

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор

МГЭИ имени А.Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

26 декабря 2024

Регистрационный № УД-1629-24/уч.

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине
для специальности:

6-05-0533-03

Медицинская физика

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 6-05-0533-03-2023 от 01.09.2023 и учебного плана учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ для специальности 6-05-0533-03 Медицинская физика Рег.№158-23/уч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Волобуев В.С., доцент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук, доцент

Луцевич А.А., доцент кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова БГУ», кандидат педагогических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 4 от 29.11.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 4 от 26.12.2024)

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 «Основы математического моделирования» и учебным планом специальности 6-05-0533-03 Медицинская физика.

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

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

Основными **задачами** дисциплины являются:

формирование у студентов основных понятий ряда разделов вычислительной математики и применение полученных знаний для решения прикладных задач;

приобретение навыков работы с приближенными числами, в том числе с учетом особенностей компьютерной математики;

овладение навыками построения и анализа алгоритмов для решения прикладных задач;

формирование целостного представления о применении математических методов и соответствующих программных продуктов при решении задач.

Учебная дисциплина «Основы математического моделирования» предполагает предварительное изучение дисциплин «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».

В результате изучения дисциплины «Основы математического моделирования» обучаемый должен развить и закрепить следующие **компетенции**:

- владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации (УК-1);
- создавать математические модели физических объектов и процессов, и интерпретировать результаты вычислений с учетом границ применимости моделей (БПК-11).

В результате усвоения этой дисциплины обучаемый должен:

знать:

- 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, интерпретировать результаты вычислений с учетом границ применимости модели;

владеть:

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

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

Учебная программа «Основы математического моделирования» рассчитана на 108 академических часов, из них 54 аудиторных учебных часа. Примерное распределение аудиторных учебных часов по видам занятий для очной (дневной) формы обучения: 34 часа – лекции, 20 часов – лабораторные занятия, самостоятельная работа составляет 54 часа.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

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.

Форма промежуточного контроля зачет в 4-м семестре. Текущий контроль осуществляется при допуске, выполнении и сдаче практических работ.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№	Наименование тем	Содержание
1	Введение в математическое моделирование	Модели и моделирование. Роль моделирования в исследовании систем. Основные этапы метода математического моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент
2	Математические модели и их классификации	Обобщенная математическая модель. Нелинейность математических моделей. Степень соответствия математической модели объекту. Классификация математических моделей
3	Применение систем компьютерной математики к исследованию математических моделей. Погрешности вычислений	Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Особенности работы с приближенными числами, являющимися результатами измерений
4	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
5	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений. Метод итерации. Условия сходимости метода
6	Интерполирование и аппроксимирование функций	Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполирование сплайнами. Точечная и интегральная аппроксимация. Метод наименьших квадратов, метод ортогональных функций. Равномерное приближение функций. Полиномы Лежандра
7	Численное дифференцирование. Численное интегрирование	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, обобщенные формулы прямоугольников, трапеций, парабол. Квадратурные формулы Гаусса
8	Численные методы решения задач для	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений:

	обыкновенных дифференциальных уравнений	метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Рунге-Кутты. Численные методы решения краевой задачи для обыкновенных уравнений
9	Численное решение задач для дифференциальных уравнений в частных производных	Построение разностных схем для уравнений эллиптического, параболического и гиперболического типов
10	Примеры математических моделей в физике	Модели в задачах механики жидкости, газа и плазмы, твердого и деформируемого тела
11	Методы безусловной оптимизации	Классификация методов. Метод прямого поиска. Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона. Метод Ньютона с регулировкой шага
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 ИСЦИПЛИНЫ
(очная (дневная) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Иное		
1	Введение в математическое моделирование	2						1, 7
2	Математические модели и их классификации	2						
3	Применение систем компьютерной математики к исследованию математических моделей. Погрешности вычислений	2	4					1, 5, 7
4	Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	4	2					1, 5, 7
5	Приближенное решение систем линейных и нелинейных уравнений	4	2					1, 5, 7
6	Интерполирование и аппроксимирование функций.	4	4					1, 5, 7
7	Численное дифференцирование. Численное интегрирование	4	4					1, 5, 7
8	Численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	2					1, 5, 7
9	Численное решение задач для дифференциальных уравнений в частных производных	2	2					1, 7
10	Примеры математических моделей в физике	2						
11	Методы безусловной оптимизации	2						1, 7
12	Детерминированные и вероятностные методы вычислений	2						1,7
	ИТОГО	34	20					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Математические методы обработки данных в экологии [Текст] : учеб. пособие / А. А. Волчек, Ю. Ю. Гнездовский, Л. В. Образцов [и др.]. – Минск : РИВШ, 2018. – 212 с. : ил. - ISBN 978-985-586-123-3.
2. Русак, В. Н. Математическая физика : учебное пособие / В. Н. Русак. - Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 207 с. - Библиогр.: с. 204 . - ISBN 985-6182-66-2.

Дополнительная:

3. Плотников, А.Д. Численные методы: учебное пособие / А.Д. Плотников. – Минск: Новое знание, 2007. – 174с.
4. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев [и др.] ; Тюменский государственный университет. - Москва : Юрайт, 2021. - 207 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с.200. - ISBN 978-5-534-02265-0

Инновационные подходы и методы преподавания учебной дисциплины

При изучении дисциплины «Основы математического моделирования» 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; использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

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.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

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 лабораторных занятий

1. Интерпретация результатов. Применение систем компьютерной математики к исследованию математических моделей. Погрешности вычислений.
2. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений и систем.
3. Интерполирование функций и аппроксимирование функций.
4. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.
5. Численные методы решения задач для дифференциальных уравнений.

Наименования и виды методических средств:

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

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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