Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

27.04.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Информационные технологии в математическом моделировании» входит в программу магистратуры «Искусственный интеллект и робототехнические системы» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 6 разделов и 27 тем и направлена на изучение фундаментальных основ моделирования физических процессов и явлений, вычислительных методов, применяемых при решении физических задач и при обработке данных эксперимента; способов оптимальной реализации эксперимента на компьютере, оценков погрешности результата проводимых расчетов; разбор основных методов решения типовых задач и знакомство с областью их применения в профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины является формирование фундаментальных знаний и навыков применения методов решения задач, необходимых для профессиональной деятельности, практических навыков программирования основных математических алгоритмов применяемых при моделировании физических явлений, повышение общего уровня цифровой грамотности студентов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Информационные технологии в математическом моделировании» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	**Компетенция**	**Индикаторы достижения компетенции** (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;; УК-1.2 Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;; УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;; УК-1.4 Предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования;; УК-1.5 Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характер на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.;
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.1 Знает основные подходы к решению задач управления в технических системах;; ОПК-3.2 Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению задач управления в технических системах;; ОПК-3.3 Владеет методами решения задач управления в технических системах, основанных на последних достижениях науки и техники.;
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-4.1 Знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления;; ОПК-4.2 Умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления;; ОПК-4.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности результатов систем управления.;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Информационные технологии в математическом моделировании» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Информационные технологии в математическом моделировании».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	**Наименование компетенции**	**Предшествующие дисциплины/модули, практики***	**Последующие дисциплины/модули, практики***
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		История и методология науки; Преддипломная практика;
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники		Проектирование автоматизированных систем управления; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением); Проектирование робототехнических систем;
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами		Интеллектуальные информационные системы; Проектирование робототехнических систем;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Информационные технологии в математическом моделировании» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	**ВСЕГО,** ак.ч.		**Семестр(-ы)**
			1
Контактная работа, ак.ч.	*34*		*34*
Лекции (**ЛК**)	17		17
Лабораторные работы (**ЛР**)	0		0
Практические/семинарские занятия (**СЗ**)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	*47*		*47*
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	*27*		*27*
Общая трудоемкость дисциплины	**ак.ч.**	***108***	*108*
	зач.ед.	***3***	*3*

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Интерполяция и аппроксимация.	1.1	Основные понятия теории приближенных вычислений	Теория приближённых вычислений как раздел математики, изучающий методы нахождения приближённых решений задач при отсутствии точных аналитических решений. Погрешность вычислений: абсолютная и относительная ошибка. Источники погрешностей: исходных данных, метода, округления. Разрядность чисел и машинная точность при компьютерных расчётах.	ЛК, СЗ
		1.2	Методы приближенного решения вычислительных задач	Прямые методы, дающие точное решение за конечное число шагов при отсутствии округлений. Итерационные методы, строящие последовательность приближений, сходящуюся к точному решению. Выбор метода в зависимости от размерности задачи, требуемой точности и вычислительных ресурсов. Устойчивость метода как малость влияния погрешностей входных данных на результат.	ЛК, СЗ
		1.3	Метод Гаусса. Обращение матрицы по методу Гаусса. Метод прогонки	Метод Гаусса как прямой метод решения систем линейных алгебраических уравнений с последовательным исключением неизвестных. Прямой ход метода Гаусса для приведения матрицы к треугольному виду. Обратный ход для последовательного нахождения неизвестных. Обращение матрицы по методу Гаусса путём одновременного решения нескольких систем с единичной матрицей в правой части. Метод прогонки как специализированный метод решения систем с трёхдиагональной матрицей, возникающих при конечно-разностной аппроксимации краевых задач.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Решение уравнений	2.1	Итерационные методы решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона	Нелинейное уравнение как задача нахождения корня функции одной переменной. Итерационные методы с построением последовательности приближений, сходящихся к корню. Метод Ньютона как метод касательных с использованием производной функции для ускорения сходимости. Геометрическая интерпретация: построение касательной к графику функции и нахождение её пересечения с осью абсцисс. Квадратичная скорость сходимости метода Ньютона вблизи корня.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
		2.2	Метод простой итерации и сжимающих отображений. Интерполяция и аппроксимация полиномами	Метод простой итерации как приведение уравнения к виду x = φ(x) с последующим многократным применением функции φ. Условие сходимости: функция φ должна быть сжимающим отображением в окрестности корня. Интерполяция как точное прохождение функции через заданные точки. Аппроксимация как приближённое описание данных более простой функцией. Полиномиальная интерполяция и аппроксимация как выбор полинома подходящей степени.	ЛК, СЗ
		2.3	Постановки простейших задач интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа	Интерполирование как восстановление функции по её значениям в дискретных узлах. Постановка задачи: для заданных пар аргумент-значение найти многочлен минимальной степени, проходящий через все точки. Интерполяционный многочлен Лагранжа в явной форме через сумму базисных полиномов, каждый из которых равен единице в своём узле и нулю во всех остальных. Применение многочлена Лагранжа при неравноотстоящих узлах интерполяции.	ЛК, СЗ
		2.4	Интерполяционный полином Ньютона для неравных промежутков	Полином Ньютона как альтернативная форма записи интерполяционного многочлена, удобная при последовательном добавлении узлов. Разделённые разности как аналог производных для дискретных данных. Построение полинома Ньютона через разделённые разности первого, второго и более высоких порядков. Преимущество формы Ньютона перед Лагранжа при увеличении числа узлов без пересчёта всех коэффициентов.	ЛК, СЗ
		2.5	Конечные разности и интерполяционные полиномы Ньютона для равноотстоящих узлов	Конечные разности как разности между соседними значениями функции при равномерном шаге аргумента. Разности первого порядка, второго порядка и так далее. Интерполяционные полиномы Ньютона для равноотстоящих узлов с использованием конечных разностей. Первая интерполяционная формула Ньютона для интерполяции вперёд в начале таблицы. Вторая интерполяционная формула Ньютона для интерполяции назад в конце таблицы.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Решение систем уравнений	3.1	Элементы численного интегрирования	Численное интегрирование как приближённое вычисление определённого интеграла по значениям подынтегральной функции в отдельных точках. Квадратурные формулы как	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				приближения интеграла взвешенной суммой значений функции в узлах. Необходимость численного интегрирования при отсутствии первообразной в элементарных функциях или при табличном задании функции. Погрешность квадратурных формул и её зависимость от шага интегрирования.	
		3.2	Квадратурные формулы Ньтона-Котеса и их частные случаи	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса как семейство методов интегрирования с равномерным расположением узлов. Замена подынтегральной функции интерполяционным полиномом и его точное интегрирование. Частные случаи: формула прямоугольников с использованием одного узла, формула трапеций с двумя узлами, формула Симпсона с тремя узлами. Порядок точности каждой формулы как степень полинома, интегрируемого точно.	ЛК, СЗ
		3.3	Квадратурная формула трапеции. Геометрический смысл трапеции	Формула трапеций как приближение интеграла площадью трапеции, образованной отрезком, соединяющим значения функции на концах интервала. Геометрический смысл: замена криволинейной трапеции под графиком функции на обычную трапецию. Составная формула трапеций с разбиением интервала интегрирования на множество мелких отрезков. Погрешность формулы трапеций, пропорциональная квадрату шага.	ЛК, СЗ
		3.4	Квадратурная формула Симпсона	Формула Симпсона как метод интегрирования с использованием параболической аппроксимации подынтегральной функции на каждом отрезке из трёх точек. Геометрическая интерпретация: замена участка кривой дугой параболы. Составная формула Симпсона с разбиением интервала на чётное число отрезков. Погрешность формулы Симпсона, пропорциональная четвёртой степени шага, что делает её более точной по сравнению с формулой трапеций при гладких функциях.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Решение дифференциальных уравнений	4.1	Элементы численного решения дифференциальных уравнений.	Численное решение дифференциальных уравнений как приближённое нахождение функции по её производным в дискретных точках. Сведение непрерывной задачи к конечной системе алгебраических уравнений. Классификация методов: одношаговые и многошаговые, явные и неявные. Задача Коши как нахождение решения при заданных начальных условиях.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
		4.2	Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Метод первого порядка точности	Разностная аппроксимация как замена производных конечно-разностными отношениями. Аппроксимация первой производной через вперёд, назад и центральную разность. Метод Эйлера как простейший одношаговый метод первого порядка точности для решения задачи Коши. Формула метода Эйлера: значение в следующей точке равно значению в текущей плюс произведение шага на производную. Погрешность метода Эйлера, пропорциональная первой степени шага.	ЛК, СЗ
		4.3	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы второго порядка точности	Методы второго порядка точности с погрешностью, пропорциональной квадрату шага. Модифицированный метод Эйлера с вычислением производной в середине шага. Метод Хойна как двухэтапный метод предиктор-корректор. Улучшение точности по сравнению с методом Эйлера при незначительном увеличении вычислительных затрат.	ЛК, СЗ
		4.4	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы четвертого порядка точности	Классический метод Рунге-Кутты четвёртого порядка как наиболее распространённый метод решения задачи Коши. Вычисление четырёх коэффициентов на каждом шаге: в начале шага, в середине дважды и в конце. Результирующая формула как взвешенная сумма коэффициентов с весами одна шестая, одна третья, одна третья, одна шестая. Погрешность метода, пропорциональная четвёртой степени шага. Компромисс между вычислительными затратами и высокой точностью.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Информационные модели в физике	5.1	Краевые задачи. Вариационно-разностные схемы для краевых задач	Краевые задачи как задачи для дифференциальных уравнений с условиями на границах расчётной области. Отличие от задачи Коши: условия заданы не в одной точке, а на краях интервала. Вариационно-разностные схемы как метод построения дискретных моделей на основе минимизации функционала энергии. Сведение краевой задачи к системе линейных алгебраических уравнений с трёхдиагональной матрицей.	ЛК, СЗ
		5.2	Сеточная аппроксимация. Метод Эйлера для системы уравнений	Сеточная аппроксимация как замена непрерывной области дискретным множеством узлов сетки. Равномерные и неравномерные сетки в зависимости от характера решения. Метод Эйлера для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Покоординатное применение метода Эйлера к каждому уравнению системы. Применение для	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				моделирования динамики физических систем.	
		5.3	Погрешность и устойчивость метода Эйлера. Элементы численного дифференцирования	Локальная погрешность метода Эйлера на одном шаге, пропорциональная квадрату шага. Глобальная погрешность, накапливающаяся при прохождении всех шагов, пропорциональная первой степени шага. Устойчивость метода Эйлера как ограничение на величину шага при решении жёстких систем дифференциальных уравнений. Элементы численного дифференцирования как вычисление производных по табличным данным. Чувствительность численного дифференцирования к погрешностям исходных данных.	ЛК, СЗ
		5.4	Формула численного дифференцирования для неравноотстоящих узлов	Численное дифференцирование при произвольном расположении узлов без равномерного шага. Использование интерполяционных многочленов для получения формул производных. Формулы для первой производной через разделённые разности. Формулы для второй производной. Увеличение погрешности при сгущении узлов из-за эффекта Рунге.	ЛК, СЗ
		5.5	Полная погрешность при численном дифференцировании. Метод наименьших квадратов	Полная погрешность численного дифференцирования как сумма погрешности метода и погрешности входных данных. Компромисс при выборе шага: уменьшение шага снижает погрешность метода, но усиливает влияние ошибок округления в данных. Метод наименьших квадратов для аппроксимации зашумлённых данных гладкой функцией с последующим аналитическим дифференцированием. Сглаживание данных как способ уменьшения влияния случайных ошибок перед дифференцированием.	ЛК, СЗ
		5.6	Элементы теории исследования операций	Теория исследования операций как научная дисциплина о принятии оптимальных решений в сложных системах. Основные разделы: линейное, нелинейное и динамическое программирование, теория игр, теория массового обслуживания. Математическая модель операции как совокупность управляемых переменных, целевой функции и ограничений. Применение теории исследования операций в задачах управления, планирования и распределения ресурсов.	ЛК, СЗ
Раздел 6	Концепция компьютерного моделирования	6.1	Математическое программирование. Элементы линейного программирования	Математическое программирование как раздел оптимизации, изучающий методы нахождения экстремума функции при	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				наличии ограничений. Линейное программирование как частный случай с линейной целевой функцией и линейными ограничениями. Область допустимых решений как выпуклый многогранник в пространстве переменных. Прикладные задачи линейного программирования: оптимизация производственного плана, транспортная задача, задача о смесях.	
		6.2	Каноническая задача линейного программирования	Каноническая форма задачи линейного программирования: максимизация или минимизация линейной целевой функции при ограничениях-равенствах и неотрицательности переменных. Приведение произвольной задачи к каноническому виду путём добавления дополнительных переменных для неравенств. Базисные и свободные переменные в канонической форме. Допустимое базисное решение как угловая точка многогранника допустимых решений.	ЛК, СЗ
		6.3	Геометрический смысл системы линейных неравенств. Геометрический смысл двумерной задачи линейного программирования	Система линейных неравенств как пересечение полуплоскостей в двумерном пространстве. Многогранник допустимых решений как выпуклая область, ограниченная прямыми. Линии уровня целевой функции как семейство параллельных прямых. Геометрическое решение двумерной задачи: перемещение линии уровня в направлении оптимума до касания угловой точки многогранника. Оптимум всегда достигается в одной из вершин многогранника.	ЛК, СЗ
		6.4	Идея Симплекс-метода. Симплекс-таблицы. Геометрические характеристики в задачах и методах линейного программирования. Взаимно-двойственные задачи линейного программирования	Симплекс-метод как алгоритм последовательного перебора угловых точек многогранника допустимых решений в сторону улучшения целевой функции. Начальное допустимое базисное решение. Выбор вводимой в базис переменной по наибольшей положительной оценке. Выбор выводимой из базиса переменной по минимальному симплексному отношению. Симплекс-таблицы как форма организации вычислений. Геометрические характеристики задач линейного программирования: размерность пространства переменных, число ограничений. Взаимно-двойственные задачи линейного программирования: каждой исходной задаче соответствует двойственная, причём оптимумы обеих задач совпадают.	ЛК, СЗ
		6.5	Элементы нелинейного программирования.	Нелинейное программирование как задачи оптимизации с	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			Метод неопределенных множителей Лагранжа	нелинейной целевой функцией или нелинейными ограничениями. Усложнение решения из-за возможного наличия нескольких локальных экстремумов. Метод неопределённых множителей Лагранжа для решения задач с ограничениями-равенствами. Построение функции Лагранжа как суммы целевой функции и произведений множителей на ограничения. Приравнивание частных производных функции Лагранжа к нулю для получения необходимых условий экстремума.	

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: *ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.*

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО**!

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Ильина В.А. Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков (часть 1,2) РХД, 2003, 2004.
2. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. "Московский энергетический институт"2003. − 595с
3. Малинецкий Г.Г.Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент Издание4 Серия: Синергетика: от прошлого к будущему"Едиториал УРСС 2005. − 312с.
4. Гмурман В.Е.Элементы приближенных вычислений. Высшая школа : 2005. − 93с.

Дополнительная литература:

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. - М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994. − 528 с.
2. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. - М.: Наука, 1990. − 176 с.
3. Бурсиан Э.В. Физика. 100 задач для решения на компьютере. - СПб.: МиМ, 1997.
4. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. - М.: Финансы и статистика, 1995.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://www.biblioclub.ru
- ЭБС Юрайт http://www.biblio-online.ru
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации http://docs.cntd.ru/
- поисковая система Яндекс https://www.yandex.ru/
- поисковая система Google https://www.google.ru/
- реферативная база данных SCOPUS http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Информационные технологии в математическом моделировании».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **<u>в ТУИС</u>**!

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент		Салтыкова Ольга Александровна
Должность, БУП	*Подпись*	*Фамилия И.О.*
Доцент		Демидов Александр Сергеевич
Должность, БУП	*Подпись*	*Фамилия И.О*

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой		Разумный Юрий Николаевич
Должность БУП	*Подпись*	*Фамилия И.О.*

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор		Разумный Юрий Николаевич
Должность, БУП	*Подпись*	*Фамилия И.О.*