

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, 2020

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 №11 от «22» июня 2020 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	18
11 Язык преподавания	21

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.09 «Компьютерные технологии анализа динамических систем» входит в блок 1 дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается в IV семестре II курса.

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».

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 (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	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

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах
--	--

- Программист 06.001; обобщённая трудовая функция С5 - Интеграция программных модулей и компонент и проверка работоспособности выпусков программного продукта; С/01.5 - Разработка процедур интеграции программных модулей

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 108 часов, из которых:

52 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

- 17 часов – лекционные занятия;
- 34 часов – практические занятия;
- 27 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),
- 37 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

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

		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 динамических систем	Модели динамических систем: Колебательные 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
Зсеместр													
Тема 1Основные понятия теории моделирования сложных систем.		1								1			
Тема 2 Языки и инструментальные средства моделирования		2		8						10	10		
Тема 3Моделирование динамических систем		4		8						12	10		15
Тема 4Вычислительные методы решения задачи Коши		2		2						4	10		
Тема 5 Примеры динамических систем		2		8						10			
Тема 6Моделирование распределённых систем		4		6						10	4		20
Тема 7Обработка 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)

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Полная карта компетенций УК-1, УК-2 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 максимально **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			ЗЗ 1	ВЗ 2			ЗЗ 2	ВЗ 3			ЗЗ 3	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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	
Знать – 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
Уметь): – использовать полученные теоретические знания: для получения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки	Демонстрирует удовлетворительное умение использовать полученные теоретические знания: для получения,	Демонстрирует достаточное умение использовать полученные теоретические знания: для получения,	Демонстрирует устойчивое умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки	Выполнение практического задания

программ			информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает множественные грубые ошибки.	хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает достаточно серьезные ошибки.	теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает отдельные негрубые ошибки.	информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Не допускает ошибок.	
<i>Владеть):</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>

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции *)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания <i>(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)</i>					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач —	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач Не допускает ошибок.	Устный опрос
Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения —	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительное умение проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения Не допускает ошибок.	Выполнение практического задания
Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения методиками разработки цели и задач	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения методиками разработки	Демонстрирует хороший уровень владения методиками	Демонстрирует высокий уровень владения методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки	Выполнение практического задания

		я	проекта; методами оценки потребности в ресурса Допускает множественные грубые ошибки.	цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурса . Допускает достаточно серьезные ошибки.	разработк и цели и задач проекта; методами оценки потребнос ти в ресурса Допускает отдельные негрубые ошибки.	потребности в ресурса Не допускает ошибок.	
--	--	---	--	---	---	---	--

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

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - al2 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - al1 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующая модели}$$

конкуренции популяций?

- а) 3
- б) 2
- с) 4
- д) 5

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

$$\text{системы} \begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(t) * [r1 * (ng1 - N_1(t)) - al2 * N_2(t)] \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(t) * [r2 * (ng2 - N_2(t)) - al1 * N_1(t)] \end{cases}, \text{ соответствующей модели}$$

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
- с) 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
- с) 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
- с) 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
- с) 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

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

- 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

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

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

2) $\frac{dx}{dt} = x^2 - y^2; \quad \frac{dy}{dt} = 5xy - 3;$

3) $\frac{dy}{dt} = 1 - x^2 - y^2; \quad \frac{dx}{dt} = xy;$

4) $\frac{dx}{dt} = 5 + x^2 - y^2; \quad \frac{dy}{dt} = x - 2y;$

5) $\frac{dx}{dt} = 77 - x^2 + 4y^2; \quad \frac{dy}{dt} = xy;$

6) $\frac{dy}{dt} = 3 - x^2 - y^2; \quad \frac{dx}{dt} = xy - 2;$

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

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.
Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106942-4. - Текст: электронный. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 264 с. - ISBN 978-5-16-105145-0. - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1062639> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Кобелев Н.Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: ISBN 978-5-905554-17-9 - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <http://znaniium.com/catalog/product/361397> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Коробова, Л.А. Теория динамических систем (теория и практика) : учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.А. Сафонова ; науч. ред. Л.А. Коробова. – Воронеж : Воронежский

- государственный университет инженерных технологий, 2017. – 100 с. : граф., схем. ISBN 978-5-00032-290-1. - Текст : электронный. // ЭБС Университетская библиотека онлайн. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482071> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
2. Чубич, В.М. Активная идентификация стохастических динамических систем: планирование эксперимента для моделей непрерывно-дискретных систем : / В.М. Чубич, Е.В. Филиппова – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 96 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-7782-3397-3. - Текст : электронный. // ЭБС Университетская библиотека онлайн. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574667> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю .
 3. Северцев, Н. А. Динамические системы: безопасность и отказоустойчивость : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05711-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/454643> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
 4. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учеб. пособие. - 2-е изд., исправ. - М.: Едиторал, УРСС, 2003. - 144 с.
 5. Осипов, В. В. Моделирование динамических процессов методом точечных представлений : Монография / В. В. Осипов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 304 с. - ISBN 978-5-7638-2538-1. - Текст: электронный // ЭБС "Znaniy.com". - URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/441549> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Информационные технологии и вычислительные системы: научный журнал / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН; гл. ред. Попков Ю.С. - М.: ФГУ Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН. – Журнал выходит 2 раза в полуг. – Основан в 1995 г. - ISSN 2071-8632. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8746
2. Информация и безопасность: научный журнал / Учредители: Воронежский государственный технический университет; гл. ред. Остапенко А.Г. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет. – Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1998 году. - ISSN 1682-7813. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8748>
3. Информатика и системы управления: научное издание / Учредитель: Амурский государственный университет; гл. ред. Е.Л. Еремин. – Благовещенск: Амурский государственный университет. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 2001 г. – ISSN: 1814-2400. - Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9793>
4. Открытые системы СУБД / Учредитель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1993 году. – ISSN: 1028-7493. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://www.osp.ru/os/archive>

5. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал / Учредитель: Куприянов В.П.; гл. ред. Савин Г.И. - Тверь: Центрпрограммсистем. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1988 году. – ISSN: 0236-235X. - – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <http://swsys.ru/>
6. Российские нанотехнологии: научный журнал / Учредитель: НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред. Ковальчук М.В. – М.: Общество с ограниченной ответственностью Парк-медиа – Журнал выходит 6 раз в год. – Основан в 2006 году. - ISSN 1993-4068. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://nanorf.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/16/15#>
7. Системный администратор / Учредитель: "Издательский дом "Положевец и партнеры"; гл. ред. Г. Положевец. – М.: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры". – Журнал выходит 12 раз в год. - Основан в 2002 году. - ISSN 1813-5579. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке 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 «Znaniium.com»: <http://znaniium.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