

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕХАНИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.11.04.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 85,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(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 численных методов инженерных расчётов и сопутствующего математического аппарата, применяемых при решении задач механики, а также освоение способов построения и компьютерной реализации математических моделей механических систем

Задачи дисциплины

- Изучение основных понятий, концепций и алгоритмов компьютерного моделирования робототехнических и мехатронных систем, а также применяемых при этом численных методов;
- Овладение важнейшими методами решения прикладных задач в области вычислительной механики и математического моделирования;
- Формирование устойчивых навыков по применению арсенала методов вычислительной механики и математического моделирования при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий;
- Ознакомление с историей и логикой развития вычислительной механики и компьютерного моделирования.

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-11 способностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов		знать: - Алгоритмы численного дифференцирования; - Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений приведенных к форме Коши. уметь: - Реализовывать алгоритмы полиномиальной интерполяции с использованием современных программных пакетов; - Реализовывать алгоритмы численного дифференцирования и интегрирования с использованием современных программных пакетов; - Реализовывать алгоритмы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием современных программных пакетов.
ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и		знать: - Алгоритмы интерполяции алгебраическими многочленами; - Алгоритмы численного интегрирования. уметь: - Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
износостойкости узлов и деталей машин		<p>многозвенных механизмов и манипуляторов;</p> <p>- Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многозвенных механизмов и манипуляторов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Линейную алгебру и аналитическую геометрию
- знать Математический анализ
- знать Высшую математику
- знать Информатику
- знать Дискретную математику
- знать Вычислительную механику
- уметь Работать со списками данных
- уметь Создавать программу для выполнения расчетов в математических пакетах.
- уметь Применять циклические формы алгоритмов с остановом

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	Интерполяция алгебраическими многочленами	24	8	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл.1 [2], 295-363 [3], 18-54</p>
1.1	Интерполяция алгебраическими многочленами	24		6	-	6	-	-	-	-	-	-	12	

2	Численное дифференцирование	26		8	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное дифференцирование"
2.1	Численное дифференцирование	26		8	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Численное дифференцирование". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное дифференцирование" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное дифференцирование" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Численное дифференцирование и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Численное дифференцирование" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл.2 [2], 364-374

														[3], 55-102
3	Численное интегрирование	30	8	-	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Численное интегрирование". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное интегрирование" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Численное интегрирование и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Численное интегрирование" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Численное интегрирование"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл.3 [2], 375-409 [3], 103-126</p>
3.1	Численное интегрирование	30	8	-	8	-	-	-	-	-	-	14	-	
4	Численные методы решения задачи Коши	28	6	-	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу

4.1	Численные методы решения задачи Коши	28		6	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<p>"Численные методы решения задачи Коши"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Численные методы решения задачи Коши" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Численные методы решения задачи Коши". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численные методы решения задачи Коши"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численные методы решения задачи Коши" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Численные методы решения задачи Коши и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл4 [2], 410-482 [3], 127-138</p>
-----	--------------------------------------	----	--	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	--

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	-	28	2		-		0.5	85.5		

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. Интерполяция алгебраическими многочленами

1.1. Интерполяция алгебраическими многочленами

Интерполяционный многочлен Лагранжа. Различные формы записи интерполяционного многочлена Лагранжа.. Лемма об остаточном члене интерполяционного многочлена Лагранжа. Оценки для погрешности интерполяции по Лагранжу.. Теорема о представлении многочлена в форме Ньютона. Разделённые разности и порядок их вычисления (случай простых узлов). Теорема о коэффициентах представления многочлена в форме Ньютона. Интерполяционный многочлен Лагранжа в форме Ньютона.. Явная формула для разделённой разности. Свойства разделённых разностей.. Лемма о делении на линейный множитель.. Разделённые разности и интерполяционный многочлен Ньютона в случае кратных узлов.. Постановка задачи интерполяции с кратными узлами.. Интерполяция по Эрмиту. Задача кубической интерполяции по Эрмиту и её решение. Погрешность кубической интерполяции по Эрмиту. Функции Кунса и их применение при построении программного движения манипулятора.. Проблема сходимости последовательности интерполяционных многочленов Лагранжа.

2. Численное дифференцирование

2.1. Численное дифференцирование

Формулы численного дифференцирования (ФЧД). Теорема об остаточном члене ФЧД.. Двухточечные и трёхточечные ФЧД для первой производной, их порядок точности. Трёхточечные ФЧД для второй производной, их порядок точности.. Правило Рунге практической оценки погрешности; первая и вторая формулы Рунге.. Вычислительная погрешность ФЧД; выбор шага при численном дифференцировании.

3. Численное интегрирование

3.1. Численное интегрирование

Элементарные и составные квадратурные формулы.. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса. Простейшие квадратурные формулы Ньютона – Котеса (формулы левых прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценки погрешности этих квадратурных формул.. Лемма о погрешности формул Ньютона – Котеса с нечётным числом узлов.. Адаптивные процедуры численного интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса.

4. Численные методы решения задачи Коши

4.1. Численные методы решения задачи Коши

Явные и неявные конечноразностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.. Лемма о коэффициентах типового разностного уравнения.. Простейшие примеры конечноразностных методов (явный и неявный методы Эйлера, правило средней точки, правило трапеций).. Порядок аппроксимации конечноразностного метода. Локальная погрешность конечноразностного метода и её связь с погрешностью аппроксимации в случае явных методов. Устойчивость конечноразностного метода на конечном отрезке.. Первый характеристический многочлен конечноразностного метода; корневое условие. Глобальная погрешность конечноразностного метода.. Теорема о сходимости конечноразностного метода.. Особенности реализации неявных методов; схема “предиктор – корректор”.. Явные методы второго порядка точности (метод Хойна, метод Рунге). Общая формулировка явных методов Рунге – Кутты; таблица Батчера.. Примеры явных методов Рунге – Кутты. Порядковые барьеры Батчера. Вложенные методы Рунге –

Кутты. Теорема об условиях Мерсона для вложенных методов Рунге – Кутты.. Методы Dormana–Prinsa.. Управление длиной шага для вложенных методов Рунге – Кутты.. Способы получения значений решения задачи Коши в промежуточных точках; непрерывные расширения методов Рунге – Кутты.

3.3. Темы практических занятий

1. Интерполяция алгебраическими многочленами;
2. Интерполяционный многочлен Ньютона;
3. Функции численного дифференцирования;
4. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора;
5. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса;
6. Численные методы решения задачи Коши.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Интерполяция алгебраическими многочленами"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное дифференцирование"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное интегрирование"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численные методы решения задачи Коши"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численное дифференцирование"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численное интегрирование"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численные методы решения задачи Коши"

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	
Знать:						
Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений приведенных к форме Коши	ПК-11(Компетенция)		+		+	Контрольная работа/КР №2. Функции численного дифференцирования
Алгоритмы численного дифференцирования	ПК-11(Компетенция)		+	+	+	Контрольная работа/КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона
Алгоритмы численного интегрирования	ПК-12(Компетенция)	+		+		Контрольная работа/КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса
Алгоритмы интерполяции алгебраическими многочленами	ПК-12(Компетенция)	+		+		Решение задач/ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора
Уметь:						
Реализовывать алгоритмы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием современных программных пакетов	ПК-11(Компетенция)		+			Контрольная работа/КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса
Реализовывать алгоритмы численного дифференцирования и интегрирования с использованием современных программных пакетов	ПК-11(Компетенция)		+	+		Контрольная работа/КР №2. Функции численного дифференцирования
Реализовывать алгоритмы полиномиальной интерполяции с использованием современных программных пакетов	ПК-11(Компетенция)	+			+	Контрольная работа/КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона
Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многозвенных механизмов и манипуляторов	ПК-12(Компетенция)	+	+	+	+	Решение задач/ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора Контрольная работа/КР №4. Численное решение задачи Коши

Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многозвенных механизмов и манипуляторов	ПК-12(Компетенция)	+	+	+	+	Решение задач/ИДЗ №2. Квадратурные формулы
---	--------------------	---	---	---	---	---

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: Письменная работа

1. ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора (Решение задач)
2. ИДЗ №2. Квадратурные формулы (Решение задач)
3. КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона (Контрольная работа)
4. КР №2. Функции численного дифференцирования (Контрольная работа)
5. КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса (Контрольная работа)
6. КР №4. Численное решение задачи Коши (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Амосова, О. А. Упражнения по основам численных методов : задачник для всех направлений подготовки НИУ "МЭИ" / О. А. Амосова, А. Е. Вестфальский, Г. В. Крупин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 32 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8726;
2. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова . – 4-е изд., стер . – Санкт-Петербург : Лань, 2021 . – 672 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1623-3 .;
3. Волков Е. А.- "Численные методы", (6-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (252 с.)
<https://e.lanbook.com/book/167179>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
12. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
13. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
16. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
17. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
18. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
19. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
20. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
21. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
22. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
23. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
24. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения	Б-112, Лаборатория вычислительной	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор,

промежуточной аттестации	механики	компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	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	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные методы компьютерного моделирования в механике

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона (Контрольная работа)
- КМ-2 КР №2. Функции численного дифференцирования (Контрольная работа)
- КМ-3 ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора (Решение задач)
- КМ-4 КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса (Контрольная работа)
- КМ-5 КР №4. Численное решение задачи Коши (Контрольная работа)
- КМ-6 ИДЗ №2. Квадратурные формулы (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	16
1	Интерполяция алгебраическими многочленами							
1.1	Интерполяция алгебраическими многочленами		+		+	+	+	+
2	Численное дифференцирование							
2.1	Численное дифференцирование		+	+	+	+	+	+
3	Численное интегрирование							
3.1	Численное интегрирование		+	+	+	+	+	+
4	Численные методы решения задачи Коши							
4.1	Численные методы решения задачи Коши		+	+	+		+	+
Вес КМ, %:			15	15	20	15	20	15