

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Информационные технологии»



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Компьютерные технологии анализа динамических систем

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):

Гусев В.В., доцент, к.ф.-м.н, кафедра информационных технологий

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись



Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры информационных технологий

(название кафедры)

Протокол заседания №8 от «23» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



(Фамилия И.О., подпись)

Нурматова Е.В.

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий	5
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	8
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	8
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	8
10 Ресурсное обеспечение	16
11 Язык преподавания	18

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Курс «Компьютерные технологии анализа динамических систем» предназначен для приобретения студентами: понимания места и роли моделирования при анализе и синтезе сложных динамических систем; умения применять современные технологии планирования и проведения компьютерного моделирования; знаний анализа и интерпретации результатов моделирования, проверки адекватности модели исследуемой системе.

Задачи дисциплины

После изучения дисциплины студенты должны знать:

- цели и методологию моделирования;
- основные классы существующих динамических моделей;
- методы формализации динамических систем и способы их реализации с помощью современных компьютерных технологий;
- навыки исследования и анализа динамических систем;
- методы обработки данных компьютерных экспериментов.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

Математическое и программное обеспечение ЭВМ

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.9 «Компьютерные технологии анализа динамических систем» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин ОПОП ВО.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания, умения, навыки и компетенции по предметам «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», «Теория принятия решений».

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к изучению дисциплин при подготовке и защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности в качестве бакалавра по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	Знать: основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Уметь: использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Владеть: навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач

--	--

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часов, из которых:

51 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

17 часов – лекционные занятия;

34 часов – практические занятия;

36 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),

57 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

<i>№ темы</i>	<i>Наименование тем</i>	<i>Содержание тем</i>
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем.	Классификация видов моделирования систем. Проблема качества моделирования. Адекватность модели изучаемой системе. Причины и устранение неадекватности модели изучаемой системе. Особенности компьютерного моделирования. Требования пользователя к модели. Основные этапы моделирования систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
2	Языки и инструментальные средства моделирования	Обзор языков и программных средств моделирования. Среда моделирования SciLab
3	Моделирование динамических систем	Понятие о динамической системе и её модели. Параметры состояния системы, начальные условия, закон функционирования. Точки равновесия, фазовое пространство, фазовая траектория, фазовый портрет системы. Устойчивость и неустойчивость точек равновесия. Точки равновесия в автономных динамических системах двух переменных. Аналитическое исследование и компьютерное моделирование поведения систем. Понятие о преобразовании Лапласа. Функциональное описание системы. Передаточная функция. Методы вычисления передаточной функции.
4	Вычислительные методы решения задачи Коши	Постановка задачи. Методы Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Пошаговый контроль точности.
5	Примеры	Модели динамических систем: Колебательные

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

	динамических систем	системы, механические, электрические, химические системы. Биологические системы: модель Мальтуса динамики численности народонаселения земного шара; модель Ферхюльста численности однородной популяции; модель Вальтера-Лотки.
6	Моделирование распределённых систем	Классификация задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вычислительные методы исследования распределённых систем: метод Галёркина, метод конечных элементов; метод конечных разностей.
7	Обработка результатов вычислительных экспериментов	Планирование вычислительных экспериментов. Методы теории планирования экспериментов. Факторные пространства. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Виды факторного анализа экспериментов. Обработка результатов вычислительных эксперимента. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ результатов моделирования. Проверка адекватности модели. Корреляционный анализ результатов моделирования.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ²								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Земестр													
Тема 1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.		1								1			
Тема 2 Языки и инструментальные средства моделирования		2		8						10	10		
Тема 3 Моделирование динамических систем		4		8						12	10		15
Тема 4 Вычислительные методы решения задачи Коши		2		2						4	10		
Тема 5 Примеры динамических систем		2		8						10			
Тема 6 Моделирование распределённых систем		4		6						10	4		20
Тема 7 Обработка результатов вычислительных экспериментов		2		2						4			20
Промежуточная аттестация экзамен (указывается форма проведения)**	6.4 ³	X								X			
Итого		17		34						51	34		75

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

³ Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Задания к выполнению контрольных работ.

Задания к практическим занятиям

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов работы студента:

- Посещение лекционных занятий;
- посещение семинарских занятий;
- выполнение контрольных работ;
- самостоятельная работа студента (СРС) направлена на закрепление навыков самостоятельного выполнения тематических заданий;
- подготовка к опросу (рубежный контроль);
- участие в групповых дискуссиях на семинарских занятиях;
- сдача экзамена.

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

Полная карта компетенций ПК-3 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»

Описание шкал оценивания

В 4 семестре (сдача экзамена) максимальное количество баллов, которые студент может набрать за семестр – 100, в том числе:

49 баллов за посещение занятий, по 1 баллу за посещение лекции или практического занятия);

30 баллов за выполнение контрольной работы;

21 баллов за контрольные работы.

По результатам работы в семестре студент может получить автоматическую оценку «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» и может зачет с оценкой не сдавать. При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачет с оценкой.

Если студент не набрал минимального количества баллов (51 балл) в течение семестра, то он в обязательном порядке сдаёт зачет с оценкой.

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Удовлетворительно
0-50	Неудовлетворительно

По итогам работы в семестре студент может получить максимум **100** баллов. Итоговой формой контроля является экзамен.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

Таблица 7

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	21
2	Аудиторные и практические занятия (посещение)	49
3	Решение контрольных заданий (самостоятельная работа)	30
	Итого:	100

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

Виды работ	Недели работ																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2					ВЗ 1			33 1	ВЗ 2				33 2	ВЗ 3			33 3

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции *)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Компетенция ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.							
Знать (ПК-3): – основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает основные понятия по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает основные понятия основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает основные понятия по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных понятий по основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Не допускает ошибок.	Устный опрос

			при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает множественные грубые ошибки.	переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает достаточно серьезные ошибки.	ские знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает отдельные негрубые ошибки.	решении различных задач с использованием специализированных программ Не допускает ошибок.	
<i>Владеть (ПК-3):</i> – навыками применения современных средств и информационных технологий для решения задач	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Не допускает ошибок.	<i>Выполнение практического задания</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Зачёт проводится на основе результатов контрольных работ, практических занятий и ответов на контрольные вопросы.

Ниже приводится полный перечень вопросов для подготовки к экзамену.

К О Н Т Р О Л Ь Н Ы Е В О П Р О С Ы

1. Математическое моделирование. Понятие математического моделирования. Понятие системы в математическом моделировании.
2. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
3. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели (линейный, нелинейный, алгоритмический и др.)
4. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
5. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
6. Исследование особых точек дифференциального уравнения одной переменной
$$\frac{dx}{dt} = F(x).$$
7. Исследование качественной структуры особых точек двух уравнений
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x(t), y(t)) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x(t), y(t)) \end{cases}$$
8. Понятие фазовых траекторий.
9. Определение матрицы линеаризации.
10. Получение характеристического уравнения.
11. Классификация грубых особых точек через корни характеристического уравнения.
12. Предельные циклы динамических систем.
13. Модель конкуренции популяций. Постановка задачи.
14. Модель конкуренции популяций. Особые точки и возможные конфигурации системы от параметров задачи.
15. Модель конкуренции популяций. Анализ особых точек.
16. Классификация колебательных систем.
17. Линейная и нелинейная колебательная система.
18. Сосредоточенные и точечные системы.
19. Консервативные и неконсервативные системы.
20. Консервативный осциллятор.
21. Линейный осциллятор с затуханием.
22. Классификация уравнений математической физики двух переменных.
23. Физические процессы, описываемые уравнения эллиптического типа.
24. Физические процессы, описываемые уравнения гиперболического типа.
25. Физические процессы, описываемые уравнения параболического типа.
26. задача интерполирования,
27. задача аппроксимации.
28. Интерполяция по Лагранжу.
29. Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов

Тест на усвоение материала

1. **Классические модели**

1.1 Модель спроса-предложения $\begin{cases} s_{n+1} = ap_n - b \\ d_{n+1} = -cp_n + g \\ s_{n+1} = d_{n+1} \end{cases}$ соответствует устойчивому

состоянию рынка при каких значениях $A = \frac{a}{c}$?

- а) $A > 2$
- б) $0 < A < 2$
- с) $0 < A < 1$
- д) $-1 < A < 1$

1.2 Модель спроса-предложения $\begin{cases} s_{n+1} = ap_n - b \\ d_{n+1} = -cp_n + g \\ s_{n+1} = d_{n+1} \end{cases}$ соответствует неустойчивому

состоянию рынка при каких значениях $A = \frac{a}{c}$?

- а) $A > 2$
- б) $0 < A < 2$
- с) $0 < A < 1$
- д) $1 < A$

1.3 Какое максимальное количество точек равновесия имеет система

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - a12 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - a11 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующая модели}$$

конкуренции популяций?

- а) 3
- б) 2
- с) 4
- д) 5

1.4 Какого типа точка равновесия ($N_1 = 0, N_2 = 0$)

системы $\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - a12 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - a11 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующей модели}$

конкуренции популяций?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- с) центр

2. Качественная теория динамических систем

2.1 Какие точки равновесия уравнения $\frac{dx}{dt} = (x + 2)(x + 1)(3 - x)(5 - x)$ являются

устойчивыми?

- а) $x_1 = -1; x_2 = 3$
- б) $x_1 = -1; x_2 = 5$
- с) $x_1 = -2; x_2 = 3$

д) $x_1 = 3; x_2 = 5$

2.2 Какие точки равновесия уравнения $\frac{dx}{dt} = (x+2)(x-3)(3+x)(5-x)$ являются неустойчивыми?

а) $x_1 = -3; x_2 = 3$

б) $x_1 = -2; x_2 = 5$

с) $x_1 = -2; x_2 = 3$

д) $x_1 = 3; x_2 = 5$

2.3 Фазовые траектории системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y, t) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y, t) \end{cases}$ определены в пространстве

координат

а) (x, t)

б) (x, y)

с) (y, t)

д) (x, y, t)

2.4 Какая точка (x, y) системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = (x-3)(y-5)(x-6) \\ \frac{dy}{dt} = (y-3)(x-5)(y-6) \end{cases}$ не является точкой

равновесия?

а) $P(x=3, y=6)$

б) $P(x=6, y=3)$

с) $P(x=3, y=3)$

д) $P(x=5, y=3)$

2.5 Какая матрица является матрицей линеаризации системы $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x + 3y + 4 \\ \frac{dy}{dt} = x - 6y + 5 \end{cases}$

а) $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & -6 \end{pmatrix}$

б) $\begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$

с) $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & -6 \end{pmatrix}$

д) $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -6 & 5 \end{pmatrix}$

2.6 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases}$ равны $(\lambda_1 = 2, \lambda_2 = 5)$. К какому типу относится эта точка равновесия?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) центр

2.7 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2, \lambda_2 = -5). \text{ К какому типу относится эта точка}$$

равновесия?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) седловая точка

2.8 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -3). \text{ К какому типу относится эта точка}$$

равновесия?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) седловая точка

2.9 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2 + 3i, \lambda_2 = 2 - 3i). \text{ К какому типу относится эта точка}$$

равновесия?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус
- е) центр

2.10 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases} \text{ равны } (\lambda_1 = 2i, \lambda_2 = -2i). \text{ К какому типу относится эта точка}$$

равновесия?

- а) устойчивый узел
- б) неустойчивый узел
- с) устойчивый фокус
- д) неустойчивый фокус

с)!!! центр

3. Распределённые системы

3.1 Какого типа

$$\text{уравнение } a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u) \quad (a_{11} = 2, a_{12} = 1, a_{22} = 3)?$$

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

3.2 Какого типа уравнение $a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u)$ ($a_{11} = 1, a_{12} = 1, a_{22} = 1$) ?

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

3.3 Какого типа

$$\text{уравнение } a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u) \quad (a_{11} = 1, a_{12} = 2, a_{22} = 1)?$$

- а) эллиптического
- б) параболического
- с) тригонометрического
- д) гиперболического

Пример задания к Теме 3.

Исследование динамической системы

$$\frac{dx}{dt} = f_1(x, y); \quad \frac{dy}{dt} = f_2(x, y);$$

Задание:

- найти точки равновесия
- определить их тип
- построить фазовые траектории

Варианты:

1) $\frac{d x}{d t} = 25 + x^2 - 4y^2; \quad \frac{d y}{d t} = 5xy + 1;$

2) $\frac{d x}{d t} = x^2 - y^2; \quad \frac{d y}{d t} = 5xy - 3;$

3) $\frac{d y}{d t} = 1 - x^2 - y^2; \quad \frac{d x}{d t} = xy;$

4) $\frac{d x}{d t} = 5 + x^2 - y^2; \quad \frac{d y}{d t} = x - 2y;$

5) $\frac{d x}{d t} = 77 - x^2 + 4y^2; \quad \frac{d y}{d t} = xy;$

6) $\frac{d y}{d t} = 3 - x^2 - y^2; \quad \frac{d x}{d t} = xy - 2;$

- 7) $\frac{dx}{dt} = 4 + 5x^2 - y^2$; $\frac{dy}{dt} = xy - 1$;
- 8) $\frac{dy}{dt} = 1 - 4x^2 - 3y^2$; $\frac{dx}{dt} = -11xy$;
- 9) $\frac{dx}{dt} = 50 + 5x^2 - 6y^2$; $\frac{dy}{dt} = 3x - 2y$;
- 10) $\frac{dx}{dt} = -x^2 + y^2$; $\frac{dy}{dt} = 10 - xy$;
- 11) $\frac{dy}{dt} = 3 + x^2 + y^2$; $\frac{dx}{dt} = xy - 2$;
- 12) $\frac{dx}{dt} = 4 + 5x^2 + 4y^2$; $\frac{dy}{dt} = 6xy - x$;
- 13) $\frac{dy}{dt} = 10 - 2x^2 - 3y^2$; $\frac{dx}{dt} = -xy - y$;
- 14) $\frac{dx}{dt} = 5x^2 + 6y^2$; $\frac{dy}{dt} = 3xy - 2y$;
- 15) $\frac{dx}{dt} = 8 - x^2 + 2y^2$; $\frac{dy}{dt} = 10x - xy$;
- 16) $\frac{dy}{dt} = 3 - 4x^2 - 2y^2$; $\frac{dx}{dt} = 5xy - 2y$;

10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Основная учебная литература

1. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов : Учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2015. - 398с. : ил. - ISBN 978-5-16-006482-6.
2. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6 // ЭБС "Znanium.com". - URL:<http://znanium.com/catalog/product/392652> (дата обращения: 17.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Градов В.М. Компьютерное моделирование: Учебник [Электронный ресурс]/ В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018. — 264с. - ISBN 978-5-906818-79-9 // ЭБС "Znanium.com". - URL:<http://znanium.com/catalog/product/911733> (дата обращения: 17.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Кобелев Н.Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: ISBN 978-5-905554-17-9 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog/product/361397> (дата обращения:20.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Северцев, Н. А. Динамические системы: безопасность и отказоустойчивость : учеб. пособие для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / Н. А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05711-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/441452> (дата обращения: 15.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учеб. пособие. - 2-е изд., исправ. - М.: Едиторал, УРСС, 2003. - 144 с.
3. Осипов, В. В. Моделирование динамических процессов методом точечных представлений [Электронный ресурс] : Монография / В. В. Осипов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 304 с. - ISBN 978-5-7638-2538-1. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <http://znaniium.com/catalog/product/441549> (дата обращения: 03.04.2019). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Информационные технологии и вычислительные системы / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН"; гл. ред. С.В. Емельянов, - М.: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН". Год основания 1995 г. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8746>
2. Информация и безопасность / учредители: ФГБОУ Воронежский государственный технический университет; гл. ред. А.Г. Остапенко. – Воронеж.: Воронежский государственный технический университет. Журнал основан в 1998 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8748>
3. Открытые системы СУБД / учредитель и издатель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». Журнал основан в 1999 году. Сайт журнала <http://www.osp.ru/os/> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9826>
4. Программные продукты и системы / учредители: МНИИПУ (г.Москва), гл.редакция международного журнала «Проблемы теории и практики управления» (г. Москва), ЗАО НИИ «Центрпрограммсистем» (г. Тверь); гл. ред. С.В. Емельянов. – Тверь.: НИИ «Центрпрограммсистем». Журнал основан в 1995 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9834>; Сайт журнала www.swsys.ru
5. Российские нанотехнологии: научный журнал / Учредитель: Федеральное агентство по науке и инновациям РФ – М.: Общество с ограниченной ответственностью Парк-медиа гл. ред. М.В.Алфимов – Журнал основан в 2006 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены на сайте журнала <https://yandex.ru/yandsearch?&clid=2186621&text=Nanotechnologies%20in%20Russia&lr=20576>
6. Системный администратор / учредитель и издатель: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры" гл. ред. Г. Положевец. – М.: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры" Журнал основан в 2002 году. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9973

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Электронно-библиотечные системы и базы данных**

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>
4. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
2. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft: <http://codingcraft.ru/>.
3. Портал Life-prog: <http://life-prog.ru/>.
4. OpenNet: www.opennet.ru.
5. Алгоритмы, методы, программы: algotlist.manual.ru.
6. Сервер министерства высшего образования : www.informika.ru.

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК): оборудование в собственности. Программное обеспечение: Scilab (свободная лицензия, код доступа не требуется)

11 Язык преподавания

Русский