

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета
 Информационных систем и технологий

_____ В. В. Шишкин

«__» _____ 2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля) _____ **Математическое моделирование**
наименование дисциплины (модуля)
 _____ **231000.62 «Программная инженерия»**
(шифр и наименование направления)

_____ *(профиль направления подготовки)*
 Квалификация _____ **Бакалавр**
(бакалавр/магистр/специалист)

Факультет _____ **Информационных систем и технологий**
(наименование факультета, где осуществляется обучение по направлению/магистерской программе/специальности)

Форма обучения Очная Учебный цикл Б2 (Математический и естественнонаучный)
(Б2.ДВ3)

Трудоемкость	3 ЗЕТ	Всего учебных занятий	108
Отчетность		<i>(в академических часах)</i>	
Экзамен(ы)	-	аудиторных, из них:	54
Зачет	6 семестр	лекций	18
Курсовой проект	-	лабораторных	36
Курсовая работа	-	практических (семинарских)	-
Контрольная(ые)	-	контроль самостоятельной	-
работа(ы)	-	работы студентов	-
Реферат(ы)	-	<i>самостоятельных</i>	54
Эссе	-	<i>экзамен(ы)</i>	-
РГР	-		

Ульяновск
 2011

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО и учебного плана УлГТУ направления 231000.62 «Программная инженерия» на кафедре «Информационные системы» факультета Информационных систем и технологий.

Составитель рабочей программы
 профессор каф. ИС, проф., д.т.н.
(должность, ученое звание, степень)

(подпись)

Семущин И. В.
(Фамилия И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Информационные системы», протокол заседания № __ от «__» _____ 2011 г.

Заведующий кафедрой
 «__» _____ 2011 г.

(подпись)

Ярушкина Н. Г.
(Фамилия И. О.)

Согласовано с научно-методической комиссией факультета Информационных систем и технологий

Председатель научно-методической комиссии

«__» _____ 2011 г.

(подпись)

(Фамилия И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой « _____ »
(выпускающей направление)

«__» _____ 2011 г.

(подпись)

(Фамилия И. О.)

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины “*Математическое моделирование*” является формирование профессиональных компетенций, необходимых студентам для встраивания в структуру информационного общества, где информация как таковая зачастую является лишь «сырьем»¹, которое необходимо переработать в готовый «продукт», т.е. точное, конструктивное знание. Сущность математического моделирования состоит в замене исходного объекта его «образом» — математической моделью — и в изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Этот «третий метод» познания, конструирования или проектирования сочетает в себе многие достоинства как теории, так и эксперимента.

Главная задача преподавания этой дисциплины — научить студентов владению основными компонентами методологии математического моделирования, т.е. снабдить их универсальным научным инструментом, который получил мощную технологическую поддержку в виде современных компьютеров и благодаря этому стал применим к самым широким областям естествознания, технологии и науки об обществе. Частным случаем математического моделирования является *Имитационное моделирование*, которое применяется для класса объектов, для которых по различным причинам не получены аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели; в этом случае аналитическая модель заменяется имитатором, т.е. имитационной моделью. Имитационное моделирование традиционно выделяют в отдельную дисциплину (см. ниже п.°2.1). Таким образом, ответ на вопрос «**ЧТО** изучает предлагаемый курс “Математическое моделирование”»? звучит следующим образом: «Данный курс Математического моделирования занимается изучением объектов, для которых могут быть построены аналитические модели». Мы даем студентам ответы на следующие три вопроса: 1. «**КАК** строить математические модели?» 2. «**ЗАЧЕМ** строить математические модели?» и 3. «**КАКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ** мы извлекаем от построенной математической модели?»

2. Место дисциплины в структуре ООП

2.1. Цикл, к которому относится дисциплина

Б2.ДВ3—Математический и естественнонаучный. Дисциплина по выбору студента.

2.2. Требования к «входным» знаниям, умениям и владениям, необходимым при освоении дисциплины

Из курса Б2.Б.1—«Математический анализ» студенты должны

- знать основные понятия дифференциального и интегрального исчисления, теории обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и теории функций комплексного переменного (ТФКП);
- уметь решать линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами;
- владеть навыками вычисления интегралов и применения основных понятий ТФКП (ряд Лорана и теория вычетов).

Из курса Б2.Б.2.1—«Линейная алгебра» студенты должны

- знать основные понятия теории линейных векторных пространств;
- уметь решать линейные системы алгебраических уравнений;

- владеть навыками выполнения операций над векторами и матрицами.
- владеть навыками выполнения операций над векторами и матрицами.

Из курса Б2.В.4—«Физика» студенты должны

- знать основные понятия из разделов «Механика» и «Электричество»;
- уметь применять второй закон Ньютона и законы Ома и Кирхгофа;
- владеть навыками составления эквивалентных схем для механических и электрических систем.

Из курса Б2.Б.3—«Математическая логика и теория алгоритмов» студенты должны

- знать основные понятия из разделов «Математическая логика» и «Алгоритмы»;
- уметь строить блок-схемы вычислений для решения систем линейных алгебраических и дифференциальных уравнений;
- владеть навыками составления логических схем алгоритмов.

Из курса Б2.Б.5—«Теория вероятностей и математическая статистика» студенты должны

- знать основные понятия Теории вероятностей;
- уметь записывать стандартные функции плотности распределения вероятностей и объяснять их графики с точки зрения моментов первого и второго порядков;
- владеть навыками применения оператора математического ожидания над случайными величинами, над функциями случайных величин и над случайными процессами и их производными.

Из курса Б2.В.2—«Численные методы» студенты должны

- знать, что составляет основные задачи Вычислительной линейной алгебры и каковы основные методы их решения;
- уметь записывать алгоритмы точных и итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ);
- владеть навыками численного решения СЛАУ методом исключения неизвестных и методом ортогональных преобразований.

2.3. Дисциплины и практики, для которых освоение дисциплины необходимо как предшествующее

Б2.ДВ3—Имитационное моделирование (ко-реквизит)

Б2.В.1—Теория систем и системный анализ (пост-реквизит)

3. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, и ожидаемые результаты

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к саморазвитию (ОК-5);
- способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования (ПК-2);
- готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности (ПК-3) [в качестве основной выбрана платформа — [SCILAB = The open source platform for numerical computation](#)];
- готовность осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности (ПК-4);

- умение готовить презентации и оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде докладов на научно-технических конференциях (ПК-5).

В результате изучения дисциплины студент должен:

–*знать* современные принципы построения математических моделей объектов, заданных неформально (переход от вербальной, нечетко заданной постановки задачи к ее строгой математической формулировке);

–*уметь* идентифицировать адекватные классы математических методов для исследования объектов из различных областей знания: физики, экологии, техники и экономико-социальных процессов (определение раздела математики, которому принадлежит модель);

владеть навыками отыскания решений построенных моделей (аналитическими или вычислительными методами) и навыками качественного анализа решений и генерации из этого практических выводов.

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1. Распределение видов и часов занятий по семестрам

Таблица 1

Распределение видов и часов занятий по семестрам

Вид учебной работы	Количество часов в семестр								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Аудиторные занятия, в т.ч.:						54			54
- лекции						18			18
- лабораторные работы						36			36
- практические занятия									
- семинары									
Контроль самостоятельной работы									2
Самостоятельная работа в процессе теоретического обучения, в т.ч.:						54			54
- проработка теоретического курса						18			18
- курсовая работа (проект)									
- расчетно-графические работы									
- реферат									
- эссе									
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ						30			30
- самотестирование									
- подготовка к зачету*						6			6
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену, предэкзаменационные консультации и сдача экзамена									
Итого						108			108
Вид промежуточной аттестации						кр**			
	Общая трудоемкость 6 ЗЕТ								

*включая сдачу; **контрольные работы (3: на 7-й, 12-й и 17-й неделях семестра)

4.2. Тематический план изучения дисциплины

Таблица 2

Тематический план изучения дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов					Всего часов
		Аудиторных				Самостоятельных	
		Лекции	Практ. (сем.) занятия	Лабораторные работы	КСР*		
1	Динамические системы и модели	2		4		6	12
2	Линейные модели систем	4		8		12	24
3	Нелинейные модели: Неподвижные точки	4		8		12	24
4	Нелинейные модели: Периодичность и хаос	2		4		6	12
5	Параметрическая идентификация моделей	4		8		12	24
6	Фракталы	2		4		6	12
	Итого часов	18		36		54	108

* КСР – контроль самостоятельной работы

4.3. Теоретический курс

Таблица 3

Раздел, тема учебной дисциплины, содержание темы	Номер лекции	Количество часов	
		Лекции	СРС
Раздел 1. Динамические системы и модели	1	2	2
1.1. Что такое динамическая система?		1	1
1.2. Примеры моделей динамических систем		1	1
Раздел 2. Линейные модели систем	2-3	4	4
2.1. Модели размерности единица	2	1	1
2.2. Модели размерности два и более	2	1	1
2.3. Преобразование Лапласа. Передаточная функция системы	3	1	1
2.4 Модели в виде сигнальных графов. Правило Мейсона	3	1	1
Раздел 3. Нелинейные модели: Неподвижные точки.	4-5	4	4
3.1. Что такое неподвижная точка?	4	1	1
3.2. Отыскание неподвижных точек	4	1	1
3.3. Устойчивость	5	1	1
3.4. Линеаризация. Градиентные системы*	5	1	1
Раздел 4. Нелинейные модели: Периодичность и хаос	6	2	2
4.1. Непрерывное или дискретное время	6	0,5	0,5
4.2. Размерность единица: без периодичности	6	0,5	0,5
4.3. Размерность два: периодические орбиты. Теорема Пуанкаре – Бендиксона*. Бифуркации Хопфа*	6	0,5	0,5
4.4. Высокие размерности: Лоренцова система и хаос.	6	0,5	0,5
Раздел 5. Параметрическая идентификация моделей	7-8	4	4
5.1. Подгонка модели под экспериментальные данные	7	1	1
5.2. Задача наименьших квадратов. Линейная задача МНК	7	1	1
5.3. Статистическая интерпретация МНК	8	1	1
5.4. Включение априорных данных и рекурсия в МНК	8	1	1

Раздел 6. Фракталы.	9	2	2
6.1. Канторовы множества и выемка средней части плоскости	9	0,5	0,5
6.2. Итерированные системы функций	9	0,5	0,5
6.3. Алгоритмы отображения фракталов	9	0,5	0,5
6.4. Фракталы в природе	9	0,5	0,5
Итого		18	18

4.4. Практические (семинарские) занятия

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

4.5. Лабораторный практикум

Таблица 5

Распределение часов на выполнение лабораторных работ

Номер лаб. работы	Наименование лабораторной работы	Номер раздела, тема дисциплины	Формы контроля выполнения работы	Объем в часах	
				Аудиторных	СРС
1	Модель качества воды в озере.	1, 2	Демонстрация программы, собеседование, отчет	4	4,5
2	Модель рыболовства в озере Plauer	1, 2	Демонстрация программы, собеседование, отчет	4	4,5
3	Модель популяции птиц на острове Rügen	1, 2	Демонстрация программы, собеседование, отчет	4	4,5
4	Модель распространения заболевания кроликов в земле Mecklenburg-West Pomerania	1, 2	Демонстрация программы, собеседование, отчет	4	4,5
5	Модель популяции птиц на острове Røel	1, 2, 3	Демонстрация программы, собеседование, отчет	4	4,5
6	Групповая тема по выбору студентов*	1, 2, 3, 4	Демонстрация программы, собеседование, отчет	16	7,5
	ИТОГО за 6-й семестр			36	30

*Работы №№1-5 выполняются индивидуально. Каждая из них дает студенту до 15 баллов. В отличие от этого, более трудоемкая лабораторная работа №6 выполняется как групповой проект 2-х или 3-х студентов и дает каждому из группы до 25 баллов. Студенты сами разбиваются на группы и выбирают свою тему из следующего списка.

№ 6.1: «Опреснение морской воды»

№ 6.2: «Реанимация жертвы отравления»

№ 6.3: «Модель Лотки-Вольтерра “хищник-жертва”»

№ 6.4: «Миссия к планете Марс»

№ 6.5: «Модель сосуществования двух видов клещей с температурной зависимостью»

№ 6.6: «Модифицированная модель Ричардсона гонки вооружений двух держав»

№ 6.7: «Модель Рикера популяции лосося в условиях рыболовства»

- № 6.8: «Модель скуба-дайвинга (подводного плавания с аквалангом)»
 № 6.9: «Распределение мелких млекопитающих (на примере бобров)»
 № 6.10: «Модель соперничающих охотников»
 № 6.11: «Моделирование синдрома приобретённого иммунного дефицита»
 № 6.12: «Изменение климата и дневные температурные циклы»
 № 6.13: «Восстановление луговых экосистем»
 № 6.14: «Модели роста в экосистемах с ограниченными ресурсами»

4.6. Курсовой проект (работа), реферат, расчетно-графические работы

Учебным планом направления 231000.62 «Программная инженерия» *курсовой проект (работа), реферат, расчетно-графические работы* по данной дисциплине не предусмотрены.

4.7. Самостоятельная работа студентов

Таблица 6

Программа самостоятельной работы студентов

Виды СРС	Номера разделов и тем дисциплины	Сроки выполнения	Объём, часов	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе.		Три срока:	18, в т. ч.	*
	2	7-я нед. 6-го сем.	6	кр. №1
	3	12-я нед. 6-го сем.	6	кр. №2
	5	17-я нед. 6-го сем.	6	кр. №3
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ:			30, в т. ч.	Защита лабораторных работ
№ 1.	1, 2	1+2 нед 6-го сем.	4,5	
№ 2.	1, 2	3+4 нед 6-го сем.	4,5	
№ 3.	1, 2	5+6 нед 6-го сем.	4,5	
№ 4.	1, 2	7+8 нед 6-го сем.	4,5	
№ 5.	1, 2, 3	9+10 нед 6-го сем.	4,5	
№ 6.	1, 2, 3, 4	11—18 недели.	7,5	
Подготовка к зачету	1—6	18 нед. 6-го сем..	6	зачет
Всего			54	

*кр = три контрольные работы

4.8. Междисциплинарные связи с дисциплинами и практиками, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее

Таблица 7

№ п/п	Наименование дисциплин и практик для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее*	Номера разделов (тем) данной дисциплины
1	Имитационное моделирование, Б2.ДВ3 (ко-реквизит)	1—6
2	Теория систем и системный анализ, Б2.В.1 (пост-реквизит)	1—6

* Берется из раздела 2.3 данной рабочей программы

5. Активные и интерактивные формы проведения занятий

К *интерактивным формам проведения занятий* в данном курсе относится лабораторный практикум, проводимый в компьютерных классах. В процессе выполнения лабораторных работ студент взаимодействует с преподавателем – уточняет (при необходимости) задание, обсуждает возможные пути решения задачи, консультируется в случае возникновения затруднений при решении поставленной задачи.

Сдача лабораторной работы осуществляется в форме собеседования, в ходе которого преподаватель определяет степень самостоятельности выполнения работы, глубину освоения студентом теоретического материала, способность применять эти знания для решения практических задач (разработки алгоритма, написания и отладки программ).

Доля занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 66 % от объема аудиторных занятий.

6. Связь разделов дисциплины с формируемыми компетенциями

Таблица 8

№	Наименование раздела	Формируемые компетенции/уровень компетенции							
		Лекции	Консультации	Семинары, (практич.) занятия	Колоквиумы	Лабораторные работы	РГР*, реферат, эссе	Курсовой проект (работа)	Самостоят. прораб. теор. курса**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Динамические системы и модели	ПК-2/1	ПК-2/2			ПК-2/3			ОК-5/1
2	Линейные модели систем	ПК-3/1	ПК-3/2			ПК-3/3			ОК-5/3
3	Нелинейные модели: Неподвижные точки.	ПК-4/1	ПК-4/2			ПК-4/3		...	ОК-5/3
3	Нелинейные модели: Периодичность и хаос	ПК-5/1	ПК-5/2			ПК-5/3			ОК-5/3
5	Параметрическая идентификация моделей								ОК-5/3
6	Фракталы								ПК-5/3

* РГР – расчетно-графическая работа, ** включая самотестирование

Контроль выполнения указанных в табл. 8 видов учебной работы (оговоренный в табл. 2, 5 и 6), включая контрольные работы, тестирование, а также экзамен (зачет) по дисциплине, являются контролем достижения соответствующих уровней приведенных компетенций.

В приложении 1 к таблице 8 детализированы цели (задачи), которые достигают студенты при освоении каждой компетенции, формируемой в результате освоения учебной дисциплины (см. раздел 3).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Перечень рекомендуемой литературы, Интернет-ресурсов и программного обеспечения

Основная литература:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование (идеи, методы, примеры) . – М.: Наука, 1997. – 320 с.
2. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2005. – 440 с.
3. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
4. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс / Лазарев Юрий. – СПб.: Питер BHV, 2005. – 512 с.

Дополнительная литература:

5. Советов Б.Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. – 295 с.
6. Плохотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Методология и практика. – М.: Едиториал УРСС. 2003. . – 280 с.
7. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. – 156 с.
8. Бенькович Е.С. Практическое моделирование. – М.: Наука, 1999. – 365 с.
9. Семушин И. В., Цыганова Ю. В. Детерминистские модели динамических систем: Учеб. пособие для вузов – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 78 с.
10. Райцин В.Я. Моделирование социальных процессов: учебник: [пособие для студентов факультета Математические методы в экономике]. – М.: Экзамен. – 189 с.
11. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. -- 3-е изд., испр. -- М.: КомКнига, 2007. -- 192 с.

Интернет-ресурсы

1. Сайт преподавателя: URL: <http://staff.ulsu.ru/semushin/>
2. Simustistics = System Dynamics and object-based modelling and simulation software. <http://simulistics.com/index.htm>. Очень хорошая система моделирования, разработанная в University of Edinburgh (United Kingdom).
3. SEMoLa (Simple, Easy to use, MOdelling LAnguage) is a non procedural meta-language to build simulation models for continuous/event driven, deterministic/stochastic systems. <http://www.dpyta.uniud.it/~Danuso/docs/Semola/homep.htm>. Хорошая система моделирования, разработанная в University of Udine (Italy).
4. SCILAB = The open source platform for numerical computation (its homepage)/ <http://www.scilab.org/>
5. Руководство по работе с пакетом SCILAB = Автор: Павлова М. И. http://www.csa.ru/~zebra/my_scilab/index.html Рекомендую в качестве очень хорошего самоучителя, язык русский. Часть I. Начальные сведения: Глава 1. Первые шаги. Настройка внутренних параметров пакета. Глава 2. Типы переменных. Глава 3. Программирование. Глава 4. Базовые примитивы (обмен данными с окружением, работа с файлами и т.д.). Глава 5. Графика. Глава 6. Интерфейс между C, Fortran и Scilab. Часть II. Библиотеки: Введение. Глава 1. Линейная алгебра. Глава 2. Интерполяция. Глава 3. Интегрирование. Глава 4. Дифференциальные уравнения. Глава 5. Библиотека PVM сообщений. Глава 6. Библиотека статистики. Глава 7. Библиотека функций распределения. Глава 8. Создание собственных библиотек. Глава 9. Решение нелинейных уравнений. [Система контроля уровня знаний по пакету Scilab.](#)

6. Master SCILAB! (Овладей SCILAB!) by Finn Haugen. 2 April 2008/
http://home.hit.no/~finnh/scilab_scicos/scilab/index.htm#toc. Рекомендую в качестве очень хорошего самоучителя, язык английский.

Программное обеспечение

1. Операционная система WindowsXP
2. Браузер IE v.8 (или любой доступный)
3. Пакет офисных прикладных программ (MS Office 2007/2010 или OpenOffice 3.0 или более поздней версии)
4. SCILAB = The open source platform for numerical computation (its homepage)/
<http://www.scilab.org/>
5. FAR manager
8. Программные средства антивирусной защиты – антивирус Касперского, пакет PCSec.
9. Программные средства для работы с архивами документов – 7-zip 9.04 beta
10. Программа для просмотра документов в формате PDF - Adobe Reader 9.2

7.2. Методические рекомендации (материалы) преподавателю

Методология математического моделирования развивается, охватывая все новые и новые сферы — от разработки технических систем и управления ими до анализа сложнейших экономических и социальных процессов. Математическое моделирование является основным инструментом переработки информации, а триада «модель-алгоритм-программа» — интеллектуальным ядром информационных технологий. Методология математического моделирования получила мощную техническую поддержку, связанную с широким внедрением в науку и производство многопроцессорных вычислительных систем. Использование новой вычислительной базы резко повысило возможности математического моделирования во многих отраслях знания, в том числе в области математических информационных технологий, связанных с экономикой, государственным управлением и бизнесом. В связи с этим на кафедре ИС УлГТУ большое внимание уделяется подготовке выпускников, которые могут трудиться в сфере управления или бизнеса как специалисты по построению математических моделей и использованию высокопроизводительных вычислительных систем для экспериментирования с этими моделями. Преподавателям рекомендуется отслеживать эти тенденции и периодически обновлять список предлагаемых тем лабораторных работ.

7.3. Методические рекомендации студентам

Мы живем в высокотехнологичном мире, в котором компьютер с каждым днем становится все более неотъемлемой частью. К тому же, наше общество все больше зависит от математики. Любая проблема решается лучше, если для нее найдена или построена подходящая (удовлетворительная, т.е. адекватная) математическая модель. При том, что для этого может потребоваться различный объем математических знаний, каждому, кто берется решать математически ориентированные проблемы, необходимо иметь навыки математического, аналитического мышления.

Допустим, вы этим обладаете и смогли придать задаче строгую форму, т.е. правильно построили математическую модель; вопрос заключается в том, существует ли для этой задачи аналитическое решение? Действительность такова, что множество задач, для которых аналитическое решение существует и может быть найдено в конечной форме, невелико. Большинство задач требует численных методов для своего решения. Особенность же этой области знания в том, что «наилучшего» численного метода обычно не существует, так как в одних условиях лучшим будет один метод, в то время как для других условий успешнее работает другой метод. Понять и обосновать, какой же метод выбрать как луч-

ший, можно лишь проводя вычислительные эксперименты с различными методами и для различных задач и условий. Для этого нужно уметь осознанно планировать вычислительные эксперименты, понимать и правильно программировать численные методы и эффективно использовать возможности современной вычислительной техники.

Таким образом, безусловно, каждому из вас потребуется хорошая математическая и компьютерная подготовка, чтобы выжить на рынке труда и успешно функционировать среди грамотных аналитиков и компьютерных пользователей. Было бы образовательным преступлением получить диплом выпускника университета и не иметь этих навыков хотя бы на удовлетворительном уровне. В конце концов, для этого вы и посещаете курсы математического анализа, математического моделирования, информатики, программирования и численных методов.

Предлагаемый курс математического моделирования способствует этому, давая богатый набор индивидуальных и групповых заданий. Эти задания отличаются тем, что они всегда имеют своим существенным этапом вашу собственную компьютерную реализацию изучаемых методов в моделирующих пакетах высокого профессионального уровня таких как Matlab, Scilab или Anylogic, тем самым закрепляя и актуализируя знание теории.

В этом курсе мы преследуем три конкретные **цели для студентов**:

Студенты научатся обосновывать положения математической теории моделирования и тем самым разовьют навыки аналитического мышления. Эти навыки будут проверены посредством финального (устного) зачета.

Студенты увидят, как математика и компьютеры применяются к проблемам реального мира, т.е. научатся придавать задачам реальной жизни строгую (математическую) формулировку и научатся решать такие задачи. Эти умения будут проверены посредством семестровых контрольных работ, которые мы рассматриваем как часть распределенного по времени «экзамена» (в данном курсе – зачета, так как экзамен не предусмотрен).

Студенты приобретут реальный опыт разработки компьютерных программ на языках моделирования высокого профессионального уровня и применения моделирующих пакетов посредством написания, отладки и многочисленных прогонов своих программ. Приобретенный опыт будет проверен посредством выполнения домашних заданий на лабораторные работы, отдельные из которых по своей значимости можно трактовать как учебные исследовательские проекты.

7.4. Формы и методика текущего, промежуточного и итогового контроля

Формы контроля лабораторных занятий приведены в таблице 5.

Формы контроля проработки лекционного материала по конспектам и учебной литературе (в том числе решения примеров и задач, включенных в лекционный курс), изучение тем и отдельных вопросов теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения, подготовки к выполнению и защите лабораторных работ и подготовка к зачету приведены в таблице 6.

Примечание. Термин «Экзамены» ниже употребляется в обобщенном, условном смысле слова как распределенная по семестру форма отчетности, а не в узком (как вид итоговой отчетности). В вашем учебном курсе в качестве итогового вида отчетности установлен ЗАЧЕТ. Оценка «ЗАЧТЕНО» приравнивается к любой положительной оценке по числу набранных баллов (см. подробнее ниже). Соответственно, оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» приравнивается к неудовлетворительной оценке по числу набранных баллов.

- **Выставление финальной оценки**

Ваша оценка есть взвешенное среднее посещаемости (**A**), домашней работы (**H**) и экзаменов (**E**), где под "экзаменами" (см. подробнее ниже) понимается учет не только финального зачета (до сессии), но и контрольных работ в течение семестра:

5 % - посещаемость. Этот вес действует только в случае, если вы посещаете занятия. Если вы пропускаете занятия, этот вес прогрессивно возрастает (см. ниже).

Вы можете получить "неуд" исключительно в результате низкой посещаемости !

30 % - домашняя работа.

65 % - «экзамены».

Таким образом, итоговая оценка (final grade, FG) вычисляется по правилу:

$$FG = 0.05 A + 0.30 H + 0.65 E$$

где каждая составляющая:

A = attendance (посещаемость),

H = homework (домашняя работа) и

E = exams («экзамены»)

выражается целым числом не выше 100 баллов.

Эта итоговая оценка затем отображается на стандартную шкалу оценок:

86 - 100 = "отлично"

71 - 85 = "хорошо"

56 - 70 = "удовлетворительно"

0 - 55 = "неудовлетворительно"

Оценка «ЗАЧТЕНО» приравнивается к любой положительной оценке по числу набранных баллов. Соответственно, оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» приравнивается к неудовлетворительной оценке по числу набранных баллов.

Пример:

Иван С. Студент имеет следующие баллы:

$A = 90, H = 87, E = 83$. Тогда $0.05 \times 90 + 0.30 \times 87 + 0.65 \times 83 = 84.6$

Следовательно, Иван заработал "хорошо", т.е. «ЗАЧТЕНО»

Пожалуйста, имейте в виду, что оценки зарабатываются !

Мы оставляем за собой право дать своего рода "плюс-минус дельта", если студент имеет оценку на границе между оценками (т.е. 85, 70 или 55). Если студент имеет 90 или выше за посещаемость ($A \geq 90$), сдал все домашние задания в установленный срок и проявил хорошее прилежание и т.д., тогда мы будем рассматривать возможность выставления ему следующей более высокой оценки. Если же студент не продемонстрировал указанные выше характеристики, возможность повышения оценки исключается. Мы не рассматриваем возможность повышения оценки, если до граничного значения не хватает хотя бы одного балла.

Для итоговой оценки мы используем "симметричное" округление: округляем вверх, если младшая цифра есть 5 или выше, и вниз, если она меньше пяти. При вычислении средней оценки за домашнюю работу и средней за экзамены соответствующие числа **H** и **E** округляются до ближайшей десятой и затем они умножаются на свои весовые коэффициенты 0.05 и 0.30; после сложения по формуле для **FG** финальная оценка округляется.

- **Учет посещаемости (A)**

Каждое учебное занятие, в том числе лекция, начинается с вашей росписи в явочном листе. Поставить свою роспись - ваша личная ответственность. Отсутствие росписи означает ваше отсутствие на занятии. Чтобы ваше отсутствие было расценено как уважительное, вы должны известить об этом преподавателя своевременно (т.е. в течение одной не-

дели до или после занятия). Пожалуйста, оставьте телефонное сообщение на наш рабочий телефон (секретарю кафедры) или напишите преподавателю записку.

Ваша оценка за посещаемость (**A**) будет определяться по следующей шкале:

Число неуважительных пропусков *	Балл	Вклад в вашу 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

* Неуважительный пропуск есть пропуск занятия, который не связан с болезнью, с семейной утратой или с факультетским мероприятием.

При числе неуважительных пропусков выше десяти у вас нет никакого шанса получить положительную итоговую оценку за весь курс.

Вы можете 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 нас заранее в письменной форме. Если вы больны, позвоните на кафедру, чтобы нас об этом известили. Пропуск будет неуважительным, если нас не известят в течение одной недели вашего отсутствия. Мы предпочитаем, чтобы вы оставляли телефонное сообщение или передавали записку секретарю кафедры, нежели общались нам лично о ваших пропусках. Ваше сообщение должно содержать номер группы, день и время пропускаемого занятия, название предмета и, конечно, ваше имя.

• Домашняя работа (**H**)

Вам будет предложен ряд домашних заданий, которые - по нашему предположению - вы выполните и сдадите. Баллы за отдельные задания складываются и тем самым образуют **H**, т.е. оценку за этот вид вашей учебной работы. Любая сдача домашнего задания позже установленного срока повлечет уменьшение вашей оценки **H** на 10 баллов. За каждое невыполненное задание в **H** поступает **0**.

По нашим курсам домашние задания обычно представляют собой задания на лабораторные работы (или проекты). В курсе Математическое моделирование мы предлагаем пять работ начального уровня сложности и одну работу повышенного уровня. Работы №№1-5 выполняются индивидуально и должны предшествовать работе №6.. Каждая из первых пяти работ дает студенту до 15 баллов. В отличие от этого, более трудоемкая лабораторная работа №6 выполняется как групповой проект 2-х или 3-х студентов и дает каждому из группы до 25 баллов. Максимальное количество баллов **H**, которое можно заработать за всю домашнюю работу, составляет **100**. Максимально возможное число баллов за каждую лабораторную работу будет уменьшено, если защита данной работы студентом не отвечает всем требованиям, изложенным в учебном (методическом) пособии к лабораторным работам.

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия в дисплейном классе, назначит сроки сдачи лабораторных работ и на каждом занятии всегда с готовностью поможет вам, если вы ясно сформулируете те конкретные вопросы, которые у вас возникли дома. Преподаватель поможет вам и всей аудитории, когда вы будете у доски рассказывать, как вы понимаете и как дома программируете тот или иной алгоритм.

- **Экзамены (Е)** Этот термин надо здесь понимать условно как распределенный по всему семестру контроль.

Ваша оценка за такие «экзамены», т.е. величина **Е** в составе финальной оценки, определяемой по формуле

$$FG = 0.05 A + 0.30 H + 0.65 E ,$$

будет определена как равномерно взвешенное среднее результатов письменных контрольных работ в течение семестра и устного ответа на зачете перед экзаменационной сессией. При том, что контрольные работы письменно проверяют ваше умение решать задачи, устный зачет есть проверка вашего знания основных положений теории, вашего умения обосновывать эти положения и делать из них логические выводы. В совокупности, эти (письменная и устная) части зачета покрывают весь учебный курс. Для этого мы проводим три контрольные работы за семестр.

Все контрольные работы будут вам объявлены заранее – не позднее, чем за неделю. Если вы собираетесь пропустить контрольную работу (это должен быть уважительный пропуск), мы предпочтём, чтобы вы написали эту работу раньше назначенного срока. Если вы не сможете написать контрольную работу до назначенного срока, то примите все меры к тому, чтобы написать ее в течение недели после контрольного срока. По истечении недели после этого вы получите ноль. Вы также получите ноль за неуважительный пропуск контрольной работы. Написанные контрольные работы не переписываются.

Мы изменяем некоторые задания или делаем небольшие вариации в постановке зачетных вопросов по сравнению с теми, которые опубликованы в наших учебных пособиях, в предыдущем семестре или в этой рабочей программе и на сайте преподавателя. Об этом будет объявлено за две недели до контрольных работ и финального зачета.

- **Академическая честность**

Не хотелось бы в первый день занятий и в первой порции информации, которую мы вам сообщаем, мы обсуждали нечто негативное. Однако всегда есть люди, не столь честные, как другие, и настолько, что мы вынуждены пояснять, как будем действовать в этом случае.

За любую контрольную работу, зачет, программу или любой иной вид работы, который выполнен нечестно, вы получите ноль, и мы будем беседовать с вами. Если такая проблема случится во второй раз, мы направим вас к декану факультета, и вы снова заработаете ноль за этот вид работы. Если вопрос о нечестности возникнет в третий раз, то вы сразу заработаете "неуд" за весь предмет и снова будете отправлены к декану!

Что считается академической нечестностью или обманом? По общепринятому правилу, это - найти кого-то другого, кто сделает за вас вашу работу, и выдать ее за вашу собственную. Это также включает получение и оказание посторонней помощи на зачете, экзамене или во время контрольной работы (от соседа или от шпаргалки).

Наши зачеты и экзамены - это всегда закрытая книга, закрытый конспект, закрытый сосед и открытый ум.

Если в этом правиле появятся какие-либо изменения, об этом будет объявлено заранее.

Не пользуйтесь шпаргалками. Они приносят больше вреда, чем пользы. Ваше сознание будет раздвоено между попыткой сформулировать ответ и попыткой утаить факт пользования шпаргалкой. Обнаружить такое раздвоенное сознание не составляет никакого труда. Вы будете обескуражены еще больше самыми простыми вопросами экзаменатора.

При выполнении домашних заданий приемлемо работать с кем-то еще, обсуждая трудные вопросы и помогая тем самым друг другу, но при этом вы должны сами делать свою работу. Например, при написании компьютерных программ вполне нормально - обсуждать синтаксис, детали задания или получать помощь по сообщениям об ошибке. Не-

нормально, если вы отдаете кому-то копию вашей программы. Неприемлемо, если кто-то другой пишет программу для вас. Недопустимо копировать работу предыдущего семестра.

В курсовых работах - вообще, в любых письменных работах - плагиатом является дословное копирование части чужих трудов, таких как чья-то статья, книга или энциклопедия, без использования кавычек и ссылки на источник. Обобщающие заключения и выводы, которые вы пишете, должны быть выражены вашими собственными словами.

Нечестность, когда она случается в домашней работе, не столь очевидна. Мы это вполне признаём. Но она так или иначе проявит себя на устном зачете или экзамене, так как ваш балл за домашнюю работу будет контрастировать с уровнем вашего ответа. Вы только навредите себе и ухудшите свое положение своей очевидной нечестностью.

Мы исходим из следующего бесспорно верного утверждения: **Если за контрольную работу вы честно заработали высокий балл, то при ответе на устном зачете по этой теме вы даете ответ на хорошую оценку.** И обратно: *Если при ответе на устном зачете по этой теме вы НЕ даете ответа на хорошую оценку, то за контрольную работу по этой теме вы НЕ вполне честно заработали высокий балл* (например, списывали, решали не самостоятельно). То же самое справедливо и по отношению к лабораторным работам. Вообще: если нечестно заработанный балл за текущую семестровую работу будет таким образом обнаружен на устном зачете (или экзамене), то он будет заменён на тот более низкий балл, который вы показываете на устном зачете (или экзамене). **Ведите себя честно по отношению к себе и преподавателю, - это достойно уважения!**

- **Студенческий кодекс**

Приличное поведение в аудитории. Примите все меры к тому, чтобы приходите на занятия вовремя. Но если вы опаздываете:

- Тихо займите ваше место.
- Для получения любого раздаточного материала (если он есть) дождитесь конца занятия.
- Не проходите на место перед передним рядом мест.
- Не спрашивайте разрешения войти и не извиняйтесь за опоздание.

Во время занятия:

- Не выходите произвольно из аудитории. Если есть крайняя необходимость выйти, спросите разрешения.
- Не хлопайте дверью.
- Поднимайте руку и ждите, когда на вас обратят внимание, перед тем как задать вопрос.
- Не разговаривайте в аудитории !!!!!
- Покидая место, уберите за собой и поставьте стул в исходное положение.

Путь к успеху.

- Приходите на занятие вовремя, принимайте в нем участие и ведите записи.
- Просматривайте задания до занятия.
- Проверяйте ваши записи после занятия.
- Вовремя выполняйте ваши задания.
- Не накапливайте задолженности по чтению учебных материалов, по домашней работе и в целом - по учебе.
- Выполняйте рекомендации по подготовке к контрольным работам и к финальному зачету (экзамену). Убедитесь, что вы можете решать типовые задачи и доказывать теоремы, которые во время лекций были отмечены как самостоятельные упражнения.

- Придерживайтесь твердой решимости добиться успеха!
- Если вам нужна помощь, получайте ее безотлагательно. Чем больше вы обращаетесь за консультацией к преподавателю, тем лучше вы себя проявляете. Уклонением от участия в работе на занятиях, непосещением консультаций или неподобающим поведением вы выставляете себя в невыгодном свете. Кто меньше знает в семестре, того больше спрашивают в конце, – и наоборот.
- Сохраняйте позитивное отношение.

Обратная связь. По окончании всего курса занятий заполните анонимно мой лист обратной связи. В нем вы можете отметить как положительные, так и отрицательные, на ваш взгляд, стороны моего преподавания.

Я периодически просматриваю свою гостевую книгу на моем сайте. Вы можете посылать мне через нее ваши кратко сформулированные мнения, направленные на улучшение учебного процесса или задавать вопросы по e-mail (см. на <http://staff.ulsu.ru/semushin/>).

7.5. Примерный перечень вопросов

Примерный перечень вопросов к зачету первого семестра.

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.
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. Стохастические модели динамических систем.
20. Задачи оценивания параметров и состояния системы.
21. Метод наименьших квадратов и его статистическая интерпретация.

7.6. Критерии формирования экзаменационной оценки

Экзамен по данной дисциплине не предусмотрен. Чтобы быть допущенным к экзаменам, студент должен получить оценку ЗАЧТЕНО по всем дисциплинам семестра. Последняя неделя семестра объявляется «зачётной», и деканат формирует расписание зачётов. В назначенное время проводится устный зачёт и по данной дисциплине – Численные методы. Критерии формирования зачётной оценки подробно изложены выше в подразделе 7.4 Формы и методика текущего, промежуточного и итогового контроля, поскольку итоговая (зачётная) оценка по данной дисциплине зависит в большей степени от учебной работы студента внутри семестра, чем от устного ответа на зачётной неделе.

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной проектором. На компьютере преподавателя установлено программное обеспечение, указанное в разделе 7.1 данной рабочей программы. В ходе лекции преподаватель имеет возможность сопровождать изложение теоретического материала демонстрацией в среде программирования работы примеров программ, приведенных в лекциях в качестве примеров.

Лабораторный практикум проводится в компьютерном классе. Требования к программному обеспечению приведены в разделе 7.1 данной рабочей программы. Требования к аппаратному обеспечению следующие:

1. Персональный компьютер на платформе Intel (AMD или аналогичной)
2. Выделенный сервер на платформе Intel (AMD)
3. Локальная сеть
4. Средства телекоммуникации (концентраторы, коммутаторы, сетевые карты)

Используемые компьютерные и телекоммуникационные средства должны иметь подключение к Интернет.

ОК-5 способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к саморазвитию

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	1.1. Называть источники получения информации: книги, статьи в периодических изданиях, материалы форумов, симпозиумов, конференций и пр., интернет-ресурсы (электронные публикации, форумы). 1.2. Перечислять достоинства/недостатки каждого источника информации. 1.3. Иметь представление о методах поиска требуемой информации в бумажных и электронных каталогах или в сети Интернет.
2. Формирование понимания	2.1. Сравнить источники получения информации по различным критериям (актуальность и достоверность информации, простота доступа к информации, глубина изложения материала, проработки исследуемой проблемы, соответствие цели поиска информации). 2.2. Распознавать лучшие с точки зрения полезности информационные источники из обширного списка, предлагаемого «ручной (бумажной)» или автоматизированной информационной системой.
3. Способность применения	3.1. Использовать бумажные и электронные каталоги для поиска необходимых литературных источников 3.2. Демонстрировать владение навыками отыскания нужной информации по профессиональным вопросам в сети Интернет

ПК-2 способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	1. Описывать отличительные особенности различных классов математических моделей. 2. Называть базовые принципы математического моделирования. 3. Давать определения типов физических систем с точки зрения накопления или рассеяния энергии. 4. Характеризовать номенклатуру переменных, описывающих отдельные типы физических систем.
2. Формирование понимания	1. Объяснять связь между описанием динамической системы во временной области и в частотной области. 2. Объяснять фундаментальные свойства детерминистских динамических систем. 3. Объяснять понятие передаточной функции системы.
3. Способность применения	1. Находить преобразование Лапласа для заданных функций времени. 2. Восстанавливать функцию времени по ее изображению по Лапласу.

ПК-3 готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности¹

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Называть системы математического моделирования высокого уровня, их отличительные особенности. 2. Перечислять этапы решения прикладных задач математического моделирования от постановки задачи до выполнения на ЭВМ. 3. Называть основные способы ввода-вывода информации при выполнении моделирующих программ.
2. Формирование понимания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объяснять процесс решения задачи методом математического моделирования (лекционного примера) на языке блок-схем. 2. Описывать процесс решения задачи (лекционного примера) средствами языка какой-нибудь системы математического моделирования.
3. Способность применения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Составлять блок-схему алгоритма решения задачи по индивидуальному варианту 2. Воспроизводить порядок действий по созданию и отладке моделирующей программы

ПК-4 готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описывать отличительные особенности классов математических моделей. 2. Назвать базовые принципы математического моделирования. 3. Определять типы физических систем с точки зрения накопления или рассеяния энергии. 4. Характеризовать номенклатуру переменных, описывающих отдельные типы физических систем.
2. Формирование понимания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переходить от описания динамической системы во временной области к описанию в частотной области и наоборот. 2. Исследовать фундаментальные свойства детерминистских динамических систем.
3. Способность применения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулировать задачу параметрической идентификации модели по методу наименьших квадратов. 2. Записывать численный алгоритм параметрической идентификации модели по методу наименьших квадратов. 3. Планировать вычислительный эксперимент для параметрической идентификации модели по методу наименьших квадратов.

¹ Здесь и далее: подчеркиванием выделена часть компетенции, формируемая данной дисциплиной

ПК-5 умение готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	1. Описывать различие систем WYSIWYG и non-WYSIWYG. 2. Назвать базовые принципы логической разметки текста. 3. Характеризовать основные части научного отчета.
2. Формирование понимания	1. Объяснять назначение отдельных логических блоков четырехблочной структуры научного текста. 2. Объяснять законы построения презентации научного отчета. 3. Объяснять принцип верстки научного текста в системе LaTeX2e.
3. Способность применения	1. Писать исходные тексты доклада или презентации в соответствии с принципами логической разметки текста. 2. Компилировать исходные non-WYSIWYG тексты доклада или презентации в готовый к печати формат.