Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 16:19:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование механизмов

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Проектирование и эксплуатация двигателей для транспорта и малой энергетики

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025

Разработчик(и):

к.т.н., проф.  /В.В. Галевко/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 9
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 11
4.3. Дополнительная литература 11
4.4. Электронные образовательные ресурсы 11
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 11
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 13
6. Методические рекомендации 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7. Фонд оценочных средств 14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3. Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели обучения

- Формирование фундаментальных знаний по теории механизмов и машин, необходимой для понимания работы и проектирования двигателей.
- Развитие навыков кинематического и динамического анализа механизмов, включая вибрационные процессы.
- Освоение методов проектирования и оптимизации механизмов с применением современных компьютерных технологий.
- Подготовка студентов к практическому решению инженерных задач в области двигателестроения.

Задачи обучения

- Изучить основные понятия и классификацию механизмов и машин, их роль в двигателестроении.
- Освоить методы кинематического анализа плоских и пространственных механизмов, включая графические и аналитические подходы.
- Научиться определять скорости, ускорения и динамические силы в звеньях механизмов.
- Изучить особенности кинематики и динамики кулачковых механизмов и зубчатых передач.
- Познакомиться с основами теории вибраций и методами повышения устойчивости механизмов.
- Освоить принципы проектирования и оптимизации механизмов с использованием CAD и специализированного программного обеспечения.
- Провести практические расчёты и моделирование кинематики, динамики и вибрационных процессов.
- Развить умения комплексного инженерного анализа и проектирования механизмов для двигателей.

Планируемые результаты обучения

После изучения дисциплины студент должен:

- Владеть знаниями о классификации, устройстве и назначении механизмов и машин в двигателестроении.
- Уметь проводить кинематический анализ плоских и пространственных механизмов, определять степени свободы, положения, скорости и ускорения звеньев.
- Понимать динамические процессы, рассчитывать силы инерции и нагрузки, влияющие на работу механизмов.
- Уметь анализировать кинематику и динамику кулачковых механизмов и зубчатых передач, рассчитывать взаимодействующие силы и нагрузки.
- Владеть основами теории вибраций, уметь рассчитывать собственные частоты и оценивать устойчивость механизмов.
- Применять методы снижения вибраций и шумов в механизмах.
- Использовать современные компьютерные средства (CAD, CAE) для моделирования, анализа и проектирования механизмов.
- Выполнять комплексные инженерные расчёты и проектные работы по созданию и оптимизации механизмов двигателей.
- Овладеть навыками системного подхода к решению задач кинематики, динамики и проектирования в области теории механизмов и машин.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**дикаторы достижения компетенции**

ОПК - 5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	- знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда – - умеет использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда - владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части «Дисциплины (модули). Код дисциплины Б1.1.13.

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 является логическим продолжением использования положений дисциплин «Высшая математика», «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.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при изучении таких дисциплин как: Экология и токсичность энергоустановок, Основы испытаний энергетических машин и установок, Водородные технологии для энергоустановок будущего, Основные методы и программы для проектирования транспортных силовых установок с электрогенератором на борту

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практик и сдаче государственной итоговой аттестации.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	Аудиторные занятия	72	72
	В том числе:		
	Лекции	18	18
	Семинарские/практические занятия	54	54
	Лабораторные занятия	-	-
2	Самостоятельная работа	108	108
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	180	180

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1 «Структура механизмов»	30	12	3	9		18
2	Тема 2 «Синтез рычажных механизмов»	30	12	3	9		18
3	Тема 3 «Кинематический анализ механизмов»	30	12	3	9		18
4	Тема 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»	30	12	3	9		18
5	Тема 5 «Теория зубчатых зацеплений»	30	12	3	9		18
6	Тема 6 «Планетарные механизмы», «Механизмы с высшими парами»	30	12	3	9		18
	Итого:	180	72	18	54	-	108

3.3. Содержание дисциплины

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. Структура плоских рычажных механизмов по Ассуру, условие группы Ассура, разновидности групп Ассура. Механизмы манипуляторов. 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. Избыточные связи. Кинематическая цепь и кинематическое соединение.

Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»

Метрический синтез рычажных механизмов. Теорема Грасгоффа. Коэффициент изменения средней скорости.

Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. 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»

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. Метод кинематического исследования: графо-аналитический,. Аналоги скоростей и ускорений. Методы кинематического исследования: векторный и матричный. Кинематическое исследование манипуляторов. Кинематическое исследование пространственных механизмов замкнутой и разомкнутой структуры. 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»

Кинетостатический анализ механизмов: задачи, допущения. Определение сил и моментов инерции звеньев механизмов. Условие статической определимости плоской кинематической цепи. Динамический анализ и синтез механизмов. Задачи и допущения динамического исследования. Динамические модели механизмов. Приведение масс и сил к звену и к точке приведения.Энергетическая и дифференциальная форма уравнения движения машины. Режимы движения машины. Причины колебания угловой скорости начального звена внутри цикла установившегося движения. Назначение маховика. Маховой момент. Трение в механизмах, самоторможение. Силовой расчет механизмов с учетом трения в кинематических парах (с примером). 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. КПД механизмов (цикловой и мгновенный). КПД систем механизмов, соединенных последовательно и параллельно. Колебания в механизмах. Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся роторов. Уравновешивание механизмов. Силовой расчет механизмов с высшей парой. Расчет жесткости пружины в кулачковых механизмах.

Раздел 5 «Теория зубчатых зацеплений»

Основная теорема зацепления. Прямозубые цилиндрические передачи: элементы и основные размеры колес без смещения. Эвольвента окружности и ее свойства.Свойства и элементы эвольвентного зацепления. Методы нарезания зубьев колес. Станочное

зацепление. Колеса со смещением. Виды передач со смещением. Расчет передач со смещением. Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Блокирующий контур. Выбор коэффициентов смещения. 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 6 «Планетарные механизмы»
Планетарные механизмы - структура, достоинства и недостатки; простые, сложные, дифференциальные. Замкнутые дифференциалы. Дифференциал автомобиля. Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства и сборки.

Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»
Виды кулачковых механизмов. Выбор закона движения толкателя. Углы давления и передачи. Графическое и аналитическое профилирование кулачков. Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев. Аналитическое определение координат центрового профиля кулачка. Механизмы храповый и мальтийский: основные размеры, особенности работы. Синтез механизмов с прерывистым движением.

В связи с проведением лекций в дистанционном формате и с целью повышения эффективности усвоения учебного материала, студенты должны вести рукописный конспект лекций во время всех дистанционных лекций.
Конспект должен быть оформлен в соответствии с требованиями кафедры, включая:
• Дату проведения лекции.
• Тему лекции.
• Основные тезисы и определения.
• Схемы, графики, формулы и другие визуальные материалы, представленные на лекции.
• Личные комментарии и вопросы, возникшие в ходе лекции.
Конспект должен быть аккуратным, понятным и легко читаемым.
Наличие рукописного конспекта лекций является обязательным условием для допуска к промежуточной аттестации.
Студенты, не предоставившие конспекты лекций, не будут допущены к промежуточной аттестации.
В течение семестра профессорско-преподавательский состав должен не менее двух раз (в период текущего контроля успеваемости) проводить проверку конспектов лекций.
Итоговые конспекты лекций должны быть предоставлены на проверку не позднее, чем за неделю до начала зачётно-экзаменационной сессии.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Блок 1: Кинематика механизмов (9 занятий)
1. Определение степеней свободы механизмов.
2. Графический анализ простейших плоских механизмов.
3. Аналитический расчёт положения звеньев.
4. Определение скоростей точек механизмов.
5. Расчёт ускорений звеньев.
6. Кинематический анализ шатунно-поршневого механизма.
7. Исследование кулачковых механизмов.
8. Анализ пространственного движения звеньев.
9. Моделирование движения механизмов с помощью специализированного ПО.

Блок 2: Динамика механизмов (9 занятий)
10. Расчёт сил инерции в звеньях.
11. Определение динамических нагрузок в шатунно-поршневом механизме.
12. Исследование сил взаимодействия в кулачковых механизмах.
13. Анализ динамических характеристик зубчатых передач.
14. Расчёт моментов инерции и их влияние на динамику.
15. Определение реакций в опорах механизмов.
16. Исследование влияния динамических сил на работу двигателя.
17. Моделирование динамических процессов в механизмах.
18. Практические задачи на динамический расчёт.

Блок 3: Вибрации и проектирование (9 занятий)
19. Изучение основных видов вибраций в механизмах.
20. Расчёт собственных частот колебаний.
21. Анализ устойчивости механизмов.
22. Методы снижения вибраций и шумов.
23. Проектирование зубчатых передач с учётом нагрузок.
24. Оптимизация параметров кулачковых механизмов.
25. Использование CAD-систем для моделирования механизмов.
26. Анализ результатов моделирования и корректировка конструкции.
27. Итоговый практикум: комплексный расчёт и проектирование механизма.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовая работа
Анализ кинематики шатунно-поршневого механизма поршневого двигателя
Цель работы: Изучить кинематику шатунно-поршневого механизма и провести расчёт скоростей и ускорений звеньев с использованием аналитических и графических методов.
Расчёт и анализ сил инерции в звеньях поршневого двигателя
Цель работы: Провести расчёт сил инерции, возникающих в звеньях шатунно-поршневого механизма, и оценить их влияние на динамические характеристики двигателя.
Проектирование кулачкового механизма газораспределения поршневого двигателя
Цель работы: Рассчитать профиль кулачка, обеспечивающего заданные законы движения толкателя, и провести анализ взаимодействия кулачка и ролика.
Геометрический анализ и расчёт зубчатой передачи в коробке переключения передач
Цель работы: Выполнить расчёт геометрии и параметров зубчатой передачи, определить передаваемые нагрузки и оценить работоспособность зубьев.
Исследование динамических характеристик планетарного редуктора
Цель работы: Провести динамический анализ планетарного редуктора, определить внутренние силы и моменты, возникающие в звеньях, и рассчитать его устойчивость.
Моделирование вибраций коленчатого вала поршневого двигателя
Цель работы: Смоделировать колебания коленчатого вала и провести расчёт собственных частот и амплитуд колебаний, предложить методы снижения вибраций.
Оптимизация конструкции шатунно-поршневого механизма с использованием CAD-систем
Цель работы: Используя специализированные CAD-программы, провести оптимизацию параметров шатунно-поршневого механизма для повышения его эффективности и снижения нагрузок.
Численное моделирование динамических процессов в кулачковом механизме газораспределения
Цель работы: Создать математическую модель кулачкового механизма и провести

численное моделирование его работы с определением динамических нагрузок и оптимизацией профилей кулачков.
Распределение нагрузок в червячной передаче с последующей оценкой прочности зубьев
Цель работы: Определить действующие нагрузки на червяк и зубья колеса червячной передачи, оценить прочность зубьев и предложить конструктивные улучшения.
Влияние различных профилей кулачков на плавность хода механизма газораспределения
Цель работы: Исследовать влияние различных профилей кулачков на плавность движения толкателя и определить наилучший профиль с минимальной динамической нагрузкой.
Анализ и моделирование вибраций в зубчатой передаче коробки переключения передач
Цель работы: Изучить возникновение и распространение вибраций в зубчатой передаче КПП, предложить конструктивные решения для снижения вибраций и шумов.
Синтез четырёхшарнирного механизма с заданными законами движения выходного звена
Цель работы: Исходя из заданных законов движения выходного звена, разработать конструкцию четырёхшарнирного механизма и провести её анализ.
Исследовательская работа по динамическим нагрузкам в цепной передаче
Цель работы: Рассчитать и проанализировать динамические нагрузки, возникающие в цепной передаче, и предложить методы их снижения.
Проектирование и расчёт кулачково-роликового механизма пневматического инструмента
Цель работы: Спроектировать кулачково-роликовый механизм пневмоинструмента, выполнить его кинематический и динамический анализ.
Разработка и анализ многозвенника шатунно-поршневого механизма специального назначения
Цель работы: Разработать и провести анализ кинематики и динамики многозвенника шатунно-поршневого механизма, предназначенного для особых условий эксплуатации.
Оценка прочности зубчатых колёс в высокоскоростных зубчатых передачах
Цель работы: Провести анализ напряжений и деформаций зубчатых колёс высокоскоростных передач, оценить их прочность и предложить оптимальные конструктивные решения.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 16530-83 Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения
2. ГОСТ 16532-70 Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии
3. ГОСТ 13755-2015 (ISO 53:1998) Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходные контуры
4. ГОСТ 21354-87 (СТ СЭВ 5744-86) Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность
5. ГОСТ Р 2.106-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы
6. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов (с Поправками)
7. ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи (с Поправками)
8. ГОСТ 27609-88 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Основные положения и требования к проведению и нормативно-техническому обеспечению
9. ГОСТ 9563-60 (СТ СЭВ 310-76) Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули (с Изменениями N 1, 2)
10. СДОС НОСТРОЙ DS.NOS-15.0-2012 Правила и порядок сертификации машин и механизмов, применяемых в строительстве

4.2. Основная литература

Учебники:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин, М., «Альянс», 2011 г., 640с.
2. Проектирование механизмов и машин : Учебное пособие / Гущин В. Г., Балтаджи С. А., Соболев А. В., Бровкина Ю. И. 1– Старый Оскол : ТНТ, 2023. – 488 с. - ISBN 978-5-94178-127-0
3. Бровкина Ю.И., Резников С.С др. Теория механизмов и машин: в вопросах и ответах. Часть 1. Структура и кинематика механизмов// учебное пособие для вузов. М: Курс, 2020.– 228 с.
4. Бровкина Ю.И., Резников С.С др. Теория механизмов и машин: в вопросах и ответах. Часть 2. Динамика машин// учебное пособие для вузов. М: Курс, 2020.– 228 с
5. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Теория механизмов и машин: учебник для вузов. - М.: Издательство ООО "Компания Дельта М", 2016. - 268 с.

Методические указания:

1. Курсовое проектирование механизмов и машин: сборник заданий / Ю.И. Бровкина, А.Н. Мамаев, Т.С. Рабичева. – Москва: Московский Политех, 2022. –
2. 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.
3. Дмитриева Л.Н.. Вуколова Г.С. Динамическое исследование механизма - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. - М.: МГТУ «МАМИ», 2007.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Абузов В.И., Балабина Т.А. и др. Планетарные механизмы –Задачник.- М.: МГТУ «МАМИ», 2007.
9. Балабина Т.А., Мамаев А.Н. и др. Методические указания к лабораторным работам по «ТММ». – М.: МГТУ «МАМИ», 2011.

4.3. Дополнительная литература

1. Фролов К.В. и др. Теория механизмов и машин: М: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009.- 688с
2. С.И. Тимофеев «Теория механизмов и машин». – Ростов Н/Д: Феникс, 2011г. – 349 с.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Конструирование механизмов
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15721

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное

обеспечение

1. Российское инженерное ПО для 3D проектирования и разработки конструкторской документации T-Flex CAD https://tflexcad.ru/?ysclid=ljx3m1mx19303940340
2. Российское инженерное ПО для 3D проектирования и разработки конструкторской документации Компас 3D https://kompas.ru/?ysclid=ljx3n6catb582938890
3. Программа для решения математический уравнений https://smath.com/ru-RU/
4. Mathcad — система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается лёгкостью использования и применения для коллективной работы.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Система Техэксперт https://тех-эксперт.рф
2. Росстандарт https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational
3. Электронный фонд https://docs.cntd.ru/?ysclid=ljx5ollyci898507174
4. Консультант плюс https://www.consultant.ru/law/podborki/theme-gosty/?ysclid=ljx5rcq1qi632755202
5. Российский институт стандартизации https://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/
6. 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.
7. Электронный каталог БИЦ МГУП. http://mgup.ru/library/ Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.
8. ЭБС «КнигаФонд». http://www.knigafund.ru/ ЭБС «КнигаФонд» - это десятки тысяч актуальных электронных учебников, учебных пособий, научных публикаций, учебно-методических материалов
9. ЭБС «Polpred». http://polpred.com/news ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 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.
10. «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.
11. 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.

12. Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus» https://www.scopus.com/home.uri
13. 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.
14. База данных «Knovel» издательства «Elsevir». https://app.knovel.com/web/

5. Материально-техническое обеспечение

1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5) Комплекты мебели для учебного процесса.

6) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию

лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.
В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.
Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.
Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.
Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.
Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.
Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала.
Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.
Текущий контроль успеваемости в процессе изучения дисциплины может проводиться по усмотрению преподавателя в форме устного собеседования или посредством прохождения тестов, размещённых в соответствующем онлайн-курсе системы дистанционного обучения Московского Политеха.
Если текущий контроль проходит в формате тестирования, то для теста характерны следующие особенности:
Объем теста- 20 тестовых заданий.
Тест имеет ограничение по времени – 25 мин. По истечении времени, вносить изменения в тест будет невозможно.
По окончанию всего теста выдается информация о том, зачтен тест или нет.
При оценке текущей успеваемости с использованием устного собеседования рекомендуются следующие критерии:
1. Знание теории (40%)
Понимание основных понятий, терминологии и закономерностей дисциплины
Способность воспроизводить и объяснять ключевые положения

2. Практические навыки (35%)
Умение применять теоретические знания для решения типовых задач
Анализ и интерпретация результатов

3. Аргументация и качество ответов (15%)
Логичность, полнота и ясность изложения
Обоснование своих решений и выводов

4. Активность и самостоятельность (10%)
Участие в обсуждениях, выполнение дополнительных заданий
Проявление инициативы в обучении

Шкала оценивания (в процентах и по пятибалльной системе)

Процент выполнения	Оценка (5-балльная)	Характеристика результата
90–100%	5 (отлично)	Отличное знание материала, высокая активность
75–89%	4 (хорошо)	Хорошее усвоение материала, незначительные недочеты
60–74%	3 (удовлетворительно)	Базовое понимание, требуется доработка отдельных вопросов
Ниже 60%	2 (неудовлетворительно)	Недостаточный уровень знаний и навыков

Для допуска к промежуточной аттестации студент должен иметь оценку не ниже «удовлетворительно» (3) по результатам текущего контроля.

В случае неудовлетворительной оценки студенту рекомендуется дополнительная подготовка и повторное прохождение контроля до установленного срока.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма аттестации: Экзамен

Система оценивания: При проведении промежуточной аттестации по дисциплине используется пятибалльная шкала оценки уровня сформированности компетенций студента:

Оценка	Баллы	Описание уровня освоения дисциплины
Отлично (5)	90-100	Знания и умения освоены в полном объёме, демонстрируются глубокое понимание и умение применять материал в различных ситуациях. Ошибки отсутствуют или единичны и незначительны.
Хорошо (4)	75-89	Знания и умения освоены в достаточном объёме, допускаются незначительные ошибки, студент способен решать типовые задачи и применять теоретические знания на практике.
Удовлетворительно (3)	60-74	Знания и умения освоены частично, имеются существенные пробелы, студент способен выполнять базовые задачи, но допускает ошибки при решении сложных вопросов.
Неудовлетворительно (2)	ниже 60	Знания и умения не освоены, студент не справился с основными требованиями экзамена, допускает систематические ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий.

Критерии оценивания экзаменационных ответов

Критерий	Отлично (5)	Хорошо (4)	Удовлетворительно (3)	Неудовлетворительно (2)
Глубина знаний	Полное и глубокое раскрытие темы, демонстрация понимания всех аспектов	Хорошее знание темы с незначительными пробелами	Поверхностное знание, основные понятия усвоены	Недостаточное знание, отсутствует понимание основных понятий
Аргументация и обоснование	Логичная, последовательная аргументация, примеры и доказательства	Аргументация присутствует, но не всегда последовательна	Аргументация слабая, недостаточно обоснована	Отсутствие аргументации, необоснованные суждения
Применение знаний	Умение применять знания в новых и нестандартных ситуациях	Применение знаний в типовых задачах	Применение знаний ограничено простыми примерами	Неумение применять знания на практике
Структура и оформление ответа	Ответ структурирован, логичен, грамотно оформлен	Ответ в целом структурирован, мелкие ошибки в оформлении	Ответ слабо структурирован, ошибки в оформлении	Ответ неструктурирован, множество ошибок

7.3. Оценочные средства

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа № 1 «Кинематическое исследование механизмов»

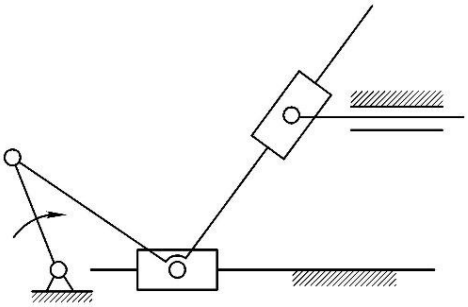
РГР №1 состоит из 2х задач по теме «Кинематический анализ механизмов». Целью расчетно-графической работы является закрепление теоретического материала и приобретение навыков применения полученных теоретических знаний на практике. Графическая часть выполняется в CAD-программах.

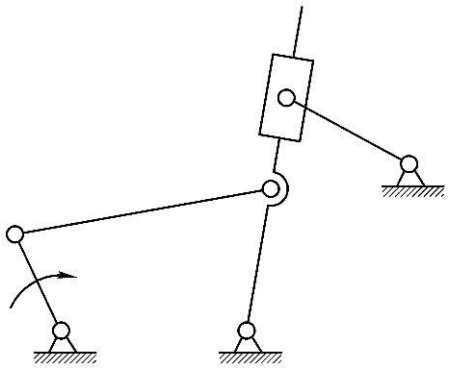
Задача 1. Кинематическое исследование шестизвенного рычажного механизма.

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, записать аналитические формулы определяющие перемещения выходного звена. Все построения и расчеты выполнить в CAD-программах.

Примеры типовых заданий:



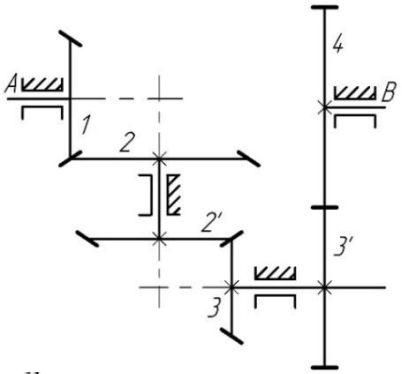


Вар.1 Вар. 2

Задача 2. Кинематическое исследование зубчатого механизма. Примеры типовых заданий:

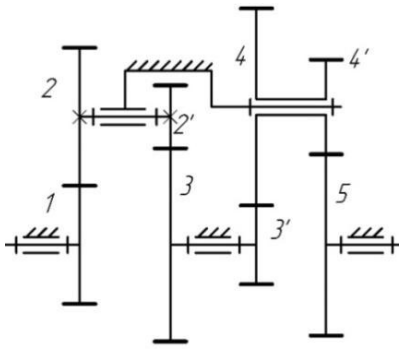
Вар.1. Определите частоту вращения вала *B* зубчатой передачи, если заданы:

$$z_1 = z_{2'} = z_{3'} = 20,\ z_2 = z_4 = 40,\ z_3 = 30,\ n_A = 100\ {}^{об}/_{мин}$$



Вар. 2. Определите частоту вращения n_5 вала зубчатой передачи, если заданы:

$z_1 = 30,\ z_2 = 35,\ z_{2'} = 16,\ z_{3'} = 20,\ z_4 = 50,\ z_5 = 46,\ n_1 = 250\ {об}/{мин}.$



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

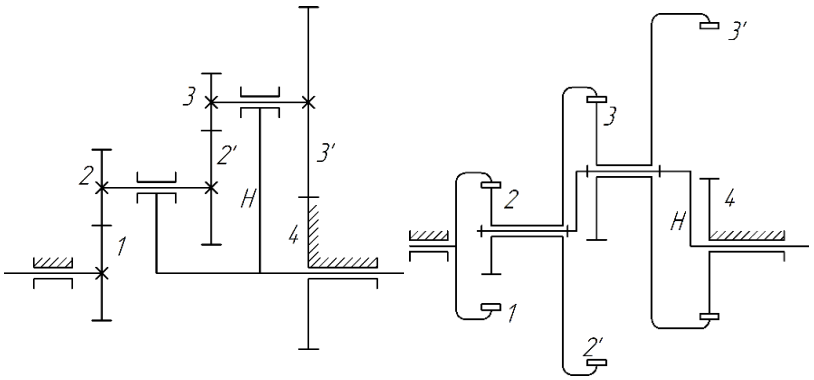
РГР №2 состоит из 3х задач по теме «Планетарные механизмы». Целью расчетно-графической работы является закрепление теоретического материала и приобретение навыков применения полученных теоретических знаний на практике. Графическая часть выполняется в CAD-программах.

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

Примеры типовых заданий:

$z_1 = 40;\ z_2 = 30,$
$z_{2'} = 50;\ z_3 = 25,\ z_4 = 65.$

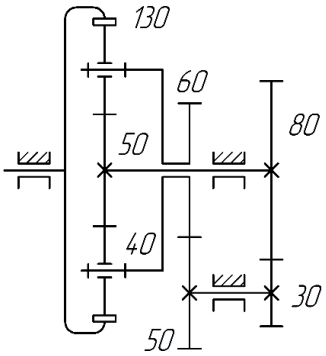
$z_1 = 80;\ z_2 = 30,$
$z_{2'} = 110;\ z_3 = 20,\ z_4 = 40.$

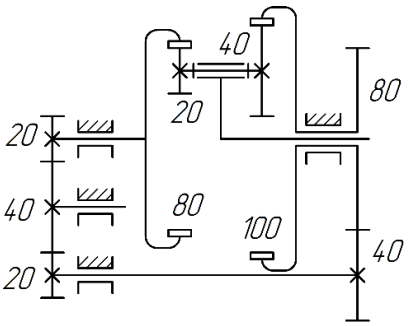


Вар. 1 Вар. 2.

Задача 2. Определить аналитически и графически передаточные отношения между валами дифференциала в механизме с замыкающей цепью. Числа зубьев колес указаны на схеме механизма.

Примеры типовых заданий:



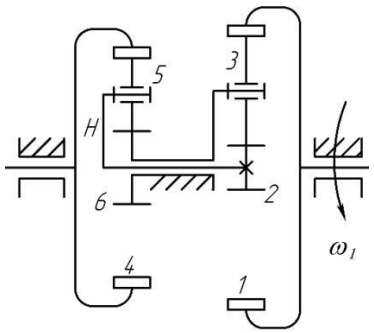


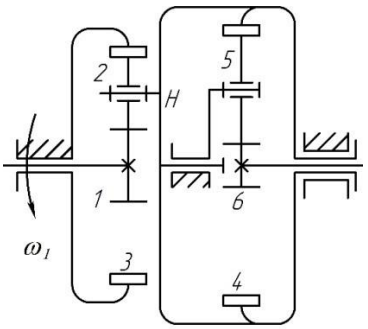
Вар. 1 Вар. 2.

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.

$z_1 = 100;\ z_3 = 40,\ z_4 = 80;$
$z_5 = 20, \omega_{дв} = \omega_4.$

$z_1 = 50;\ z_2 = 40,$
$z_6 = 30,\ z_4 = 80, \omega_{дв} = \omega_6.$





Вар. 1 Вар. 2.

Основаниями для снижения количества баллов на 0,5 б. являются:
- небрежное выполнение;
- задание сдано после контрольного срока;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках).

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.

Примеры заданий для контрольной работы

Тема «Структура, кинематика и динамика механизмов»

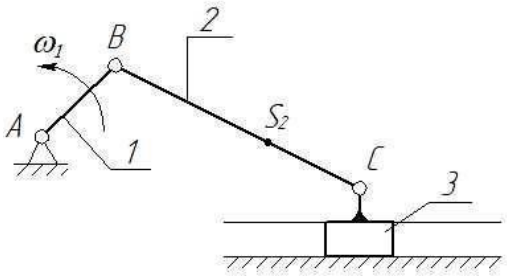
Вариант 1

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}=0.3l_2 мм,

m_1=2 кг, m_2=5кг, m_3=10кг,

I_{S2}=0.5 кг·м^2, ω_1=20 м/с

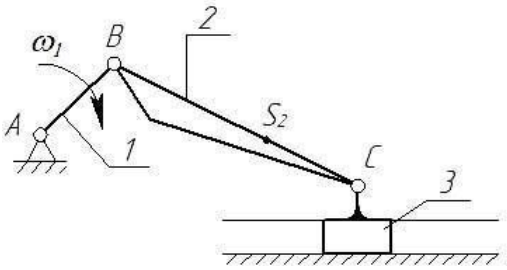
Вариант 2

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}=0.5l_2 мм,

m_1=2 кг, m_2=8кг, m_3=100кг,

I_{S2}=0.2 кг·м^2, ω_1=10 м/с

Тема «Зубчатые механизмы»

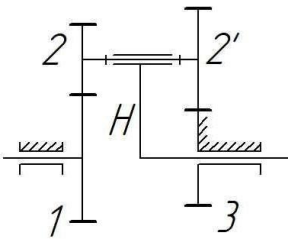
Задание 1. Рассчитать число степеней свободы механизма.

Задание 2. Определить передаточное отношение зубчатой передачи . Задание 3. Рассчитать толщину зуба по начальной окружности 2 колеса.

Дано:

z_1=30, z_2=46

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

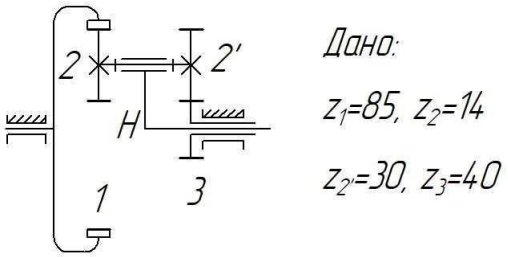


Вариант 3

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).



Контрольные работы могут быть проведены с использованием СДО Московского Политеха в виде контрольного тестирования с ограничением по времени 45 мин.

Оценка «отлично» за контрольную работу выставляется при 95% правильных ответов, «хорошо» - 75%.

При дистанционном проведении контрольной работы без службы прокторинга студент должен предоставить доступ к своему экрану и обеспечить видеосвязь.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование практической работы
1	Структура механизмов	Структурный анализ механизмов
2	Теория эвольвентного зацепления	Нарезание зубчатых колес методов обката
3	Планетарные механизмы	Исследование планетарного механизма

Отчет по практической работе должен содержать:

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

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета. Защита проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе или в форме тестирования на СДО Московского Политеха. 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

ТЕСТ

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

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

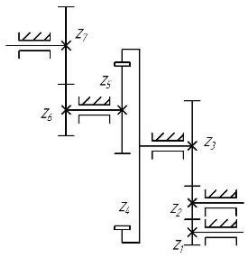
Выберите один ответ:

- ○ 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.

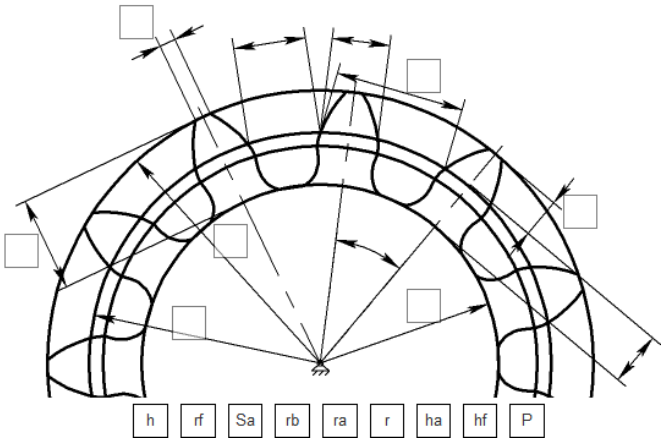


Ответ:

Вопрос 6

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

Расставьте размеры колеса



Письменный экзамен включает два теоретических вопроса и практическое задание. Для ответа на вопросы отводится 45 – 50 минут. Не допускается использование студентом конспектов лекций, учебников, мобильных телеонов или иных электронных устройств.

Перечень теоретических вопросов:

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.

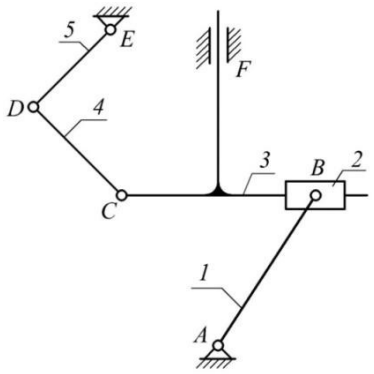
Раздел "Механизмы с высшими парами":

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.

Примеры практических заданий зачета

Задача №1

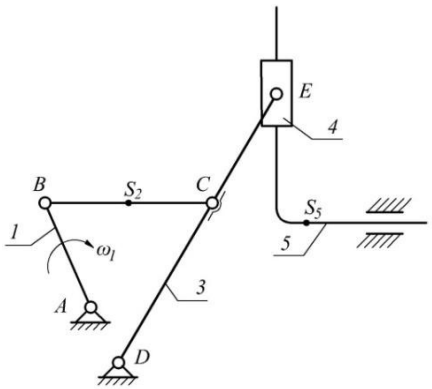
Провести структурный анализ механизма.



Задача №2

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

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



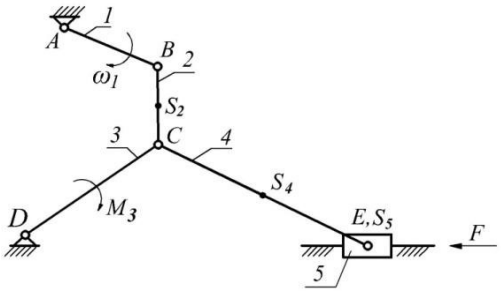
Задача № 3

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

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

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

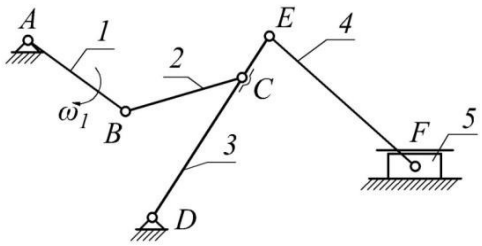
Определить: $I_{пр}, M_{пр} I_{пр}, M_{пр}$ (2 способа)



Задача №4

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

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 $\omega_H = 100\ c^{-1}$. Числа зубьев колес: $z_1 = 40; z_2 = 30, z_{2'} = 50; z_3 = 25, z_4 = 65.$

