

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра «Общетехнических дисциплин и электроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭ, к.ф.-м.н., доцент

_____ **В.С. Холушкин**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория механизмов и машин

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Наименование образовательной программы	Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ОТДиЭ

к.ф.-м.н., доцент

протокол № _____ от _____ 2023 г.

_____ **Ю.В. Батьков**

«___» _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/	Интерактивные часы
4	32	4	144	32	32	-	53	-	Экз	18
ИТОГО	32	4	144	32	32	-	53	-	27	18

АННОТАЦИЯ

Данный курс «Теории механизмов и машин» посвящён изучению основных принципов синтеза и анализа рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов. Изучению принципов строения механизмов, их составных элементов, общих правил синтеза структурных схем по заданным параметрам. В курсе изучаются принципы расчёта и методы определения кинематических и энергосиловых параметров механизма графоаналитическими методами и методами кинетостатики.

В курсе изучается инженерный опыт и история создания механизмов, их роль в развитии науки и техники на благо человечества.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория механизмов и машин» – наука, изучающая теорию и практику геометрии, движения, динамики и управления машин, механизмов, элементов механизмов. Применения их в промышленности и других смежных отраслях, а также связанные с ними процессы преобразования и передачи энергии, материалов и информации.

Цель изучения:

- ознакомить с начальными принципами структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза различных механизмов на уровне структурных и кинематических схем.
- научить будущих инженеров использовать общие и частные методы анализа и синтеза машин и механизмов применительно к техническим устройствам, с которыми ему придётся иметь дело в практической инженерной деятельности.
- познакомить студента с историей создания механизмов, с их многообразием и ролью в развитии всего человечества.

Дисциплина «Теория механизмов и машин» является основой для изучения последующих дисциплин общепрофессионального и специального циклов.

Изучение основ дисциплины «Теория механизмов и машин» необходимо студентам для успешного освоения специальных знаний, а по завершении обучения для обеспечения широкой эрудиции инженера, умения предвидеть развитие инженерной науки.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.13

Дисциплина «Теория механизмов и машин» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств» обеспечивающих подготовку специалистов инженерно-технических специальностей по основам проектирования машин.

Курс базируется на общенаучных и общетехнических дисциплинах.

Для успешного освоения дисциплины «Теория механизмов и машин» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- ✓ Математика;
- ✓ Физика;
- ✓ Теоретическая механика;
- ✓ Инженерная и компьютерная графика;
- ✓ Вычислительная техника;
- ✓ Информационная технология;
- ✓ Сопротивление материалов;
- ✓ Технология конструкционных материалов;
- ✓ Материаловедение.

Изучение дисциплины «Теория механизмов и машин» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- ✓ Детали машин и основы конструирования
- ✓ Конструирование в машиностроении
- ✓ Конструирование изделий специального назначения

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	З-ОПК-3 Знать: технические характеристики, технологические возможности, принципы работы, требования к размещению на рабочих местах нового технологического оборудования, используемого в технологических процессах изготовления деталей машиностроительных производств. У-ОПК-3 Уметь: осваивать и внедрять новое технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанного технологического процесса; анализировать уровень технического и технологического оснащения рабочих мест В-ОПК-3 Владеть: навыками освоения и внедрения нового технологического оборудования машиностроительных производств
ОПК-8 Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	З-ОПК-8 Знать: основные положения, методы и задачи проектно-конструкторской работы, обеспечивающей постановку целей проекта, его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработку структуры их взаимосвязей; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях и определению приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности У-ОПК-8 Уметь: провести анализ различных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и на основе анализа прогнозируемых последствий выбрать оптимальный вариант решения проблемы В-ОПК-8 Владеть: практическими навыками решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и выбора оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			32	32	-	53		
Семестр 4								
Раздел 1.								
1.1.	Строение механизмов	4	6	2		4	Контр.	10
1.2.	Синтез и анализ рычажных механизмов	10	12	16		20	РГР	15
1.3.	Синтез и анализ зубчатых механизмов	15	10	12		20	РГР	15
1.4.	Синтез и анализ кулачковых механизмов	16	4	2		9	УО	10
Рубежный контроль		8	Контр					
Рубежный контроль		16	РГР					
Промежуточная аттестация			Экзамен				27	45
Посещаемость			5					
Итого:			32	32		53	27	100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Теория механизмов и машин	
1.1.	Строение механизмов	Введение в ТММ, машина и механизм, основные понятия и определения: звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, элементы кинематической пары, виды звеньев, число степеней свободы кинематической пары, число связей. Структурный анализ и синтез механизмов. число степеней свободы механизмов, формула Сомого-Малышева, формула Чебышева, Структурные группы Ассура, класс и порядок группы, структурный синтез и анализ. Понятие манёвренности манипулятора. Современные методы и новейшие направления в теории механизмов и машин. Элементы мехатроники и робототехники. Системы автоматизированного расчёта механизмов. CAD, CAE системы
1.2.	Синтез и анализ рычажных механизмов	Кинематический анализ и синтез рычажных механизмов. Масштабные коэффициенты, кинематическая схема, теорема о сложении скоростей, графоаналитический метод, угловые скорости и ускорения, теорема о сложении ускорений. Силовой расчет рычажных механизмов 2-го класса сложности. Методы кинетостатики. Силы и моменты инерции звеньев, реакции в кинематических парах, уравнения кинетостатики. Синтез рычажных механизмов. Основные и дополнительные условия синтеза. Виды основных условий. Коэффициент изменения средней скорости звена. Динамика механизмов. Понятия звена приведения и приведённых величин. характеристики неравномерности движения. Уравновешивание механизмов. Балансировка.
1.3	Синтез и анализ зубчатых механизмов	Зубчатые механизмы. Синтез и анализ эвольвентного зубчатого зацепления. Эвольвента и её свойства, основные параметры зубчатого колеса и производящего контура, понятие модуля, характерные точки эвольвентного зубчатого колеса, коррегирование зубчатых колёс, подрез и заострение зуба. Передаточные отношения в зубчатых многоступенчатых редукторах. Понятие ступени редуктора. Рядовое линейное и ступенчатое зацепление, паразитные колёса. Планетарные передачи. Аналитический и графический метод расчета передаточных отношений. Автомобильный дифференциал.
1.4	Синтез и анализ кулачковых механизмов	Классификация кулачковых механизмов. Основные параметры кулачка: фазовые углы, угол давления.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Теория механизмов и машин	
1.1.	Строение механизмов	Структурный анализ рычажного механизма
1.2.	Синтез и анализ рычажных механизмов	Построение планов скоростей рычажного механизма, Построение планов ускорений рычажного механизма, силовой расчёт четырёхзвенного рычажного механизма 2-го класса, балансировка ротора с известным расположением неуравновешенной массы
1.3.	Синтез и анализ зубчатых механизмов	Определение основных параметров зубчатого колеса, расчёт передаточного отношения в многоступенчатом редукторе с планетарной ступенью
1.4.	Синтез и анализ кулачковых механизмов	Синтез профиля кулачка по заданному закону движения толкателя

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов проводится с целью воспитания у них творческой активности, привития навыков работы с технической и научной литературой, производственными материалами, выработки способности вести учебно–исследовательскую работу, а также для систематического постоянного изучения курса.

Рекомендуются следующие формы организации самостоятельной работы:

1. Самостоятельная проработка отдельных глав теоретического курса с изучением вопросов, не читавшихся в лекционном курсе и не выносившихся на лабораторные и практические занятия. Этот вид работы может заканчиваться написанием реферата или отчета, либо сдачей устного коллоквиума.

2. Написание студентами рефератов по отдельным вопросам, не входящим в теоретический курс и специфичным для профиля данного ВУЗа или специальности. Эти вопросы могут относиться к числу мало освещаемых или вообще не затрагиваемых в теоретическом курсе. Такой вид работы требует привлечения дополнительной научной литературы, список которой составляется преподавателем.

3. Решение задач дома с последующей проверкой, либо сдачей устного коллоквиума. Необходимые для решения задач данные могут быть взяты из сборников задач, либо составлены кафедрой.

4. Проведение «бесед круглого стола» с группой студентов не более 4-5 человек. В качестве тематики бесед может быть обсуждение конструкции различных узлов машин с анализом достоинств и недостатков тех или иных конструктивных решений, с выдвижением иных вариантов исполнения конструкций (например, при изменении способа производства или условий эксплуатации). Допустимо также обсуждение конструктивных решений с целью их рационализации студентами или анализа варианта рационализации, предлагаемого преподавателем. Главная цель такой формы работы – воспитание у студентов представления многовариантности конструкторских решений и их компромиссном характере. Результаты «бесед круглого стола» желательно оценивать по окончании каждого из собеседований.

5 Самостоятельная работа студентов с обучающими программами в дисплейных классах. Тематика обучающих программ может быть различной: углубленная проработка разделов лекционного курса, обучение методике решения задач (расчетных и конструкторских), подготовка к упражнениям и лабораторным работам и т.д.

№ п/п	Список используемой литературы	Ссылка на электронный ресурс (при наличии)
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1	Тимофеев, Геннадий Алексеевич. Теория механизмов и машин [Текст] : учебное пособие	

	для бакалавров : [по техническим специальностям] / Г. А. Тимофеев ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 351 с. : ил. - (Учебно-методическое объединение рекомендует) (Базовый курс) (Бакалавр) (Учебное пособие). - ISBN 978-5-9916-2484-8	
2	Смелягин, А. И. Теория механизмов и машин [Текст] : учеб. пособие / А. И. Смелягин. - М. : ИНФРА-М ; Новосибирск : НГТУ, 2003. - 262 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-16-001623-6. - ISBN 5-7782-0382-9	
3	Белоконев, Игорь Максимович. Теория механизмов и машин [Текст]: конспект лекций : [учеб. пособие для вузов по направлениям и специальностям высш. проф. образования в обл. техники и технологии] / И.М. Белоконев, С. А. Балан, К. И. Белоконев. - М. : Дрофа, 2004. - 172 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-6966-5 : 95.01 р. - ISBN 5-7107-6966-5 : 95.01 р	
4	Теория механизмов и механика машин [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов "Машиностроит. технологии и оборудование", "Технол. машины и оборудование"] / [К. В. Фролов и др.] ; под ред. К. В. Фролова. - Изд. 5-е, стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 662 с. : ил. - (Механика в техническом университете ; т. 5).	
5	Капустин, Александр Валерьевич. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2012. - 55 с. : ил.	https://e.lanbook.com/book/76572#book_name
6	Капустин, Александр Валерьевич. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : сборник заданий для курсовых и расчетно-графических работ : [для студентов бакалавриата] / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. - 65 с. : ил. - ISBN 978-5-8158-1351-9	https://e.lanbook.com/book/65943#book_name
7	Чмиль В.П. Теория механизмов и машин	https://e.lanbook.com/book/91896#book_name
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
Учебники, учебные пособия		
8	П.А.Галкин, В.М.Червяков Теория механизмов и машин	http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2011/galkin.pdf

9	Г.А.Тимофеев Теория механизмов и машин	http://shador.ru/Timofeev.pdf
10	Л.А.Саруев Механика. Лекции по теории механизмов и машин	http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/SARUEVLA/UMKD/Tab1/lk.pdf
11	В.Н.Ермак Теория механизмов. Краткий курс.	http://data.vk.edu.ee/RDER/RDER51/Masinehaanika/Masinehaanika_LOENGUD/TMM_KPATKUY_KYP_C._B.H.EPMAK.pdf
Учебно-методические разработки		
12	П.Н.Сильченко и др. Теория механизмов и машин. Учебно-методический комплекс	
13	О.Г.Волокитин и др. Силовой анализ рычажного механизма.	
Периодические издания		
14	Журнал «Теория механизмов и машин»	http://tmm.spbstu.ru/journal.html
15	Теория механизмов и машин. Словарь терминов на 4-х языках	http://www.iftomm-terminology.antonkb.nl/
Прочее		
16	Главный сайт международной федерации по теории механизмов и машин	http://iftomm.net/index.php?option=com_users&view=login
17	Некоторые лекции по теории механизмов на русском языке	https://www.youtube.com/channel/UCjd0fWzzhzwL9UkwqULXmA
18	Лекции по теории механизмов на английском языке	https://www.youtube.com/playlist?list=PLRJTmEvFf-ONNrtsOT2WkV04RZrDeC9_y
19	Лекции по теории механизмов и прикладной механике на немецком языке	https://www.youtube.com/channel/UCpAl-ju4keV9RQVc3WeCU2w/videos?disable_polymer=1
20	Некоторые лекции по теории механизмов и прикладной механике на испанском языке	https://www.youtube.com/channel/UCYndBrGGDaJb0sUjqrV9bhQ
21	Лекции по теории механизмов и прикладной механике на арабском языке والآلات النظرية	https://www.youtube.com/user/MechanicalFet/videos?disable_polymer=1
22	Международная библиотека мировой литературы, кинематических схем, cad-моделей по теории механизмов и машин	https://www.dmg-lib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browse
23	Тезаурус по теории механизмов и машин на 6-ти языках	https://www.dmg-lib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browse.thcon&collId=1099&browDisplayMode=list&results=20&shortDesc=false&page=1
24	Синтез механизма, воспроизводящего плоскую кривую (веб приложение)	http://david.wf/linkage/
25	Онлайн калькулятор для вычисления инволют угла зубчатых колес	https://planetcalc.ru/993/
26	Художественная анимация механизмов	http://garethwashere.tumblr.com/

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 4				
Раздел 1	Строение механизмов	ОПК-3 ОПК-8	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8	Контр.
	Синтез и анализ рычажных механизмов			РГР
	Синтез и анализ зубчатых механизмов			РГР
	Синтез и анализ кулачковых механизмов			УО
Рубежный контроль		ОПК-3 ОПК-8	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8	Контр 8 РГР 16
Промежуточная аттестация		ОПК-3 ОПК-8	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8	Экзамен

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные темы домашнего задания

Задание порогового уровня (60-69)

Произвести структурный анализ плоского рычажного механизма: определить общее число звеньев и дать им наименования; определить число кинематических пар в механизме установить их класс и относительное движение; если имеются звенья с пассивными связями, то их необходимо условно удалить при расчете степени свободы механизма; по формуле Чебышева

найти степень подвижности рычажного механизма; разделить механизм на структурные группы Асура и определить класс и порядок каждой группы; определить класс и порядок всего механизма в целом. Показать структурные группы, входящие в состав механизма, их класс и порядок. Построить (на чертеже формата А1) рычажный механизм в масштабе в положении рабочего хода (в положении, где сила полезного сопротивления максимальна).

Задание продвинутого уровня (70 – 75 баллов)

Построить (на чертеже) план скоростей, определить скорости центров тяжести звеньев и их угловые скорости. Построение плана следует сопровождать соответствующими обозначениями векторов и направлений в порядке их построения. Все расчеты и пояснения занести в пояснительную записку. Построить (на чертеже) план ускорений и определить угловые ускорения звеньев. Сопоставляя угловые скорости и ускорения звеньев сделать выводы о характере движения того или иного звена.

Задание продвинутого уровня (76 – 90 баллов)

5. Выполнить силовой расчет: определить силы и моменты инерции звеньев и обозначить их направление на плане ускорений и плане механизма соответственно; последовательно рассмотреть структурные группы механизма с приложенными к ним, соответствующим образом, силами (масштабное построение структурных групп выполнять на чертеже); определить реакции в опорах и уравнивающую силу на кривошипе. Соответствующие расчеты и пояснения занести в пояснительную записку

5.2.1.2. Примерные вопросы для устного опроса

а) примерные задания (вопросы) - образец:

показывается кинематическая схема механизма:

- как называется это звено?

- определите скорость ЦТ шатуна, если входное звено движется с угловой скоростью ω ?

- определите ускоренно или замедленно движется коромысло в данном положении?

5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля

Контрольная работа по ТММ.

1. Сверлильный станок является машиной...

информационной

транспортной

энергетической

грузоподъемной

технологической

2. Звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в движение других звеньев, называется...

входным

выходным

промежуточным

стойкой

камнем

3. Плоскостная кинематическая пара имеет...

две вращательных и одну поступательную степеней свободы

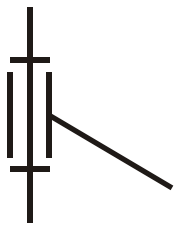
три вращательных и одну поступательную степеней свободы

одну вращательную и две поступательных степени свободы

одну вращательную и одну поступательную степени свободы

одну вращательную и три поступательных степени свободы

4. Как называется кинематическая пара, имеющее следующее условное обозначение...



сферическая

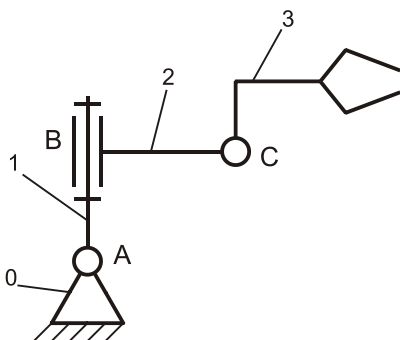
вращательная

сферическая с пальцем

точечная (шар на плоскости)

линейная (цилиндр на плоскости)

5. Число степеней свободы манипулятора равно...



$$W = 4$$

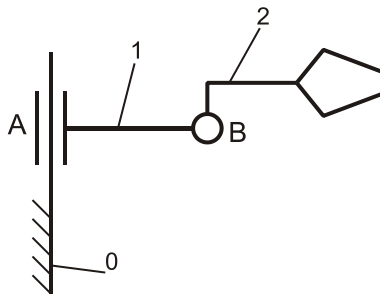
$$W = 2$$

$$W = 1$$

$$W = 5$$

$$W = 3$$

6. Число степеней свободы манипулятора равно...



$$W = 3$$

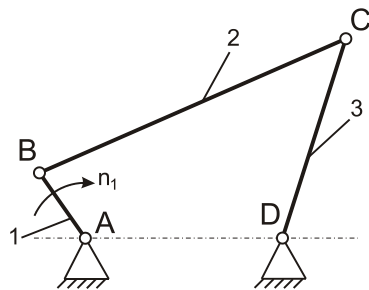
$$W = 4$$

$$W = 5$$

$$W = 6$$

$$W = 1$$

7. В механизме шарнирного четырехзвенника число избыточных связей равно...



$$2$$

$$4$$

$$1$$

$$3$$

ни одной

8. Кинематический синтез механизма – это...

определение размеров звеньев по заданным кинематическим свойствам механизма.

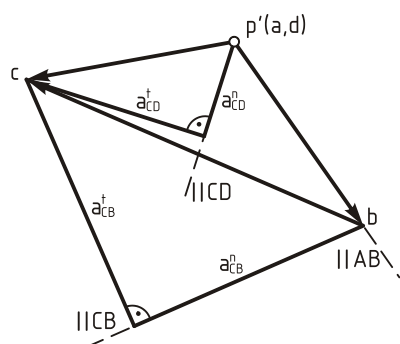
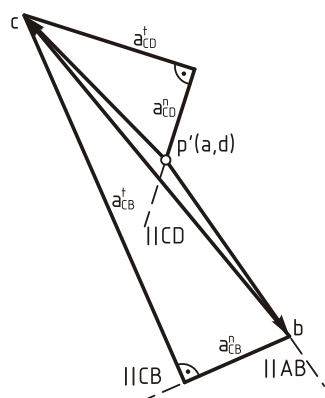
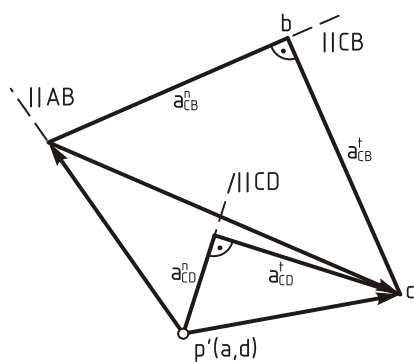
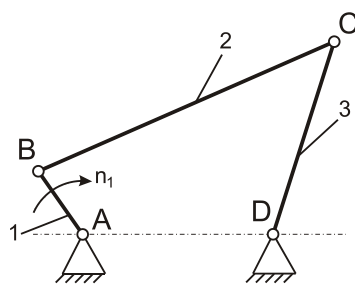
определение размеров звеньев по заданным динамическим свойствам механизма.

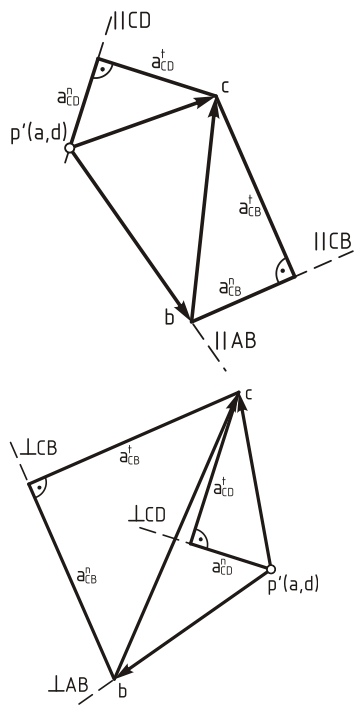
определение движения звеньев механизма по приложенным к ним силам или определение сил по заданному движению звеньев.

определение движения звеньев механизма по заданному движению начальных звеньев.

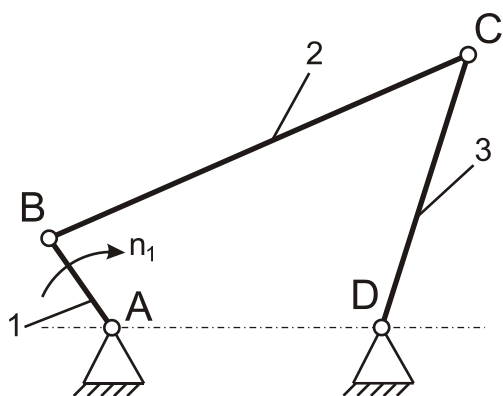
определение реакций действующих в кинематических парах механизма.

9. Верным планом ускорений для данного положения механизма ($n_1 = \text{const}$) является...





10. Верной системой векторных уравнений для определения скорости точки С шарнирного четырёхзвенника является...



$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

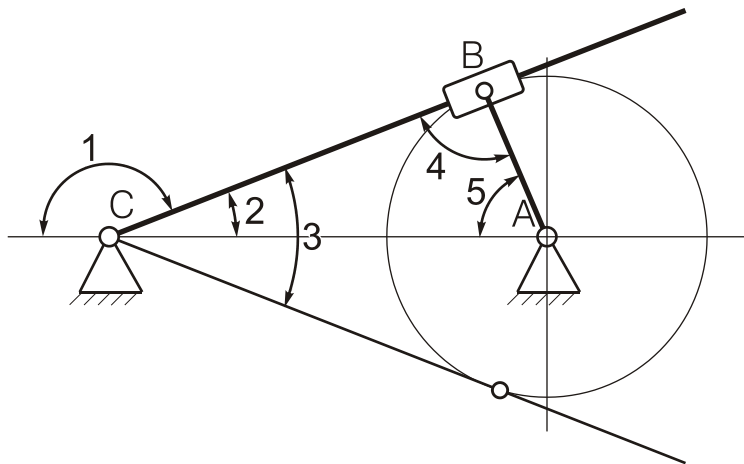
$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{BD} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CA} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_{CA} + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

11. Угол размаха кулисы обозначен цифрой...



Угол 4

Угол 1

Угол 2

Угол 3

Угол 5

12. Условие существования установившегося движения записывается как

$$\left(\frac{J\omega^2}{2} - \frac{J_0\omega_0^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_{\Sigma} d\varphi \right) \dots$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi = 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi < 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi > 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi \leq 0$$

13. Условие существования режима разгона записывается как $\left(\frac{J\omega^2}{2} - \frac{J_0\omega_0^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi} M_{\Sigma} d\varphi \right) \dots$

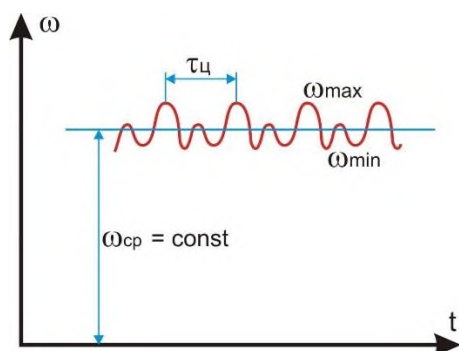
$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi < 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi = 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi \leq 0$$

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} M_{\Sigma} d\varphi > 0$$

14. На рисунке представлена тахограмма работы механизма. Режим движения механизма, соответствующий данному закону, называется...



неустановившимся

установившимся

выбегом

разбегом

5.2.2.2. Расчетно-графическая работа (РГР)

Кинематический анализ и силовой рычажного механизма

1. Построить на миллиметровой бумаге кинематическую схему рычажного механизма в масштабе μ_l в данном положении. Варианты заданий см. литературу п. 6, задача 2.2.

2. Построить в масштабе μ_v для данного положения план скоростей механизма. Используя план скоростей, определить скорость выходного звена, а также значения и направления угловых скорости звеньев.

3. Построить в масштабе μ_a для данного положения план ускорений механизма. Используя план ускорений определить значения и направления угловых ускорений звеньев. Сделать выводы о характере движения звеньев (замедленное или ускоренное)

4. Определить силы и моменты инерции всех звеньев. Для расчётов принять следующие массы звеньев: $m_{AB} = m_{CD} = 2$ кг; $m_{BO1} = m_{DO1} = m_{BC} = 3$ кг; массу ползуна принять

равной 5 кг. Центры тяжести шатунов находятся в середине длины, центры тяжести коромысел находятся в точке качания. Массой кривошипа пренебречь. Осевые моменты инерции шатунов принять равными:

$$J_s = \frac{ml^2}{12},$$

где m – масса звена, l – длина звена

5. Выполнить силовой расчёт механизма: определить реакции в кинематических парах и уравновешивающую силу на кривошипе. Величину силы полезного сопротивления $F_{п.с.}$ принять равной 0,6 кН.

6. Проверить силовой расчет методом рычага Жуковского, расхождение уравновешивающей силы при применении двух методов нахождения должно составлять не более 5%.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к экзамену

1. Введение в ТММ. Предмет и задачи курса.
2. Основные понятия и определения: звено, кинематическая пара, механизм, машина.
3. Классификация кинематических пар.
4. Классификация механизмов.
5. Структурный анализ механизмов.
6. Структурный синтез механизмов.
7. Методы кинематического анализа механизмов.
8. План скоростей на примере.
9. План ускорений на примере.
10. Синтез механизмов. Задачи синтеза.
11. Основные и дополнительные условия синтеза.
12. Кинематический синтез рычажных механизмов.
13. Аналитический метод кинематического расчета.
14. Зубчатые передачи, их виды.
15. Геометрические параметры зубчатого колеса.
16. Геометрические параметры зацепления.
17. Передаточное отношение зубчатых передач.
18. Планетарные и дифференциальные зубчатые передачи, передаточное отношение.
19. Условия соосности планетарных передач.
20. Условия соседства и сборки (симметричности) планетарных передач.
21. Картина линейных скоростей редуктора.

22. Кулачковые механизмы, их виды.
23. Основные параметры кулачковых механизмов.
24. Синтез кулачковых механизмов.
25. Характеристика сил.
26. Определение сил инерции звеньев.
27. Определение реакций в кинематических парах.
28. Метод рычага Жуковского.
29. Кинетическая энергия, приведенный момент инерции и приведенная масса.
30. Уравнения движения машины.
31. Неравномерность вращения и способы ее регулирования.
32. Определение момента инерции маховика.
33. Уравновешивание вращающихся звеньев.
34. Уравновешивание сил инерции.

б) пример экзаменационного билета

Билет №12

1. Геометрические параметры зубчатого колеса.
2. Определение реакций в кинематических парах.
3. Задача (выполнить структурный анализ плоского рычажного механизма)

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет

			тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1	Тимофеев, Геннадий Алексеевич. Теория механизмов и машин [Текст] : учебное пособие для бакалавров : [по техническим специальностям] / Г. А. Тимофеев ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 351 с. : ил. - (Учебно-методическое объединение рекомендует) (Базовый курс) (Бакалавр) (Учебное пособие). - ISBN 978-5-9916-2484-8
2	Смелягин, А. И. Теория механизмов и машин [Текст] : учеб. пособие / А. И. Смелягин. - М. : ИНФРА-М ; Новосибирск : НГТУ, 2003. - 262 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-16-001623-6. - ISBN 5-7782-0382-9
3	Белоконев, Игорь Максимович. Теория механизмов и машин [Текст]: конспект лекций : [учеб. пособие для вузов по направлениям и специальностям высш. проф. образования в обл. техники и технологии] / И.М. Белоконев, С. А. Балан, К. И. Белоконев. - М. : Дрофа, 2004. - 172 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-6966-5 : 95.01 р. - ISBN 5-7107-6966-5 : 95.01 р
4	Теория механизмов и механика машин [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов "Машиностроит. технологии и оборудование", "Технол. машины и оборудование"] / [К. В. Фролов и др.] ; под ред. К. В. Фролова. - Изд. 5-е, стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 662 с. : ил. - (Механика в техническом университете ; т. 5).
5	Капустин, Александр Валерьевич. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ "Поволж. гос. технол. ун-т". -

	Йошкар-Ола : ПГТУ, 2012. - 55 с. : ил.
6	Капустин, Александр Валерьевич. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : сборник заданий для курсовых и расчетно-графических работ : [для студентов бакалавриата] / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. - 65 с. : ил. - ISBN 978-5-8158-1351-9

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

7	П.А.Галкин, В.М.Червяков Теория механизмов и машин
8	Г.А.Тимофеев Теория механизмов и машин
9	Л.А.Саруев Механика. Лекции по теории механизмов и машин
10	В.Н.Ермак Теория механизмов. Краткий курс.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows XP, Microsoft Visio

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: CAD Компас

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для оснащения лабораторного практикума предполагается типовой комплект оборудования, включающий установки для исследования виброзащиты, балансировки роторов, исследования кинематики и динамики машинного агрегата, исследования кинематики и сил в кулачковом механизме, профилирования эвольвентного зубчатого колеса, а также кулачковый командоаппарат, систему автоматизированного циклового управления, модели шестизвенных манипуляторов.

Комплект экспериментального оборудования может включать в себя:

1. Комплект моделей для проведения лабораторной работы по структурному анализу сложных плоских механизмов
2. Модели четырёхзвенных механизмов для проведения лабораторной работы по метрическому синтезу.
3. Установка по исследованию КПД рычажного механизма.

4. Установка для моделирования процесса нарезания зубьев эвольвентных колес по способу огибания.
5. Установка для исследования динамических процессов в машинном агрегате.
6. Установка для динамической балансировки роторов.
7. Установка для силового и кинематического анализа кулачковых механизмов.
8. Установка для экспериментального исследования эффективности виброзащитных устройств.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Чтение лекций по данной дисциплине рекомендуется проводить с использованием мультимедийных презентаций и демонстрационного эксперимента.

Мультимедийная презентация, выполненная средствами программы Microsoft PowerPoint позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на изображение с использованием мела и доски, схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала.

Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебных пособиях, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Мультимедийная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет значительно улучшить восприятие материала студентами. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для выполнения самостоятельной работы, подготовки к текущему, промежуточному и итоговому контролю (экзамену).

По дисциплине «Теория механизмов и машин» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения лекционных и практических занятий. Данный вид деятельности реализуется помощью облачных технологий Zoom.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Теория механизмов и машин» является изучение её основных понятий, активное закрепление, обобщение и углубление знаний, полученных при изучении базовых дисциплин, формирование умения и навыков, необходимых для изучения специальных инженерных дисциплин и для последующей инженерной деятельности.

В программе дисциплины предусмотрена работа, выполняемая студентами под непосредственным руководством преподавателя в аудитории, дисплейном классе или в

лаборатории (аудиторная самостоятельная работа) и внеаудиторная самостоятельная работа при выполнении курсовых проектов и работ, домашних заданий, рефератов, научно-исследовательской работы, проработки учебного материала с использованием учебника, учебных пособий, дополнительной методической и научной литературы.

Рекомендуемые формы организации самостоятельной работы:

1. Самостоятельная работа студентов с обучающими программами в дисплейных классах. Обучающие программы ориентированы на проработку наиболее сложных разделов курса, новых разделов, не нашедших своевременного освещения в учебной литературе, на изучение методики постановки и решения задач проектирования конкретных механизмов с определением числовых значений параметров характеристик движения и т.п.

2. Самостоятельная работа с обучающими программами, ориентированными на подготовку к проведению лабораторных работ, практических занятий, самостоятельной работы под руководством преподавателя.

3. Подготовка рефератов и докладов по отдельным вопросам, не нашедшим надлежащего освещения при аудиторных занятиях. Темы рефератов выбираются студентом самостоятельно или рекомендуются преподавателем.

4. Проведение самостоятельной работы в аудитории или лаборатории в форме разработки алгоритмов решения задач, прикладных задач в форме модулей для ЭВМ, сдачей устного коллоквиума, рубежного контроля и т.д.

Все виды самостоятельной работы увязываются с графиком изучения соответствующих разделов при аудиторных занятиях, завершаются обязательным контролем со стороны преподавателя, результаты которого учитываются при подведении итогов работы студента за семестр, при сдаче зачётов и экзаменов по дисциплине

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Программу составил: доцент кафедры ОТДиЭ, к.т.н., доцент Капустин А.В.

Рецензент: зав. кафедрой ОТДиЭ к.ф.-м.н., доцент Ю.В. Батьков