

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.12 Компьютерное моделирование

Учебный план: ФГОСЗ++b010302ДИ-4_26-14.plx

Кафедра: 16 Прикладной математики и информатики

Направление подготовки:
(специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:
(специализация) Дизайн интерфейса

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
8	УП	18	36	53,75	0,25	3	Зачет, Курсовая работа
	РПД	18	36	53,75	0,25	3	
Итого	УП	18	36	53,75	0,25	3	
	РПД	18	36	53,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Рыков С.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Ремизова И.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ремизова И.В.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины:

- формирование систематических знаний о современных методах компьютерного моделирования, их месте и роли в системе наук;
- расширение и углубление понятий математики, информатики;
- развитие абстрактного мышления, методов моделирования, алгоритмической культуры и общей математической и информационной культуры

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть:

- моделирование как метод научного познания, познакомиться с методологией моделирования,

Научить понимать и применять:

- компьютер в качестве средства познания и научных исследований в различных областях практической деятельности и научных исследований;
- методы моделирования для решения конкретных задач.

Сформировать навыки в области моделирования процессов и систем различной природы, а также в области образования

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен проектировать компьютерное программное обеспечение	
Знать:	библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке современных математических методов компьютерного моделирования
Уметь:	применять и адаптировать методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения для решения задач компьютерного моделирования
Владеть:	принципами разработки и изменения архитектуры компьютерного программного обеспечения для реализации алгоритмов компьютерного моделирования при решении прикладных задач
ПК-2: Способен проектировать и разрабатывать дизайн ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС	
Знать:	языки программирования, используемые для реализации математических моделей компьютерного моделирования
Уметь:	анализировать и структурировать входные и выходные данные при использовании ИС, применяемых в компьютерном моделировании в области профессиональной деятельности
Владеть:	навыками разработки структуры программного кода ИС в рамках выполнения работ по созданию компьютерных моделей в области профессиональной деятельности

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Методы и средства компьютерного моделирования	8				О
Тема 1. Введение в компьютерное моделирование Исторический обзор развития моделирования. Моделирование и его роль в познавательной и практической деятельности. Цели и задачи моделирования. Понятие модели и моделирования, классификация методов моделирования и свойства моделей. Объект и его модель. Проблема адекватности. Актуальность моделирования. множественность моделей. Классификация моделей. Цикличность процессов моделирования. Основные этапы моделирования.		4	2	5	
Тема 2. Математическое моделирование. Математические и компьютерные модели. Компьютерные средства моделирования. Понятие «математическая модель». Различные подходы к построению математических моделей. Значение математических моделей. Параметры моделируемого явления. Численные методы моделирования. Вычислительный эксперимент		2	6	8	
Тема 3. Методы стохастического и имитационного моделирования Детерминированные и стохастические модели. Методы статистического моделирования. Параметры стохастических моделей. Оценка качества, устойчивости и адекватности стохастических моделей. Понятие о методах планирования экспериментов. Метод Монте-Карло и его применение. Примеры Методы и средства имитационного моделирования. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей. Виды генераторов и их особенности. Получение последовательностей с заданным распределением. Примеры.		4	10	14	
Раздел 2. Примеры построения и использования компьютерных моделей					О

Тема 4. Моделирование в физике, химии, биологии, технике, экономике. Компьютерные модели в физике и технике. Модели колебательной системы, движения тела и ракеты, модель теплопроводности. Компьютерные модели в химии и биологии. Модель популяции. Моделирование в экономике и социальных науках. Модели в экологии. Моделирование на основе клеточных автоматов.		4	10	16	
Тема 5. Моделирование случайных событий и процессов Понятие случайного события и случайной величины. Особенности и цели моделирования случайных событий и величин. Генераторы случайных чисел. Метод Монте-Карло. Алгоритмы моделирования. Моделирование одиночного события и группы полной событий		4	8	10,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	36	53,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		54,25		53,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цели курсовой работы:

- анализ характеристик системы в различных условиях;
- поиск оптимальных решений для технических систем;
- оценка свойств системы и её поведения в будущем;
- графическое представление сложных данных и процессов.

Задачи курсовой работы:

- определение цели моделирования, выбор изучаемого процесса и выделение его главных черт;
- построение физико-математической модели объекта (формулы, уравнения);
- создание структурной схемы или алгоритма реализации модели;
- проведение расчетов, получение данных, визуализация графиков и диаграмм;
- интерпретация полученных данных, проверка адекватности модели (сравнение с реальным объектом), формулирование выводов.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Визуализация результатов численного эксперимента в среде MathCAD/MATLAB/Python.

Приближение экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

Моделирование стохастических процессов методом Монте-Карло.

Вычисление сингулярного разложения и решение задачи наименьших квадратов.

Численное моделирование и визуализация процессов фазовых переходов.

Моделирование и визуализация теплопроводности в 2D/3D объектах методом конечных элементов.

Полиномиальная аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов (высоких степеней): проблема переобучения.

Аппроксимация экспериментальных данных нелинейными моделями (экспоненциальными, логарифмическими) с приведением к линейному виду.

Построение математической модели зависимости физического процесса от нескольких параметров на основе эксперимента.

Сравнительный анализ эффективности алгоритмов решения нормальных уравнений МНК (через обращение матрицы, QR-разложение, сингулярное разложение).

Моделирование системы приоритетной обработки задач.

Моделирование системы массового обслуживания с несколькими типами заявок и ограниченной очередью.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа выполняется с помощью компьютерной программы MathCAD/MATLAB/Python.

Структурными элементами курсовой работы являются: титульный лист, задание, оглавление, введение,

теоретическая часть, практическая часть, анализ результатов, заключение, список литературы, приложения.

Теоретическая часть должна содержать обзор литературы по изучаемому вопросу, содержательное описание уточненной предметной области, описание физической или математической сущности моделируемого процесса. Практическая часть – математическую постановку задачи (уравнения, переменные, ограничения), алгоритм решения и его реализацию в программных средствах, процесс моделирования, входные данные. Анализ результатов – графики, таблицы, сравнение с теорией, проверку гипотез.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом не менее 20 листов.

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1	1. Излагает основные законы естественно-научных дисциплин описываемых с помощью математического моделирования. 2. Сопоставляет основные законы естественно-научных дисциплин и математические методы в процессе анализа и обработки данных. 3. Применяет вычислительные алгоритмы математики при решении профессиональных задач
ПК-2	1. Правильно выбирает и перечисляет моделирования, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности. 2. Формулирует и объясняет методы построения математических и компьютерных моделей, может выбрать прикладное программное средство для проведения компьютерного эксперимента и обосновать свой выбор. 3. Применяет компьютерное моделирование в решении практических задач разных областей знания. Может интерпретировать полученные результаты, делать выводы об адекватности той или иной модели.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		выполнены требования к выполнению курсовой работе (проекту), полностью выполнено индивидуальное задание, содержание и оформление отчетных материалов полностью соответствуют предъявляемым требованиям; обучающийся способен продемонстрировать практические умения и навыки работы, освоенные им в соответствии с индивидуальным заданием по курсовой работе (проекту).
4 (хорошо)		выполнены требования к выполнению курсовой работы (проекта), имеются несущественные замечания по выполнению индивидуального задания, содержание и оформление отчетных материалов полностью соответствуют предъявляемым требованиям; обучающийся способен продемонстрировать большинство практических умений и навыков работы, освоенных им в соответствии с индивидуальным заданием по курсовой работе (проекту).
3 (удовлетворительно)		выполнены требования к выполнению курсовой работы (проекта), имеются существенные замечания по выполнению индивидуального задания, содержание и оформление отчетных материалов не полностью соответствуют предъявляемым требованиям; обучающийся способен с затруднениями

		продемонстрировать практические умения и навыки работы, освоенные им в соответствии с индивидуальным заданием по выполнению курсовой работы (проекта).
2 (неудовлетворительно)		не выполнены требования к выполнению курсовой работы (проекта), имеются существенные замечания по выполнению индивидуального задания, содержание и оформление отчетных материалов не соответствуют предъявляемым требованиям; обучающийся не способен продемонстрировать практические умения и навыки работы, освоенные им в соответствии с индивидуальным заданием по курсовой работе (проекту).
Зачтено	Обучающийся: • ответил на поставленные вопросы; • выполнил практическое задание и представил результаты; возможно допуская несущественные ошибки	
Не зачтено	Обучающийся: • не выполнил практическое задание; • не ответил на вопросы преподавателя, или допустил существенные ошибки в ответе.	

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 8	
1	Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.
2	Геометрическое моделирование и компьютерная графика.
3	Клеточные автоматы.
4	Фрактальная математика. Построение фракталов.
5	Имитационное моделирование
6	Моделирование стохастических систем. Метод статистических испытаний.
7	Метод Монте-Карло
8	Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.
9	Модели сплошных сред. Моделирование процесса теплопроводности. Понятие о методе конечных разностей.
10	Моделирование как метод познания. Виды моделирования в естественных и технических науках. Цели и задачи моделирования
11	Понятие «модель». Натурные и абстрактные модели.
12	Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели. Объекты и их связи.
13	Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели. Системный подход в научных исследованиях
14	Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей. Математические модели.
15	Различные подходы к классификации математических моделей. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.
16	Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация модели.
17	Моделирование динамических систем (ДС). Фазовая характеристика ДС. Гармонический и нелинейный осцилляторы, их фазовые портреты. Диссипативные системы. Качественное исследование поведения ДС. Бифуркации.
18	Хаос в динамических системах. Сценарии перехода детерминированного поведения ДС к хаотическому. Механизм Фейгенбаума. Его бифуркационная диаграмма. Неустойчивость хаотических этапов эволюции ДС.

19	Учебные компьютерные модели. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).
20	Какие статистические параметры характеризуют величины в стохастическом моделировании?
21	Перечислите методы генерации в алгоритмических генераторах?
22	Какие статистические параметры характеризуют величины в стохастическом моделировании?
23	Что такое период и последствие последовательности псевдослучайных чисел?
24	Поясните назначение модели Раша.
25	Поясните использование моделирования в психологии.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Составить алгоритм нахождения числа «Пи» методом статистических испытаний Монте-Карло по созданной стандартным генератором последовательности точек внутри и вне круга, находящегося внутри квадрата.

2. Построение модели прыгающего мячика средствами Simulink MATLAB

3. Построение модели Вольтера-Лотки в Simulink MATLAB.

4. Шар, сделанный из алюминия радиуса $r = 0,15$ м падает в глицерине, встречая силу сопротивления, пропорциональную скорости. Найти изменение скорости и высоты падения при изменении времени. Построить графики зависимости скорости и высоты от времени.

5. Рассмотреть полет чугунного ядра радиуса $R=0,3$ м, выпущенного с начальной скоростью $v_0=50$ м/с под углом $\alpha = 10^\circ$ к поверхности Земли. Определить, какое расстояние пролетит ядро, на какую максимальную высоту оно поднимется.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 30 минут;

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/116448.html
Химченко, А. В., Мищенко, Н. И.	Компьютерное моделирование технических систем	Саратов: Вузовское образование	2021	http://www.iprbookshop.ru/110116.html
Боев, В. Д., Сыпченко, Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/102015.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лайко, Н. В., Карпасюк, И. В.	Математика и вычисления в Mathcad	Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2021	http://www.iprbookshop.ru/115494.html

Ахмадиев, Ф. Г., Гиззятов, Р. Ф.	Прикладная математика. Решение задач с применением табличного процессора Excel	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbookshop.ru/116454.html
-------------------------------------	---	---------------------------	------	---

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Национальное общество имитационного моделирования [Электронный ресурс]. URL: <http://simulation.su/ru.html>

Сайт Rand Model Designer - высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных имитационных моделей сложных динамических систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mvstudium.com/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду