнения графических построений | **2,5** | **5** |
| 4. Сроки работы выполнения | **2,5** | **5** |
| ИТОГО: | **5** | **10** |

Основаниями для снижения количества баллов на 0,5 б.являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках, большое расхождение в расчетах).

## *КУРСОВОЙ ПРОЕКТ*

Темы курсовых проектов:

**Задание№ 1** Механизм зубодолбежного станка для нарезания цилиндрических колес.
**Задание № 2** Механизм зубострогального станка для нарезания конических колес с прямым зубом.
**Задание № 3** Механизм поперечно-строгального станка с качающейся кулисой.
**Задание № 4** Механизм долбежного станка с качающейся кулисой.
**Задание № 5** Механизм долбежного станка с вращающейся кулисой.
**Задание № 6** Механизм поперечно-строгального станка с качающейся кулисой.
**Задание №7** Механизм поперечно-строгального станка с качающейся кулисой.
**Задание № 8** Механизм чеканочного пресса (тип 1).
**Задание № 9** Механизм листоштамповочного пресса.
**Задание № 10** Механизм вытяжного пресса.
**Задание № 11** Механизм одноцилиндрового компрессора.
**Задание №12** Механизм двухцилиндрового компрессора.
**Задание №13** Механизм поршневого двигателя внутреннего сгорания.
**Задание №14** Механизм поршневого двигателя внутреннего сгорания.
**Задание №15** Механизм зубодолбежного станка.
**Задание №16** Механизм вертикального зубодолбежного станка
**Задание №17** Механизм зубострогального станка для обработки прямозубых конических колес
**Задание №18** Механизм станка для шевингования колес
**Задание №19** Механизм вертикально-долбежного станка
**Задание №20** Механизм горизонтально-ковочной машины (тип1)
**Задание №21** Механизм горизонтально-ковочной машины (тип2)
**Задание №22** Механизм пресса
**Задание №23** Механизм пресса двойного действия
**Задание №24** Механизм арматурно-гибочного автомата
**Задание №25** Механизм чеканочного пресса (тип 2)
**Задание №26** Механизм чеканочного полуавтомата
**Задание №27** Механизм холодно-высадочного пресса-автомата
**Задание №28** Механизм резьбонакатного станка

Трудоемкость выполнения проекта – 40 час.

Курсовой проект включает в себя 4 (четыре) листа формата А1 и пояснительную записку формата А4.

Пояснительная записка курсового проекта выполняется в редакторе MWord или другом текстовом редакторе и содержит следующие разделы:

I. Титульный лист
II. Задание на курсовой проект.
III. Комплексное исследование рычажного механизма (1, 2лист).
    1. Структурный анализ рычажного механизма станка.
    2. Метрический синтез (если необходимо)
    3. Расчет приведенного момента инерции механизмаза один оборот кривошипа.
    4. Расчет приведенного момента сил за один оборот кривошипа.
    5. Определение колебаний угловой скорости кривошипа.
    6. Подбор маховика и выбор двигателя.
    7. Кинематическое исследование рычажного механизма станка (приводятся все расчетные формулы и графики изменения скоростей и ускорений за один оборот кривошипа характерных точек звеньев).
    8. Определение реакций в кинематических парах рычажного механизма в положении рабочего хода.

9. Определение уравновешивающей силы на начальном звене.
10. Аналитический расчет в MathCad (листинг программы) - дополнительное задание повышенной сложности.
11. Расчет с использованием параметризации - дополнительное задание повышенной сложности.

IV. Синтез эвольвентной зубчатой передачи (3 лист).

V. Проектирование планетарного механизма (4 лист)
или

VI. Проектирование кулачкового механизма (5 лист)

В пояснительной записке приводятся все необходимые расчеты к графической части.

Допускается выполнение записки от руки чертежным шрифтом, соблюдая требования ЕСКД к оформлению технической документации.

Графическая часть выполняется в программах CAD -проектирования содержит следующие части:

**1 и 2 листы «Комплексное исследование рычажного механизма станка»:**

1 вариант (стандартное задание): механизм в 4х положениях: рабочий ход, холостой ход, крайние положения. Диаграмма нагрузок. Планы скоростей и ускорений для каждого положения. Силовой расчет для всех структурных групп и начального механизма. Рычаг Жуковского. Графики перемещения, скоростей, ускорений для 12 положений механизма. Графики изменения кинетической энергии, приведенного момента инерции, приведенного момента сил, работ за цикл установившегося движения, изменения угловой скорости без и с учетом маховика, график изменения углового ускорения начального звена.

2 вариант (повышенная сложность - выполняется с использованием студенческой версии программы параметрического моделирования T-FlexCAD, математическим пакетом MathCad или Excel): Параметрические модели: рычажного механизма, планов скоростей и ускорений, рычаг Жуковского, планов сил структурных групп. Графики приведенного момента инерции, приведенного момента сил, изменения угловой скорости без маховика и с маховиком. Планы скоростей и ускорений (параметрические). Группы Ассура. Планы сил для каждой группы Ассура. Начальный механизм. План сил для начального механизма. Графики или годографы скоростей и ускорений характерных точек механизма. Графики изменения кинетической энергии, приведенного момента инерции, приведенного момента сил, работ за цикл установившегося движения, изменения угловой скорости без и с учетом маховика, график изменения углового ускорения начального звена.

**3 лист «Синтез эвольвентного зацепления»**: Зацепление шестерни с рейкой (станочное зацепление), зацепление шестерни и колеса, таблица номинальных размеров и размеров для контроля, эпюры скольжения, схему передачи с указанием основных параметров.

**4 лист**

Выбор листа зависит от варианта задания на курсовой проект

**«Проектирование планетарного механизма»**: Схема спроектированного планетарного механизма в 2х проекциях.

**«Проектирование кулачкового механизма»:** Графики перемещения, скорости, ускорения толкателя. График изменения угла давления на фазе удаления. Диаграмма аналогов скорости. Профиль кулачкового механизма.

Пример типового задания на курсового проекта:

**МЕХАНИЗМ ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА С КАЧАЮЩЕЙСЯ КУЛИСОЙ**

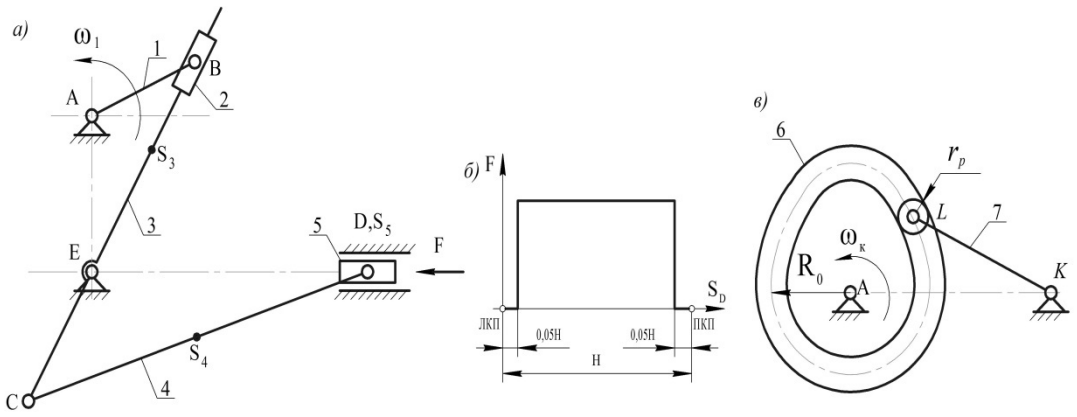



**Таблица 1 Исходные данные**

| | Наименование параметра | | | варианты | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | а | б | в | г | д | е | ж | з | и |
| Для рычажного механизма | Частота вращения кривошипа | об/мин | n | 98 | 100 | 90 | 85 | 80 | 82 | 70 | 60 | 55 |
| | Длина кривошипа 1 | м | $\ell_1$ | 0,115 | 0,11 | 0,1 | 0,12 | 0,125 | 0,13 | 0,135 | 0,12 | 0,125 |
| | Расстояние между осями | м | $\ell_{AE}$ | 0,26 | 0,25 | 0,27 | 0,265 | 0,275 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,29 |
| | Длина рычага кулисы | м | $\ell_{EC}$ | 0,15 | 0,16 | 0,155 | 0,17 | 0,165 | 0,175 | 0,15 | 0,18 | 0,16 |
| | Длина шатуна 4 | м | $\ell_4$ | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,44 | 0,41 | 0,4 | 0,44 | 0,42 | 0,41 |
| | Положение центра масс кулисы 3 | м | $\ell_{ES3}$ | 0,16 | 0,17 | 0,175 | 0,185 | 0,188 | 0,19 | 0,17 | 0,2 | 0,19 |
| | Положение центра масс шатуна 4 | | $\ell_{CS4}$ | $\ell_{CS4}$=0,5 $\ell_{CD}$ | | | | | | | | |
| | Масса кулисы 3 | кг | $m_3$ | 8 | 9 | 10 | 7 | 6 | 9 | 8 | 7 | 10 |
| | Масса шатуна 4 | кг | $m_4$ | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 9 | 5 | 7 |
| | Масса ползуна 5 | кг | $m_5$ | 16 | 17 | 18 | 20 | 21 | 25 | 24 | 19 | 25 |
| | Момент инерции 3 | кгм$^2$ | $I_{S3}$ | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| | Момент инерции 4 | кгм$^2$ | $I_{S4}$ | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| | Сила резания | Н | F | 1500 | 1600 | 1700 | 2000 | 1400 | 1600 | 2050 | 2100 | 2000 |
| | Коэффициент неравномерности | | δ | 1/12 | 1/15 | 1/14 | 1/20 | 1/18 | 1/25 | 1/22 | 1/20 | 1/25 |
| | Приведенный момент инерции звеньев | кг м$^2$ | $I_{пр.const}$ | 8,7 | 11,4 | 16,5 | 25 | 13,6 | 24 | 41 | 18 | 39 |
| Для зубчатого механизма | Число зубьев шестерни | | $z_1$ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 14 | 14 | 15 |
| | Число зубьев колеса | | $z_2$ | 19 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 17 | 18 | 19 |
| | Модуль | мм | m | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 3 | 5 | 4 |
| | №схемы планетарного механизма | | | 128 | 129 | 130 | 131 | 84 | 85 | 142 | 86 | 87 |
| Для кулачкового механизма | Длина толкателя | м | $\ell_{KL}$ | 0,1 | 0,115 | 0,125 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,105 |
| | Угловой ход толкателя | град | $\varphi_{max}$ | 25 | 29 | 31 | 35 | 35 | 38 | 30 | 28 | 27 |
| | Закон изменения аналога ускорения толкателя | | | $K\sin\frac{2\pi\varphi}{\varphi_n}$ | | $\pm трап$ | | $\pm\Delta$ | | $K\cos\frac{\pi\varphi}{\varphi_n}$ | | |
| | Фаза подъема | град | $\varphi_п$ | 180 | 165 | 155 | 150 | 145 | 140 | 160 | 170 | 175 |
| | Фаза верхнего выстоя | град | $\varphi_{вв}$ | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 30 | 25 | 25 |
| | Фаза опускания | град | $\varphi_о$ | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | 90 | 80 | 65 | 60 |
| | Радиус ролика | м | $r_р$ | 0,008 | 0,01 | 0,012 | 0,012 | 0,015 | 0,015 | 0,011 | 0,009 | 0,008 |

Оценка степени достижения обучающимся планируемых результатов по курсовому проекту проводится преподавателем или группой преподавателей в составе 2-3 человек методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по курсовому проекту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». В зависимости от конструкции механизма задание «Проектирование кулачковых механизмов» проекта может быть заменено на равнозначное задание «Проектирование мальтийского механизма» или «Проектирование храпового механизма». По решению преподавателя типовое задание на курсовой проект может быть заменено научно-исследовательской работе или решением инженерных задач при выполнении конкретных исследований механизмов.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | 1. Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.<br>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Отмечается творческий подход к раскрытию темы курсового проекта.<br>3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.<br>4. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта. Графическая часть выполнена на высоком уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.<br>6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта<br><br>**Или выполнено задание повышенной сложности с применением параметризации.** |
| Хорошо | 1. Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны.<br>2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.<br>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.<br>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта. Графическая часть выполнена на хорошем уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.<br>6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта |
| Удовлетворительно | 1. Исследование выполнено самостоятельно, но не содержит элемента новизны.<br>2. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, |

| | |
|---|---|
| | аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.<br>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.<br>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта. Графическая часть выполнена на удовлетворительном уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД.<br>5. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.<br>6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта |
| Неудовлетворительно | Выполненыне все задания (листы) курсового проекта.Студент демонстрирует отсутствие требуемых знаний, умений и навыков. |

## *ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ*

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Наименование практической работы | Трудоемкость, часов |
|---|---|---|---|
| 1 | Структура механизмов | Структурный анализ механизмов | 2 |
| 2 | Теория эвольвентного зацепления | Моделирование процесса формообразования зубчатого колеса | 2 |
| 3 | Планетарные механизмы | Исследование планетарного механизма | 2 |
| | | Итого: | 6 |

Отчет по практической работе должен содержать:

1. Цель и задачи практической работы работы.
2. Методика проведения исследования
3. Описание средств измерения и дополнительных установок
4. Результаты.
5. Выводы.

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе и в цифровом формате: прикрепляется в соответствующий раздел ЭОР. Защита проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя или в форме тестирования на платформе цифрового образования московского политехнического университета. При выставлении баллов учитываются следующие критерии:

1. Качество оформления отчета;
2. Навыки устного представления результатов работы
3. Понимание (воспроизведение) исследуемых свойств или закономерностей
4. Умение использовать математический аппарат для описания и моделирования исследуемых свойств или закономерностей
5. Умение обосновывать применяемые методы исследования, анализировать пределы их применимости

**Шкала оценивания и критерии оценки:**

| Критерий | Минимальное количество баллов по БРС | Максимальное количество баллов по БРС |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| **ПР 1** | | |
| Выполнение /обработка пр | **3** | **5** |
| Подготовка отчета | **1** | **2,5** |
| Защита ПР | **1** | **2,5** |
| **ПР 2** | | |
| Выполнение /обработка пр | **3** | **5** |
| Подготовка отчета | **1** | **2,5** |
| Защита ПР | **1** | **2,5** |
| **ПР 3** | | |
| Выполнение /обработка пр | **3** | **5** |
| Подготовка отчета | **1** | **2,5** |
| Защита ПР | **1** | **2,5** |
| ИТОГО: | **15** | **30** |

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

***Примерные вопросы для подготовке к защите практических работ:***

ПР 1«Структурный анализ механизмов»:

1. Что такое кинематическая пара?
2. Какое соединение называют ВКП?
3. Что такое поводок?
4. Каким свойством должна обладать структурная группа?
5. Как произвести замену ВКП?
6. Что такое кинематическая цепь?
7. Как рассчитать число степеней свободы пространственного механизма?
8. Что такое избыточная связь?
9. Зачем в механизмах применяют пассивные связи?
10. Объясните роль звена «ролик»?

ПР 2«Нарезание методом обката зубчатых колес»:

1. Из каких условий определяется число зубьев колеса, нарезанного без подреза?
2. Что такое инвалюта?
3. В чем заключается метод обкатки?
4. От чего зависит явление подрезания?
5. На какие размеры колеса влияет смещение?

ПР 3 «Исследование планетарного механизма»:

1. Сколько степеней свободы имеет дифференциальный механизм?
2. Сколько степеней свободы имеет планетарный механизм?
3. Что такое передаточное отношение?
4. От чего зависит количество блоков сателлитов, установленных в механизме?
5. В чем заключается условие соосности?
6. Что обозначает знак передаточного отношения?
7. Какие меры следует предпринять для изменения вращения выходного вала?
8. Какие меры следует предпринять для изменения габаритов механизма?
9. Что такое многоступенчатая передача?

## *КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА*

Контрольная работа направлена на проверку знаний в течение семестра по следующим разделам дисциплины:

Кр №1 – Структура, кинематика и динамика механизмов

Кр №2 – Зубчатые механизмы.

Время написания одной контрольной работы 45 минут. Работы выполняются в аудитории (решение практических заданий) или в компьютерном классе с использованием ЭОС Московского политехнического университета (тест): https://lms.mospolytech.ru/

**Примеры заданий для контрольной работы**

***Тема***«Структура, кинематика и динамика механизмов»

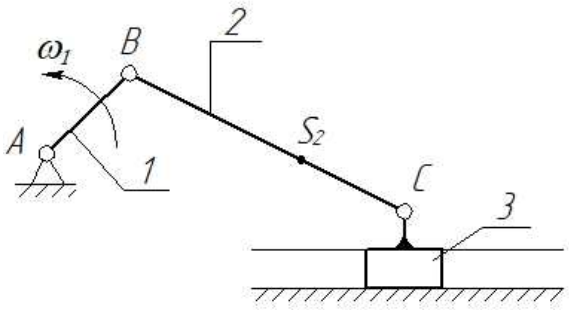
**Вариант 1**

Задание 1. Записать структурную формулу механизма (начальное звено 1), указать количество и вид структурных групп.

Задание 2. Определить угловую скорость 2 звена и ускорение 3 звена.

Задание 3. По рычагу Жуковского определить уравновешивающую силу на кривошипе.

Задание 4. Записать формулу для расчета приведенного момента инерции.




Дано:

$l_1$=30мм, $l_2$=80мм, $l_{BS2}$=0.3$l_2$ мм,

$m_1$=2 кг, $m_2$=5кг, $m_3$=10кг,

$I_{S2}$=0.5 кг·м$^2$, $\omega_1$=20 м/с

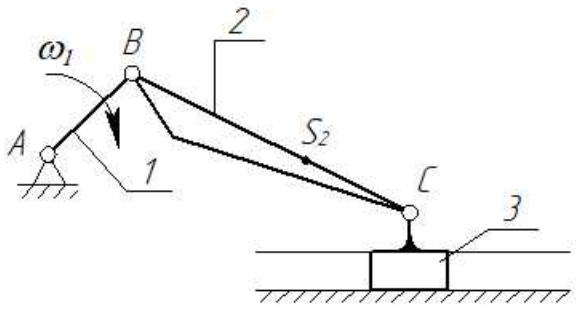
**Вариант 2**

Задание 1. Для механизма на рисунке записать структурную формулу механизма (начальное звено 1), определить количество вращательных пар, указать количество и вид структурных групп.

Задание 2. Определить угловую скорость 3 звена и угловое ускорение 2 звена.

Задание 3. По рычагу Жуковского определить уравновешивающую силу на кривошипе.

Задание 4. Записать формулу для расчета приведенного момента инерции.




Дано:

$l_1$=30мм, $l_{BC}$=100мм, $l_{BS2}$=0.5$l_2$ мм,

$m_1$=2 кг, $m_2$=8кг, $m_3$=100кг,

$I_{S2}$=0.2 кг·м$^2$, $\omega_1$=10 м/с

**Шкала оценивания и критерии оценки:**

Задание 1 – «1 б», задание 2 – «1 б», задание 3 – «2 б», задание 4 – «1 б»
Основаниями для снижения количества баллов на 0,5 б.являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках).

**Максимальный балл по БРС: 5баллов**

***Тема***«Зубчатые механизмы»

Задание 1. Рассчитать число степеней свободы механизма.

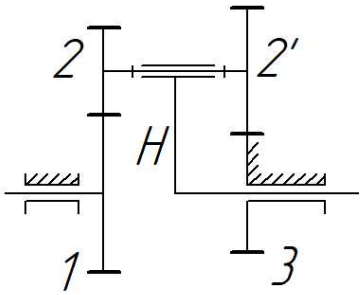
Задание 2.Определить передаточное отношение зубчатой передачи $U_{H1}$.

Задание 3. Рассчитатьтолщину зуба по начальной окружности 2 колеса.

Дано:

$z_1$=30, $z_2$=46

$z_{2'}$=35, $z_3$=40

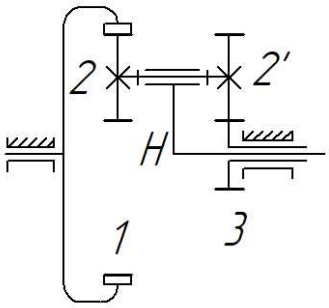



**Вариант 2**

Задание 1. Рассчитать число степеней свободы механизма.

Задание 2.Определить передаточное отношение зубчатой передачи $U_{1H}$.

Задание 3. Определить коэффициент смещения 2 колеса (остальные колеса нарезаны без смещения).




Дано:

$z_1=85,\ z_2=14$

$z_{2'}=30,\ z_3=40$

**Шкала оценивания и критерии оценки:**

Задание 1 – «1 б», задание 2 – «2 б», задание 3 – «2 б».
Основаниями для снижения количества баллов на 0,5 б.являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках).
- большая погрешность вычислений.

**Максимальный балл по БРС: 5баллов**

## *ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ - ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН.*

Письменный экзамен включает два теоретических вопроса и практическое задание. Для ответа на вопросы отводится 45 –60 минут.

Экзамен может быть проведен в виде тестирования на платформе электронного обучения. Тест содержит вопросы по теоретическому материалу и практические задания (25 вопросов). На выполнение теста отводится 60 минут.

Не допускается использование студентом конспектов лекций, учебников,мобильных телефонов или иных электронных устройств вов ремя проведения промежуточной аттестации.

**Перечень теоретических вопросов, включенных в билеты:**

**Раздел "Структура механизмов":**

1. Перечислить основные виды механизмов.
2. Какое звено называется кривошипом, ползуном, шатуном, коромыслом, кулисой.
3. Какое звено называется начальным?
4. Из каких звеньев образуется начальный механизм.
5. Что называется группой Ассура?
6. Записать условие группы Ассура.
7. Привести примеры двухповодковых и трехповодковых групп Ассура.
8. Достоинства и недостатки зубчатых механизмов.
9. Виды зубчатых механизмов.
10. Достоинства и недостатки фрикционных механизмов.
11. Лобовая передача - принцип работы.
12. Какой механизм называется кулачковым? Какое звено называется кулачком?
13. Виды кулачковых механизмов.
14. Виды механизмов с гибкой связью.

15. Принцип работы мальтийского механизма.

**Раздел "Синтез механизмов":**

1. Что называется синтезом? Основные и дополнительные условия синтеза.
2. Теорема Грасгофа.
3. Преобразование шарнирного четырехзвенника путем расширения цапф.
4. Условие существования кривошипа в кривошипно-ползунном механизме.
5. Что называется углом давления в рычажных механизмах? Допустимые углы давления?
6. Определение угла давления в шарнирном четырехзвеннике.
7. Определение угла давления в кривошипно-ползунном механизме.
8. Определение угла давления в кривошипно-кулисном механизме.
9. Синтез шарнирного четырехзвенника по двум и трем положениям шатуна.
10. Синтез кривошипно-ползунного механизма по двум соответствующим положениям входного и выходного звена.
11. Синтез кривошипно-коромыслового механизма по заданному ходу выходного звена.
12. Синтез кривошипно-ползунного механизма по заданному ходу выходного звена.
13. Что называется коэффициентом изменения средней скорости?
14. Синтез кривошипно-коромыслового механизма по заданному ходу выходного звена и коэффициенту изменения средней скорости.
15. Синтез кривошипно-кулисного механизма по коэффициенту изменения средней скорости.

**Раздел "Кинематический анализ механизмов":**

1. Задачи кинематического анализа.
2. Что называется планом скоростей (ускорений) звена, механизма?
3. Основные уравнения для определения скоростей и ускорений звеньев.
4. Два способа разложения сложного движения.
5. Написать выражение для нахождения нормального и тангенциального ускорений.
6. Написать выражение и сформулировать правило для определения направления Кориолисова ускорения.
7. Сформулировать теорему о подобии при построении планов скоростей (ускорений).

**Раздел "Динамический анализ и синтез механизмов":**

1. Принцип Даламбера.
2. Задачи кинетостатического расчета.
3. Написать выражение для определения силы инерции и пары сил с моментом инерции. Определить их направления.
4. Написать условие статической определимости плоской кинематической цепи.
5. Кинетостатика двухповодковых групп Ассура.
6. Что называется рычагом Жуковского? На каких принципах он основан?
7. Теорема о рычаге Жуковского.
8. Следствие из теоремы о рычаге Жуковского.
9. Как определить мощность силы по рычагу Жуковского?
10. Правило переноса моментов на рычаг Жуковского
11. Как определить реакцию в поступательной паре с учетом трения.
12. Как определить реакцию во вращательной паре с учетом трения.
13. Условие самоторможения.
14. Что называется КПД?
15. Что называется механическим коэффициентом потерь.
16. Написать выражение для определения КПД при последовательном и параллельном соединение механизмов.

17. Написать условие для полного устранения динамических реакций.
18. Как уравновесить систему плоских сил, сходящихся в одной точке?
19. Как уравновесить вращающиеся массы, расположенные в разных плоскостях?
20. Цель динамического исследования.
21. Написать уравнение движения машины.
22. Динамическая модель механизма. Звено приведения, точка приведения.
23. Написать выражение для определения $I_{пр}$,$m_{пр}$,$M_{пр}$,$F_{пр}$.
24. Энергетическая (интегральная) форма уравнения движения машины.
25. Дифференциальная форма уравнения движения машины.
26. Режимы движения машины.
27. Причины колебания угловой скорости звена внутри цикла установившегося движения.
28. Порядок определения угловой скорости звена приведения.
29. Коэффициент неравномерности движения.
30. Что называется маховиком?
31. Порядок определения момента инерции маховика по методу Мерцалова.
32. Что называется маховым моментом?

**Раздел "Теория зацеплений":**

1. Сформулировать основной закон зацепления.
2. Что называется передаточным отношением?
3. Что называется профилем зуба?
4. Что называется окружным, угловым шагом?
5. Определить диаметр делительной окружности. Что называется модулем?
6. Из чего складывается делительный окружной шаг?
7. Что называется эвольвентой? Уравнение эвольвенты в полярных координатах.
8. Свойства эвольвенты.
9. Свойства эвольвентного зацепления (3 свойства).
10. Что называется линией зацепления, углом зацепления?
11. Как образуется реечное зацепление?
12. Какое колесо называется колесом без смещения? Основные размеры колеса без смещения.
13. Минимальное число зубьев, свободное от подрезания (вывод)?
14. Какое колесо называется колесом со смещением?
15. Коэффициент минимального смещения исходного контура (вывод).
16. Что называется коэффициентом перекрытия?
17. Что называется углом перекрытия?
18. Что характеризует коэффициент перекрытия?
19. От чего зависит коэффициент перекрытия?
20. Как образуется зуб косозубого колеса?
21. Достоинства косозубой передачи.
22. Основные размеры косозубых колес.
23. Коэффициент перекрытия косозубой передачи.
24. Выбор угла наклона линии зуба косозубого колеса.
25. Передачи с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые, многоступенчатые. Определение передаточного отношения.
26. Структура планетарных механизмов.
27. Определение передаточного отношения в планетарных механизмах аналитическим методом.
28. Определение передаточного отношения в планетарных механизмах графическим методом.
29. Определение передаточного отношения в замкнутых дифференциалах.

**Раздел "Механизмы с высшими парами":**

1. Этапы проектирования кулачковых механизмов.
2. Виды законов движения кулачкового механизма.
3. Что называется углом давления в кулачковом механизме? Допустимые углы давления.
4. Определить силы в кулачковом механизме.
5. Определить мгновенный кпд в кулачковом механизме.
6. Как определить основные размеры кулачкового механизма с поступательно движущимся роликовым толкателем?
7. Как определить основные размеры механизма с дисковым кулачком и качающимся роликовым толкателем?
8. Как определить основные размеры кулачкового механизма с поступательно движущимся плоским толкателем?
9. Метод замены высших кинематических пар низшими.
10. Графически спрофилировать дисковый кулачок с поступательно движущимся роликовым толкателем.
11. Графически спрофилировать дисковый кулачок с качающимся роликовым толкателем.
12. Графически спрофилировать дисковый кулачок с плоским толкателем.
13. Аналитически определить координаты центрового профиля кулачка с поступательно движущимся роликовым толкателем.
14. Аналитически определить координаты центрового профиля кулачка с качающимся роликовым толкателем.
15. Аналитически определить координаты профиля дискового кулачка с поступательно движущимся плоским толкателем.
16. Спрофилировать кулачок с учетом упругости звеньев.

**Пример экзаменационного билета**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Институт/факультет** «Базовых компетенций», **кафедра\центр** «Техническая механика»
**Дисциплина** Теория механизмов и машин
**Направление подготовки** 15.05.01 "Проектирование технологических машин и комплексов "
Профиль: " Проектирование технологических комплексов в машиностроении "
**Курс** III , **семестр** 5

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___.**

1. Динамическое исследование механизмов: Задачи, допущения, приведение масс и сил к звену приведения, определение $J_{пр}$ и $M_{пр}$.
2. Основной закон зацепления (теорема Виллиса).
3. Задача.

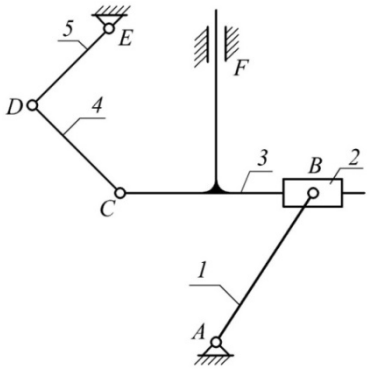
Утверждено на заседании кафедры «  »  20  г., протокол №____

Зав. кафедрой (директор центра) _____ /_____/

**Примеры практических заданий (3 вопрос экзаменационного билета)**

Задача №1

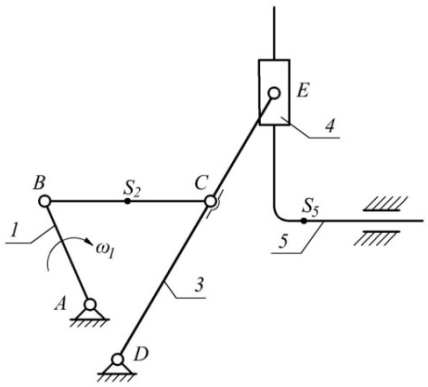
Провести структурный анализ механизма.




Задача №2

Дано: $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \omega_1, \ell_{BS_2} = 0{,}5\ell_2, m_2, m_5, I_{S_2}$

Определить: $F_{ин_2}, F_{ин_5}, m_{ин_2}$



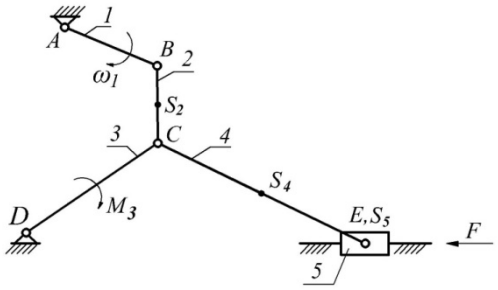

Задача № 3

Дано:$\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4, \omega_1, m_2, I_{S_2}, m_5, M_3, F$;

$\ell_{BS_2} = 0{,}5\ell_2$

$\ell_{CS_2} = 0{,}5\ell_4$

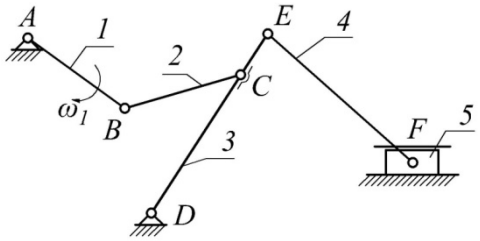
Определить:$I_{\text{пр}}, M_{\text{пр}}$ (2 способа)




Задача №4

Дано:$\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4, \omega_1$

Построить план скоростей и ускорений

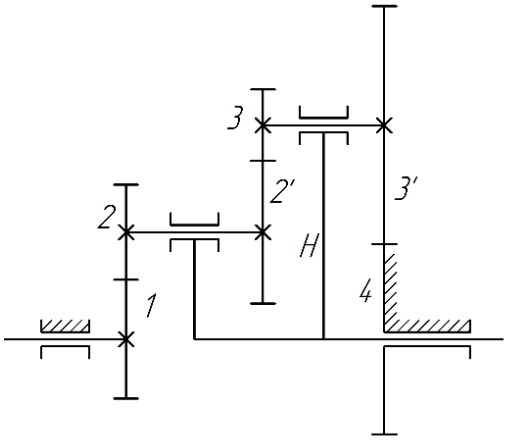



Определить:

Построить план скоростей и ускорений

Задача № 5.

Определить угловую скорость выходного вала, если ведущее звено –водило и его угловая скорость равна $\omega_H = 100\ \text{с}^{-1}$. Числа зубьев колес: $z_1 = 40;\ z_2 = 30,$ $z_{2'} = 50;\ z_3 = 25,\ z_4 = 65.$




## Пример теста для промежуточной аттестации

Тестирование выполняется в специализированной аудитории, оборудованной компьютерами с доступом в интернет, в присутствии преподавателя. Студент должен быть зарегистрирован на курсе «Теория механизмов и машин» электронно-образовательной платформы Московского политехнического университета.

Вопрос 14

Пока нет ответа
Балл: 5,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Скорость главного вала (начального звена) при установившемся режиме движения машинного агрегата ...

Выберите один ответ:

- меняется периодически
- остается постоянной
- достигает максимального значения
- достигает минимального значения

Вопрос 4

Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Чему равно межосевое расстояние в передаче со смещением (коэффициент смещения шестерни определить из условия отсутствия подрезания, коэффициент смещения колеса задан), если Z1=8, Z2=18, m=10, x2=0.

(Ответ округлить до сотых)

Ответ:

Вопрос 3

Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Какие силы учитываются при расчете приведенного момента сил сопротивления?

Выберите один или несколько ответов:

- силы инерции
- реакции в КП
- силы трения
- силы тяжести
- сила полезного сопротивления

Вопрос 15

Пока нет ответа
Балл: 5,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Размеры и массу маховика уменьшают, устанавливая маховик на ... вал

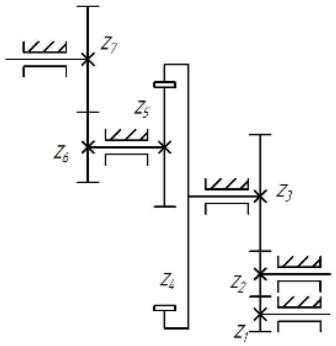
Выберите один ответ:

- более быстроходный
- начальный
- промежуточный
- менее быстроходный

Вопрос 5

Пока нет ответа
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Какое колесо не влияет на величину передаточного отношения? Укажите номер колеса.

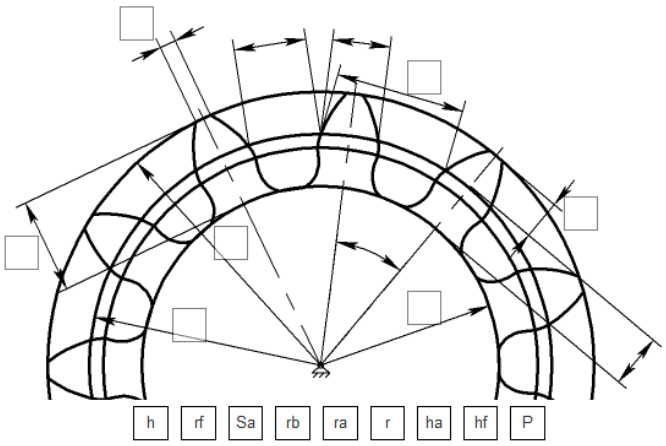



Ответ:

Вопрос 6

Осталось попыток: 1
Балл: 1,00
Отметить вопрос
Редактировать вопрос

Расставьте размеры колеса




До экзамена допускаются студенты, выполнившие все практические и расчетно-графические работы.

На основании БРС студенту может быть выставлена досрочно оценка по решению преподавателя:

**91-100б «отлично»**
**80-90б «хорошо»**

**Итоговая таблица планирования результатов обучения по БРС.**

| № | Вид деятельности | max балл | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1 | Лекции. | **15** | «15 б» - при посещении более 90% лекций, «10 б» – при посещении более 60% лекций.<br>Баллы начисляются при наличии полного конспекта, в т.ч. включая по темам, вынесенным на самостоятельное изучение.<br>или<br>Прохождение лекций на платформе lms.mospolytech с ведением конспекта:<br>«15 б» - при прохождении более 90% лекций и |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | промежуточных упражнений, «10 б» – при выполнении более 60% лекций и промежуточных упражнений. |
| 2 | Практические работы: | **30** | При выполнении всех требований к практическим работам. Баллы начисляются за каждую практическую работу отдельно |
| 3 | Семинары | **5** | При активной работе на семинарах. Баллы начисляются по результатам всех занятий. |
| 4 | РГР№1 | **10** | «10 б» при выполнении задания в срок,<br>«5 б» при выполнении задания с опозданием на 1-2 недели и более. |
| 5 | РГР № 2 | **10** | «10 б» при выполнении задания в срок,<br>«5 б» при выполнении задания с опозданием на 1-2 недели и более. |
| 6 | Контрольные работы | **10** | Максимальный балл за Кр 1 - «5 б»<br>Максимальный балл за Кр 2 - «5 б» |
| 7 | Дополнительные баллы | **20** | Дополнительные баллы могут начисляться за решение задач повышенной сложности, подготовку к олимпиадам, за научно-исследовательскую работу, выполнение дополнительных заданий. |
| Итого баллов | | **100** | |

**Шкалы оценивания и критерии оценки письменного экзамена:**

**«отлично»** – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

**«хорошо»** – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**«удовлетворительно»** – обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

**«неудовлетворительно»** – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи.

**Шкалы оценивания и критерии оценки экзамена-теста в системе https://lms.mospolytech.ru:**

95-100% - **«отлично»**
85-94% - **«хорошо»**
70-84% - **«удовлетворительно»**
Менее 70% - **«неудовлетворительно»**

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации выбирается преподавателем. В случае дистанционного режима экзамена, используются системы Zoom, Webex и т.д.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.