


Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

**УТВЕРЖДЕНО**  
Ученый совет факультета  
математики и информационных технологий  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.  
Председатель \_\_\_\_\_ А.С.Андреев  
(подпись, расшифровка подписи)

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Основы моделирования
	_____
Кафедра:	Информационные технологии
	_____ ( ИТ ) Аббревиатура

Специальность (направление):

- 230200 – «Информационные системы»

Дата введения в учебный процесс УлГУ:

01 сентября 2009 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура ка- федры	Ученая степень, звание
Семущин И.В.	ИТ	Д.т.н., проф.

Заведующий кафедрой
<u>Волков М.А.</u> / _____ / (ФИО) (Подпись) 28 августа 2009 г.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

### **Цели и задачи изучения дисциплины**

В 30-е годы XX-го столетия в науке оформилось обобщающее направление, названное *теорией систем*. Последовательно возникали термины, определяющие это направление: *системный подход, системология, системный анализ, системотехника, кибернетика*.

Современный системный анализ становится прикладной наукой, все более уходящей от созерцательного философствования и терминологических споров. Эта наука сейчас нацелена на раскрытие и познание сложностей тех реальных ситуаций, в которые попадает «обладатель проблемы», и на выработку методов решения возникающих проблем. В силу «всеохватности», задачи и методы системного анализа не поддаются окончательной формализации, – они находятся в непрерывном развитии. В этом процессе значение моделирования, математических методов и компьютерных технологий постоянно растет. Более того, можно утверждать, что теория систем – это наука о моделях систем, признавая, по существу, что любая теория как создание человека есть модель объективной реальности.

«Все модели неверны, но некоторые из них полезны»

Таким образом, цель этого курса – привлечь широкую аудиторию студентов первого года обучения к интереснейшей области научного знания – моделированию систем различной природы, показать в этой области красоту и силу математических методов, побудить студентов к основательному изучению математики и информатики, что позволит им в будущем решать многие практические проблемы.

### **1. Требования к уровню освоения дисциплины:**

В результате изучения этого курса студенты будут:

- знать, что процесс моделирования, независимо от природы задачи, может находиться в одном из четырех состояний: (I) вербальная формулировка задачи получена, (II) соответствующая математическая формулировка построена, (III) инструмент решения задачи создан и (IV) решение получено и оценено;
- понимать важность изучения математики для преодоления первого барьера – для перехода от вербальной формулировки к математической формулировке (на сравнительно простых примерах задач из различных областей: техники, экологии или бизнеса);
- осознавать значение информатики и программирования для преодоления второго барьера – создания компьютерных инструментов решения задач;
- владеть приемами использования некоторых готовых инструментов (Matlab или др.) для получения решений и их оценки в задачах моделирования;
- располагать навыками активной индивидуальной и групповой учебной работы: навыками поиска и использования литературных источников, эффективного конспектирования материала и планирования своего рабочего времени;

### **2. Объем дисциплины**

#### **3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – дневная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
Аудиторные занятия:	54	54		
Лекции	0	0		


Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

практические и семинарские занятия	54	54		
лабораторные работы (лабораторный практикум)	0	0		
Самостоятельная работа	46	46		
Всего часов по дисциплине	100	100		
Текущий контроль (количество и вид)	1 индивидуальное контрольное задание + 1 групповой проект	1 индивидуальное контрольное задание + 1 групповой проект		
Курсовая работа	0	0		
Виды промежуточного контроля	Зачет	Зачет		

### 3.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения - дневная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинар	лабораторная работа	
<b>Раздел 1. Введение</b>					
1. Задачи и методы моделирования – обзор курса. (2 час)	4	0	2	0	2
<b>Раздел 2. Системы и модели</b>					
2. Модели состояния (6 час)	13	0	6	0	7
3. Модели в частотной области (6 час)	12	0	6	0	6
4. Поведение моделей во временной области (6 час)	12	0	6	0	6
5. Графовые модели (4 час)	8	0	4	0	4
6. Индивидуальное контрольное задание и выдача (формирование) заданий на групповой проект (4 час)	11	0	7	0	4
7. Операторные модели (3 час)	6	0	3	0	3
8. Фрактальные модели (6 час)	9	0	6	0	3
9. Вероятностные модели (6 час)	9	0	6	0	3
10. Нечеткие модели (4 час)	8	0	4	0	4

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Раздел 3. Заключение)					
11. Презентация групповых проектов	8		4		4
Всего часов по темам и видам учебной работы					
Всего часов	100	0	54	0	46

### 3. Содержание курса

Лекции не предусмотрены.

#### 4. Темы практических или семинарских занятий (54 час)

##### Раздел 1. Введение. (2 час)

Тема 1. Задачи и методы моделирования систем, возникающие в различных сферах человеческой деятельности. Классификация моделей. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Роль компьютерного моделирования в решении сложных проектных и исследовательских задач. Обзор курса.

##### Раздел 2. Системы и модели. (48 час)

Тема 2. Модели состояния (6 час). Номенклатура переменных, описывающих отдельные типы систем. Системы механического перемещения, системы механического вращения, электрические системы, гидравлические системы, тепловые (термические) системы. Типовые элементы физических систем: индуктивные накопители энергии, емкостные накопители энергии и рассеиватели энергии (диссипативные элементы). Принцип аналогии. Уравнения и переменные, описывающие все типовые элементы. Решение задач на составление уравнений движения динамических систем различной физической природы: механические, электрические, электромеханические, гидравлические. Задачи на составление моделей, взятые из биологии и экологии.

Тема 3. Модели в частотной области (6 час). Интегральные преобразования функций времени. Преобразование Лапласа и его свойства. Применение преобразования Лапласа для изучения линейных динамических систем, инвариантных во времени. Передаточная функция системы. Обратное преобразование Лапласа.

Тема 4. Поведение моделей во временной области (6 час). Решение линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами – аналитическое и численное (посредством приложения Matlab). Выдача заданий на индивидуальные проекты: составление уравнений модели, попытка их решения в Matlab, анализ и интерпретация решения. (Порядок модели – не выше четвертого).


Тема 5. Графовые модели (4 час). Сигнальные графы как модель решения системы линейных алгебраических (или дифференциальных) уравнений. Правило Мейсона для передачи от любого узла графа к любому другому узлу. Решение задач.

Тема 6. Индивидуальный проект (7 час). Прием решений и доклады студентов по выполненным индивидуальным проектам. Выдача заданий на групповые проекты.

Тема 7. Операторные модели (3 час). Нелинейные системы. Функционал (оператор) как модель, т.е. способ описания системы. Типы операторов: оператор Немыцкого, оператор Урысона, оператор Гаммерштейна и оператор Ляпунова-Лихтенштейна (Вольтерра и Габора). Уточнение понятия «динамическая система».

Тема 8. Фрактальные модели (6 час). Канторовы множества. Выемка средней части множества. Снежинка Коха. Треугольник Серпинского. Итерированные системы функций (ИСФ). Алгоритмы рисования фракталов. Фрактальная размерность. Фракталы в природе. Упражнения на компьютере для рисования фракталов.

Тема 9. Вероятностные модели (6 час). Неопределенность в описании систем. Виды неопределенности. Вероятность как один из методов выражения неопределенности. Вероятность события. Независимость. Информация и вероятность. Цепи Маркова. Стохастические модели динамических систем.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Тема 10. Нечеткие модели (4 час). Неточность и нечеткость как другие методы выражения неопределенности. Мягкие вычисления = нечеткие системы + нейронные сети + генетические алгоритмы. Мягкая интеллектуальная система = управление неопределенностью + обучаемость + самоадаптация.

Раздел 3. **Заключение** (4 час)

Тема 11. Презентация групповых проектов.

### **5. Лабораторные работы (лабораторный практикум)**

Лабораторные работы не предусмотрены.


### **6. Тематика контрольных работ**

Контрольная работа №1: В качестве этой работы каждому студенту предлагается выполнить индивидуальное контрольное задание, которое трактуется как небольшой индивидуальный проект. Задания на этот проект берутся из литературы. Они достаточно просты – модель не выше четвертого порядка (например, два связанных маятника). Цель – проверить понимание основных концепций моделирования, наличие простых навыков записи математических уравнений, базируясь на знании законов физики, и некоторого умения пользоваться средствами компьютерного моделирования (типа Matlab).

Контрольная работа №2: В качестве этой работы каждой группе, состоящей из 3-х или 4-х студентов, предлагается выполнить групповой проект. Эти группы студенты формируют самостоятельно. Задания студенты берут из учебно-научной литературы или отчетов по решению реальных проблем экологии или биологии. Например, может быть предложена задача сохранения фауны некоторого (по возможности, реального) озера при наличии загрязняющих стоков от промышленных предприятий. Цель – проверить способности группы студентов к анализу реальных проблем методами математического моделирования и к умению представлять отчет о своей работе в форме публичной презентации. Поощряется обращение к проблемам нашего региона.

### **7. Вопросы зачета**

1. Задачи и методы моделирования систем, возникающие в различных сферах человеческой деятельности.
2. Классификация моделей.
3. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Роль компьютерного моделирования в решении сложных проектных и исследовательских задач.
4. Модели состояния.
5. Номенклатура переменных, описывающих отдельные типы систем.
6. Типовые элементы физических систем: индуктивные накопители энергии, емкостные накопители энергии и рассеиватели энергии (диссипативные элементы).
7. Принцип аналогии. Уравнения и переменные, описывающие все типовые элементы.
8. Модели в частотной области.
9. Преобразование Лапласа и его свойства. Применение преобразования Лапласа для изучения систем.
10. Передаточная функция системы.
11. Решение линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами – аналитическое и численное (посредством Matlab).
12. Графовые модели. Сигнальные графы как модель решения системы линейных алгебраических (или дифференциальных) уравнений.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

13. Правило Мейсона для передачи между узлами сигнального графа.
14. Нелинейные системы. Функционал (оператор) как модель, т.е. способ описания системы. Типы операторов. Уточнение понятия «динамическая система».
15. Фрактальные модели. Канторовы множества. Выемка средней части множества. Снежинка Коха. Треугольник Серпинского.
16. Итерированные системы функций (ИСФ). Фракталы в природе.
17. Неопределенность в описании систем. Вероятность как один из методов выражения неопределенности.
18. Вероятность события. Независимость. Информация и вероятность.
19. Цепи Маркова. Стохастические модели динамических систем.
20. Неточность и нечеткость как методы выражения неопределенности. Мягкие вычисления и мягкие интеллектуальные системы.

### **8. Критерии оценки учебной работы студента**

#### **Общее правило:**

- Оценка работы студента есть взвешенное среднее посещаемости (А), индивидуального проекта (IP) и группового проекта (GP) в течение семестра, а также письменного ответа на зачете в конце семестра (Е):

**5 % - посещаемость**

*Этот вес действует только в случае, если студент посещает занятия. Если студент пропускает занятия, этот вес прогрессивно возрастает (см. разд. **Посещаемость**). Студент может получить "не зачтено" исключительно в результате низкой посещаемости !*

**20 % - индивидуальный проект**

**45 % - групповой проект**

**30 % - письменный ответ на зачете**

Таким образом, финальная оценка (FG) вычисляется по правилу:

$$FG = 0.05 A + 0.20 IP + 0.45 GP + 0.30 E,$$

где каждая составляющая:

A = посещаемость,

IP = индивидуальный проект (IP),

GP = группового проекта и

E = письменный ответ на зачете

выражается целым числом от 0 до 100 баллов.

- Эта итоговая оценка затем отображается на стандартную шкалу оценок:

55 – 100 = "зачтено"


0 – 54 = "не зачтено "

#### **Пример 1:**

Студент Иван С. имеет следующие баллы: A = 90, IP = 75, GP = 80, E = 70.

Тогда  $FG = 0.05 \times 90 + 0.20 \times 75 + 0.45 \times 80 + 0.30 \times 70 = 76.5$

Следовательно, Иван С. заработал "зачтено".

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


## Посещаемость

- Каждое учебное занятие, в том числе лекция, начинается с росписи студента в явочном листе. Поставить свою роспись – личная ответственность **студента**. Отсутствие росписи означает отсутствие студента на занятии. Чтобы отсутствие студента было расценено как уважительное, студент должен известить об этом преподавателя своевременно (т.е. в течение одной недели до или после занятия). Приемлемая форма предупреждения – телефонное сообщение на рабочий телефон (секретарю кафедры) или записка преподавателю (через секретаря кафедры).
- Оценка студента за посещаемость будет определяться по следующей таблице:

Число неуважительных пропусков *	Балл	Вклад в итоговую оценку
0	100	+5
1	90	+4.5
2	50	+2.5
3	0	+0
4	-50	-2.5
5	-100	-5
6	-150	-7.5
7	-200	-10
8	-400	-20
9	-600	-30
10	-800	-40

- При числе **неуважительных** пропусков выше десяти у студента нет практического шанса получить положительную итоговую оценку за весь курс.  
\* Неуважительный пропуск есть пропуск занятия, который не связан с болезнью, с семейной утратой или с факультетским мероприятием.
- Студент может иметь максимум 8 уважительных пропусков. После этого **все пропуски считаются неуважительными !**

Если спортсмену необходимо пропустить занятие по уважительной причине, его тренеру следует известить об этом преподавателя заранее в письменной форме. Если студент болен, он должен позвонить на кафедру, чтобы преподавателя об этом известили. Пропуск будет неуважительным, если преподавателя не известят в течение одной недели отсутствия студента. Предпочтительно, чтобы студент оставлял телефонное сообщение или передавали записку секретарю кафедры, нежели сообщал преподавателю лично о своих пропусках. Сообщение должно содержать номер группы, день и время пропускаемого занятия, название предмета и, конечно, имя и фамилию студента.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

- Пример 2:  
Студент Петр П. имеет следующие баллы:

$$A = -100, IP = 100, GP = 0, E = 100$$

(он допустил 5 неуважительных пропусков). Тогда

$$FG = 0.05 \times (-100) + 0.20 \times 100 + 0.45 \times 0 + 0.30 \times 100 = 45.$$

Следовательно, Петр П. заработал "не зачтено". Если же он при этом допустил 3 неуважительных пропуска, то тогда его  $A = 0$  и, соответственно

$$FG = 0.05 \times 0 + 0.20 \times 100 + 0.45 \times 0 + 0.30 \times 100 = 50.$$

Студенту нельзя допускать неуважительные пропуски. Если при тех же данных Петр П. не имеет таких пропусков, то он получает  $FG = 55$  и, соответственно, оценку "зачтено", но на грани. Это значит, что поощряется участие в групповом проекте, т.е. зарабатывая баллы за участие в групповом проекте, студент может получить оценку "зачтено". Но даже если он заработает 100 за GP, но при этом допустит 10 неуважительных пропусков, то его

$$FG = 0.05 \times (-800) + 0.20 \times 100 + 0.45 \times 100 + 0.30 \times 100 = 55.$$

Петр П. получает  $FG = 55$  и, соответственно, оценку "зачтено", но снова на грани. Если у него будет больше десяти неуважительных пропусков, то при самых лучших других баллах он не имеет шанса получить оценку "зачтено".

*Студентам надо иметь в виду, что оценки зарабатываются !*

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература:

1. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / Под ред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2005. 440 с.
2. Макарова Н.А. Основные этапы моделирования. – СПб.: Питер, 2005.
3. Советов Б. Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. 343 с.
4. Советов Б.Я. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. 295 с.
5. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс / Лазарев Юрий. – СПб.: Питер BHV, 2005. 512 с.

#### Дополнительная литература:

1. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. 156 с.
2. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования. – М.: Высшая школа, 1984.
3. Бенькович Е.С. Практическое моделирование. – М.: Наука, 1999. 365 с.
4. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. – М.: Логос, 2003. 357 с.
5. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. 154 с.
6. Волошинов А. В. Математика и искусство. – М.: Просвещение, 2002. 399с.



Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

7. Самарский А. А. Математическое моделирование. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 347с.
8. Edward R. Scheinerman. Invitation to Dynamical System. – Prentice-Hall, 1995. 220 с.
9. Чуличков А. И. Математические модели нелинейной динамики. – СПб.: Питер, 2002. 350 с.
10. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. – Ижевск: РХД, 2001. 203 с.
11. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. 284 с.
12. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. – М.: Постмарист, 2000. 352 с.
13. Бондаренко В. А., Дольников В. Л. Фрактальное сжатие изображений по Барнсли-Слоану. – М.: Мир, 1978. 106 с.
14. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656с.
15. Морозов А. Д. Введение в теорию фракталов. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 160 с.
16. Пайтген Х.-О., Рихтер П. Х. Красота фракталов. – М.: Мир, 1993. 295 с.
17. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Ч.2. – М.: Мир, 1990. 320 с.
18. Дьяконов В. П. Matlab. Анализ, идентификация и моделирование систем: Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб.: Питер, 2002. 448 с.
19. Дьяконов В. П. Matlab 6/6.1/6.5+Simulink 4/5. Основы программирования: Руководство пользователя. – М.: Солон-Пресс, 2002. 768 с.
20. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. Matlab 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 1083 с.
21. Кривилев А. Основы компьютерной математики с использованием системы Matlab – М.: Лекс-книга, 2005. 436 с.
22. Стивенс Р. Delphi. Готовые алгоритмы. – СПб.: Питер, 2004. 508 с.
23. Фоменко А. Т. Наглядная геометрия и топология. – М.: Изд-во МГУ, 1993. 302 с.
24. Учебник по курсу "Информатика и информационные технологии" Часть 2. – <http://www.ctc.msiu.ru/materials/Book2/index1.html> (2007, 24 дек.)
25. Криволицкая Н.В. Теоретические основы компьютерного моделирования: Дистанционный курс. – Московский институт открытого образования (МИОО): URL: <http://www.schools.keldysh.ru/courses/distant-5/> (2007, 21 дек.)
26. <http://www.likt590.ru/project/model1/index.htm> – Моделирование: Школьный урок информатики.
27. <http://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/077/387.htm> – Моделирование аналоговое. (2007, 23 дек.)
28. Материал из Википедии [http://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное\\_моделирование](http://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_моделирование) (2007, 20 дек.)
29. Интернет–Университет Информационных Технологий. [http://www.intuit.ru/department/calculate/intromathmodel/1/intromathmodel\\_1.html](http://www.intuit.ru/department/calculate/intromathmodel/1/intromathmodel_1.html) Введение в математическое моделирование (2007, 21 дек.).
30. Устенко А.С. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем <http://ustenko.fromru.com/index.html> (2007, 25 дек.)

Материально-техническое или информационное обеспечение дисциплины – библиотека университета и доступные web ресурсы.

**Примечание:** Разделы, не предусмотренные учебным планом специальности (направления), исключены.