

**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.07
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 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Маслов А.Н.
	Идентификатор	Rf8f2f741-MaslovAN-736ea3ef

А.Н. Маслов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Свириденко О.В.
	Идентификатор	R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5f

О.В.  
Свириденко

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

И.В. Меркурьев

## 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 <sub>ОПК-9</sub> Разрабатывает новые конструктивные решения и опытные образцы мехатронных и робототехнических устройств	знать: - Способы создания деталей.;; - Способы проектирования электромеханических систем.;; - Способы анимации механизмов.;; - Способы задания соединений и зависимостей в САПР..  уметь: - Спроектировать электропривод.;; - Создавать сборку механизма с применением соединений в САПР.;; - По чертежам и характеристикам, создавать 3D-модель деталей..
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 <sub>ОПК-11</sub> Организует разработку математического обеспечения процедур анализа и синтеза проектных решений мехатронных и робототехнических устройств	знать: - Способы динамического анализа.;; - Способы анализа упругости конструкции..  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><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование частей механизмов."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></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><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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><b><u>Самостоятельное изучение</u></b></p>
2.1	Сборка и анимация механической системы	32		-	-	8	-	-	-	-	-	-	24	-	

													<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сборка и анимация механической системы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 192-235
3	Проектирование динамической модели.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование динамической модели." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 263-275
3.1	Проектирование динамической модели.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование динамической модели." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 263-275
4	Проектирование упругости конструкции.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование упругости конструкции." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 248-263
4.1	Проектирование упругости конструкции.	32	-	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование упругости конструкции." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], ст. 248-263
5	Проектирование	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического</u></b>



### **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. 5. Анимация движения механизма.;
2. 16. Демонстрация собственных проектов.;
3. 7. Динамическое моделирование. Первая задача динамики.;
4. 1. САПР. Основная идея систем. Дерево объекта.;
5. 15. Трёхзвенный манипулятор. динамический анализ.;
6. 3. Сборка. Зависимости и соединения. базовое тело.;
7. 4. Анализ пересечений и контактов. Схема сборки.;
8. 6. Динамическое моделирование простой конструкции.;
9. 8. Динамическое моделирование. Вторая задача динамики для системы с одной степенью свободы.;
10. 9. Динамическое моделирование. Вторая задача динамики для системы с двумя степенями свободы.;
11. 10. Анализ напряженности стержня с различными краевыми условиями.;
12. 11. Анализ напряженности составной конструкции.;
13. 12. Анализ напряженности рамы.;
14. 13. Проектирование электрических цепей.;
15. 2. Проектирование частей механизма;
16. 14. Трёхзвенный 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	
<b>Знать:</b>							
Способы задания соединений и зависимостей в САПР.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы анимации механизмов.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы проектирования электромеханических систем.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>					+	Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы создания деталей.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>	+					Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Способы анализа упругости конструкции.	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>				+		Расчетно-графическая работа/Анализ напряженности
Способы динамического анализа.	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>			+			Расчетно-графическая работа/Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел Расчетно-графическая работа/Проектирование в САПР программного движения механизма
<b>Уметь:</b>							
По чертежам и характеристикам, создавать 3D-модель деталей.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>	+					Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Создавать сборку механизма с применением соединений в САПР.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Кинематика в САПР механизма с одной степенью свободы
Спроектировать электропривод.	ИД-1 <sub>ОПК-9</sub>					+	Расчетно-графическая работа/Моделирование в САПР внешнего воздействия на систему тел
Производить анализ напряженности механизма в САПР.	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>				+		Расчетно-графическая работа/Анализ напряженности
Производить динамический анализ механизма в САПР.	ИД-1 <sub>ОПК-11</sub>			+			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-201, 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, %:			25	25	25	25