

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

Направление подготовки/специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
ПРОИЗВОДСТВА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 111,7 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Расчетно-графическая работа	
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	Маслов А.Н.
	Идентификатор	Rf8f2f741-MaslovAN-736ea3ef

(подпись)


А.Н. Маслов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Свириденко О.В.
	Идентификатор	R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5

(подпись)


О.В.

Свириденко

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение систем сквозного автоматизированного проектирования, изучение основных принципов работы программных продуктов САПР на базе Autodesk Inventor.

Задачи дисциплины

- Изучение методов автоматического проектирования применительно к мехатронным системам.;
- Изучение основ проектирования элементов конструкции.;
- Изучение основ проектирования соединений и зависимостей элементов конструкции.;
- Анализ динамических характеристик с помощью САПР..

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-9 Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование	ИД-1 _{ОПК-9} Разрабатывает новые конструктивные решения и опытные образцы мехатронных и робототехнических устройств	знать: - Способы создания деталей.;- Способы задания соединений и зависимостей в САПР.;- Способы анимации механизмов.;- Способы проектирования электромеханических систем.. уметь: - Создавать сборку механизма с применением соединений в САПР.;- По чертежам и характеристикам, создавать 3D-модель деталей.;- Спроектировать электропривод..
ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые	ИД-1 _{ОПК-11} Организует разработку математического обеспечения процедур анализа и синтеза проектных решений мехатронных и робототехнических устройств	знать: - Способы анализа упругости конструкции.;- Способы динамического анализа.. уметь: - Производить динамический анализ механизма в САПР.;- Производить анализ напряженности механизма в САПР..

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
алгоритмы и программы управления робототехнических систем		

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теоретические основы проектирования роботов и робототехнических систем.
- знать теоретические основы и основные алгоритмы вычислительной механики.
- знать Теорию конструирования машин.
- знать Теорию упругости сплошных сред.
- уметь Применять математические методы в ходе решения практических задач.
- уметь Использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, квалифицированно применяя программное обеспечение и математические пакеты для компьютерного моделирования механических систем.
- уметь Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных.

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	Проектирование частей механизмов.	16	3	-	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование частей механизмов."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], ст. 19-40 [3], ст. 18-23 [4], ст. 22-81</p>	
1.1	Проектирование частей механизмов.	16		-	-	4	-	-	-	-	-	12	-		
2	Сборка и анимация механической системы	32		-	-	8	-	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p>
2.1	Сборка и анимация механической системы	32		-	-	8	-	-	-	-	-	-	24	-	

													<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сборка и анимация механической системы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 192-235
3	Проектирование динамической модели.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование динамической модели." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 263-275
3.1	Проектирование динамической модели.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование динамической модели." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 263-275
4	Проектирование упругости конструкции.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование упругости конструкции." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 248-263
4.1	Проектирование упругости конструкции.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование упругости конструкции." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 248-263
5	Проектирование	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка расчетно-графического</u>

	электромеханики														задания: В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование электромеханики" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], ст. 278-282
5.1	Проектирование электромеханики.	14	-	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-		
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	Всего за семестр	144.0	-	-	32	-	-	-	-	-	0.3	94	17.7		
	Итого за семестр	144.0	-	-	32	-	-	-	-	-	0.3	111.7			

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. Проектирование частей механизмов.

1.1. Проектирование частей механизмов.

Способы создания объёмных фигур.. Дерево объекта. редактирование форм..

2. Сборка и анимация механической системы

2.1. Сборка и анимация механической системы

Соединение.. Зависимости.. Задание движения. Анализ пересечений. Анализ контактов.

3. Проектирование динамической модели.

3.1. Проектирование динамической модели.

Первая задачи динамики.. Вторая задача динамики.. Диссипативные силы..

4. Проектирование упругости конструкции.

4.1. Проектирование упругости конструкции.

Анализ стационарной напряженности .. Анализ Динамической напряженности .. Поиск собственных частот.. Анализ рамы..

5. Проектирование электромеханики

5.1. Проектирование электромеханики.

Проектирование электрических схем.. Проектирование электромеханических устройств..

3.3. Темы практических занятий

1. 13. Проектирование электрических цепей.;
2. 12. Анализ напряженности рамы.;
3. 11. Анализ напряженности составной конструкции.;
4. 10. Анализ напряженности стержня с различными краевыми условиями.;
5. 9. Динамическое моделирование. Вторая задача динамики для системы с двумя степенями свободы.;
6. 8. Динамическое моделирование. Вторая задача динамики для системы с одной степенью свободы.;
7. 2. Проектирование частей механизма;
8. 6. Динамическое моделирование простой конструкции.;
9. 4. Анализ пересечений и контактов. Схема сборки.;
10. 3. Сборка. Зависимости и соединения. базовое тело.;
11. 15. Трехзвенный манипулятор. динамический анализ.;
12. 1. САПР. Основная идея систем. Дерево объекта.;
13. 7. Динамическое моделирование. Первая задача динамики.;
14. 16. Демонстрация собственных проектов.;
15. 5. Анимация движения механизма.;
16. 14. Трехзвенный манипулятор. Проектирование..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

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	
Знать:							
Способы проектирования электромеханических систем.	ИД-1 _{ОПК-9}					+	Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы анимации механизмов.	ИД-1 _{ОПК-9}		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы задания соединений и зависимостей в САПР.	ИД-1 _{ОПК-9}		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы создания деталей.	ИД-1 _{ОПК-9}	+					Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы динамического анализа.	ИД-1 _{ОПК-11}			+			Расчетно-графическая работа/Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел Расчетно-графическая работа/Проектирование в САПР программного движения механизма
Способы анализа упругости конструкции.	ИД-1 _{ОПК-11}				+		Расчетно-графическая работа/Анализ напряженности
Уметь:							
Спроектировать электропривод.	ИД-1 _{ОПК-9}					+	Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
По чертежам и характеристикам, создавать 3D-модель деталей.	ИД-1 _{ОПК-9}	+					Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Создавать сборку механизма с применением соединений в САПР.	ИД-1 _{ОПК-9}		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Производить анализ напряженности механизма в САПР.	ИД-1 _{ОПК-11}				+		Расчетно-графическая работа/Анализ напряженности
Производить динамический анализ механизма в САПР.	ИД-1 _{ОПК-11}			+			Расчетно-графическая работа/Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел Расчетно-графическая работа/Проектирование в САПР

								программного движения механизма
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------

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: Обмен электронными документами

1. Анализ напряженности (Расчетно-графическая работа)
2. Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы (Расчетно-графическая работа)
3. Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел (Расчетно-графическая работа)
4. Проектирование в САПР программного движения механизма (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка выставляется по формуле $0.7 \cdot \text{"оценка текущей аттестации"} + 0.3 \cdot \text{"оценка промежуточной аттестации"}$ с математическим округлением.

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. Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов . – М. : Форум, 2015 . – 288 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-00091-042-9 .;
2. Большаков, В. П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex : учебный курс (+DVD) / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, А. А. Сергеев . – СПб. : Питер, 2011 . – 336 с. - ISBN 978-5-49807-774-1 .;
3. И. В. Крысова, М. Н. Одинец, Т. М. Мясоедова, Д. С. Корчагин- "Основы САПР", Издательство: "Омский государственный технический университет (ОмГТУ)", Омск, 2017 - (92 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493424>;
4. Машков, С. В. Программа Autodesk AutoCAD 2004 : учебное пособие для вузов по дисциплине "Системы автоматизированного проектирования в области строительства, архитектуры, судостроения, машиностроения и приборостроения на базе Auto CAD" / С. В. Машков . – М. : Альянс-Пресс, 2003 . – 448 с. - ISBN 5-88548-089-3 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Компас 3D;
4. SimInTech (студенческая версия);

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. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
3. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
4. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы автоматизированного проектирования и производства

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Проектирование в САПР программного движения механизма (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Анализ напряженности (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Проектирование частей механизмов.					
1.1	Проектирование частей механизмов.		+			
2	Сборка и анимация механической системы					
2.1	Сборка и анимация механической системы		+			
3	Проектирование динамической модели.					
3.1	Проектирование динамической модели.			+	+	
4	Проектирование упругости конструкции.					
4.1	Проектирование упругости конструкции.					+
5	Проектирование электромеханики					
5.1	Проектирование электромеханики.		+			
Вес КМ, %:			30	25	25	20