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

Филиал «Протвино»
Кафедра «Информационные технологии»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Евсиков А.А.
подпись *Фамилия И.О.*
«30» 06 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Компьютерные технологии анализа динамических систем
наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика
код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования
бакалавриат
бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)
«Медицинская физика»

Форма обучения
очная
очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

1

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

03.03.02 Физика

(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 _____ Нурматова Е.В.

(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой технической физики

Соколов А.А. _____

(Фамилия И.О., подпись)

«____» _____ 20___ г.

Эксперт ___Рябов А.Д. к.ф.-м.н.
НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ, нач. сектора

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;

Оглавление

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

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Курс «Компьютерные технологии анализа динамических систем» предназначен для 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.ДВ.08.02 «Компьютерные технологии анализа динамических систем» относится к блоку 1 дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания, умения, навыки и компетенции по предметам «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика». Входящие компетенции: ОПК-5, ПК-2.

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 подготовки 03.03.02 Физика

.

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

Формируемые компетенции *(код компетенции, уровень (этап) освоения)*	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций**
ПК-2: способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе	**Знать:** Особенности компьютерного моделирования. Требования пользователя к модели. Основные этапы математического моделирования систем

сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	**Уметь:** выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация **Владеть:** навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделирования.

Формируемые компетенции *(код компетенции, уровень (этап) освоения)*	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций**
ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией.	**Знать:** Языки программирования и инструментальные средства моделирования **Уметь:** выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека **Владеть:** навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования.

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 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых:

51 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем[1]:

34 часов – лекционные занятия;

17 часов – практические занятия;

57 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

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

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

№ темы	*Наименование тем*	*Содержание тем*
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-Кутта. 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**
7 семестр													
Тема 1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.		1								1			
Тема 2 Языки и инструментальные средства моделирования		4		4						10	10		
Тема 3 Моделирование динамических систем		8		3						12	10		15
Тема 4 Вычислительные методы решения задачи Коши		4		2						4	10		
Тема 5 Примеры динамических систем		6		4						10			
Тема 6 Моделирование распределённых систем		8		3						10	4		20
Тема 7 Обработка результатов вычислительных экспериментов		3		1						4			20
Промежуточная аттестация зачёт *(указывается форма проведения)***	X	X									X		
Итого	108	34		17						51	57		57

.

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

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

Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы (занятий) и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины (модуля).

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-2: способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией.

Описание шкал оценивания

В 7 семестре (**сдача зачёта**) 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 и может зачет не сдавать. При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачет.

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	Итоговая оценка

семестр	
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 (самостоятельные 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

ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией.[3]

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*:** Языки программирования и инструментальные средства моделирования	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или знает слабо: Языки и инструментальные средства моделирования. Допускает множественные	Удовлетворительно знает Языки и инструментальные средства моделирования Допускает достаточно	Хорошо знает Языки и инструментальные средства моделирования, но допускает отдельные негрубые	Демонстрирует свободное и уверенное знание Языков программирования и	*Устное собеседование.*

[3] Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

			грубые ошибки.	серьезные ошибки.	ошибки.	инструментальных средства моделирования, не допускает ошибок.	
***Уметь*:** выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека.	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует частичное умение выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека.. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека, но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение выполнять сравнительный анализ различных моделей представления знаний для решения прикладных задач компьютерного моделирования интеллектуальной деятельности человека, не допускает ошибок.	*ПКЗ*
***Владеть*:** навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования..	I - пороговый	Отсутствие владения	Демонстрирует низкий уровень владения навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования, но допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования, но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень навыками использования численных методов решения практических задач и методами обработки результатов моделирования, не допускает ошибок.	*ПКЗ*

ПК-2: способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью

современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

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*:** особенности компьютерного моделирования; требования пользователя к модели; основные этапы математического моделирования систем.	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или знает слабо: особенности компьютерного моделирования; требования пользователя к модели; основные этапы математического моделирования систем. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает особенности компьютерного моделирования; требования пользователя к модели; основные этапы математического моделирования систем. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает особенности компьютерного моделирования; требования пользователя к модели; основные этапы математического моделирования систем, но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание особенности компьютерного моделирования; требования пользователя к модели; основные этапы математического моделирования систем., не допускает ошибок.	*Устное собеседование.*
***Уметь*:** выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация.	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует частичное умение выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация., но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение выполнять построение концептуальных моделей систем, проводить алгоритмизацию моделей и их машинную реализация. , не допускает ошибок.	*ПКЗ*

***Владеть*:** навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделирования.	I - пороговый	Отсутствие владения	Демонстрирует низкий уровень владения навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделирования. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделировани, но допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделирования., но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками аналитического исследования, компьютерного моделирования систем и практического решения задач моделирования., не допускает ошибок.	*ПКЗ*

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 зачёт.

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

Ниже приводится полный перечень вопросов для подготовки к зачёту.

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

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x(t), y(t)) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x(t), y(t)) \end{cases}$$

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

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

c) 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

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = 2x + 3y + 4 \\ \dfrac{dy}{dt} = x - 6y + 5 \end{cases}$$

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 $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases}$ 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 $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases}$ 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) седловая точка

2.8 Собственные значения матрицы линеаризации в точке равновесия (x_0, y_0) системы $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x, y) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x, y) \end{cases}$ равны $(\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -3)$. 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 $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x,y) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x,y) \end{cases}$ равны $(\lambda_1 = 2+3i, \lambda_2 = 2-3i)$. 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 $\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = P(x,y) \\ \dfrac{dy}{dt} = Q(x,y) \end{cases}$ равны $(\lambda_1 = 2i, \lambda_2 = -2i)$. 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 $a_{11}\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2a_{12}\dfrac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22}\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x,y,u)$ $(a_{11} = 2, a_{12} = 1, a_{22} = 3)$?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8) $\frac{d\,y}{dt} = 1 - 4x^2 - 3y^2; \quad \frac{d\,x}{dt} = -11xy;$

9) $\frac{d\,x}{dt} = 50 + 5x^2 - 6y^2; \quad \frac{d\,y}{dt} = 3x - 2y;$

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

Основная учебная литература

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата [Электронный ресурс]/ Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 343 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3 // ЭБС "Юрайт". - URL: https://biblio-online.ru/book/F4218D80-CDF9-468E-B54B-3964246A473E (дата обращения:20.08.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие [Электронный ресурс]/ И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 195 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1715-4 // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428781&sr=1 (дата обращения:10.08.2017). - 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, 2017. — 264с. - ISBN 978-5-906818-79-9 // ЭБС "Znanium.com". - URL:http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=603129 (дата обращения: 17.08.2017). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. 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.
5. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов.-М.: ВШ, 2-е изд., перераб. 2007. - 847с.
6. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2013. - 398с. : ил. - ISBN 978-5-16-006482-6. // ЭБС "Znanium.com". - URL:

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652(дата обращения:10.06.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие для бакалавров /[Электронный ресурс]/ Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 295 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2857-0 / ЭБС "Юрайт". - URL: https://biblio-online.ru/book/D0DBF29D-7ADB-412F-A3BC-4CE77363BA51 (дата обращения:20.08.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Кобелев Н.Б. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат) ISBN 978-5-906818-20-1 // ЭБС "Znanium.com". - URL: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=535221 (дата обращения:20.06.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Морозов, В.К. Моделирование информационных и динамических систем: учебное пособие / В.К. Морозов, Г.Н. Рогачев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 384 с.: ил. 978-5-7695-4221-3

- **Периодические издания**

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета – Журнал основан в 1977 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены в БД периодических изданий «East View»: https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166/udb/890
2. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН., гл. ред. В.Л. Береснев. - Журнал основан в 1994 году Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528
3. 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. Сайт журнала www.swsys.ru
4. 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
5. 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

- **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 Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – http://www.mathnet.ru/

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 SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi

4 ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. http://arxiv.org/

5 WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. http://worldwidescience.org/

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1 Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: http://window.edu.ru/

2 Образовательный математический сайт EXPonenta.ru http://exponenta.ru/default.asp

3 Математический сайт Math.ru http://math.ru/lib/

4 Сайт РАН Институт Вычислительной математики. http://www.inm.ras.ru/

5 Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft: http://codingcraft.ru/.

6 Портал Life-prog: http://life-prog.ru/.

7 OpenNet: www.opennet.ru.

8 Алгоритмы, методы, программы: algolist.manual.ru.

- **Описание материально-технической базы**
- Компьютерный класс (18 ПК): ул. Победа, д.2, к. 412 (собственность)

11. Язык преподавания

Русский