

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Математическое моделирование на основе пакетов прикладных программ Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Тимербаев М.Р.

**Рецензент(ы):** Абдюшева Г.Р.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань  
2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Тимербаев М.Р. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Marat.Timerbaev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ПК-5	способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-2	способностью синтезировать сложные технические системы управления
ОПК-2	способностью разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления
ПК-1	способностью анализировать сложные технические системы управления
ОПК-1	способностью проводить экономический анализ работ, обосновывать оптимальность решения с учетом различных требований
ПК-4	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры)
ПК-7	способностью разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений
ПК-8	способностью разрабатывать наукоемкое программное обеспечение работы конкретного предприятия

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

о методах численного решения подобных задач.

Должен уметь:

пользоваться математическим пакетом Матлаб, анализировать и интерпретировать полученные численные результаты.

Должен владеть:

теоретическими знаниями о типичных математических моделях нелинейной динамики, возникающих при описании физических, химических, биохимических, биологических и экологических систем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

приобрести навыки конструирования и программирования численных методов поставленных задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Динамика нелинейных процессов. Основные понятия. Обзор моделей. Фазовое пространство. Критические точки, предельные циклы и аттракторы. Устойчивость и бифуркации. Сечения Пуанкаре.	3	0	1	2	4
2.	Тема 2. Дискретные модели. Регулярное и хаотическое поведение системы. Фрактальные множества и странные аттракторы. Компьютерное моделирование дискретных систем.	3	0	1	2	4
3.	Тема 3. Модели нелинейной динамики в физике. Теплопроводность, диффузия, колебательные процессы. Консервативные и диссипативные процессы. Системы с хаотическими режимами. Пример: модель Лоренца.	3	0	1	2	4
4.	Тема 4. Самоорганизация и образование структур. Распределенные системы. Фракталы.	3	0	1	2	4
5.	Тема 5. Биологические и экологические системы. Динамика популяций. Устойчивые и неустойчивые биологические сообщества. Нелинейные волны в диссипативных структурах. Катастрофы в экологии.	3	0	1	2	4
6.	Тема 6. Численные методы для непрерывных моделей нелинейной динамики.	3	0	1	2	4
7.	Тема 7. Итерационные методы решения нелинейных систем. Методы простой итерации, релаксации, Ньютона. Модификации. Оценки скорости сходимости итераций.	3	0	2	4	4
8.	Тема 8. Задача Коши для системы ОДУ первого порядка. Методы Рунге-Кутты и Адамса. Погрешности аппроксимаций. Мягкие и жесткие системы. Методы решения сингулярно возмущенных задач. Кинетическая модель ферментной реакции с малым параметром.	3	0	2	4	4
9.	Тема 9. Нелинейные стационарные задачи с диффузией, конвекцией и реакцией. Метод конечных элементов.	3	0	2	4	4

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Численные методы решения нелинейных задач с диффузией, конвекцией и реакцией. Колебательные процессы и волны.	3	0	2	4	6
11.	Тема 11. Интегральные уравнения для краевых задач. Метод граничных элементов.	3	0	2	4	6
12.	Тема 12. Численные методы решения задач теории упругости. Смешанные методы конечных элементов.	3	0	2	4	6
	Итого		0	18	36	54

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Динамика нелинейных процессов. Основные понятия. Обзор моделей. Фазовое пространство. Критические точки, предельные циклы и аттракторы. Устойчивость и бифуркации. Сечения Пуанкаре.**

Математическая модель движения маятника вблизи положения равновесия. Устойчивое и неустойчивое положение равновесия, бифуркации. Программирование модели маятника в Матлаб. Представление входных и выходных данных. Численный метод решения. Численные эксперименты с различными параметрами математической модели. Анализ результатов.

##### **Тема 2. Дискретные модели. Регулярное и хаотическое поведение системы. Фрактальные множества и странные аттракторы. Компьютерное моделирование дискретных систем.**

Примеры дискретных моделей. Клеточные автоматы. Игра "Жизнь" Конвея. Нейронные сети. Модель Винера-Розенблюта. Модель Ва-Тор. Компьютерное моделирование дискретных систем в Матлаб. Программирование клеточных автоматов.

##### **Тема 3. Модели нелинейной динамики в физике. Теплопроводность, диффузия, колебательные процессы. Консервативные и диссипативные процессы. Системы с хаотическими режимами. Пример: модель Лоренца.**

Эволюционные процессы в физике: теплопроводность, диффузия. Колебательные процессы: колебания струны, мембраны. Программирование математической модели проводимости тепла в стержне в системе Матлаб. Представление входных и выходных данных. Численный метод решения. Численные эксперименты с различными параметрами математической модели теплопроводности. Анализ результатов.

##### **Тема 4. Самоорганизация и образование структур. Распределенные системы. Фракталы.**

Математическая модель распределенной системы. Процессы самоорганизации, возникновение волн и структур. Программирование в Матлаб базовой нелинейной модели с двумя переменными. Программирование брюсселятора. Численный метод решения. Численные эксперименты с различными параметрами математической модели. Анализ результатов.

##### **Тема 5. Биологические и экологические системы. Динамика популяций. Устойчивые и неустойчивые биологические сообщества. Нелинейные волны в диссипативных структурах. Катастрофы в экологии.**

Модель Мальтуса. Логистическое уравнение динамики биологической популяции. Модель Вольтерра. Межвидовая конкуренция. Программирование в Матлаб модели Вольтерра.

##### **Тема 6. Численные методы для непрерывных моделей нелинейной динамики.**

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений с частными производными. Обзор численных методов решения. Дискретизация задачи колебания струны.

##### **Тема 7. Итерационные методы решения нелинейных систем. Методы простой итерации, релаксации, Ньютона. Модификации. Оценки скорости сходимости итераций.**

Обзор итерационных методов решения систем нелинейных уравнений. Общие подходы и идеи. Программирование в Матлаб итерационных методов простой итерации, метода Ньютона и его различных модификаций. Численные эксперименты.

##### **Тема 8. Задача Коши для системы ОДУ первого порядка. Методы Рунге-Кутты и Адамса. Погрешности аппроксимаций. Мягкие и жесткие системы. Методы решения сингулярно возмущенных задач. Кинетическая модель ферментной реакции с малым параметром.**

Метод Эйлера решения задачи Коши. Экстраполяция Ричардсона для повышения точности приближенного решения задачи Коши. Методы Рунге-Кутты. Программирование в Матлаб методов Рунге-Кутта. Адаптивный выбор шага в методе Рунге-Кутта. Численные эксперименты. Анализ результатов.

#### **Тема 9. Нелинейные стационарные задачи с диффузией, конвекцией и реакцией. Метод конечных элементов.**

Метод конечных элементов решения эллиптических краевых задач. Программирование в Матлаб метода конечных элементов. Использование пакета PDEToolbox.

#### **Тема 10. Численные методы решения нелинейных нестационарных задач с диффузией, конвекцией и реакцией. Колебательные процессы и волны.**

Метод конечных элементов численного решения нелинейных нестационарных задач краевых задач. Программирование в Матлаб метода конечных элементов для начально-краевой задачи. Использование пакета PDEToolbox. Численные эксперименты. Анализ результатов.

#### **Тема 11. Интегральные уравнения для краевых задач. Метод граничных элементов.**

Численные методы решения интегральных уравнений. Метод механических квадратур. Метод граничных элементов. Программирование в Матлаб численного решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода методом механических квадратур. Численные эксперименты. Анализ результатов. Сравнение с методом конечных элементов.

#### **Тема 12. Численные методы решения задач теории упругости. Смешанные методы конечных элементов.**

Одновременная дискретизация решения и его частных производных, смешанные методы конечных элементов. Программирование в Матлаб смешанного метода конечных элементов для задачи об изгибе балки.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. ♦ 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ОК-1 , ОПК-2 , ПК-1 , ПК-2 , ПК-4 , ПК-8 , ПК-7	1. Динамика нелинейных процессов. Основные понятия. Обзор моделей. Фазовое пространство. Критические точки, предельные циклы и аттракторы. Устойчивость и бифуркации. Сечения Пуанкаре. 2. Дискретные модели. Регулярное и хаотическое поведение системы. Фрактальные множества и странные аттракторы. Компьютерное моделирование дискретных систем. 3. Модели нелинейной динамики в физике. Теплопроводность, диффузия, колебательные процессы. Консервативные и диссипативные процессы. Системы с хаотическими режимами. Пример: модель Лоренца. 4. Самоорганизация и образование структур. Распределенные системы. Фракталы. 5. Биологические и экологические системы. Динамика популяций. Устойчивые и неустойчивые биологические сообщества. Нелинейные волны в диссипативных структурах. Катастрофы в экологии. 6. Численные методы для непрерывных моделей нелинейной динамики. 7. Итерационные методы решения нелинейных систем. Методы простой итерации, релаксации, Ньютона. Модификации. Оценки скорости сходимости итераций. 8. Задача Коши для системы ОДУ первого порядка. Методы Рунге-Кутты и Адамса. Погрешности аппроксимаций. Мягкие и жесткие системы. Методы решения сингулярно возмущенных задач. Кинетическая модель ферментной реакции с малым параметром. 9. Нелинейные стационарные задачи с диффузией, конвекцией и реакцией. Метод конечных элементов. 10. Численные методы решения нелинейных нестационарных задач с диффузией, конвекцией и реакцией. Колебательные процессы и волны. 11. Интегральные уравнения для краевых задач. Метод граничных элементов. 12. Численные методы решения задач теории упругости. Смешанные методы конечных элементов.
2	Контрольная работа	ПК-8 , ОК-1 , ОПК-2 , ПК-1 , ПК-2 , ПК-4 , ПК-7	3. Модели нелинейной динамики в физике. Теплопроводность, диффузия, колебательные процессы. Консервативные и диссипативные процессы. Системы с хаотическими режимами. Пример: модель Лоренца. 12. Численные методы решения задач теории упругости. Смешанные методы конечных элементов.
	<b>Экзамен</b>	ОК-1, ОК-3, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Письменное домашнее задание**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Линейная и нелинейная математические модели движения маятника вблизи положения равновесия. Потеря устойчивости, бифуркации. Клеточные автоматы. Нейронные сети. Простейшие примеры. Задача теплопроводности в стержне. Колебания струны. Базовая модель: брусслелатор. Возникновение временных и пространственных структур. Логистическая модель динамики популяции. Модель Лоттки-Вольтерра. Метод Эйлера интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Экстраполяция Ричардсона. Данную систему нелинейных уравнений решить численно методом сжатых отображений. Численная реализация двухэтапного метода Рунге-Кутты 2-го порядка аппроксимации. Программирование метода конечных элементов для двухточечной краевой задачи. Программирование в Матлаб метода конечных элементов для пространственно одномерных нестационарных задач. Программирование метода механических квадратур для интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода на отрезке. Программирование смешанного метода конечных элементов для задачи об изгибе балки.

## 2. Контрольная работа

Темы 3, 12

Для заданной базовой нелинейной модели с двумя переменными провести качественный анализ поведения системы. Определить положения равновесия и их характер (устойчивое или неустойчивое). Методы дискретизации задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Способы дискретизации краевых и начально-краевых задач математической физики. Оценки погрешности метода конечных элементов. Сравнение с результатами численных экспериментов.

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

Билет 1.

1. Непрерывные и дискретные по времени и пространству математические модели.
2. Методы Рунге-Кутты и Адамса.

Билет 2.

1. Фазовое пространство. Критические точки, предельные циклы и аттракторы.
2. Клеточные автоматы, нейронные сети.

Билет 3.

1. Устойчивость и бифуркации. Сечения Пуанкаре.
2. Метод механических квадратур численного решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.

Билет 4.

1. Динамика популяций: осредненные и распределенные модели.
2. Численные методы решения нелинейных систем уравнений: метод сжатых отображений, метод простой итерации, метод Ньютона, метод секущих. Условия сходимости методов.

Билет 5.

1. Методы дискретизации непрерывных моделей для компьютерного моделирования. Методы конечных элементов дискретизации пространственно-распределенных моделей.
2. Математические модели диффузии вещества, распространения тепла, изгиба упругого стержня, колебания струны и мембраны.

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".
- 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".
- 71-85 баллов - "хорошо".
- 56-70 баллов - "удовлетворительно".
- 55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	30

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		Всего:	50
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Пакеты прикладных программ: Учебное пособие / С.В. Синаторов. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 256 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИль). (переплет) ISBN 978-5-98281-275-9, 1000 экз.  
<http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=310140>
2. Бадриев И.Б., Бэндеров В.В., Задворнов О.А. Разработка графического пользовательского интерфейса в среде MatLab. - Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2011. - 112с.  
[http://old.kpfu.ru/f9/bin\\_files/GUI\\_MatLab.pdf](http://old.kpfu.ru/f9/bin_files/GUI_MatLab.pdf)
3. Игнатъев, Юрий Геннадьевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple / Ю. Г. Игнатъев; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского.- Казань: Казанский университет, 2014. - 297 с.: ил., цв. ил.; 30.- Библиогр.: с. 284-297(159 назв.).
4. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс]: [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2014).- Загл. с экрана .- Для 8-го, 9-го и 10-го семестров .- Режим доступа: открытый. .
5. Тарасевич, Юрий Юрьевич. Математическое и компьютерное моделирование: вводный курс: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 'Информатика' / Ю. Ю. Тарасевич.- Изд. 6-е.- Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2013].- 148, Библ. в конце КН..- ISBN 978-5-397-03828-7.
6. Якимов, Игорь Максимович. Компьютерные технологии моделирования и обработки экспериментальных данных: учебное пособие / И. М. Якимов, В. В. Мокшин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования 'Казан, нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева'.- Казань: [Изд-во Казанского государственного технического университета], 2012.7121, [1] с.: ил.; 721.- Библиогр. в конце кн. (29 Назв.).- ISBN 978-5-7579-1799-3

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Чен К., Джиглин П, Ирвинг А MATLAB в математических исследованиях: [Учеб.] / Чен К., Джиглин П, Ирвинг А -М. Мир - 2 001 -346с -ISBN: 5-03-002821-8
2. Дьяконов В., Круглов В. / Дьяконов В., Круглов В. MaIab:Анализ,идентификация и моделирование систем: Специальный справочник - СПб. Питер- 2002- 448 с- ISBN: 5-318-00359-1
3. Пакеты прикладных программ: Учебное пособие / С.В. Синаторов. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 256 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИль). (переплет) ISBN 978-5-98281-275-9, 1000 экз.  
<http://znaniyum.com/bookread.php?book=310140>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Образовательный математический сайт - <http://www.exponenta.ru/>  
 Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>  
 Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>  
 Портал ресурсов по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>  
 Справочник по компьютерной математике - <http://www.users.kaluga.ru/math/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

После изучения курса дисциплины студент должен овладеть необходимыми навыками построения и исследования на основе пакетов прикладных программ математических моделей различных задач математической физики, механики, химии, биологии, экологии, экономики.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Математическое моделирование на основе пакетов прикладных программ" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Математическое моделирование на основе пакетов прикладных программ" 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.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе Математическое моделирование .