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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат: 74 b4 b0 00 69 b0 ca a2 45 1c aa e8 f5 39 9c 67
Владелец: Луканин Павел Владимирович
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.04.01 Математические методы в решении научно-прикладных задач

Учебный план: ФГОС3++b010302-1_26-14.plx

Кафедра: 16 Прикладной математики и информатики

Направление подготовки: (специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: (специализация) Прикладная математика и информатика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
8	УП	18	54	36	36	4	Экзамен
	РПД	18	54	36	36	4	
Итого	УП	18	54	36	36	4	
	РПД	18	54	36	36	4	

Санкт-Петербург
2026

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:

- дать представление обучающимся о современных методах построения, реализации и исследования моделей объектов, процессов и систем разнообразной природы;
- объяснить обучающимся как устроены и как действуют живые системы. При этом главное внимание обратить на связь между биологическими явлениями и аналогичными процессами в физике, механике, термодинамике, теории регулирования, теории колебаний.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть:

- общие принципы построения математических моделей и их использование в конкретных ситуациях для анализа процессов эволюции, роста клеточных популяций, построения экологических моделей.

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.

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-7: Способен проводить работы по совершенствованию автоматизированного документооборота в организации.
Знать: назначение основных видов документов системы управления качеством; основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа
Уметь: разрабатывать и оформлять основные комплекты документов АСУП; применять методы обработки информации для решения прикладных задач в профессиональной деятельности
Владеть: способностью анализировать современные системы автоматизированного документооборота в организации; методами сбора и обработки данных; современными компьютерными и информационными технологиями.
ПК-8: Способен подготавливать необходимые данные и составлять технические задания на проектирование АСУП
Знать: методы управления документооборотом организации; численные методы и основные способы компьютерной обработки данных.
Уметь: решать задачи аналитического характера, предполагающие выбор и многообразие способов решения задач; применять методы обработки информации для решения прикладных задач в профессиональной деятельности
Владеть: анализом рекламаций и претензий к качеству функционирования АСУП; методами построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов

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. Математическое методы исследования динамических систем	8				О
Тема 1. Модели систем, описываемые одним дифференциальным уравнением. Стационарное состояние (точка покоя, особая точка, состояние равновесия) Устойчивость состояния равновесия Аналитический метод исследования устойчивости стационарного состояния (метод Ляпунова). Линеаризация системы в окрестности стационарного состояния. Логистическое уравнение. Модели роста популяции. Уравнение экспоненциального роста.		2	6	4	
Тема 2. Модели, описываемые системой 2х автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость Метод изоклин. Линейные системы. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния		4	6	4	
Тема 3. Хаос. Понятие странного аттрактора. Основные понятия теории динамических систем. Предельные множества. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий. Показатель Ляпунова. Диссипативные системы. Аттракторы. Странные аттракторы.		4	6	4	
Раздел 2. Введение в синергетику					О
Тема 4. Основные принципы и законы синергетики. Теоретические основы синергетики. Понятие хаоса и порядка, энтропия и энтальпия. Понятие о самоорганизации. Нелинейная модель поведения сложных систем. Неравновесные системы и их моделирование. Флуктуации как механизм усложнения систем. Понятие структуры и системы в синергетике. Понятие о диссипативных структурах, аттракторах, бифуркациях, фракталах, автоволновых процессах.		2	8	8	

Тема 5. Синергетический подход в естествознании. Принципы синергетики в клеточной биологии. Клеточные автоматы. Системы из дискретных элементов и их моделирование клеточными автоматами. Игра "Жизнь". Моделирование газодинамики клеточными автоматами. Синергетика микробиологических систем. Микробное сообщество как целостность. Саморегуляция микробиологической системы. Модель морфогенеза Тьюринга. Биологическая самоорганизация. Моделирование морфогенеза в биологии развития. Применение топологического подхода в морфогенезе. Исследования фракталов в клеточной биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма.		3	12	6	
Тема 6. Принципы синергетики в экологии и теории эволюции. Саморегуляция в экосистеме. Синергетическая концепция экологических систем. Автоколебательный режим экосистемы. Автоволновые процессы в экосистемах. Простейшие дискретные модели роста популяции. Динамика неоднородных популяций. Некоторые распространенные модели популяционной динамики. Элементы теории межпопуляционных отношений. Система Лотки–Вольтерры «хищник–жертва». Система «хищник–жертва» с учетом внутривидовой конкуренции. Модели конкуренции. Понятие экологической устойчивости. Модель пищевой цепи. Модель циклической конкуренции. Модель экологической системы с тремя трофическими уровнями. Мультилокальные модели Тьюринга. Примеры моделей «хозяин–паразит». Теория биосферного моделирования. Фрактальные свойства биосферы. Бифуркация в биосфере. Моделирование эволюционных процессов. Разбор существующих моделей эволюции. Порог катастроф и пределы эволюции.		3	16	10	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	54	36	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		74,5		69,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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-7	1. Перечисляет и правильно выбирает основные методы, применяемые в анализе моделей и систем. 2. Имеет представление о биологических, химических и экологических объектах и явлениях, анализирует научную литературу и формулирует основные

	принципы явлений. 3. Использует знания математических методов в процессе анализа и обработки данных, связанных с разнообразными практическими процессами.
ПК-8	1. Излагает основные идеи и принципы синергетики и теории самоорганизации, владеет специальной терминологией; 2. Поясняет принципы и методы синергетики и теории самоорганизации для анализа эволюции сложных систем; 3. Применяет полученные знания в конкретных прикладных областях

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теоретических основ дисциплины, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; знаком с дополнительной литературой; способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины и грамотно изложить материал. Решает практические задачи, может объяснить взаимосвязь основных биологических, экологических и химических законов с математическими моделями и методами решения задач.	
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя. Умеет применять методы математического и компьютерного моделирования для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Допускает несущественные погрешности при решении практических задач	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения,	

	однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Не понимает смысл условия задачи, не может построить ее математическую модель и решить практическую задачу.	

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	Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями (дискретная логистическая модель). Исследование дискретного логистического уравнения, возможные варианты поведения решения в зависимости от коэффициента прироста.
2	Бифуракция. Точка бифуркации. Бифуркационное значение параметра. Понятие бифуркационной диаграммы.
3	Параметрическое исследование моделей. Понятие фазопараметрической диаграммы.
4	Модели роста популяций. Экспоненциальный рост. Логистический рост. Модель с наименьшей критической численностью.
5	Устойчивые движения динамических моделей. Основные понятия теории устойчивости по Ляпунову.
6	Модели, описываемые одним обыкновенным дифференциальным уравнением. Понятие стационарного состояния. Устойчивость.
7	Элементы теории математического моделирования динамических объектов.
8	Основные понятия теории моделирования. Математические и компьютерные модели.
9	Базовые положения синергетики: качественные изменения и критичность управляющих параметров.
10	Базовые положения синергетики: принцип уровневого рассмотрения систем, принцип круговой причинности.
11	Базовые положения синергетики: принцип подчинения и параметры порядка.
12	Типовые сценарии развития хаоса в системах.
13	Математические основы образования «турбулентных» структур: понятие детерминированного хаоса.
14	Фракталы в природе.
15	Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Примеры: генетический триггер Жакоба и Моно; модель конкуренции двух видов (с учетом внутривидовой конкуренции).
16	Исследование поведения нелинейных систем второго порядка вблизи стационарных состояний. Линеаризация в окрестности стационарного состояния. Примеры: Системы уравнений Лотки (химическая реакция) и Вольтерры (хищник-жертва).
17	Построение фазовых портретов. Метод изоклин. Построение сепаратрис седла (нахождение собственных векторов). Определение направления движения изображающей точки по фазовой траектории. Построение кинетических кривых по фазовому портрету и наоборот. Пример: система линейных уравнений для химических реакций.
18	Характеристическое уравнение. Собственные числа и собственные вектора. Типы особых точек и общий вид фазовых портретов.
19	Модели, описываемые системами двух линейных автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость. Фазовая траектория.

6.3.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Для кубического отображения вида найдите область устойчивости на плоскости параметров a, b ограниченную линией касательной бифуркации и линией удвоения периода. Покажите, что первая имеет точку сборки.

2. Постройте карту динамических режимов одного из предложенных отображений - т.е. плоскость параметров, на которой оттенком серого цвета обозначены циклы определенного периода. Линии каких бифуркаций коразмерности один можно обнаружить на вашей карте? Какие точки бифуркаций коразмерности два? Укажите ситуации типа "crossroad area" и "spring area". Создайте дополнительную программу, которая строит итерационные диаграммы в задаваемых вами точках карты. С помощью этой программы проведите следующее исследование:

а) выберите маршрут, пересекающий несколько линий удвоения и пронаблюдайте каскад удвоений периода на итерационной диаграмме;

б) получите циклы с небольшими периодами, например 3 или 5, в островках устойчивости в области хаоса;

в) выберите точку вблизи линии касательной бифуркации (до ее порога) и пронаблюдайте соответствующую эволюцию изображающей точки;

г) пронаблюдайте хаотические режимы;

д) исследуйте эволюцию аттракторов в окрестности точки сборки;

е) исследуйте эволюцию аттракторов в окрестности критической точки линии удвоения периода (flip-бифуркации коразмерности два).

"Просмотрите" увеличенные фрагменты карты, внутри которых можно наблюдать интересную динамику.

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 справочным материалом.
- Время на подготовку ответа по билету 30 минут.
- Экзамен проводится в компьютерном классе.

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., Гиззятов, Р. Ф.	Прикладная математика. Решение задач с применением табличного процессора Excel	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbookshop.ru/116454.html
Ряжских, В. И., Ряжских, А. В., Костина, Т. И.	Динамические системы. Математическое моделирование	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbookshop.ru/118611.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Пименов В. И.	Имитационное моделирование	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202101
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbookshop.ru/116448.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/

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