

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Моделирование качественного исследования динамических систем М2.ДВ.6

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Математика, информатика и информационные технологии в образовании

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Зарипов Ф.Ш.

**Рецензент(ы):**

Игнатьев Ю.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Игнатьев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 817221814

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Зарипов Ф.Ш. кафедра высшей математики и математического моделирования отделение педагогического образования , Farhat.Zaripov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Данный курс является введением в качественную теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, и знакомит с их применением к моделированию зависящих от времени систем. Затрагиваемые в ней математические идеи представляют собой переплетение идей из анализа, алгебры и геометрии, так что студенту придется использовать весь набор приобретенных математических навыков. Разнообразие является также характерной особенностью как областей применения, так и рассматриваемых типов динамических систем ? от более традиционных задач механики, физики до моделей, используемых в экологии, экономике.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Курс предназначен студентам второго года обучения; предполагается, что студент овладел начальными понятиями теории функций многих переменных и линейной алгебры. Конкретнее, считаются известными такие понятия, как непрерывность, дифференцируемость, линии уровня и критические точки функций двух

переменных. Читатель должен иметь опыт обращения с некоторыми алгебраическими понятиями базисами, линейными преобразованиями, их собственными значениями и собственными векторами и их подобием, однако знание жордановых форм матриц не обязательно. Необходимые результаты из этой последней области только формулируются и иллюстрируются. Наша методическая установка на протяжении всего изложения состоит в том, чтобы всюду, где это возможно, разъяснять смысл излагаемых теорем на соответствующих примерах. Таким образом, мы надеемся не только передать знания, необходимые для построения и анализа

конкретных моделей, но также пробудить интерес к более глубокому пониманию математических результатов как таковых.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК- 2 (профессиональные компетенции)	понимает, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов
СПК 3 (профессиональные компетенции)	владеет методами обучения математическому и алгоритмическому моделированию учебных задач научно-технического, экономического характера
СПК 7 (профессиональные компетенции)	владеет методами создания математических моделей основных объектов изучения естественнонаучных дисциплин образовательного процесса и реализовывать их в компьютерных моделях

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК-4 (профессиональные компетенции)	способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
СПК-6 (профессиональные компетенции)	готов к обеспечению компьютерной и технологической поддержки деятельности обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной работе, умеет анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и программно-технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

К изучению пространства состояний дифференциальных уравнений, содержащих одну или две действительные независимые переменные.

Представлять геометрические интерпретации решений дифференциальных уравнений.

Оперировать понятиями автономного уравнения,

фазового портрета и качественной эквивалентности уравнений и распространять эти понятия на системы дифференциальных уравнений.

Вычислять жордановы формы действительных матриц 2-го порядка.

Использовать основные результаты о нелинейных системах для решения конкретных дифференциальных уравнений: нахождение и классификация особых точек, локальное и глобальное поведение системы в окрестности неподвижных точек, построение фазового портрета поведения нелинейной системы.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Автономные системы на плоскости	4	1	0	0	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ	4	2	0	0	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Оператор эволюции	4	3	0	0	4	домашнее задание
4.	Тема 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ	4	4	0	0	4	контрольная точка
5.	Тема 5. Обыкновенные точки и глобальное поведение	4	5	0	0	4	домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	18	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Автономные системы на плоскости

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Автономные уравнения. Автономные системы на плоскости. Построение фазовых портретов на плоскости. Потоки и эволюция.

##### Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ. Линейная замена переменных. Классы подобия для действительных  $2 \times 2$ -матриц. Фазовые портреты для канонических систем на плоскости. Классификация простых линейных фазовых портретов на плоскости.

##### Тема 3. Оператор эволюции

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Оператор эволюции. Аффинные системы. . Линейные системы в пространствах размерности, большей чем два.

##### Тема 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ. Локальное и глобальное поведение. Линеаризация в окрестности неподвижной точки. Теорема о линеаризации. Непростые неподвижные точки. Устойчивость неподвижных точек.

##### Тема 5. Обыкновенные точки и глобальное поведение

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Обыкновенные точки и глобальное поведение. Первые интегралы. Предельные циклы. Теория Пуанкаре - Бендиксона.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Автономные системы на плоскости	4	1	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ	4	2	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Оператор эволюции	4	3	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
4.	Тема 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ	4	4	подготовка к контрольной точке	10	контрольная точка
5.	Тема 5. Обыкновенные точки и глобальное поведение	4	5	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
	Итого				50	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Трактовка курса обыкновенных дифференциальных уравнений просто как абстрактного раздела "чистой" математики плоха не только тем, что убивает интерес студентов к прикладным задачам. Протекающий на наших глазах процесс интенсивной математизации знаний все более настоятельно требует от математиков умения не только проводить качественное или численное исследование готовой модели, но и самому переходить от содержательного представления о явлении к его формально-математическому описанию. Иначе говоря, студентов должно учить фактически осуществлять математическое моделирование (или, как стали говорить в последнее время, модельное обеспечение). Таким образом используется компьютерный класс для решения и исследования дифференциальных уравнений.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Автономные системы на плоскости

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример 1. Сделать набросок интегральных кривых уравнений в области  $D$  плоскости  $t, x$ , где  $x$  ..

### Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример 2. Распределить следующие дифференциальные уравнения на группы качественно эквивалентных: Пример 3. Найти решения системы: и изобразить ее фазовый портрет.

### Тема 3. Оператор эволюции

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример 4. Найти оператор эволюции  $\varphi^*$  для уравнения. Пример 6. Найти жорданову форму для каждой из следующих матриц:

### Тема 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ

контрольная точка , примерные вопросы:

Пример 7. Применить теорему о линеаризации и на- нарисовать фазовый портрет системы.

## Тема 5. Обыкновенные точки и глобальное поведение

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример 3.8.1. Показать, что система имеет предельный цикл. Пример 8. нарисовать фазовый портрет системы. Пример 9. Показать, что система имеет предельный цикл.

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Математическая модель роста опухоли. Упражнения.

#### 7.1. Основная литература:

Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Холявин. - СПб., 2011. - 209 с. - Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread.php?book=460091>

Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6, 1000 экз.

<http://znanium.com/bookread.php?book=392652>

Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач: учебное пособие / Г.Н. Исаев. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 224 с. URL:

<http://znanium.com/bookread.php?book=193771>

#### 7.2. Дополнительная литература:

Информационные технологии моделирования физических процессов, Воркунов, Олег Владимирович, 2011г.

Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова; ВЗФЭИ. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 144 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9558-0007-3, 2000 экз.

<http://znanium.com/bookread.php?book=159293>

Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. - 2-е изд., стереотип. - М. : ФЛИНТА, 2011. - 271с. - ISBN 978-5-9765-1278-8

<http://znanium.com/bookread.php?book=453870>

#### 7.3. Интернет-ресурсы:

Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. ? 2-е изд., стереотип. ? М. : ФЛИНТА, 2011. ? 271с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 -

<http://znanium.com/bookread.php?book=453870>

Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Холявин. - СПб., 2011. - 209 с. - Режим доступа: - <http://znanium.com/bookread.php?book=460091>

Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач: учебное пособие / Г.Н. Исаев. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 224 с. URL: -

<http://znanium.com/bookread.php?book=193771>

Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6, 1000 экз. - <http://znanium.com/bookread.php?book=392652>

Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова; ВЗФЭИ. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 144 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9558-0007-3, 2000 экз. - <http://znanium.com/bookread.php?book=159293>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Моделирование качественного исследования динамических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Компьютерный класс. Программа "maple".

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.68 "Педагогическое образование" и магистерской программе Математика, информатика и информационные технологии в образовании .

Автор(ы):

Зарипов Ф.Ш. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Игнатьев Ю.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.