Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.09.2025 15:04:34
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Московский политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
«Информационные технологии»
_____ / Д.Г. Демидов /
«__» _____ 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ»

Направление подготовки:
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Образовательная программа (профиль):
«Разработка инженерного программного обеспечения»

Год начала обучения:
2025

Уровень образования:
бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения:
очная

Москва, 2025

Разработчик(и):

Зав. кафедрой ТМиКМ, к.т.н., доц.  /Ю.И. Бровкина/

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Техническая механика и
компьютерное моделирование»,
к.т.н., доцент  /Ю.И. Бровкина/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3. Содержание дисциплины 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
   - 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 10
   - 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 15
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
   - 7.3. Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Основы проектирования 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.

Обучение по дисциплине «Основы проектирования механизмов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	
ПК-5. Способен проектировать и разрабатывать программные решения в области систем автоматизированного проектирования и другого инженерного программного обеспечения.	ИПК-5.1. Знает	механические системы, принципы функционирования и их назначение;
		принципы разработки электронных моделей, конструкторской документации с использованием САПР;
	ИПК-5.2. Умеет	использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для создания параметрических моделей деталей и сборочных единиц, конструкторской документации;

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.2.3.3 Модуль «Инженерные дисциплины».

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 «Основы проектирования механизмов» является логическим продолжением использования положений дисциплин «Математический анализ», «Компьютерная графика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Компьютерное проектирование деталей машин». Сюда следует отнести и большое число специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**		
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**		
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лабораторным занятиям	50	50
2.2	Работа в СДО	40	40
3	**Промежуточная аттестация**		
	экзамен		
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Трудоемкость, час		
		Всего	Аудиторная работа	Самостоятельная

			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	**работа**
	Раздел 1 «Структура механизмов».	20	2		6		13
	Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»	20	2		5		13
	Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»	20	2		5		13
	Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»	22	4		5		13
	Раздел 5 «Теория зацеплений»	24	4		5		13
	Раздел 6 «Планетарные механизмы»	20	2		5		13
	Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»	18	2		5		12
Итого		**144**	**18**		**36**		**90**

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.

3.4 Тематика практических занятий

3.4.1.Практические занятия
Не предусмотрены

3.4.2.Лабораторные занятия

1. Структурный анализ механизмов. Моделирование кинематической пары. 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.
2. Структурный анализ механизмов. 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.
3. Метрический синтез рычажных механизмов. Построение схемы механизма. Теорема Грасгоффа. Коэффициент изменения средней скорости. Понятие о масштабных коэффициентах. Определение основных размеров механизмов.
4. Метрический синтез рычажных механизмов. Крайние положения механизма. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. Определение основных размеров механизмов методами и средствами CAD-программ.
5. Моделирование рычажных механизмов в 3D. Основные операции в программах 3D моделирования для создания деталей рычажных механизмов. Библиотека стандартных деталей.
6. Моделирование рычажных механизмов в 3D. Сборка, анимация и фотореализм.
7. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Методы кинематического исследования: графо-аналитический, векторный и матричный. Аналоги скоростей и ускорений.
8. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ шарнирного четырехзвенника.
9. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ кривошипно-ползунного механизма.
10. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ кулисного механизма.
11. 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.
12. Динамический анализ и синтез механизмов. Выбор двигателя.
13. Динамический анализ и синтез механизмов. Балансировка вращающихся масс

14. Теория зубчатых зацеплений. ГОСТы на зубчатые передачи. Основные размеры зубчатых колес.
15. Теория зубчатых зацеплений. Расчет эвольвентой передачи при заданном (или свободном) межосевом расстоянии.
16. Теория зубчатых зацеплений. Нарезание методом обката зубчатых колес. Сборка передачи внешнего зацепления.
17. Теория зубчатых зацеплений. Моделирование процесса формообразования зубчатых колес в программе T-FLEX CAD. Анализ параметров колеса при смещении инструмента.
18. Теория зубчатых зацеплений. Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Блокирующий контур.
19. Теория зубчатых зацеплений. Построение модели зубчатого колеса в программах CAD-проектирования.
20. Теория зубчатых зацеплений. Создание 3D-сборки зубчатой передачи.
21. Ступенчатые механизмы. Кинематическое исследование ступенчатых зубчатых механизмов.
22. Ступенчатые механизмы. Проектирование и расчет.
23. Планетарные механизмы. Кинематическое исследование планетарных зубчатых механизмов.
24. Планетарные механизмы. Кинематическое исследование дифференциальных зубчатых механизмов.
25. Планетарные механизмы. Проектирование и расчет. Условия соосности и отсутствия заклинивания.
26. Планетарные механизмы. Проектирование и расчет. Условия сборки и соседства.
27. Механизмы машин. Особенности проектирования механизмов (сборок) в 3D.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

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

1. Онлайн-курс «Теория механизмов и машин» на платформе Открытое образование (авторы: С.С. Резников, Ю.И. Бровкина, М.В. Абрамчук) https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/MECHMACH/
2. Онлайн-курс «Теория механизмов и машин» на платформе СДО Московского Политеха https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=446
3. Онлайн-курс «Прикладная ТММ с применением CAE-программ. Структура и кинематика механизмов» на платформе СДО Московского Политеха https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=199
4. Онлайн-курс «Прикладная ТММ с применением CAE-программ. Эвольвентное зацепление. Ч1» на платформе СДО Московского Политеха https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=453

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. Лекционные занятия:

a. комплект электронных презентаций/слайдов,
b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная панель/доска/проектор)

2. Практические занятия:

a. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная панель/доска/проектор),
b. пакеты ПО (Microsoft Word, Excel, PowerPoint, T-Flex CAD, Kompas, Solid Works, MahtCad, MatLab),

c. аудитория ПК 523 *(Лаборатория «Механизмов и машин»)*, 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.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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 «Основы проектирования 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,
- средства Microsoft Office: Excel, Word, Powerpoint;
- онлайн-курсы;
- 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 «Основы проектирования 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.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 курсовой работы/проекта;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины, в т.ч. используя электронные образовательные онлайн-технологии;
- подготовка к лекционным занятиям;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

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.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль знаний может осуществляться с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС) или без нее по усмотрению преподавателя.

№	Наименование оценочного средства	Краткая характерстика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Проектная работа (ПР)	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	Лабораторная работа (ЛР)	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 лр, вопросы для защиты
3	Контрольная работа (Кр)	Средство проверки умений применять полученные знания посредством решения задач по определенной теме или разделу.	Пример типового задания контрольной работы
4	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»	Примеры тестовых заданий

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся 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.

Промежуточная аттестация при применении балльно-рейтинговой системы (БРС) проводится по результатам выполнения всех видов учебной нагрузки, предусмотренной учебным планом и по количеству баллов, набранных обучающимся.

При несогласии студента с оценкой, полученной по результатам БРС он имеет право в день промежуточной аттестации пройти аттестацию в виде письменного экзамена или компьютерного тестирования в системе СДО Московского Политеха.

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Более **90** б, набранных по БРС 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. или Более **95%** правильных ответов в итоговом тесте
Хорошо	Более **80** б, набранных по БРС 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. или Более **85%** правильных ответов в итоговом тесте
Удовлетворительно	Более **65** б, набранных по БРС

	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. Или Более **70%** правильных ответов в итоговом тесте
Неудовлетворительно	Менее **65** б, набранных по БРС Не выполнен не один из видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей. Или Менее **70%** правильных ответов в итоговом тесте

7.3 Оценочные средства

Балльно-рейтинговая система[1]

№	Вид деятельности	max балл	Примечание
1	Работа в СДО	**10**	Прохождение лекций и тестов на платформе СДО с ведением конспекта: «10 б» - при прохождении более 90% лекций и промежуточных упражнений, «5 б» – при выполнении более 60% лекций и промежуточных упражнений.
2	Лабораторные работы	**54**	При выполнении всех требований к практическим работам. Баллы начисляются за каждую практическую работу отдельно
3	Проектная работа	**36**	«10 б» при выполнении задания в срок, «5 б» при выполнении задания с опозданием на 1-2 недели и более.

[1] Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине «Теория механизмов и машин» утверждена на заседании кафедры «Техническая механика» 07.10.2020.

4*	Дополнительные баллы	**max 20***	Дополнительные баллы могут начисляться за решение задач повышенной сложности, подготовку к олимпиадам, за научно-исследовательскую работу, выполнение дополнительных заданий.
5*	Итоговое тестирование (при несогласии студента с оценкой по системе БРС с целью повышения балла)	**max 20***	20 б - более 95% правильных ответов в тесте 15б - более 80% правильных ответов в тесте 10б - более 65% правильных ответов в тесте
Итого баллов		**100** (без учета п.4)	

*Дополнительные баллы могут начисляться за решение задач повышенной сложности (до 20б), подготовку к олимпиадам (до 20б), за научно-исследовательскую работу (до 50б), за реферат по тематике «Проектирование современных машин» (до 20б), выполнение дополнительных заданий (до 10б), а также за активную работу на семинарах (до 10б), прохождение онлайн-курса «Теория механизмов и машин» на сайте «Открытое образование» www.openedu.ru (15б). Дополнительные задания согласовываются с преподавателем.

7.3.1. Текущий контроль

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

Темы 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

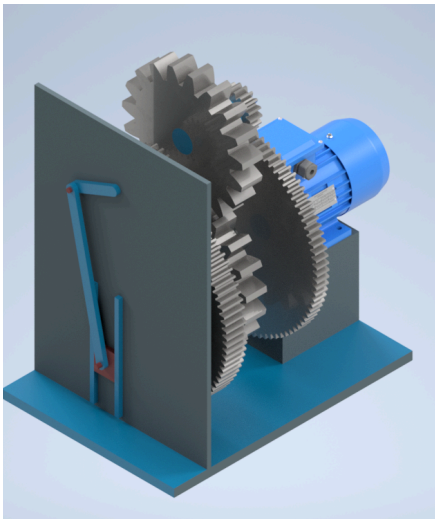
Задание №28 Механизм резьбонакатного станка

Трудоемкость выполнения проекта – 40 час.

Проект включает в себя: пояснительную записку, 3D модель (сборка и детали), чертежи отдельных элементов механизмов, фото сборки, видео работы механизма.

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

I. Титульный лист
II. Задание на проект.
III. Проектирование механизмов станка (1 лист).
1. Исполнительный (рычажный механизм).
2. Передаточный механизм (редуктор)
3. Двигатель

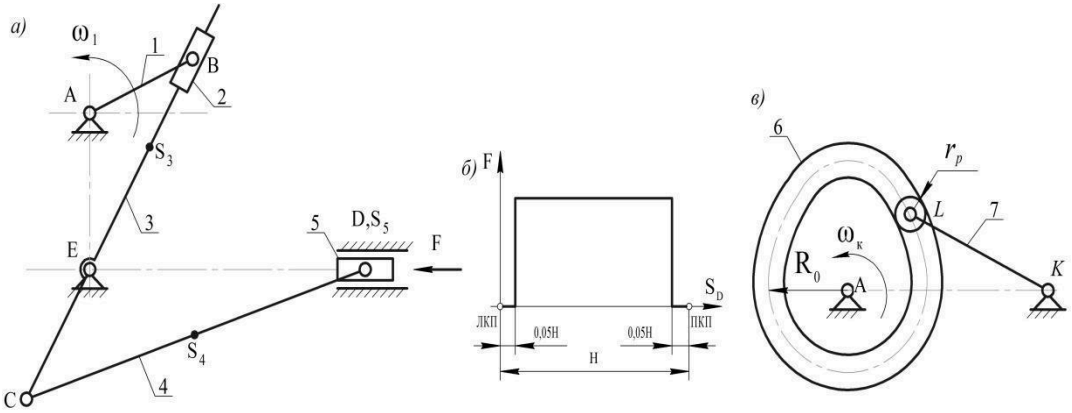


В пояснительной записке приводятся все необходимые расчеты к графической части, соблюдая требования ЕСКД к оформлению технической документации.

Графическая часть выполняется в программе параметрического моделирования T-FLEX CAD, компас 3D, Solid Works, Autodesk Inventor

Пример типового задания:

МЕХАНИЗМ ПОЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА С КАЧАЮЩЕЙСЯ КУЛИСОЙ



	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	5
	Длина кривошипа 1	м	$?_1$	0,115	0,11	0,1	0,12	0,125	0,13	0,135	0,12	0,1
	Расстояние между осями	м	$?_{AE}$	0,26	0,25	0,27	0,265	0,275	0,28	0,28	0,27	0,2
	Длина рычага кулисы	м	$?_{EC}$	0,15	0,16	0,155	0,17	0,165	0,175	0,15	0,18	0,1
	Длина шатуна 4	м	$?_4$	0,45	0,43	0,42	0,44	0,41	0,4	0,44	0,42	0,4
	Положение центра масс кулисы 3	м	$?_{ES3}$	0,16	0,17	0,175	0,185	0,188	0,19	0,17	0,2	0,1
	Положение центра масс шатуна 4		$?_{CS4}$	$?_{CS4}$=0,5 $?_{CD}$								
	Масса кулисы 3	кг	m_3	8	9	10	7	6	9	8	7	1
	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	2
	Момент инерции 3	кгм^2	I_{S3}	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,04	0,02	0,0
	Момент инерции 4	кгм^2	I_{S4}	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,07	0,03	0,0
	Сила резания	Н	F	1500	1600	1700	2000	1400	1600	2050	2100	20
	Коэффициент неравномерности		δ	1/12	1/15	1/14	1/20	1/18	1/25	1/22	1/20	1/2
	Приведенный момент инерции звеньев	кг м^2	$I_{пр.const}$	8,7	11,4	16,5	25	13,6	24	41	18	3
Для зубчатого механизма	Число зубьев шестерни		z_1	10	10	10	10	10	10	14	14	1
	Число зубьев колеса		z_2	19	11	12	13	14	15	17	18	1
	Модуль	мм	m	2	3	4	5	6	8	3	5	4
	№схемы планетарного механизма			128	129	130	131	84	85	142	86	8
Для кулачкового механизма	Длина толкателя	м	$?_{KL}$	0,1	0,115	0,125	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,1
	Угловой ход толкателя	град	φ_{max}	25	29	31	35	35	38	30	28	2
	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	17
	Фаза верхнего выстоя	град	$\varphi_{вв}$	25	25	30	30	35	40	30	25	2
	Фаза опускания	град	$\varphi_о$	60	70	80	90	95	90	80	65	6
	Радиус ролика	м	$r_р$	0,008	0,01	0,012	0,012	0,015	0,015	0,011	0,009	0,0

Оценка степени достижения обучающимся планируемых результатов по проекту проводится преподавателем или группой преподавателей в составе 2-3 человек методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по курсовому проекту выставляется балл по БРС.

По решению преподавателя типовое задание на проект может быть заменено научно-исследовательской работой или решением инженерных задач при выполнении конкретных исследований механизмов.

Шкала оценивания	**Описание**
36 баллов	1. Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 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. 3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. 4. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта. Графическая часть выполнена на высоком уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения проекта
25 баллов	1. Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Имеются недочеты в оформлении проекта. Графическая часть выполнена на хорошем уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения проекта

15 баллов	1. Исследование выполнено самостоятельно, но не содержит элемента новизны. 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. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Имеются недочеты в оформлении проекта. Графическая часть выполнена на удовлетворительном уровне, в соответствие со стандартами ЕСКД. 5. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы. 6. Соблюдены сроки выполнения курсового проекта
0 баллов	Выполнено менее 50% требований к проекту. Студент демонстрирует отсутствие требуемых знаний, умений и навыков.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
1.	Структурный анализ механизмов.	Моделирование кинематической пары. 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.	2
2.		Структура плоских рычажных механизмов по	2

		Ассуру. Условие группы Ассура, разновидности групп Ассура. Основные виды рычажных механизмов: кривошипно-коромысловый, кривошипно-кулисный, кривошипно-ползунный; синусный, тангенсный. Направляющие механизмы.	
3.	Метрический синтез рычажных механизмов.	Построение схемы механизма. Теорема Грасгоффа. Коэффициент изменения средней скорости. Понятие о масштабных коэффициентах. Определение основных размеров механизмов.	2
4.		Крайние положения механизма. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. Определение основных размеров механизмов методами и средствами CAD-программ.	1
5.	Моделирование рычажных механизмов в 3D	Основные операции в программах 3D моделирования для создания деталей рычажных механизмов. Библиотека стандартных деталей.	1
6.		Сборка, анимация и фотореализм.	2
7.	Кинематическое исследование рычажных механизмов	Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Методы	1

		кинематического исследования: графо-аналитический, векторный и матричный. Аналоги скоростей и ускорений.	
8.		Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ шарнирного четырехзвенника.	2
9.		Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ кривошипно-ползунного механизма.	1
10.		Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD. Анализ кулисного механизма.	2
11.	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.	2
12.		Выбор двигателя.	1
13.		Балансировка вращающихся масс	1

14.	Теория зубчатых зацеплений.	ГОСТы на зубчатые передачи. Основные размеры зубчатых колес.	2
15.		Расчет эвольвентой передачи при заданном (или свободном) межосевом расстоянии.	2
16.		Нарезание методом обката зубчатых колес. Сборка передачи внешнего зацепления.	2
17.		Моделирование процесса формообразования зубчатых колес в программе T-FLEX CAD. Анализ параметров колеса при смещении инструмента.	2
18.		Качественные показатели работоспособности зубчатых передач. Блокирующий контур.	2
19.		Построение модели зубчатого колеса в программах CAD-проектирования.	2
20.		Создание 3D-сборки зубчатой передачи.	2
21.	Планетарные механизмы.	Ступенчатые механизмы. Кинематическое исследование ступенчатых зубчатых механизмов.	2
22.		Ступенчатые механизмы. Проектирование и расчет.	2
23.		Планетарные механизмы. Кинематическое исследование планетарных зубчатых механизмов.	2
24.		Планетарные механизмы. Кинематическое исследование	2

		дифференциальных зубчатых механизмов.	
25.		Планетарные механизмы. Проектирование и расчет. Условия соосности и отсутствия заклинивания.	1
26.		Планетарные механизмы. Проектирование и расчет. Условия сборки и соседства.	1
27.		Механизмы машин. Особенности проектирования механизмов (сборок) в 3D.	1
		Итого:	36

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

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

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. 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
Выполнение /обработка лр	**0,5**	**0,5**
Подготовка отчета	**0,5**	**1**
Защита ЛР	**0,5**	**0,5**

ИТОГО:	**1,5**	**2**

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 лабораторных работ:

ЛР «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»?

ЛР «Балансировка вращающихся масс»:

1. Какова роль сил инерций в механизме?
2. Что такое ротор?
3. В каком случае механизм или машина считаются уравновешенными?
4. Что такое неуравновешенность и каковы ее вредные последствия?
5. Как производимся статическое уравновешивание?
6. Как производимся динамическое уравновешивание?
7. Что такое полное уравновешивание?
8. Что такое дисбаланс?

ЛР «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?

ЛР «Моделирование процесса формообразования зубчатого колеса в программе T-FLEX CAD»:

1. С помощью какой команды можно смоделировать процесс нарезания?
2. Как изменить смещение , нарезаемого колеса?
3. Как зависит толщина зуба от смещения?
4. Какие методы контроля зубьев вы знаете?

ЛР «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?

Пример отчета по лабораторной работе

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 компьютерном классе. Все построения в программе T-FLEX.

Примеры заданий для контрольной работы

Тема «Структура, кинематика и динамика механизмов»

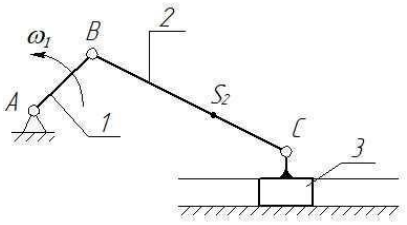
Вариант 1

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

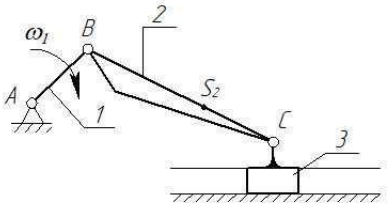
Вариант 2

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

Шкала оценивания и критерии оценки:

Задание 1 – «1 б», задание 2 – «2 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: 5 баллов

Тема «Зубчатые механизмы»

Задание 1. Рассчитать число степеней свободы механизма.

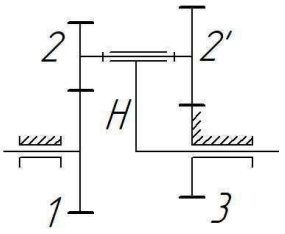
Задание 2. Определить передаточное отношение зубчатой передачи U_{H1} .

Задание 3. Рассчитать толщину зуба по начальной окружности 2 колеса.

Дано:

z_1=30, z_2=46

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

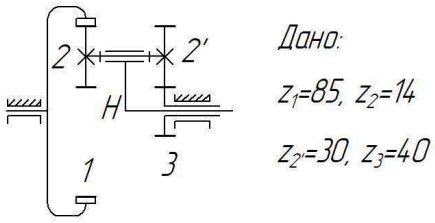


Вариант 2

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).



Шкала оценивания и критерии оценки:

Задание 1 – «1 б», задание 2 – «1,5 б», задание 3 – «1,5 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: 5 баллов

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ.

Перечень теоретических вопросов:

8. 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.

9. 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.

10. 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).

11. 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?

12. 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.

13. 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.

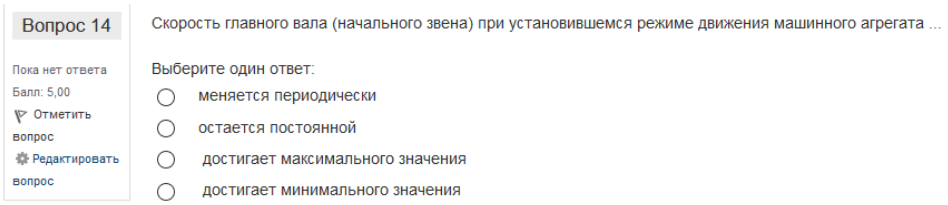
14. Аналитически определить координаты центрового профиля кулачка с качающимся роликовым толкателем.

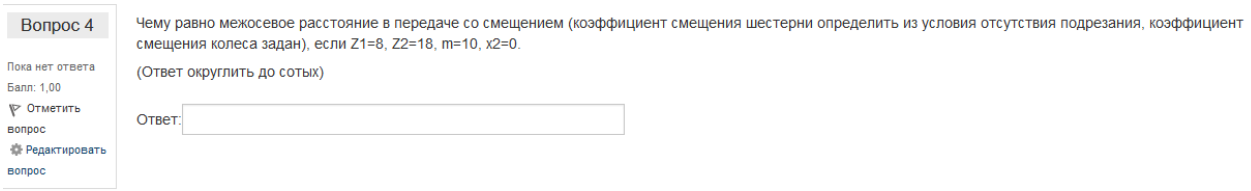
15. Аналитически определить координаты профиля дискового кулачка с поступательно движущимся плоским толкателем.

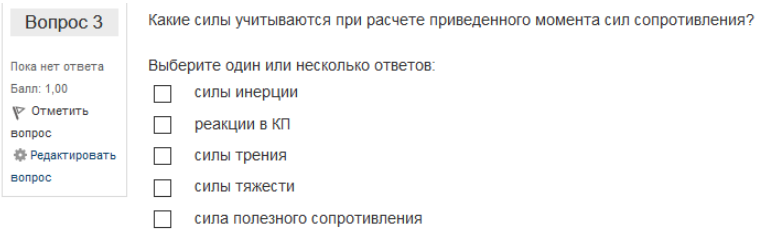
16. Спрофилировать кулачок с учетом упругости звеньев.

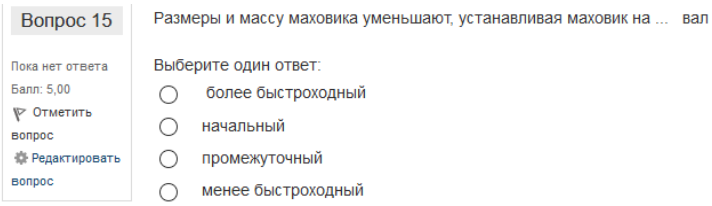
Пример теста для промежуточной аттестации

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 5

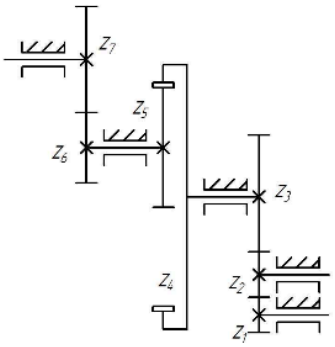
Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

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



Ответ:

Вопрос 6

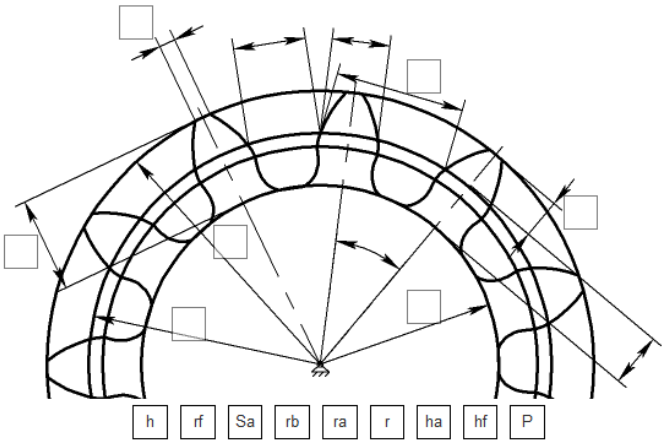
Осталось попыток: 1

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Расставьте размеры колеса



До экзамена допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы и защитившие проектную работу.