

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИНДУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И**  
**РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б4.Ч.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 47,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2018**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кирсанов М.Н.
	Идентификатор	R3df8d6c9-KirsanovMN-fe331b90

(подпись)

М.Н. Кирсанов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620


(подпись)

Б.И. Адамов

(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-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение индуктивных методов исследования механических стержневых систем, имеющих регулярную структуру

### Задачи дисциплины

- изучение рекуррентных методов исследования регулярных систем;
- изучение методов исследования прочности и жёсткости регулярных стержневых систем;
- изучение методов исследования динамики регулярных стержневых систем;
- решение задач индуктивного исследования регулярных систем в математических пакетах.

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
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и конструировании экспериментальных макетов мехатронных и робототехнических систем, изделий детской и образовательной робототехники	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен выполнять разработку схемотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий	знать: - методы исследования прочности и жёсткости регулярных стержневых систем; - методы исследования динамики регулярных стержневых систем.  уметь: - проводить исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем; - проводить исследование динамики регулярных стержневых систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать методы механики деформированного твёрдого тела, теории колебаний
- уметь составлять программы в математических пакетах

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 2 зачетных единицы, 72 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	Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем	27	8	6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем"</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка индивидуальной задачи по исследованию прочности и жёсткости фермы в математическом пакете</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 164-167, стр. 343-349</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка индивидуальной задачи по исследованию частотного спектра фермы в математическом пакете</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Исследование динамики регулярных стержневых систем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 118-125</p>
1.1	Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем	27		6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
2	Исследование динамики регулярных стержневых систем	27		6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
2.1	Исследование динамики регулярных стержневых систем	27		6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>30</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>30</b>	<b>47.7</b>		

**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. Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем

##### 1.1. Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем

Классификация и сферы применения регулярных стержневых систем. Ферменные конструкции. Физическая модель стержневой фермы. Методы расчёта усилий в стержнях. Метод вырезания узлов. Матрица направляющих косинусов фермы. Формула Максвелла-Мора для деформаций фермы. Индуктивные методы решения задач прочности и жёсткости ферм в математических пакетах.

#### 2. Исследование динамики регулярных стержневых систем

##### 2.1. Исследование динамики регулярных стержневых систем

Уравнения малых колебаний узлов фермы. Матрица инерции. Матрица единичных податливостей. Матрица жесткостей. Частотное уравнение. Индуктивные методы решения задач колебаний ферм в математических пакетах. Свойство вложенности частот регулярных стержневых систем.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### 1. Семестр 8

№1 Решение рекуррентных уравнений в математическом пакете. Задача рекурсии

№2. Уравнения равновесия плоской фермы

№3. Индуктивный анализ прогибов плоской фермы

№4. Уравнения колебаний узла плоской фермы

№5. Частотное уравнение плоской фермы

№6. Исследование частотного спектра плоской фермы в зависимости от числа панелей.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Исследование динамики регулярных стержневых систем"

### **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	
<b>Знать:</b>				
методы исследования динамики регулярных стержневых систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+	Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения части 3 расчётного задания
методы исследования прочности и жёсткости регулярных стержневых систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+		Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения части 1 расчётного задания
<b>Уметь:</b>				
проводить исследование динамики регулярных стержневых систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+	Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения части 3 расчётного задания
проводить исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+		Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения части 1 расчётного задания Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения части 2 расчётного задания

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Проверка выполнения части 1 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка выполнения части 2 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Проверка выполнения части 3 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кирсанов М. Н.- "Maple и MapleT. Решения задач механики", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (512 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168384>.

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Matlab;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Антиплагиат ВУЗ;
7. Mathematica.

##### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. 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 лекционных занятий и текущего контроля	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-213, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-215, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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
	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для консультирования	С-216, Кабинет сотрудников	стол, стул, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	С-114/1, Массажная	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Индуктивные методы исследования механических и робототехнических систем

(название дисциплины)

### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Проверка выполнения части 1 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 Проверка выполнения части 2 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Проверка выполнения части 3 расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	8	11
1	Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем				
1.1	Исследование прочности и жёсткости регулярных стержневых систем		+	+	
2	Исследование динамики регулярных стержневых систем				
2.1	Исследование динамики регулярных стержневых систем				+
Вес КМ, %:			20	30	50