

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова

академик



Е.И. Моисеев

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

«Дифференциальные уравнения и математическое моделирование»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 02.06.01 «компьютерные и информационные науки»,

09.06.01 «информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы, комплексы программ» (05.13.18)

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифференциальные уравнения и математическое моделирование

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 09.06.01 «информатика и вычислительная техника», Направленность (профиль) «Математическое моделирование, численные методы, комплексы программ» (05.13.18)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы и является обязательной для освоения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	У2 (УК-1) УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений В2(УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

<p>Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</p> <p>(ОПК-1)</p>	<p>З1 (ОПК-1) ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p> <p>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>
<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики</p> <p>(ПК-1)</p>	<p>З1 (ПК-1) ЗНАТЬ: Современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p> <p>У1 (ПК-1) УМЕТЬ: Применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p> <p>В1 (ПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.</p>
<p>Способность к реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, ориентированных на современную вычислительную технику</p> <p>(ПК-4)</p>	<p>З1 (ПК-4) ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов</p> <p>У1(ПК-4) УМЕТЬ: применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p>

	В1 (ПК-4) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов
--	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

36 часов составляет контактная работа с преподавателем – 32 часа занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 2 часа мероприятий текущего контроля успеваемости, 2 часа групповых консультаций, 3 часа мероприятий промежуточной аттестации.

72 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальным уравнениям, численным методам в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата и магистратуры по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используется программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются математические модели, основанные на дифференциальных уравнениях различного типа, формулируются основные математические задачи для этих уравнений, описываются основные свойства решений рассматриваемых задач и некоторые методы их решения.

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					Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		из них					из них			
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	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		
Тема 1. Роль дифференциальных уравнений и математического моделирования в научном методе приобретения знаний. Задачи математического моделирования. Основные виды дифференциальных уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Дифференциально-алгебраические уравнения. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом. Ин-	4	2	-	-	-	-	2	2	-	2

тегро-дифференциальные уравнения. Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экологии.										
<p>Тема 2. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и свойства ее решений.</p> <p>Задачи Коши для дифференциальных уравнений. Стандартная постановка для нормальной системы уравнений. Носитель решения. Векторное поле. Состояние моделируемой системы. Фазовое пространство и расширенное фазовое пространство. Фазовый поток. Представления решения задачи. Автономная система. Параметрическая система. Постановка задачи для матрицы-функции. Матрица Якоби фазового потока. Уравнение в вариациях. Постановка задачи для уравнений второго порядка. Редукция задачи для уравнений высокого порядка.</p> <p>Теорема о существовании решения задачи Коши. Теорема о единственности решения. Решение, существующие в целом. Естественная параметризация решения. Теорема о дифференцируемости решения.</p> <p>Первые интегралы. Полная система первых интегралов. Инвариантность линейной и квадратич-</p>	12	6	-	-	-	-	6	6	-	6

<p>ной форм. Сохранение скалярного произведения, определителя матрицы, ортогональности ее столбцов и собственных чисел. Симплектичность. Теорема Пуанкаре о симплектичности фазового потока. Примеры симплектических систем. Изменение фазового объема. Теорема Лиувилля. Консервативные и диссипативные системы.</p> <p>Задача Коши для систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.</p>										
<p>Тема 3. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение к задаче Коши.</p> <p>Краевые задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Формулировка многоочечной краевой задачи для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теорема о вычислительной устойчивости решения краевой задачи.</p> <p>Постановка и решение задачи о переносе граничных условий. Дифференциальная прогонка. Задача Штурма-Лиувилля.</p>	9	4	-	-	-	1	5	4	-	4
<p>Тема 4. Консервативные системы и жесткие задачи.</p>	18	6	-	-	-	-	6	6	6	12

<p>Гамильтоновы системы. Задача о движении множества взаимодействующих материальных точек. Потенциалы взаимодействия материальных точек. Законы сохранения полного количества движения, полного момента количества движения, полной энергии, фазового объема. Обратимость решения задачи Коши для гамильтоновых систем во времени. Симплектичность решения задачи о движении множества взаимодействующих материальных точек.</p> <p>Редукция задачи о движении двух материальных точек в задаче о движении материальной точки в центральном поле. Финитные и инфинитные движения, замкнутые и незамкнутые траектории движения в центральном поле. Задача Кеплера. Дополнительные законы сохранения в задаче Кеплера. Точная линеаризация задачи и параметрическое представление решения в виде комбинации элементарных функций. Задача трех тел. Частные решения Эйлера и Лагранжа. Хореографические движения.</p> <p>Жесткие задачи Коши. Примеры жестких задач химической кинетики. Линейные жесткие задачи. Сингулярно-возмущенные задачи. Жесткие линейные краевые зада-</p>													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

чи. Пограничные слои. Жесткие задачи Коши. Примеры жестких задач химической кинетики. Линейные жесткие задачи. Сингулярно-возмущенные задачи. Жесткие линейные краевые задачи. Пограничные слои.										
Тема 5. Методы качественного анализа решений задачи Коши Задачи качественного анализа решений задачи Коши. Фазовый портрет. Особые точки векторного поля. Линеаризованная система уравнений. Матрица Якоби в особой точке. невырожденная особая точка. Устойчивость особых точек. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функция Ляпунова. Достаточные условия устойчивости. Сепаратрисы особых точек. Гомоклинические и гетероклинические траектории. Сепаратрисный контур. Периодические решения. Предельные циклы. Орбитальная устойчивость. Теорема Флоке. Матрица монодромии. Показатели Флоке Теорема об устойчивости периодического решения. Отображение Пуанкаре. Последовательность преобразований Пуанкаре. Инвариантный тор. Устой-	8	4	-	-	-	-	4	4	-	4

<p>чивость инвариантного тора. Квазипериодические решения. Преобразование Пуанкаре на инвариантном торе. Устойчивость решений задачи Коши. Показатели Ляпунова. Понятие аттрактора. Эргодическое движение. Странные аттракторы.</p>										
<p>6. Задачи для уравнений в частных производных</p> <p>Задачи для гиперболических уравнений. Метод характеристик. Телеграфное и волновое уравнения. Формула Даламбера. Уравнения газовой динамики и акустики. Градиентная катастрофа. Сильные разрывы. Эволюционность сильного разрыва. Волны разрежения. Задача о распаде произвольного разрыва.</p> <p>Задачи для параболических уравнений. Уравнения теплопроводности и диффузии с источником. Неустойчивость Тьюринга. Уравнения диффузии и химических реакций. Явления пространственно-временной самоорганизации. Автоволновые структуры.</p> <p>Задачи для уравнения Шредингера. Задача о свободном движении микрочастицы и ее решение. Задача о взаимодействии микрочастицы с потенциальным барьером.</p>	19	10				1	13	8	-	8

Задача о состояниях водородоподобного атома.										
Устный экзамен	36	2					36			
Итого	108	36					72			

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Литература для самостоятельной работы студентов в соответствии с тематическим планом.

Тема 1 «Роль дифференциальных уравнений и математического моделирования в научном методе приобретения знаний. Основные виды дифференциальных уравнений. Примеры математических моделей»

А. Н. Тихонов, Д. П. Костомаров. Рассказы о прикладной математике. М.: Наука, 1979, 207 с.

А. А. Самарский. Вычислительный эксперимент. Вестник АН СССР, 1979, 5, 38

А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики М.: Наука, 1966, 724 с.

Тема 2 «Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и свойства ее решений»

В. И. Арнольд. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1971, 239 с.

И. Г. Петровский. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970, 279 с.

М. В. Федорюк. Обыкновенные дифференциальные уравнения М.: Наука, 1980, 350 с.

Л. Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969, 424 с.

Е. Hairer, C. Lubich, G. Wanner. Geometric Numerical Integration. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2002, 515 p.

Тема 3 «Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение к задаче Коши»

С. К. Годунов. Обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Краевые задачи. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1994, 264 с.

Р. П. Федоренко. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994, 526 с.

А. А. Абрамов. О переносе граничных условий для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. ЖВМиМФ, 1961, т. 1, 542-545.

Тема 4 «Консервативные системы и жесткие задачи»

В. И. Арнольд. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Ижевск: Ижевская респ. Типография, 2000, 400 с.

E. Hairer, C. Lubich, G. Wanner. Geometric Numerical Integration. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2002, 515 p.

Л. Д.Ландау, Е. М. Лифшиц. Механика. 1973, 207 с.

Р. П. Федоренко. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994, 526 с.

Ю. В. Ракитский, С. М. Устинов, И. Г. Черноруцкий. Численные методы решения жестких систем. М.: Наука, 1979, 208 с.

Тема 5 «Методы качественного анализа решений задачи Коши»

А. А. Андронов, Е. А. Леонтович, И. И. Гордон, А. Г. Майер. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости. М.: Наука, 1967, 487 с.

Н. Н. Баутин. Поведение динамических систем вблизи границ области устойчивости. М.: Наука, 1984, 176 с.

В. В. Немыцкий, В. В. Степанов. Качественная теория дифференциальных уравнений. М.: Едиториал УРСС, 2004, 552 с.

Б. Ф. Былов, Р. Э. Виноград, Д. М. Гробман, В. В. Немыцкий. Теория показателей Ляпунова. М.: Наука, 1966, 576 с.

И. Г. Малкин. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966, 530 с.

Г. Шустер. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988 240 с.

Н. А. Магницкий. Хаотическая динамика нелинейных диссипативных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: МАКС Пресс, 2006, 156 с.

Тема 6 «Задачи для уравнений в частных производных»

А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики М.: Наука, 1966, 724 с.

Б. Л. Рождественский, Н. Н. Яненко. Системы квазилинейных уравнений. М.: Наука, 1978, 687 с.

И. М. Гельфанд. Некоторые задачи теории квазилинейных уравнений. Успехи математических наук, 1959, т. 14, в. 2(86), 87-158

В. А. Фок. Начала квантовой механики. М.: Изд-во ЛКИ, 2008, 376 с.

В. А. Васильев, Ю. М. Романовский, В. Г. Яхно. Автоволновые процессы в распределенных кинетических системах. УФН, т. 128, в. 4., 626.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. И. Г. Петровский. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970, 279 с.
2. М. В. Федорюк. Обыкновенные дифференциальные уравнения М.: Наука, 1980, 350 с.
3. Л. Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969, 424 с.
4. E. Hairer, C. Lubich, G. Wanner. Geometric Numerical Integration. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2002, 515 p.
5. Р. П. Федоренко. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994, 526 с.
6. А. А. Абрамов. О переносе граничных условий для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. ЖВМиМФ, 1961, т. 1, 542-545.
7. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Механика. 1973, 207 с.
8. В. В. Немыцкий, В. В. Степанов. Качественная теория дифференциальных уравнений. М.: Едиториал УРСС, 2004, 552 с.
9. А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. Уравнения математической физики М.: Наука, 1966, 724 с.
10. Б. Л. Рождественский, Н. Н. Яненко. Системы квазилинейных уравнений. М.: Наука, 1978, 687 с.
11. В. А. Фок. Начала квантовой механики. М.: Изд-во ЛКИ, 2008, 376 с.
12. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Механика. 1973, 207 с.

Дополнительная литература

1. А. А. Самарский. Вычислительный эксперимент. Вестник АН СССР, 1979, 5, 38
2. А. Н. Тихонов, Д. П. Костомаров. Рассказы о прикладной математике. М. : Наука, 1979, 207 с.
3. С. К. Годунов. Обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Краевые задачи. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1994, 264 с.
4. А. И. Егоров. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями. М.: Физматлит, 2005, 384 с.
5. В. И. Арнольд. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Ижевск: Ижевская респ. типография, 2000, 400 с.
6. В. И. Арнольд. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1971, 239 с.
7. Ю. В. Ракитский, С. М. Устинов, И. Г. Черноруцкий. Численные методы решения жестких систем. М.: Наука, 1979, 208 с.
8. А. А. Андронов, Е. А. Леонтович, И. И. Гордон, А. Г. Майер. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости. М.: Наука, 1967, 487 с.
9. Н. Н. Баутин. Поведение динамических систем вблизи границ области устойчивости. М.: Наука, 1984, 176 с.
10. Б. Ф. Былов, Р. Э. Виноград, Д. М. Гробман, В. В. Немыцкий. Теория показателей Ляпунова. М. : Наука, 1966, 576 с.
11. И. Г. Малкин. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966, 530 с.
12. Г. Шустер. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988 240 с.
13. Н. А. Магницкий. Хаотическая динамика нелинейных диссипативных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: МАКС Пресс, 2006, 156 с.
14. И. М. Гельфанд. Некоторые задачи теории квазилинейных уравнений. Успехи математических наук, 1959, т. 14, в. 2(86), 87-158
15. В. А. Васильев, Ю. М. Романовский, В. Г. Яхно. Автоволновые процессы в распределенных кинетических

системах. УФН, т. 128, в. 4., 626.

16. Ф. Хартман. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Мир, 1970, 720 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

17. <http://elibrary.ru>
18. www.scopus.com

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

1. Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint
2. Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader
3. Издательская система LaTeX.

Активные и интерактивные формы проведения занятия

№ п\п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Лекция 15	Тема «Автоволновые структуры»

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской и проектором.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ЛЕКТОР

Профессор, д.ф.-м.н. Еленин Георгий Георгиевич

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Дифференциальные уравнения и математическое моделирование»**

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов У1 (УК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	доклады на научных семинарах
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологи-	В целом успешное, но не систематическое при-	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое применение навыков анализа ме-	доклады на научных семинарах

проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В1 (УК-1)		ческих проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	менение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	тодологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики и информационно-коммуникационных технологий	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Устный экзамен

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	реферат
<p>ЗНАТЬ: Современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях. Код З1 (ПК-1)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Устный экзамен
<p>УМЕТЬ: Применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и ос-</p>	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении ес-	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных	Контрольные работы

нованных на дифференциальных уравнениях. Код У1 (ПК-1)		уравнениях.	тественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	уравнениях.	
ВЛАДЕТЬ: навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях. Код В1 (ПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	В целом успешное, но не полное владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Сформированное владение навыками выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач и основанных на дифференциальных уравнениях.	Контрольные работы, реферат
ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов Код З1 (ПК-4)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные систематические знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Устный экзамен

<p>УМЕТЬ: применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов Код У1 (ПК-4)</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Фрагментарные умения применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p>	<p>Сформированное умение применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов</p>	<p>отчет</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов Код В1 (ПК-4)</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов</p>	<p>В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов</p>	<p>Сформированное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов</p>	<p>отчет</p>

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов для устного экзамена.

5. Список вопросов выносимых на экзамен

1. Пример формулировки задачи Коши для дифференциальных уравнений в частных производных.
2. Задача Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Автономная система. Параметрическая система. Постановка задачи для матрицы-функции. Матрица Якоби потока. Уравнение в вариациях. Разделенная форма уравнений. Специальная разделенная форма. Примеры задач.
3. Формулировка задачи Коши для системы дифференциально-алгебраической системы уравнений. Индекс системы. Примеры задач.
4. Задача Коши для дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. Пример задачи.
5. Теоремы существования, единственности и дифференцируемости решения задачи Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры задач, для которых не выполняются условия теорем.
6. Естественная параметризация решений задачи Коши. Выполнить параметризацию для системы “орегонатор”.
7. Векторное поле. Фазовое пространство и расширенное фазовое пространство. Фазовый поток. Уравнение в вариациях. Представление решения. Примеры.
8. Постановка задачи для уравнений второго порядка. Редукция задачи для уравнения высокого порядка к задаче для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Примеры задач для уравнений второго порядка.
9. Первые интегралы. Полная система первых интегралов.
10. Инвариантность линейной формы. Сохранение квадратичной формы. Сохранение определителя матрицы и скалярного произведения.
11. Сохранение ортогональности столбцов матрицы. Сохранение собственных чисел матрицы.
12. Симплектичность. Теорема Пуанкаре о симплектичности фазового потока. Примеры симплектичных систем.
13. Изменение фазового объема. Теорема Лиувилля. Консервативные и диссипативные системы.
14. Задача Коши для системы линейных неоднородных уравнений. Представление решений. Точные решения задачи для однородных уравнений. Приведение матриц к диагональному виду.
15. Вещественное разложение Шура. Жорданова форма.
16. Многоточечная краевая задача для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка и решение задачи о переносе условий.
17. Дифференциальная прогонка.
18. Определение собственных значений и собственных функций с помощью переноса граничных условий.
19. Задача Штурма-Лиувилля.
20. “Радиальная” задача о состояниях водородоподобного атома.
23. Одномерное движение в потенциальной яме. Отражение от симметричного потенциального барьера. Движение над потенциальным барьером.
24. Движение материальной точки в плоском центральном поле. Сохранение полной энергии и момента количества движения. Точное решение в виде квадратур. Второй закон Кеплера. Финитные и инфинитные движения. Закнутые и незамкнутые траектории.
25. Формулировка задачи двух тел. Редукция к задаче о движении в центральном поле.

26. Симплектичность гамильтоновых систем. Теорема Пуанкаре.
27. Сохранение фазового объема в задаче Коши для гамильтоновых систем.
28. Обратимость во времени.
29. Определение жесткой задачи. Примеры жестких задач.
30. Диффузионная неустойчивость Тьюринга.
31. Фазовый портрет. Особые точки векторного поля. Линеаризованная система. Матрица Якоби в особой точке. Невырожденная особая точка. Гиперболические особые точки.
32. Устойчивость особых точек. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функция Ляпунова. Достаточные условия устойчивости. Примеры особых точек.
33. Сепаратрисы особых точек. Гомоклинические траектории. Гетероклинические траектории. Сепаратрисный контур. Определение инвариантных многообразий гиперболических особых точек.
34. Периодические решения. Предельные циклы. Орбитальная устойчивость. Теорема Флоке. Матрица монодромии. Показатели Флоке. Мультипликаторы цикла.
35. Вычисление мультипликаторов. Теорема об устойчивости периодического решения. Полуустойчивый, гиперболический, седловой, невырожденный предельные циклы.
36. Отображение Пуанкаре. Последовательность преобразований Пуанкаре. Устойчивость неподвижной точки преобразования Пуанкаре.
37. Устойчивость решений задачи Коши. Показатели Ляпунова. Показатели Ляпунова для особой точки, предельного цикла, инвариантного тора.
38. Области притяжения. Поглощающие множества. Аттрактор. Эргодическое движение. Странные аттракторы. Система Лоренца.

Материалы для мероприятий текущего контроля.

Мероприятия текущего контроля реализуются в виде тестов с выбором вариантов ответа. Два набора тестов охватывают теоретический материал, относящийся соответственно к темам 2, 3, 4 и 5, 6. Вопросы тестов соответствуют приведенным выше вопросам к устному экзамену, раскрывая их на более подробном уровне.

Примерные темы рефератов.

Реферат посвящен Теме 4. Примеры тем:

1. Задача о свободном движении множества взаимодействующих материальных точек и глобальные свойства ее решения.
2. Движение материальной точки в центральном поле и его особенности.
3. Свойства решений задачи Кеплера.
4. Математические модели окисления монооксида углерода на платиновом катализаторе.
5. Задача о движении трех тел и ее частные решения.

Особенности организации процесса обучения

Для эффективного освоения курса рекомендуется перед каждым занятием привести в порядок конспекты лекций. После каждого занятия рекомендуется найти и прочитать дополнительную литературу по теме лекции, придумать примеры, иллюстрирующие основные утверждения, прочитать и дополнить свои конспекты.

Структура и график контрольных мероприятий

Контрольные работы на 6-й и 12-й неделях, реферат в течение семестра, устный экзамен в конце семестра.