

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной работе

МГЭИ имени А.Д. Сахарова БГУ



В.В. Журавков

Регистрационный № УД- 1477-23 /уч.

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта (ОСВО 1-100 01 01-2021 от 25.04.2022) и учебного плана учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ для специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность Рег.№134-21/уч. от 25.06.2021

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.А. Антонович, старший преподаватель кафедры информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № ____ от _____ 2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 4 от 20 января 2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа разработана в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования и учебным планом учреждения образования «Международного государственного экологического института имени А.Д. Сахарова» БГУ по учебной дисциплине «Численные методы и математическое моделирование» и учебными планами специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность.

Предметом изучения дисциплины являются численные методы и математическое моделирование, применяемые для решения задач в тех областях знания, для которых удастся построить математические модели, а также способы их использования.

Учебная дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» предполагает предварительное изучение дисциплин «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Теория вероятности и математическая статистика».

Цель преподавания дисциплины: сформировать систематизированные знания по математическим методам (прежде всего – численным), их классификации, структуре и особенностям используемых данных, применению на практике обработки данных. Сформировать у студентов навыки работы с соответствующими информационными технологиями и программными продуктами.

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. формирование у студентов основных понятий ряда разделов вычислительной математики и применение полученных знаний для решения прикладных задач;
2. приобретение навыков работы с приближенными числами, в том числе с учетом особенностей компьютерной математики;
3. овладение навыками построения и анализа алгоритмов для решения прикладных задач;
4. формирование целостного представления о применении математических методов и соответствующих программных продуктов при решении как научных, так и технических задач.

В результате изучения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» обучаемый должен развить и закрепить следующие **компетенции**: Создавать математические модели физических объектов и процессов и интерпретировать результаты вычислений с учетом границ применимости моделей (СК-12).

В результате усвоения этой дисциплины обучаемый должен:

знать:

- особенности типов задач, связанных с физическими основами работы ряда технических устройств;
- особенности работы с приближенными числами, являющимися результатами измерений;
- основы машинной арифметики;
- ключевые понятия и основные положения численных методов анализа;

- основные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений и систем;
- понятийный аппарат моделирования данных;
- основные методы построения интерполирующих и аппроксимирующих функций;
- основные методы численного дифференцирования и интегрирования;
- основные методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных;
- основные численные методы минимизации функций нескольких переменных;
- понятийный аппарат и реализацию метода Монте-Карло;

уметь:

- использовать математические методы для решения прикладных задач обработки данных, моделирования и прогнозирования;

владеть:

- методиками формализации прикладных задач;
- программными продуктами, обеспечивающими решение задач численного анализа и прогнозирования;
- методиками создания прикладных программ с использованием стандартных библиотек математических процедур.

Учебная программа «Численные методы и математическое моделирование» рассчитана на 108 учебных часов, из них 70 аудиторных учебных часов. Примерное распределение аудиторных учебных часов по видам занятий для очной (дневной) формы обучения: 40 часов – лекции, 30 часов – практические занятия, самостоятельная работа составляет 38 часов.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с литературными источниками. Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

В качестве промежуточной аттестации предусмотрен зачет. Допуск к зачету осуществляется при выполнении и сдаче практических работ.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№	Наименование тем	Содержание
1	Введение в численные методы	Роль численных методов. Приближенные числа. Погрешности вычисления. Прямая и обратная задачи теории погрешностей
2	Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	Отделение корней и уточнение приближенных корней. Графическое решение уравнений. Численные методы: метод половинного деления, метод хорд, метод Ньютона, метод итерации
3	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений: метод итерации
4	Интерполирование функций	Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполирование сплайнами
5	Аппроксимирование функций	Точечная и интегральная аппроксимация. Метод наименьших квадратов, метод ортогональных функций. Равномерное приближение функций. Полиномы Лежандра
6	Численное дифференцирование. Численное интегрирование	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, обобщенные формулы прямоугольников, трапеций, парабол. Квадратурные формулы Гаусса
7	Численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений: метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Рунге-Кутты. Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных уравнений
8	Метод конечных разностей (сеток) численного решения дифференциальных уравнений	Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем
9	Численное решение задач для дифференциальных уравнений в	Построение разностных схем для уравнений эллиптического, параболического и гиперболического типов

	частных производных	
10	Методы безусловной оптимизации	Классификация методов. Метод прямого поиска. Метод деформируемого многогранника. Метод вращающихся координат. Метод параллельных касательных. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона. Метод Ньютона с регулировкой шага
11	Собственные значения и собственные вектора матриц	Постановка задачи. Преобразование Якоби. Преобразование Хаусхолдера
12	Детерминированные и вероятностные методы вычислений	Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), приложения и оценки погрешности. Генерация случайных величин. Вычисление кратных интегралов по методу Монте-Карло

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная (дневная) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в численные методы	4	4					1, 5, 7
2	Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	4	2					1, 5, 7
3	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений	2	2					1, 5, 7
4	Интерполирование функций	4	2					1, 5, 7
5	Аппроксимирование функций	2	2					1, 5, 7
6	Численное дифференцирование. Численное интегрирование	4	4					1, 5, 7
7	Численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	4	2					1, 5, 7
8	Метод конечных разностей (сеток) численного решения дифференциальных уравнений	2	2					
9	Численное решение задач для дифференциальных уравнений в частных производных	4	4					1, 5, 7
10	Методы безусловной оптимизации	4	4					1, 5, 7
11	Собственные значения и собственные вектора матриц	2	0					
12	Детерминированные и вероятностные методы вычислений	4	2					1, 5, 7
	ИТОГО	40	30					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с.
2. Савенкова, Н.П. Численные методы в математическом моделировании : учебное пособие / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 176 с.
3. Численные методы : учебник / И. К. Локтионов, Л. П. Мироненко, В. В. Турупалов ; под общ. ред. канд. техн. наук, проф. В. В. Турупалова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 380 с.
4. Численные методы и программирование : учебное пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. Л.Г. Гагариной. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 336 с.
5. Нагаева, И.А. Основы математического моделирования и численные методы / И.А. Нагаева, И.А. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 204с.

Дополнительная:

1. Волков, В.М. Численные методы: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования в 2 ч / В. М. Волков – Минск : БГУ, 2016. – 128 с.
2. Мулярчик, С.Г. Численные методы: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования / С. Г. Мулярчик. – Минск: РИВШ, 2017.– 317 с.
3. Плотников, А.Д. Численные методы: учебное пособие / А.Д. Плотников. – Минск: Новое знание, 2007. –174с.

Инновационные подходы и методы преподавания учебной дисциплины

При изучении дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» рекомендуется активно использовать практико-ориентированный подход, метод группового обучения, принципы модульного обучения.

Практико-ориентированный подход предполагает: освоение содержание образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов.

Метод группового обучения представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.

Принцип модульного обучения формулируется из основной идеи модульного обучения – использования модулей как основного средства усвоения учащимися дозы учебной информации. Принцип модульности является основой индивидуализации обучения, поскольку обеспечивает вариативность содержания и

способов его усвоения в зависимости от уровня базовой подготовленности учащихся, что в свою очередь развивает в обучающихся умение работать самостоятельно.

Наименования и виды методических средств:

№ п / п	Наименование	Вид
1.	Компьютерная мультимедийная проекционная система	Демонстрационное оборудование
2.	Компьютерный класс	ОС «Windows», пакет «Mathematica»

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности:

№ п / п	Перечень
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проверка конспектов лекций студентов
3.	Проведение контрольных работ на потоке
4.	Сдача коллоквиума перед проведением практических занятий
5.	Собеседование при защите отчетов по практическим занятиям
6.	Аттестация по индивидуальной работе
7.	Проведение зачета по курсу
8.	Проведение экзамена по курсу

Примерный перечень тем практических занятий

1. Интерпретация результатов. Приближенные числа и вычисления с ними.
2. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.
3. Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений.
4. Интерполирование функций.
5. Аппроксимирование функций.
6. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.
7. Численные методы решения задач для дифференциальных уравнений.
8. Методы безусловной оптимизации.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласование с другими дисциплинами не требуется			