Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 11:50:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Е.В. Сафонов

«13» января 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

«Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ»
набор 2022 г.

Направление подготовки:

27.03.05 "Инноватика"
Профиль: "Аддитивные технологии"

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика"
Профиль: "Аддитивные технологии"

Программу составил:

Доц., к.т.н. / Бровкина Ю.И./

Программа дисциплины «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» по направлению подготовки 27.03.05 "Инноватика"
Профиль: "Аддитивные технологии"
утверждена на заседании кафедры «Техническая механика и компьютерное моделирование»

«02» июня 2022 г., протокол № 11

Заведующая кафедрой
Доц., к.т.н. / Бровкина Ю.И. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы

/Петров П.А./

«08» июля 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

Председатель комиссии /Васильев А.Н./

«13» 09 2022 г., протокол № 11-22

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» является:

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

2. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» относится к блоку Б1 "Базовая часть". 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 «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» является логическим продолжением использования положений дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Инженерная графика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Детали машин и основы конструирования» и «Основы взаимозаменяемости». Сюда следует отнести и большое число специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

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

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

Код компетенции	Индикатор	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2.	Способен формулировать задачи профессиональной	ИОПК-2.1. Знает принципы построения и структуру автоматизированных систем

	деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	проектирования; современные средства автоматизации; основные направления применения компьютерной техники и информационных технологий в решении задач управления инновационными проектами в области аддитивных технологий; ИОПК-2.2. Умеет ориентироваться в основных задачах моделирования; выбирать программное обеспечение для решения конкретных задач моделирования; применять основные законы естественнонаучных дисциплин и методы математического анализа для теоретического моделирования технических систем и обработки результатов экспериментальных исследований; ИОПК-2.3. Владеет навыками использования компьютеров как элементов системы подготовки производства и управления проектами, современными методами математического анализа и моделирования, чтобы эффективно решать исследовательские и технические вопросы в области аддитивных технологий;
ОПК-7	Способен использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	ИОПК-7.1 Демонстрирует знание принципов современных информационных технологий; ИОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности в области управления проектами в сфере аддитивных технологий; ИОПК-7.3 Использует современные пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач управления работами по инновационным проектам в области аддитивных технологий; ИОПК-7.4 Использует базы данных для решения инженерно-технических задач планирования и управления работами по инновационным проектам

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

Знать: составные элементы механизмов, являющиеся основой их общности и единства; структурные схемы реальных механизмов и их кинематические и

динамические свойства; аналитические и графоаналитические методы структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов;

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

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

4. Структура и содержание дисциплины.

Дисциплина читается в 6 (шестом) семестре.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 ч): 108 академических часа и 72 часов - самостоятельная работа.
Количество недель в семестре 18.
Лекции 36 часов.
Практические занятия 54 часов.
Лабораторные работы 18 часов.
Форма контроля – экзамен.

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

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины.

Раздел 1 «Структура механизмов»

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

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

Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»

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

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

Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»

Лекция 5. Кинематический анализ: задачи, допущения. Метод кинематического исследования - определение положений и перемещений звеньев, определение крайних

положений. Два способа разложения движения, применяемые в ТММ, кинематика шарнирных механизмов, теорема о подобии.

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

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

Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»

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

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

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

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

Раздел 5 «Теория зубчатых зацеплений»

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

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

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

Раздел 6 «Планетарные механизмы»

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

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

Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»

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

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

4.2. Содержание практических занятий.

1. Определение основных размеров в механизме аналитическим способом.
2. Определение основных размеров в механизме графическим способом
3. Определение координат выходного звена в пространственных механизмах.
4. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением параметрического моделирования в программе T-FLEX CAD.
5. Кинематическое исследование рычажных механизмов с применением элементов программирования в программе MathCad
6. Кинематическое исследование простых зубчатых механизмов.
7. Кинематическое исследование планетарных механизмов
8. Кинематическое исследование дифференциальных механизмов
9. Кинематическое исследование дифференциала с замыкающей цепью
10. Силовой расчет рычажных механизмов (графический метод)
11. Силовой расчет рычажных механизмов (аналитический метод)
12. Силовой расчет с учетом сил трения
13. Расчет эвольвентой передачи при заданном межосевом расстоянии.
14. Расчет эвольвентной передачи при свободном межосевом расстоянии
15. Определение показателей качества. Блокирующий контур.
16. Расчет приведенного момента инерции механизма
17. Определение приведенного момента сил механизма
18. Определение закона изменения угловой скорости начального звена.
19. Коэффициент неравномерности движения.
20. Выбор двигателя.
21. Определение основных размеров кулачкового механизма.
22. Силовой расчет механизмов с высшей парой.
23. Расчет жесткости пружины в кулачковых механизмах.
24. Синтез планетарных механизмов.
25. Уравновешивание механизмов.
26. Расчет мальтийских механизмов.
27. Расчет храповых механизмов.

4.3. Содержание лабораторных работ.

1. Структурный анализ механизмов.(4ч)
2. Балансировка вращающихся масс (4ч)
3. Нарезание методом обката зубчатых колес. (2ч)
4. Моделирование процесса формообразования зубчатых колес в программе T-FLEX CAD (4ч).
5. Исследование планетарных механизмов(4ч).

4.4. Примерные темы курсового проекта.

Механизмы зубодолбежного станка.
Механизмы горизонтально-ковочной машины.

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лекциям, выполнение расчетно-графических работ, подготовку к лабораторным работам, составление отчета по

лабораторной работе, а также самостоятельное изучение некоторых разделов курса с оформлением конспекта или подготовкой презентации.

Темы для самостоятельного изучения:

Раздел 1 «Структура механизмов»

Механизмы манипуляторов.

Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов»

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

Раздел 3 «Кинематический анализ механизмов»

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

Раздел 4 «Динамический анализ и синтез механизмов»

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

Раздел 5 «Теория зубчатых зацеплений»

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

Раздел 7 «Механизмы с высшими парами»

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

5. Образовательные технологии

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

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

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 60% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют: 33% от объема аудиторных занятий.

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

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

Для оценки знаний по теоретическому курсу обучающихся применяется балльно-рейтинговая система (БРС). При начислении баллов учитываются: посещение лекций, выполнение заданий практических занятий, лабораторных работ, РГР. При начислении баллов учитываются качество и сроки выполнения заданий.

Выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию для каждого обучающегося. Курсовой проект представляет собой работу, посвященную проектированию и исследованию конструкции ряда машин и механизмов, предусматривающую реализацию теоретических и практических навыков обучающихся по направлению обучения.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении 3, где приведены образцы заданий расчетно-графических работ, заданий курсового проекта, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-2.	Способностью формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)
ОПК-7	Способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам

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

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

Перечень компетенций	Виды занятий						Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР	КП	СРС	
ОПК-2	+	+	+		+	+	Защита курсового проекта Лекции Практические занятия. Устный опрос данной группы. Лабораторные работы. РГР
ОПК-7		+	+		+	+	Защита курсового проекта. Практические занятия. Устный опрос данной группы. Лабораторные работы. РГР

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

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

ОПК-2 Способностью формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин свободно оперирует приобре-тенными знаниями

		переносе на новые ситуации.		
уметь: формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
владеть: задачами профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет задачами профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических,	Обучающийся владеет задачами профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических,	Обучающийся частично владеет задачами профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и	Обучающийся в полном объеме владеет задачами профессиональной деятельности на основе

математических, технических и естественно-научных дисциплин	технических и естественно-научных дисциплин	технических и естественно-научных дисциплин в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	естественно-научных дисциплин навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

ОПК-7 Способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проекта, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях.	инновационным проектам свободно оперирует приобретенными знаниями
уметь: использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности

владеть: Способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	Обучающийся владеет способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично владеет способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся в полном объеме владеет способностью использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, набравшие 50 и более баллов по результатом работы в семестре, т.е. выполнившие все виды учебной работы,

предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» – прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные и расчетно-графические работы, выполнили и защитили курсовой проект.

Описание начисления баллов за каждый вид учебной деятельности отображено в ФОС.

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература.

Учебники:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин, М., «Альянс», 2011 г., 640с.
2. Бровкина Ю.И., Резников С.С др. Теория механизмов и машин: в вопросах и ответах// учебное пособие для вузов. М: Курс, 2020.– 228 с.

3. Соболев А.Н., Бровкина Ю.И. и др. Теория механизмов и машин. Лабораторный практикум. – М: Курс: ИНФРА-М., 2018. – 160 с.

Методические указания:

1. Дмитриева Л.Н.. Вуколова Г.С. Динамическое исследование механизма - Метод. указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. - М.: МГТУ «МАМИ», 2007.
2. Бровкина Ю.И. Параметрический синтез механизмов в системе .T-Flex Cad/- Метод.указ. к курсовому проектированию по теории механизмов и машин, 2020 (электронное издание)
3. 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.
4. 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.
5. Абузов В.И., Балабина Т.А. и др. Задания на курсовой проект по курсу «Теория механизмов и машин» для студентов всех специальностей очного, очно-заочного и заочного отделений, IV выпуск. - М.: МГТУ «МАМИ», 2011.

б) 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.
3. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Теория механизмов и машин: учебник для вузов. - М.: Издательство ООО "Компания Дельта М", 2016. - 268 с.
4. Гущин В.Г. и др. Проектирование механизмов и машин. Учебное пособие. М.: Старый Оскол, ТНТ, 2020. – 488 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

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

Для набора формул при оформлении пояснительных записок рекомендуется использовать редактор формул Microsoft Equation 3.0.

Для выполнения рисунков и чертежей рекомендуется использовать программный комплекс T-FLEX CAD

Перечень информационных систем:

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

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

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

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

https://openedu.ru/

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

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

11. **Программный комплекс параметрического моделирования T-FLEX CAD 16 (учебная версия).**

Необходимое программное обеспечение для выполнения курсового проекта, некоторых видов лабораторных работ, домашних заданий. Бесплатная учебная версия программы содержит все необходимые функции.
http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/

12. **Платформа цифрового образования московского политехнического университета**
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=199
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=453

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
a. комплект электронных презентаций/слайдов,
b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная панель)
2. Практические занятия:
a. компьютерный класс ПК-523,
b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная панель),
c. пакеты ПО общего назначения (Microsoft Word, Excel, PowerPoint),
d. специализированное ПО: T-FLEX CAD 16, MatCad
3. Лабораторные работы:
a. аудитория ПК-523 *(Лаборатория «Теория 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 (лабораторные работы 1, 2, 4-6).
b. компьютерный класс с установленным программным комплексом студенческая версия T-FLEX CAD 16 (лабораторная работа 3)
c. шаблоны отчетов по лабораторным работам.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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

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

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

Задачи самостоятельной работы студента:

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

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсового проекта;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины, в т.ч. используя электронные образовательные онлайн технологии;

- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим работам
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовка отчетов по лабораторным работам;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

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

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомедации
Раздел *1*. «Структура механизмов»			
Подготовка к лекциям №. 1, 2	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*0,5*	Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы.
Подготовка к лабораторной работе «Структурный анализ механизмов»	Изучение теоретического материала	*0,5*	См. описание лабораторной работы
Оформление отчета по лабораторной работе	Отчет должен содержать графическую и расчетные части, согласно заданию на лабораторную работу.	*1,5*	Графическая часть отчета выполняется в T-FLEX CAD
Итого по разделу *1*		*2,5* **часов**	
Раздел 2. «*Синтез рычажных механизмов*»			
Подготовка к лекции № 3	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*1,5*	Для подготовки рекомендуется использовать информационные источники, указанные в п. 7 данной рабочей программы.
Итого по разделу 2		*1,5* **часов**	
Раздел *3*. «*Кинематический анализ механизмов*»			
Подготовка к лекции № 4	Повторение материала из курса «Теоретическая механика». Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*2,5*	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы
Выполнение расчетно-графической работы «Кинематическ	Выполнить кинематический анализ двух механизмов: рычажного и зубчатого графо-аналитическим и аналитическим методами.	*6*	Графическая часть выполняется в T-FLEX CAD. Аналитическое решение для рычажного механизма

ий анализ механизмов»			выполняется в MatCad
И т.п.			
Итого по разделу *3*		*8,5* **часов**	
Раздел *4*. «Динамический анализ и синтез механизмов»			
Подготовка к лекции № 5,6	Повторение материала из курсов «Теоретическая механика», «Высшая математика». Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*1,5*	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы
Подготовка к лабораторной работе «Балансировка вращающихся масс»	Изучение теоретического материала	*0,5*	См. описание лабораторной работы
Оформление отчета по лабораторной работе «Балансировка вращающихся масс»	Отчет должен содержать графическую и расчетные части, согласно заданию на лабораторную работу.	*1,5*	Графическая часть отчета выполняется в T-FLEX CAD
Выполнение 1 листа курсового проекта «Комплексное исследование рычажного механизма»	Определение основных размеров механизма по заданным характеристикам. Кинематический расчет механизма за 1 оборот кривошипа. Определение реакций в кинематических парах за 1 оборот кривошипа (без учета трения). Определение уравновешивающей силы 2-мя способами. Определение приведенного момента инерции и приведенного момента сил за 1 оборот начального звена для режима установившегося движения. Определение колебаний угловой скорости. Выбор двигателя. Расчет момента инерции маховика. Определение углового ускорения кривошипа	*10*	Методические рекомендации к выполнению курсового проекта
Итого по разделу *4*		*13,5* **часов**	
Раздел 5. «*Теория зубчатых зацеплений*»			
Подготовка к лекции № 7	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*1,5*	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы
Подготовка к лабораторной работе «Нарезание методом обката	Изучение теоретического материала	*0,5*	См. описание лабораторной работы

зубчатых колес»			
Оформление отчета по лабораторной работе «Нарезание методом обката зубчатых колес»	Отчет должен содержать графическую и расчетные части, согласно заданию на лабораторную работу.	*1,5*	Графическая часть отчета выполняется в T-FLEX CAD
Подготовка к лабораторной работе «Моделирование процесса формообразования зубчатых колес в программе T-FLEX CAD»	Изучение теоретического материала	*0,5*	См. описание лабораторной работы
Оформление отчета по лабораторной работе «Моделирование процесса формообразования зубчатых колес в программе T-FLEX CAD»	Отчет должен содержать графическую и расчетные части, согласно заданию на лабораторную работу.	*1,5*	Графическая часть отчета выполняется в T-FLEX CAD
Выполнение 2 листа курсового проекта «Синтез эвольвентного зацепления»	Расчет геометрических параметров зубчатой передачи в программе T-Flex CAD. Графическое построение зацепления шестерни и инструментальной рейки. Графическое построение сборочного чертежа эвольвентой зубчатой передачи. Расчет основных показателей качества зацепление: определение коэффициента перекрытия, коэффициента удельного давления, коэффициентов удельного скольжения и построение эпюр. Определение основных размеров для контроля зубьев.	*10*	Методические рекомендации к выполнению курсового проекта
Итого по разделу *5*		*15,5* **часов**	
Раздел 6. «Планетарные механизмы»			
Подготовка к лекции № 8	Повторение материала из разделов 3 и 5 данного курса.	*0,5*	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы
Подготовка к	Изучение теоретического материала	*0,5*	См. описание

лабораторной работе			лабораторной работы
Оформление отчета по лабораторной работе «Исследование планетарных механизмов»	Отчет должен содержать графическую и расчетные части, согласно заданию на лабораторную работу.	1,5	Графическая часть отчета выполняется в T-FLEX CAD
Выполнение 3 листа курсового проекта «Проектирование планетарного механизма»	Подобрать схему планетарного механизма по заданным значениям КПД и передаточного отношения. Подобрать числа зубьев. Выполнить проверку спроектированного механизма по условиям сборки, соосности, соседства. Выполнить чертеж спроектированной передачи.	10	Методические рекомендации к выполнению курсового проекта
Выполнение расчетно-графической работы «Кинематический анализ планетарных механизмов»	Определение передаточного отношения планетарных механизмов различной конфигурации, в т.ч. механизмов с замыкающей цепью двумя способами: графически и аналитически.	6	Графическая часть выполняется в T-FLEX CAD
Итого по разделу *6*		*18,5* **часов**	
Раздел *7. «Механизмы с высшими парами»*			
Подготовка к лекции № 9	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы	*2*	Самостоятельное изучение вопросов, указанных в 4.5. данной рабочей программы
Выполнение 4 листа курсового проекта «Профилирование кулачкового механизма»	Построение кинематических диаграмм заданного кулачкового механизма. Определение основных размеров. Профилирование кулачка. Построение графика углов давления.	*10*	Методические рекомендации к выполнению курсового проекта
Итого по разделу 7		*12* **часов**	

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

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

Во время самостоятельной работы над изучением материалов дисциплины «Прикладная теория механизмов с применение CAE-программ», студенты должны пользоваться материалами приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы. Для самостоятельной работы студентов имеются аудитория ПК 523 вместимостью на 27 человек соответственно.

10. Методические рекомендации для преподавателя

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

При подготовке дисциплины «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» 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,
- программный комплекс параметрического моделирования T-FLEX CAD;
- математический расчетный комплекс MATCAD;
- средства Microsoft Office: Excel, Word, Powerpoint;
- онлайн-курс «Теория механизмов и машин» на платформе «Открытое образование»;
- ЭОР «Прикладная ТММ с применением CAE-систем» Московского политехнического университета;
- методические указания для выполнения курсового проекта и лабораторных работ.

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

Тестирование по разделам дисциплины проводится с помощью платформы цифрового образования Московского политехнического университета. Баллы формируются автоматически и переводятся в систему оценок преподавателем в соответствии со шкалой оценивания.

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 (расчетно-графические работы, лабораторные работы, проекты, и пр.) являются важной частью промежуточной аттестации по дисциплине «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ».

Допуск обучающегося к выполнению лабораторной работы происходит при условии наличия у обучающегося печатной версии титульного листа отчета по лабораторной работе в

форме тестирования (список из 10 тестовых вопросов выдается на занятии, время на ответ – 10 минут). Баллы начисляются в соответствиями правил БРС.

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.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена и дифференцированного зачета (курсовой проект), что позволяет оценить достижение результатов обучения по дисциплине.

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

Приложения к рабочей программе:

1. Структура и содержание дисциплины «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ».
2. Аннотация программы дисциплины
3. Фонд оценочных средств.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины **"Прикладная ТММ с применением CAE-программ"**
по направление подготовки бакалавров
27.03.05 "Инноватика"
Профиль: "Аддитивные технологии»

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

Раздел 2 «Синтез рычажных механизмов» Метрический синтез рычажных механизмов. Теорема Грассгофа. Коэффициент изменения средней скорости. Построение схемы механизма. Понятие о масштабных коэффициентах. Определение основных размеров механизмов. Крайние положения механизма. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры, основные и дополнительные условия, целевые функции. Метрический синтез механизмов. *Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ: случайный поиск, направленный поиск, штрафные функции, локальный и глобальный минимумы, комбинированный поиск. Синтез механизмов по методу приближенных функций. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву, интерполирование, квадратичное приближение функций, наилучшее приближение функций.*	**6**	**3-4**	**4**	**8**		**1,5**								
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. Методы кинематического исследования: графо-аналитический, векторный и матричный. Аналоги скоростей и ускорений. Примеры кинематического исследования рычажных механизмов. *Кинематическое исследование пространственных механизмов замкнутой и разомкнутой структуры.* Передаточное отношение зубчатых механизмов с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые передачи внешнего и внутреннего	**6**	**5-7**	**6**	**10**		**8,5**				**РГР 1**				

зацепления; многоступенчатые передачи, червячные и конические передачи. *Кинематическое исследование манипуляторов.*														
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. Силовой расчет двухповодковых групп Ассура и начального звена. Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского, теорема о рычаге, пример использования рычага Жуковского. Трение в механизмах, самоторможение. Силовой расчет механизмов с учетом трения в кинематических парах (с примером). КПД механизмов (цикловой и мгновенный). КПД систем механизмов, соединенных последовательно и параллельно. 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. Энергетическая и дифференциальная форма уравнения движения машины. Режимы движения машины. Причины колебания угловой скорости начального звена внутри цикла установившегося движения. Назначение маховика. Определение момента инерции маховика по методу Мерцалова. Маховой момент.	**6**	**8-10**	**8**	**8**	**4**	**13,5**			**КП1**			**Кр1**		

Колебания в механизмах. Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся роторов. Уравновешивание механизмов. *Динамический синтез механизмов. Явление самоторможения. Метод Виттенбауера для определения приведённого момента инерции маховика. Основные методы виброзащиты: демпфирование колебаний, динамическое гашение колебаний, виброизоляция, виброзащитные системы. Динамика приводов. Электропривод, гидропривод, пневмопривод механизмов. Вибротранспортеры.*														
Раздел 5 «Теория зацеплений» 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. Конические зубчатые передачи.* *Червячная передача. Зацепление Новикова. Гипоидные и гиперболоидные передачи.*	**6**	**11-13**	**6**	**8**	**6**	**15,5**			**КП2**					

Раздел 6 «Планетарные механизмы» Планетарные механизмы - структура, достоинства и недостатки; простые, сложные, дифференциальные. Замкнутые дифференциалы, определение передаточного отношения. Дифференциал автомобиля. Синтез планетарных механизмов: условия соосности, соседства и сборки.	**6**	**14-15**	**4**	**8**	**4**	**18,5**			**КП3**	**РГР 2**		**Кр2**		
Раздел 7 «Механизмы с высшими парами» Виды кулачковых механизмов. Выбор закона движения толкателя. Углы давления и передачи. Графическое и аналитическое профилирование кулачков. Аналитическое определение координат центрового профиля кулачка. *Синтез кулачковых механизмов с учетом упругости звеньев. Механизмы храповые и мальтийские: основные размеры, особенности работы. Синтез механизмов с прерывистым движением.*	**6**	**16-18**	**4**	**8**		**12**			**КП4**					
Итого за семестр			**36**	**54**	**18**	**72**			**Защита КП**				**Э**	
Итого за всё время обучения:			**36**	**54**	**18**	**72**			**Защита КП**				**Э**	

Приложение 2

АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ»

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» является:

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

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» относится к блоку Б1 "Базовая часть". 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 «Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ» является логическим продолжением использования положений дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Инженерная графика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Детали машин и основы конструирования», а также большого количества специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

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

Уметь: проектировать кинематические схемы механизмов, проводить кинематические и динамические исследования машин и механизмов с целью нахождения их оптимальных

параметров, удовлетворяющих условиям работоспособности и получения высоких качественных показателей; применять компьютерные технологии для решения задач анализа и синтеза механизмсв.

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

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость по учебному плану	180 (5 з.е.)	180
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия	54	54
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа	нет	нет
Курсовой проект	да	да
Вид промежуточной аттестации	экзамен	

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

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

_____ 201__ года

Приложение 3

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

27.03.05 "Инноватика"
Профиль: "Аддитивные технологии"

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

Кафедра: "Техническая механика и компьютерное моделирование"

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

"Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ"

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

Составители:

к.т.н, доц. Ю.И. Бровкина

Москва, 2022 год

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

Таблица 1. ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Прикладная теория механизмов и машин с применением CAE-программ					
ФГОС ВО 27.03.05 "Инноватика" Профиль: "Аддитивные технологии"					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	**знать:** задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей) **уметь:** формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей) **владеть:** способностью формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-	лекция, самостоятельная работа, практические и лабораторные работы индивидуальные консультации по курсовому проекту, РГР	ЛР Э РГР КП Кр	**Базовый уровень:** способность формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей) **Повышенный уровень:** Способность использовать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)

		научных дисциплин (модулей) инструментальными средствами (пакетами прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирование и проведения работ по проекту.			
ОПК-7	Способен использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	**Знать:** информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам **Уметь:** использовать информационно-коммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам Владеть: коммуникационными компьютерными технологиями, базами данных, пакетами прикладных программ для решения инженерно-технических	самостоятельная работа, практические и лабораторные работы, индивидуальные консультации по курсовому проекту, РГР	ЛР Э РГР КП Кр	**Базовый уровень:** способность формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей) **Повышенный уровень:** Способность использовать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)

		и технико-экономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам			

2. **Оценочные средства.**

Перечень оценочных средств по дисциплине «Прикладная ТММ с применением CAE-программ»

№	Наименование оценочного средства	Краткая характерстика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по молулю или дисциплине в целом	Примеры типовых заданий
2	Курсовой проект (КП)	Средство проверки умений применять полученные знания и навки для проектирования технических систем и выполения инженерных расчетов, а также для развития творческого инженерного мышления.	Описание содержания курсового проекта и пример типового задания
3	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
4	Контрольная работа (Кр)	Средство проверки умений применять полученные знания посредством решения задач по опрееленной теме или разделу.	Пример типового задания контрольной работы
5	Зачет (Э)	Средство проведения промежуточной аттестации по результам выполения всех видов учебной работы в течение семестра с проставлением оценок «зачтено или «не зачтено»	Пример билета для проведения письменного зачета, список вопросов для подготовки, примеры практических заданий

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется по БРС с помощью следующих оценочных средств:

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа № 1 «Кинематическое исследование механизмов»

РГР №1 состоит из 2х задач по теме «Кинематический анализ механизмов». Целью расчетно-графической работы является закрепление теоретического материала и приобретение

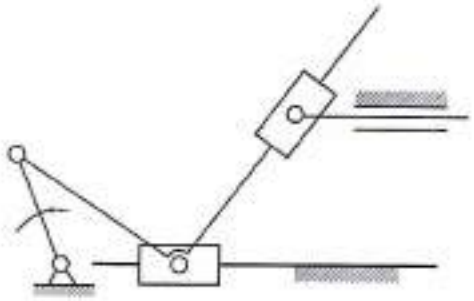
навыков применения полученных теоретических знаний на практике. Графическая часть выполняется в T-FLEX CAD.

Задача 1. Кинематическое исследование шестизвенного рычажного механизма.

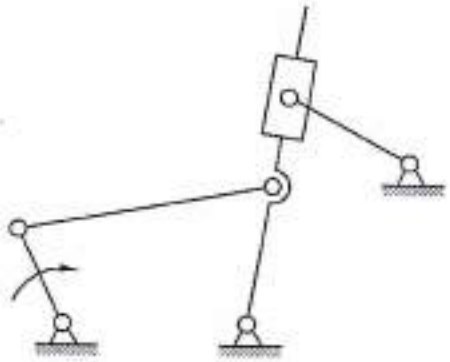
Дано: схема механизма, геометрические размеры звеньев.

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 T-FLEX CAD.

Примеры типовых заданий:



Вар.1

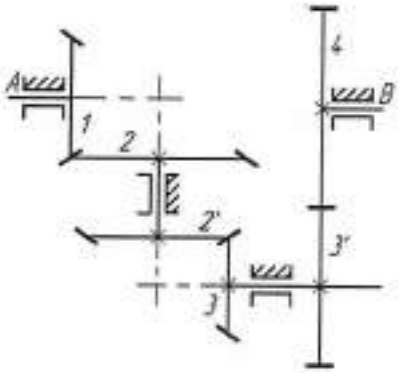


Вар. 2

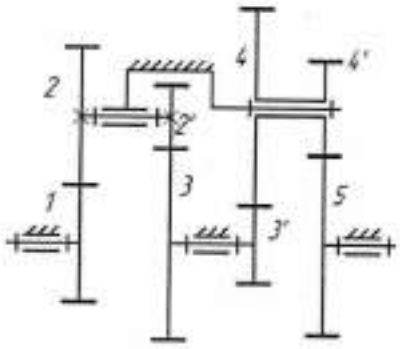
Задача 2. Кинематическое исследование зубчатого механизма.

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



Шкала оценивания и критерии оценки:

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

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

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

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

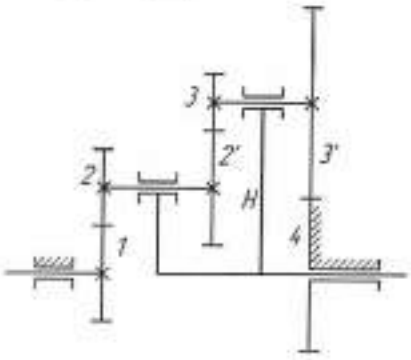
Примеры типовых заданий:

$z_1 = 40; z_2 = 30,$

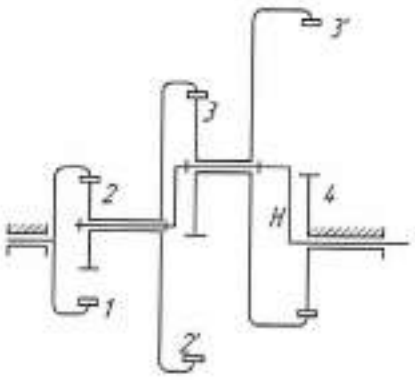
$z_{2'} = 50; z_3 = 25, z_4 = 65.$

$z_1 = 80; z_2 = 30,$

$z_{2'} = 110; z_3 = 20, z_4 = 40.$



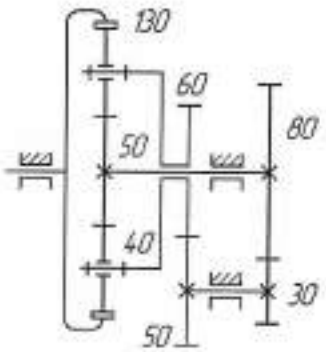
Вар. 1



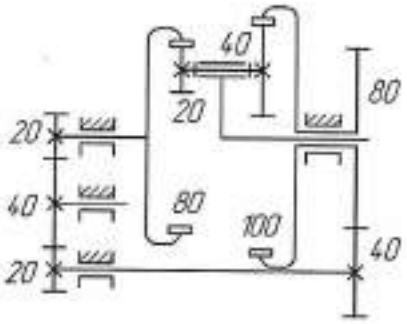
Вар. 2.

Задача 2. Определить аналитически и графически передаточные отношения U_{a1}, U_{aH}, U_{a3} между валами дифференциала в механизме с замыкающей цепью. Числа зубьев колес указаны на схеме механизма.

Примеры типовых заданий:



Вар. 1

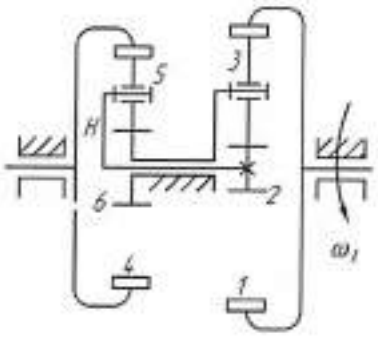


Вар. 2.

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

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

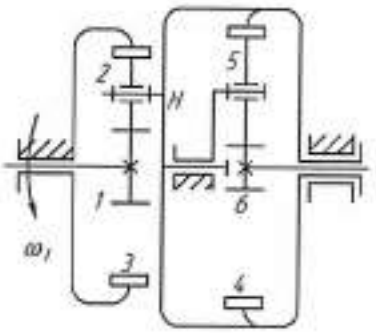
$z_5 = 20, \omega_{дв} = \omega_4.$



Вар. 1

$z_1 = 50;\ z_2 = 40,$

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



Вар. 2.

Шкала оценивания и критерии оценки:

Критерий	Минимальное количество баллов по БРС	Максимальное количество баллов по БРС
ЛР 1		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 2		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 3		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 4		
Выполнение /обработка лр	1	2

Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 5		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ИТОГО:	15	30

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).

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

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

Трудоемкость выполнения проекта – 40 час.

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

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

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

В пояснительной записке приводятся все необходимые расчеты к графической части.

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

Графическая часть выполняется в программе параметрического моделирования T-FLEX CAD и содержит следующие части:

1 лист «Комплексное исследование рычажного механизма станка»: Параметрическая модель рычажного механизма. Рычаг Жуковского (параметрический). Графики приведенного момента инерции, приведенного момента сил, изменения угловой скорости без маховика и с маховиком. Планы скоростей и ускорений (параметрические). Группы Ассура. Планы сил для каждой группы Ассура. Начальный механизм. План сил для начального механизма.

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

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

4 лист «Профилирование кулачкового механизма»: Графики перемещения, аналогов скоростей и ускорений кулачкового механизма, диаграмма аналогов скоростей, кулачковый механизм, график изменения угла давления.

Пример типового задания на курсовой проект:
МЕХАНИЗМ ПОПЕРЕЧНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА С КАЧАЮЩЕЙСЯ КУЛИСОЙ

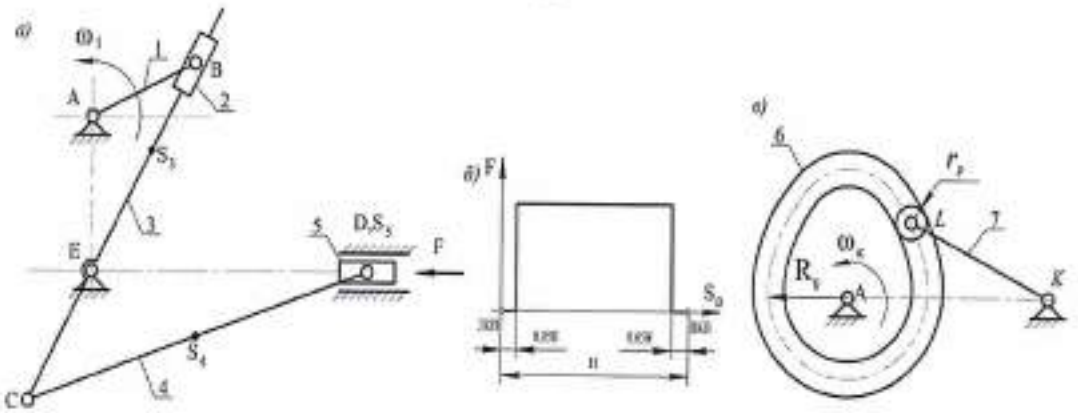


Таблица 1 Исходные данные

	Наименование параметра			варианты								
				а	б	в	г	д	е	ж	з	и
Для рычажного механизма	Частота вращения кривошипа	об/мин	n	98	100	90	85	80	82	70	60	55
	Длина кривошипа 1	м	ℓ_1	0,115	0,11	0,1	0,12	0,125	0,13	0,135	0,12	0,125
	Расстояние между осями	м	ℓ_{AE}	0,26	0,25	0,27	0,265	0,275	0,28	0,28	0,27	0,29
	Длина рычага кулисы	м	ℓ_{EC}	0,15	0,16	0,155	0,17	0,165	0,175	0,15	0,18	0,16
	Длина шатуна 4	м	ℓ_4	0,45	0,43	0,42	0,44	0,41	0,4	0,44	0,42	0,41
	Положение центра масс кулисы 3	м	ℓ_{ES3}	0,16	0,17	0,175	0,185	0,188	0,19	0,17	0,2	0,19
	Положение центра масс шатуна 4		ℓ_{CS4}	ℓ_{CS4}=0,5 ℓ_{CD}								
	Масса кулисы 3	кг	m_3	8	9	10	7	6	9	8	7	10
	Масса шатуна 4	кг	m_4	5	6	7	8	10	12	9	5	7
	Масса ползуна 5	кг	m_5	16	17	18	20	21	25	24	19	25
	Момент инерции 3	кгм^2	I_{S3}	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,04	0,02	0,03
	Момент инерции 4	кгм^2	I_{S4}	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,07	0,03	0,04
	Сила резания	Н	F	1500	1600	1700	2000	1400	1600	2050	2100	2000
	Коэффициент неравномерности		δ	1/12	1/15	1/14	1/20	1/18	1/25	1/22	1/20	1/25
	Приведенный момент инерции звеньев	кг м^2	$I_{пр.сов}$	8,7	11,4	16,5	25	13,6	24	41	18	39
Для зубчатого механизма	Число зубьев шестерни		z_1	10	10	10	10	10	10	14	14	15
	Число зубьев колеса		z_2	19	11	12	13	14	15	17	18	19
	Модуль	мм	m	2	3	4	5	6	8	3	5	4
	№схемы планетарного механизма			128	129	130	131	84	85	142	86	87
Для кулачкового механизма	Длина толкателя	м	ℓ_{KL}	0,1	0,115	0,125	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,105
	Угловой ход толкателя	град	φ_{max}	25	29	31	35	35	38	30	28	27
	Закон изменения аналога ускорения толкателя			$K\sin\frac{2\pi\varphi}{\varphi_n}$		$\pm трап$		$\pm\Delta$		$K\cos\frac{\pi\varphi}{\varphi_n}$		
	Фаза подъема	град	φ_n	180	165	155	150	145	140	160	170	175
	Фаза верхнего выстоя	град	$\varphi_{вв}$	25	25	30	30	35	40	30	25	25
	Фаза опускания	град	φ_o	60	70	80	90	95	90	80	65	60
	Радиус ролика	м	$r_р$	0,008	0,01	0,012	0,012	0,015	0,015	0,011	0,009	0,008

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

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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 курсового проекта
Хорошо	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 курсового 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 курсового проекта
Удовлетворительно	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 курсового 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
Неудовлетворительно	Выполнено менее 50% требований к курсовому проекту. Студент демонстрирует отсутствие требуемых знаний, умений и навыков.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
1	Структура механизмов	Структурный анализ механизмов	4
2	Динамика механизмов	Балансировка вращающихся масс	4
3	Теория эвольвентного зацепления	Нарезание зубчатых колес методов обката	4
4	Теория эвольвентного зацепления	Моделирование процесса формообразования зубчатого колеса в программе T-FLEX CAD	2
5	Планетарные механизмы	Исследование планетарного механизма	4
		Итого:	18

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
ЛР 1		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 2		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 3		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 4		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ЛР 5		
Выполнение /обработка лр	1	2
Подготовка отчета	1	2
Защита ЛР	1	2
ИТОГО:	15	30

Основаниями для снижения количества баллов являются:

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

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

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

Примерные вопросы для подготовке к защите лабораторных работ:

ЛР 1«Структурный анализ механизмов»:

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

ЛР 2«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 3«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?

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»

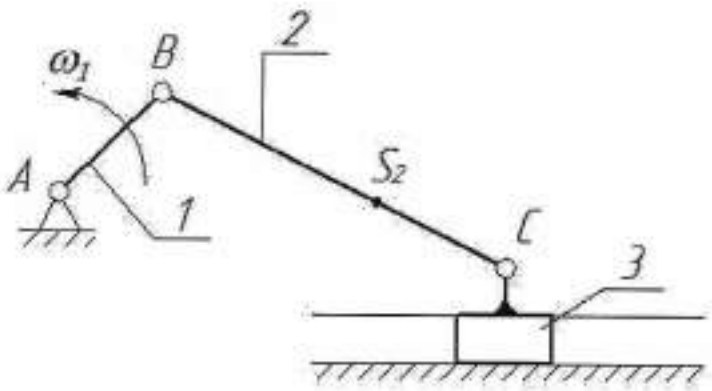
Вариант 1

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:

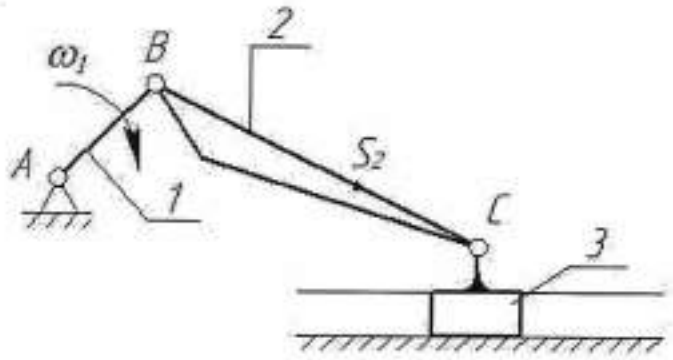
l_1=30мм, l_2=80мм, l_{BS2}=0.3l_2 мм,

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:

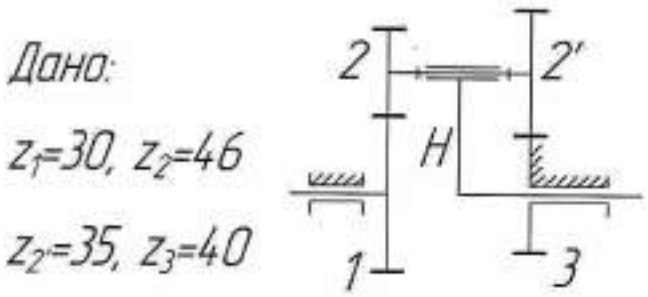
- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках).

Максимальный балл по БРС: __6__ 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.

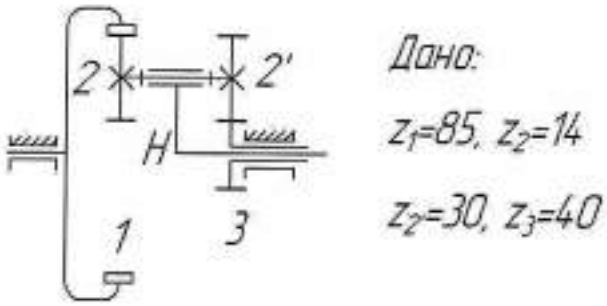


Вариант 2

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: __4__ баллов

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ - ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН.

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

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

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

Перечень теоретических вопросов, включенных в билеты:

Раздел "Структура механизмов":

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

Раздел "Синтез механизмов":

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

Раздел "Кинематический анализ механизмов":

1. Задачи кинематического анализа.
2. Что называется планом скоростей (ускорений) звена, механизма?
3. Основные уравнения для определения скоростей и ускорений звеньев.
4. Два способа разложения сложного движения.
5. Написать выражение для нахождения нормального и тангенциального ускорений.

6. Написать выражение и сформулировать правило для определения направления Кориолисова ускорения.
7. Сформулировать теорему о подобии при построении планов скоростей (ускорений).

Раздел "Динамический анализ и синтез механизмов":

1. Принцип Даламбера.
2. Задачи кинетостатического расчета.
3. Написать выражение для определения силы инерции и пары сил с моментом инерции. Определить их направления.
4. Написать условие статической определимости плоской кинематической цепи.
5. Кинетостатика двухповодковых групп Ассура.
6. Что называется рычагом Жуковского? На каких принципах он основан?
7. Теорема о рычаге Жуковского.
8. Следствие из теоремы о рычаге Жуковского.
9. Как определить мощность силы по рычагу Жуковского?
10. Правило переноса моментов на рычаг Жуковского
11. Как определить реакцию в поступательной паре с учетом трения.
12. Как определить реакцию во вращательной паре с учетом трения.
13. Условие самоторможения.
14. Что называется КПД?
15. Что называется механическим коэффициентом потерь.
16. Написать выражение для определения КПД при последовательном и параллельном соединение механизмов.
17. Написать условие для полного устранения динамических реакций.
18. Как уравновесить систему плоских сил, сходящихся в одной точке?
19. Как уравновесить вращающиеся массы, расположенные в разных плоскостях?
20. Цель динамического исследования.
21. Написать уравнение движения машины.
22. Динамическая модель механизма. Звено приведения, точка приведения.
23. Написать выражение для определения $I_{пр}, m_{пр}, M_{пр}, F_{пр}$.
24. Энергетическая (интегральная) форма уравнения движения машины.
25. Дифференциальная форма уравнения движения машины.
26. Режимы движения машины.
27. Причины колебания угловой скорости звена внутри цикла установившегося движения.
28. Порядок определения угловой скорости звена приведения.
29. Коэффициент неравномерности движения.
30. Что называется маховиком?
31. Порядок определения момента инерции маховика по методу Мерцалова.
32. Что называется маховым моментом?

Раздел "Теория зацеплений":

1. Сформулировать основной закон зацепления.
2. Что называется передаточным отношением?
3. Что называется профилем зуба?
4. Что называется окружным, угловым шагом?
5. Определить диаметр делительной окружности. Что называется модулем?
6. Из чего складывается делительный окружной шаг?
7. Что называется эвольвентой? Уравнение эвольвенты в полярных координатах.
8. Свойства эвольвенты.
9. Свойства эвольвентного зацепления (3 свойства).
10. Что называется линией зацепления, углом зацепления?

11. Как образуется реечное зацепление?
12. Какое колесо называется колесом без смещения? Основные размеры колеса без смещения.
13. Минимальное число зубьев, свободное от подрезания (вывод)?
14. Какое колесо называется колесом со смещением?
15. Коэффициент минимального смещения исходного контура (вывод).
16. Что называется коэффициентом перекрытия?
17. Что называется углом перекрытия?
18. Что характеризует коэффициент перекрытия?
19. От чего зависит коэффициент перекрытия?
20. Как образуется зуб косозубого колеса?
21. Достоинства косозубой передачи.
22. Основные размеры косозубых колес.
23. Коэффициент перекрытия косозубой передачи.
24. Выбор угла наклона линии зуба косозубого колеса.
25. Передачи с неподвижными осями вращения колес: одноступенчатые, многоступенчатые. Определение передаточного отношения.
26. Структура планетарных механизмов.
27. Определение передаточного отношения в планетарных механизмах аналитическим методом.
28. Определение передаточного отношения в планетарных механизмах графическим методом.
29. Определение передаточного отношения в замкнутых дифференциалах.

Раздел "Механизмы с высшими парами":

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

Пример экзаменационного билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___.

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

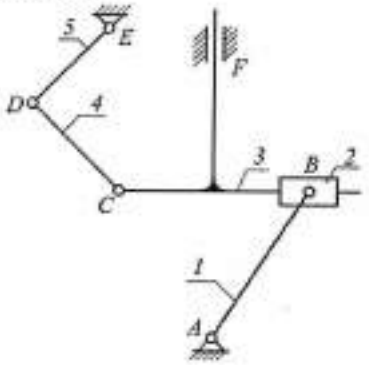
Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол №___.

Зав. кафедрой (директор центра) _____/_____/

Примеры практических заданий (3 вопрос экзаменационного билета)

Задача №1

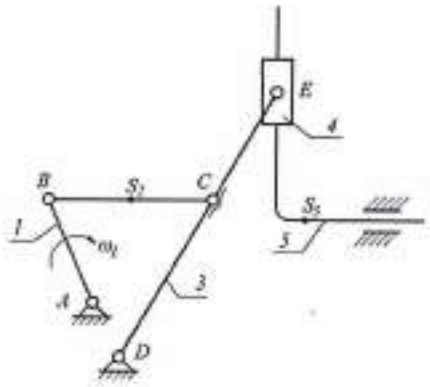
Провести структурный анализ механизма.



Задача №2

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

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



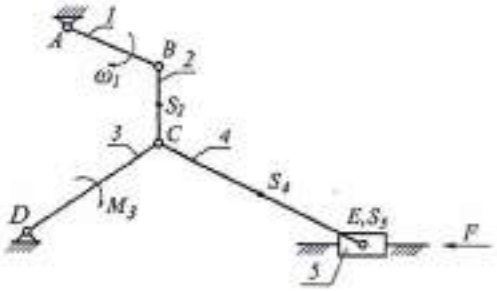
Задача № 3

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

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

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

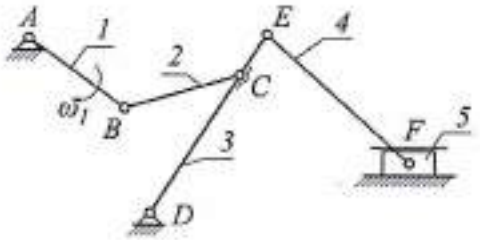
Определить: $I_{пр}, M_{пр}$ (2 способа)



Задача №4

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

Построить план скоростей и ускорений

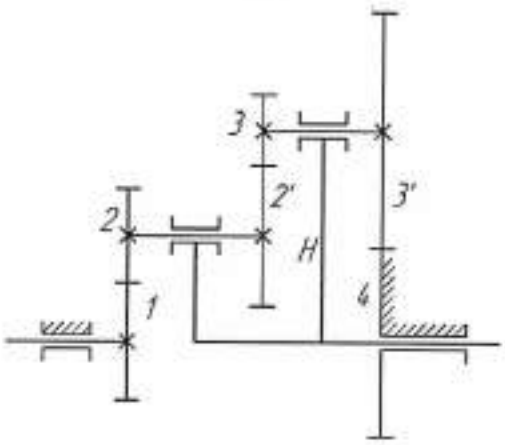


Определить:

Построить план скоростей и ускорений

Задача № 5.

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



Пример теста для промежуточной аттестации

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

Вопрос 14

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

Выберите один ответ:

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

Вопрос 4

Чему равно межосевое расстояние в передаче со смещением (коэффициент смещения шестерни определить из условия отсутствия подрезания, коэффициент смещения колеса задан), если Z1=8, Z2=16, m=10, x2=0.

(Ответ округлить до целых)

Ответ:

Вопрос 3

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

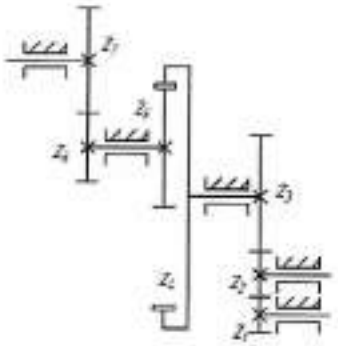
Размеры и массу маховика уменьшают, устанавливая маховик на ... вал

Выберите один ответ:

- более быстроходный
- начальный
- промежуточный
- менее быстроходный

Вопрос 5

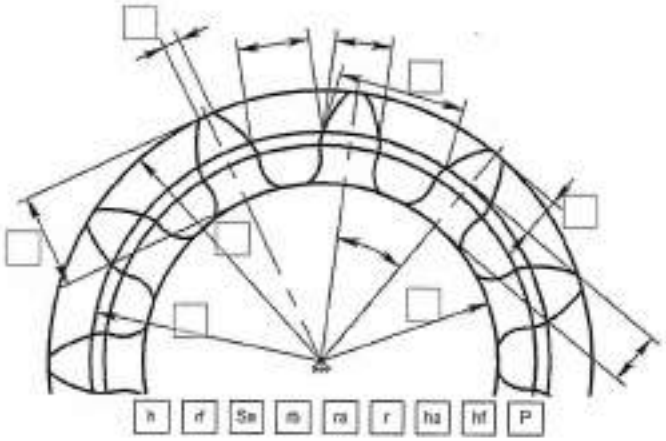
Какое колесо не влияет на величину передаточного отношения? Укажите номер колеса



Ответ:

Вопрос 6

Расставьте размеры колеса



<u>До экзамена допускаются студенты, выполнившие все практические и расчетно-графические работы.</u>

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

91-100б «отлично»
80-90б «хорошо»

Итоговая таблица планирования результатов обучения по БРС.

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

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

Шкалы оценивания и критерии оценки письменного экзамена:

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

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

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

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

Шкалы оценивания и критерии оценки экзамена-теста в системе https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=199 :

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

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

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