

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.19
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 79,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Дискуссия Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Портнов М.А.
	Идентификатор	R7778350d-PortnovMA-75cca4c0

(подпись)


М.А. Портнов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784


(подпись)

П.Ю. Петров

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

(подпись)

А.Л. Гончаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение научных основ разработки схем механизмов и машин, методов их структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза.

Задачи дисциплины

- освоение общих методов анализа и синтеза механизмов и машин, позволяющих осуществлять выбор их оптимальных вариантов;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных решений при выборе схем механизмов и машин.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-13 _{ОПК-1} Демонстрирует знание основных групп деталей и механизмов, используемых в машиностроении и проводит их расчеты	знать: - отечественный и зарубежный опыт по анализу и синтезу механизмов; - методики моделирования, анализа и синтеза при проектировании схем механизмов и машин; - существующие методики оценки технического состояния технологического оборудования, существующие методики оценки остаточного ресурса технологического оборудования. уметь: - работать с научно-технической литературой; - применять физико-математические методы для анализа и синтеза механизмов и машин, проводить натурные эксперименты и обрабатывать их результаты; - разрабатывать и выполнять регламент проведения профилактического осмотра оборудования и планового ремонта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дифференциальные уравнения (курс «Высшая математика»)
- знать статику, кинематику и динамику (курс «Теоретическая механика»)
- уметь читать чертежи и схемы механических устройств
- уметь применять физико-математические методы анализа

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение. Строение механизмов.	16	3	4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Строение механизмов". Страницы 21 - 52 "Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. - 5-е изд." Артоболевский И.И., – М.: ИД Альянс, 2008. – 640 с. Страницы 47 - 82 "Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ [К.В. Фролов и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева.-изд.6-е"- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана,2009.-688 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 47-82 [2], стр. 21-52 [3], стр.15-24	
1.1	Введение. Строение механизмов.	16		4	2	2	-	-	-	-	-	8	-		
2	Кинематические характеристики механизмов.	18		4	2	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Кинематические характеристики механизмов". Страницы 64 - 130 "Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. - 5-е изд." Артоболевский И.И., – М.: ИД Альянс, 2008. – 640 с. Страницы 82 - 152 "Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ [К.В. Фролов и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева.-изд.6-е"- М.: МГТУ им. Н.Э.
2.1	Кинематические характеристики механизмов.	18		4	2	2	-	-	-	-	-	-	10	-	

													Баумана,2009.-688 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 82-152 [2], стр. 64-130 [3], стр.37-53
3	Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.	24	6	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Кинетостатика. Трение и износ в механизмах". Страницы 212 - 238, 247 - 304 <u>Теория механизмов и машин:</u> Учеб. для вузов. - 5-е изд."Артоболевский И.И., – М.: ИД Альянс, 2008. – 640 с. Страницы 202 - 222 "Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ [К.В. Фролов и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева.-изд.6-е"- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана,2009.-688 с.
3.1	Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.	24	6	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 202-222 [2], стр. 212-238, 247-304 [3], стр. 27-35
4	Динамика машин.	26	6	2	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Динамика машин". Страницы 356 - 373 <u>Теория механизмов и машин:</u> Учеб. для вузов. - 5-е изд."Артоболевский И.И., – М.: ИД Альянс, 2008. – 640 с. Страницы 152 - 202 "Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ [К.В. Фролов и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева.-изд.6-е"- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана,2009.-688 с.
4.1	Динамика машин.	26	6	2	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 152-202 [2], стр. 356-373 [3], стр. 53-63

5	Анализ и синтез кулачковых механизмов.	22	8	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ и синтез кулачковых механизмов". Страницы 510 - 550 "Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. - 5-е изд." Артоболевский И.И., – М.: ИД Альянс, 2008. – 640 с. Страницы 620 - 652 "Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ [К.В. Фролов и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева.-изд.6-е"- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана,2009.-688 с.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 620-652 [2], стр. 510-550 [3], стр. 85-100</p>
5.1	Анализ и синтез кулачковых механизмов.	22	8	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
6	Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.	20	4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	
6.1	Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.	20	4	2	4	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	62	17.7	
	Итого за семестр	144.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	79.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение. Строение механизмов.

1.1. Введение. Строение механизмов.

Цель и задачи дисциплины. Предмет курса и его место в системе подготовки инженеров по направлению 15.03.01 Машиностроение. Основные понятия и определения. Кинематические пары. Связи, кинематические цепи. Виды механизмов. Механизмы и узлы машин общего назначения. Степень подвижности механизмов. Структура плоских механизмов и манипуляторов промышленных роботов..

2. Кинематические характеристики механизмов.

2.1. Кинематические характеристики механизмов.

Кинематика входных и выходных звеньев, передаточные функции механизма. Кинематические диаграммы. Применение графического интегрирования и дифференцирования. Графоаналитические методы исследования положения, скоростей и ускорения точек звеньев механизмов. Кинематика разомкнутых цепей (манипуляторов). Аналитические методы исследования кинематики плоских механизмов. Применение матриц для исследования пространственных кинематических цепей манипуляторов. Кинематические характеристики плоских механизмов с высшими парами. Геометрическое и кинематическое условия. Теорема о мгновенном передаточном отношении..

3. Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.

3.1. Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.

Кинетостатика. Основные понятия. Определение сил инерции. Условие статической определимости кинематической цепи. Определение реакций в кинематических парах. Определение уравнивающих силовых факторов. Рычаг Жуковского. Уравнивание механизмов. Статическое и моментное уравнивание. Неуравновешенность ротора. Статическая и динамическая балансировка изготовленных роторов. Трение и изнашивание в механизмах. Виды и характеристики внешнего трения. Потери энергии на трение. Механический коэффициент полезного действия. Критерии оценки износа. Расчет износа элементов низших и высших кинематических пар..

4. Динамика машин.

4.1. Динамика машин.

Исследование движения машинного агрегата. Силы, действующие в машинах, и их характеристики. Динамическая модель машинного агрегата. Приведение масс и сил. Три стадии движения машины. Уравнения движения машины в энергетической и дифференциальной формах. Регулирование скорости движения механизма. Неравномерность хода машины при установившемся движении. Определение момента инерции маховых масс. Регулирование непериодических колебаний скорости машины..

5. Анализ и синтез кулачковых механизмов.

5.1. Анализ и синтез кулачковых механизмов.

Виды и классификация кулачковых механизмов. Кинематическое исследование (анализ) плоских кулачковых механизмов. Профилирование (синтез) плоских кулачков. Выбор закона движения толкателя. Проектирование кулачковых механизмов с учетом углов давления. Особенности проектирования кулачковых механизмов с плоским толкателем..

6. Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.

6.1. Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.

Классификация передач. Эвольвента и её свойства. Геометрия эвольвентного зацепления. Геометрические элементы зубчатого колеса. Методы нарезания зубьев. Станочное зацепление. Подрезание зубьев. Зацепление эвольвентных колес. Коэффициент перекрытия. Боковая поверхность прямого и косого зуба. Особенности геометрического расчета косозубой цилиндрической передачи, параметры эквивалентного колеса. Пространственные эвольвентные зубчатые передачи. Особенности кинематического и геометрического расчётов конической передачи, параметры эквивалентного колеса. Кинематика и геометрия винтовой передачи. Конструкция, геометрия и кинематика червячных передач. КПД зубчатых и червячных передач. Планетарные передачи. Принцип работы, геометрия и кинематика. Волновые зубчатые передачи. Принцип работы, геометрия и кинематика..

3.3. Темы практических занятий

1. Кинематический анализ механизмов;
2. Кинематический и геометрический расчеты пространственных передач;
3. Геометрический расчет зубчатых передач;
4. Основные элементы зубчатых колес и передач;
5. Анализ кулачковых механизмов;
6. Определение параметров динамической модели механизма;
7. Кинетостатический анализ механизмов;
8. Структурный анализ механизмов.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение структуры, принципа работы и кинематики планетарных передач.;
2. Изучение работы и КПД червячного редуктора.;
3. Изучение работы и КПД цилиндрического многоступенчатого редуктора.;
4. Анализ структуры и кинематики зубчатых механизмов.;
5. Уравновешивание роторов.;
6. Структурный и кинематический анализ моделей строгального станка и поршневого механизма двигателя внутреннего сгорания.;
7. Структурный и кинематический анализ механизмов.;
8. Построение профиля кулачка на приборе..

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
существующие методики оценки технического состояния технологического оборудования, существующие методики оценки остаточного ресурса технологического оборудования	ИД-13 _{ОПК-1}	+		+				Дискуссия/Виды повреждений и причины износа деталей механизмов
методики моделирования, анализа и синтеза при проектировании схем механизмов и машин	ИД-13 _{ОПК-1}	+					+	Тестирование/Синтез зубчатых механизмов
отечественный и зарубежный опыт по анализу и синтезу механизмов	ИД-13 _{ОПК-1}	+					+	Расчетно-графическая работа/Построение профиля кулачка
Уметь:								
разрабатывать и выполнять регламент проведения профилактического осмотра оборудования и планового ремонта	ИД-13 _{ОПК-1}	+			+			Расчетно-графическая работа/Силовой анализ типового механизма
применять физико-математические методы для анализа и синтеза механизмов и машин, проводить натурные эксперименты и обрабатывать их результаты	ИД-13 _{ОПК-1}	+	+					Расчетно-графическая работа/Кинематический анализ типового механизма
работать с научно-технической литературой	ИД-13 _{ОПК-1}	+	+		+			Расчетно-графическая работа/Типовой расчет

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Кинематический анализ типового механизма (Расчетно-графическая работа)
2. Построение профиля кулачка (Расчетно-графическая работа)
3. Силовой анализ типового механизма (Расчетно-графическая работа)
4. Синтез зубчатых механизмов (Тестирование)
5. Типовой расчет (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Виды повреждений и причины износа деталей механизмов (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Выставление итоговой оценки и аттестация по курсу проводятся в соответствии с "Положение о промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО "НИУ"МЭИ" по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры" П СМК-9.1.3-04.2021.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учебник для вузов / И. И. Артоболевский . – 5-е изд., стер., перепеч. с изд. 1988 г . – М. : Альянс, 2008 . – 640 с. - ISBN 978-5-903034-50-5 .;
2. Теория механизмов и механика машин : Учебник для вузов / К. В. Фролов, и др. – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1998 . – 496 с. - ISBN 5-06-003118-7 : 24.30 .;
3. А. Г. Замалиев, В. А. Иванов- "Краткий курс теории механизмов и машин", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2008 - (158 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258931>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Компас 3D;
5. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая механика

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Кинематический анализ типового механизма (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Виды повреждений и причины износа деталей механизмов (Дискуссия)
- КМ-3 Силовой анализ типового механизма (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Построение профиля кулачка (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Синтез зубчатых механизмов (Тестирование)
- КМ-6 Типовой расчет (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	5	8	11	14	15	15
1	Введение. Строение механизмов.							
1.1	Введение. Строение механизмов.		+	+	+	+	+	+
2	Кинематические характеристики механизмов.							
2.1	Кинематические характеристики механизмов.		+					+
3	Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.							
3.1	Кинетостатика. Трение и износ в механизмах.			+				
4	Динамика машин.							
4.1	Динамика машин.				+			+
5	Анализ и синтез кулачковых механизмов.							
5.1	Анализ и синтез кулачковых механизмов.					+		
6	Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.							
6.1	Основы теории, геометрия, кинематика зубчатых механизмов.						+	
Вес КМ, %:			15	5	15	10	5	50