

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)                     **Моделирование сложных систем**                      
*наименование дисциплины (модуля)*

                    231000.68 «Программная инженерия»                      
*(шифр и наименование направления)*

                    магистерская программа «Методы и средства разработки программных систем»                      
*(профиль направления подготовки)*

Квалификация                     **Магистр**                      
*(бакалавр/магистр/специалист)*

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

Форма обучения   Очная   Учебный цикл   **М1.В.2 (Общенаучный)**                      
*(М1.В.2)*

|                     |              |                                |            |
|---------------------|--------------|--------------------------------|------------|
| <b>Трудоемкость</b> | <b>4 ЗЕТ</b> | <b>Всего учебных занятий</b>   | <b>144</b> |
| <b>Отчетность</b>   |              | <i>(в академических часах)</i> |            |
| Экзамен(ы)          | 2 семестр    | <b>аудиторных, из них:</b>     | <b>72</b>  |
| Зачет               | 1 семестр    | лекций                         | 36         |
| Курсовой проект     | -            | лабораторных                   | 36         |
| Курсовая работа     | -            | практических (семинарских)     | -          |
| Контрольная(ые)     | -            | контроль самостоятельной       | -          |
| работа(ы)           | -            | работы студентов               | -          |
| Реферат(ы)          | -            | <i>самостоятельных</i>         | 45         |
| Эссе                | -            | <i>экзамен(ы)</i>              | 27         |
| РГР                 | -            |                                |            |

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО и учебного плана УлГТУ направления 231000.68 «Программная инженерия» магистерская программа «Методы и средства разработки программных систем» 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 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Заведующий кафедрой  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

(подпись)

Ярушкина Н. Г.  
(Фамилия И. О.)

Согласовано с научно-методической комиссией факультета Информационных систем и технологий

Председатель научно-методической комиссии

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

(подпись)

(Фамилия И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой «\_\_\_\_\_»  
(выпускающей направление)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

(подпись)

Ярушкина Н. Г.  
(Фамилия И. О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Наивысшая цель преподавания дисциплины “*Моделирование сложных систем*” заключается в формировании профессиональных компетенций, необходимых студентам для встраивания в структуру информационного общества, где информация как таковая зачастую является лишь «сырьем», которое необходимо переработать в готовый «продукт», т.е. точное, конструктивное знание. Параллельный (односеместровый) курс “*Моделирование*” вводит в сущность моделирования, которая заключается в замене исходного объекта его «образом» — 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 теории и эксперимента.

В развитие указанного курса данная дисциплина “*Моделирование сложных систем*” исходит из следующего Определения 1: *Сложная система — это система с нелинейными и/или адаптивными законами функционирования с выраженными эффектами нестандартных ситуаций таких как: непредвиденные нарушения и/или неопределённость моделей, хаос, странные аттракторы, самовоспроизводимость (системы итерируемых отображений, фракталы).* Возможно иное Определение 2: сложная система — это система, не имеющая в своей основе строгих законов. Например, физика и техника имеют такие законы: законы Ньютона, законы Кирхгофа, Ома и т.п. Поэтому системы, основанные на таких законах, надо отнести к несложным,—там всё достаточно просто. В соответствии с Определением 2 в качестве сложных систем можно брать:

- системы финансовые, экономические, социальные, биологические, экологические
  - и среди них для этой магистерской программы выбрать, например, финансовые и экономические системы.

Однако это определение в данной дисциплине не принимается, поскольку подобные системы будут рассмотрены во множестве других дисциплин. Определение 1 принято ещё и потому, что:

- 1) будущие магистры по этому направлению — это не прикладные информатики в области финансов или экономики, а эксперты в области программной инженерии; их область приложения не обязательно финансы или экономика, и
- 2) часть из них — будущие аспиранты; их кругозор (в том числе математический) должен быть шире, чем основы информатики, статистика или искусственного интеллекта в отдельно взятой области приложений.

Конкретные цели данной учебной дисциплины следующие:

1. Ввести студентов в основные технологии, методологии и принципы математического моделирования для сложных систем в смысле Определения 1.
2. Обеспечить максимально возможное расширение математического кругозора студентов в решении задач моделирования систем сложной структуры, рассматривая эти задачи как «полигон» для отработки навыков моделирования тех конкретных систем, которые будут рассмотрены далее во множестве других дисциплин.
3. Поощрять студентов быть творческими в подходе к задачам исследования сложных систем, где нет однозначных рецептов решения.
4. Вселить в студентов уверенность в их способность пользоваться иностранным языком, прежде всего, — английским как международным языком науки и технологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

### 2.1. Цикл, к которому относится дисциплина

М1.В.2 — Общенаучный цикл. Вариативная часть (дисциплина по выбору студента).

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

Студент должен иметь выполненной базовую часть математического и естественно-научного цикла программы подготовки на степень «Бакалавр», а именно, знать основы математического анализа, линейную алгебру, дифференциальное и интегральное исчисления, вычислительные методы алгебры, элементы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и элементы физики из разделов «Механика» и «Электричество».

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

М1.Б.2—Теория систем и системный анализ (ко-реквизит).

М1.Б.3—Моделирование (ко-реквизит).

М1.В.3—Модели представления знаний и принятия решений (ко-реквизит).

М2.Д\В.3—Интеллектуальный анализ данных и процессов (ко-реквизит).

М2.Д\В.2—Модели и системы управления данными и знаниями (ко-реквизит).

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

*Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:*

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);
- умение свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3);
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6);
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-7).

Студент в результате изучения этой дисциплины приобретает ряд преимуществ, а именно:

1. Улучшаются навыки математического моделирования.
2. Развиваются навыки аналитического мышления в отношении задач моделирования сложных систем в смысле Определения 1 в разд..1 данной рабочей программы.
3. Повышается уверенность в использовании постоянно развивающегося компьютерного программного обеспечения (системного и прикладного).
4. Улучшается концептуальное понимание методологии моделирования.

5. Приобретаются навыки абстрагирования и обобщения для решения сложных задач.
6. Совершенствуются навыки решения задач.
7. Развиваются навыки коллективной работы, — работы «в команде».
8. Улучшается знание английского языка как инструмента межкультурной и профессиональной коммуникации.

#### 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.:   | 36                         | 36       |   |   |   |   |   |   | 72         |
| - лекции  | 18                         | 8        |   |   |   |   |   |   | 26         |
| - лабораторные работы   | 18                         | 28       |   |   |   |   |   |   | 46         |
| - практические занятия  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - семинары  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| Контроль самостоятельной работы   | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| Самостоятельная работа в процессе теоретического обучения, в т.ч.:                                  | 36                         | 9        |   |   |   |   |   |   | 45         |
| - проработка теоретического курса   | 8                          | -        |   |   |   |   |   |   | 8          |
| - курсовая работа (проект)  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - расчетно-графические работы   | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - реферат   | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - эссе  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - подготовка к выполнению и защите лабораторных работ   | 28                         | 9        |   |   |   |   |   |   | 37         |
| - самотестирование  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| - подготовка к зачету*  | -                          | -        |   |   |   |   |   |   | -          |
| Самостоятельная работа при подготовке к экзамену, предэкзаменационные консультации и сдача экзамена |                            | 27       |   |   |   |   |   |   | 27         |
| <b>Итого</b>  | <b>72</b>                  |          |   |   |   |   |   |   | <b>144</b> |
| Вид промежуточной аттестации  | Кол<br>*                   | Кол<br>* |   |   |   |   |   |   | 2 Кол*     |
| <b>Общая трудоемкость 4 ЗЕТ</b>   |                            |          |   |   |   |   |   |   |            |

\* Коллоквиум (на 9-й неделе семестра)

## 4.2. Тематический план изучения дисциплины

Таблица 2.1

## Тематический план изучения дисциплины: Семестр 1

| № | Наименование разделов                      | Количество часов |                       |                     |          |                 | Всего часов |
|---|--|------------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------------|-------------|
|   |  | Аудиторных       |                       |                     |          | Самостоятельных |             |
|   |  | Лекции           | Практ. (сем.) занятия | Лабораторные работы | КСР*     |                 |             |
| 1 | Детерминистские модели динамических систем | 6                | -                     | -                   | -        | 2               | 8           |
| 2 | Стохастические модели динамических систем  | 6                | -                     | -                   | -        | 2               | 8           |
| 3 | Оценивание состояния динамических систем   | 6                | -                     | -                   | -        | 2               | 8           |
| 4 | Элементы языка моделирования MATLAB        | -                | -                     | -                   | -        | 2               | 2           |
| 5 | Матричные вычисления в системе MATLAB      | -                | -                     | 4                   | -        | 7               | 11          |
| 6 | Графика MATLAB                             | -                | -                     | 4                   | -        | 7               | 11          |
| 7 | Численный анализ в системе MATLAB          | -                | -                     | 4                   | -        | 7               | 11          |
| 8 | Программирование в системе MATLAB          | -                | -                     | 6                   | -        | 7               | 13          |
|   | <b>Итого часов</b>                         | <b>18</b>        | <b>-</b>              | <b>18</b>           | <b>-</b> | <b>36</b>       | <b>72</b>   |

Таблица 2.1

## Тематический план изучения дисциплины: Семестр 2

| №  | Наименование разделов   | Количество часов |                       |                     |          |  | Всего часов |
|----|---|------------------|-----------------------|---------------------|----------|--|-------------|
|    |   | Аудиторных       |                       |                     |          | Самостоятельных (с учётом 27 ч экзамена) |             |
|    |   | Лекции           | Практ. (сем.) занятия | Лабораторные работы | КСР*     |  |             |
| 9  | Нелинейные системы: Периодичность и хаос  | 2                | -                     | -                   | -        | 7  | 9           |
| 10 | Фракталы  | 2                | -                     | -                   | -        | 6  | 8           |
| 11 | Комплексные динамические системы  | 2                | -                     | -                   | -        | 7  | 9           |
| 12 | Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях   | 2                | -                     | -                   | -        | 7  | 9           |
| 13 | Моделирование непрерывных динамических систем (с представлением результатов в виде графиков и/или фазовых диаграмм) | -                | -                     | 4                   | -        | 1  | 5           |
| 14 | Моделирование непрерывных градиентных систем  | -                | -                     | 4                   | -        | 1  | 4           |
| 15 | Создание «web» диаграмм одномерных дискретных систем  | -                | -                     | 4                   | -        | 1  | 5           |
| 16 | Создание диаграмм бифуркаций систем   | -                | -                     | 4                   | -        | 1  | 5           |
| 17 | Моделирование непрерывных комплексных систем  | -                | -                     | 4                   | -        | 2  | 6           |
| 18 | Исследование программ построения фракталов  | -                | -                     | 4                   | -        | 1  | 5           |
| 19 | Решение ОДУ методом Рунге-Кутты   | -                | -                     | 4                   | -        | 2  | 6           |
|    | <b>Итого часов</b>  | <b>8</b>         | <b>-</b>              | <b>28</b>           | <b>-</b> | <b>36</b>                                | <b>72</b>   |

\* КСР – контроль самостоятельной работы

## 4.3. Теоретический курс

Таблица 3

| Раздел, тема учебной дисциплины,<br>содержание темы   | Но-<br>мер<br>лек-<br>ции | Количество<br>часов |           |
|---|---------------------------|---------------------|-----------|
|   |                           | Лек-<br>ции         | СРС       |
| <b>Семестр 1</b>  | <b>1-9</b>                | <b>18</b>           | <b>8</b>  |
| Раздел 1. Детерминистские модели динамических систем  | 1-3                       | 6                   | 2         |
| 1.1. Модели в частотной области   |                           | 3                   | 1         |
| 1.2. Модели в пространстве состояний  |                           | 3                   | 1         |
| Раздел 2. Стохастические модели динамических систем   | 4-6                       | 6                   | 2         |
| 2.1. Типы и характеристики стохастических процессов   |                           | 1                   | 0,5       |
| 2.2. Стандартные типы математических моделей (СУМ, СММ и КМ)  |                           | 2                   | 0,5       |
| 2.3. Решение линейных стохастических дифференциальных и разностных уравнений  |                           | 1                   | 0,5       |
| 2.4. Построение формирующих фильтров стохастических процессов   |                           | 2                   | 0,5       |
| Раздел 3. Оценивание состояния динамических систем  | 7-9                       | 6                   | 2         |
| 3.1. Задача ЛКГ-оценивания и общие результаты теории оценивания   |                           | 2                   | 0,5       |
| 3.2. Дискретный фильтр Калмана с линейными моделями систем  |                           | 2                   | 1,0       |
| 3.3. Связь стохастической задачи оценивания с задачей регрессионного моделирования по методу наименьших квадратов (МНК)   |                           | 2                   | 0,5       |
| Раздел 4. Элементы языка моделирования MATLAB   |                           | -                   | 2         |
| <b>Семестр 2</b>  | <b>1-4</b>                | <b>8</b>            | <b>27</b> |
| Раздел 9. Нелинейные системы: Периодичность и хаос  | 1                         | 2                   | 7         |
| 9.1. Непрерывное время: (1) Одномерный аperiodический режим. (2) Размерность два – теорема Пуанкаре-Бендиксона. (3) Бифуркации Хопфа. (4) Высокие размерности – система Лоренца и хаос. |                           | 1                   | 4         |
| 9.2. Дискретное время: (1) Периодичность. (2) Устойчивость решений. (3) Бифуркации. (4) Хаос и символическая динамика.  |                           | 1                   | 3         |
| Раздел 10. Фракталы   | 2                         | 2                   | 6         |
| 10.1. Канторово множество   |                           |                     | 1         |
| 10.2. Теоремы о сжимающих отображениях  |                           |                     | 1         |
| 10.3. Системы итерирующих функций   |                           |                     | 1         |
| 10.4. Алгоритмы рисования фракталов   |                           |                     | 1         |
| 10.5 Фрактальная размерность  |                           |                     | 1         |
| 10.6. Примеры: Фракталы в природе   |                           |                     | 1         |
| Раздел 11. Комплексные динамические системы   | 3                         | 2                   | 7         |
| 11.1. Множества Жюлиа   |                           |                     | 2         |
| 11.2. Множество Мандельброта  |                           |                     | 2         |
| 11.3. Иллюстрация: Работа метода Ньютона  |                           |                     | 1         |
| 11.4. Иллюстрация: Комплексные базисы   |                           |                     | 2         |
| Раздел 12. Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях (оптимизация – классическая и неклассическая)  | 4                         | 2                   | 7         |
| 12.1. Обучение с учителем и без учителя   |                           |                     | 1         |
| 12.2. Принципы адаптации систем   |                           |                     | 2         |
| 12.3. Параметрическая идентификация моделей систем.   |                           |                     | 2         |
| 12.4. Задачи и методы обнаружения нарушений в системах  |                           |                     | 2         |
| <b>Итого</b>  | <b>1-13</b>               | <b>26</b>           | <b>35</b> |

Примечание: Семестр 2: Лекции планировать на первые 4 недели семестра. Лабораторный практикум планировать на недели с 5-й по 18 включительно (четырнадцать недель).

#### 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       |
| <b>Семестр 1</b>  |   |                                |  | <b>18</b>     | <b>28</b> |
| 1                 | Матричные вычисления в системе MATLAB         | 5                              | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 7         |
| 2                 | Графика MATLAB                                | 6                              | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 7         |
| 3                 | Численный анализ в системе MATLAB             | 7                              | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 7         |
| 4                 | Программирование в системе MATLAB             | 8                              | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 6             | 7         |
| <b>Семестр 2</b>  |   |                                |  | <b>28</b>     | <b>9</b>  |
| 1                 | Моделирование непрерывных динамических систем | 13                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 1         |
| 2                 | Моделирование непрерывных градиентных систем  | 14                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 1         |
| 3                 | «Web» диаграммы одномерных дискретных систем  | 15                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 1         |
| 4                 | Создание диаграмм бифуркаций систем           | 16                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 1         |
| 5                 | Моделирование непрерывных комплексных систем  | 17                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 2         |
| 6                 | Исследование программ построения фракталов    | 18                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 1         |
| 7                 | Решение ОДУ методом Рунге-Кутты               | 19                             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | 4             | 2         |
| <b>Кол-во 11</b>  | <b>ИТОГО за 1-й и 2-й семестры</b>            | <b>5-8 и 13-18</b>             | Демонстрация решения, собеседование, отчет | <b>36</b>     | <b>37</b> |

Примечание 1: Семестр 2: Лабораторный практикум планировать на недели с 5-й по 18 включительно (четырнадцать недель по 2 часа).

Примечание 2: Выполнение лабораторных работ практикума планировать в Семестре 1: на лицензионном пакете MATLAB или на его свободно распространяемом аналоге SCILAB, а в Семестре 2 на свободно распространяемых пакетах Base of Modeling (Ирина Уресметова) или на его прототипе "Invitation to Dynamical Systems" (Edward R. Scheinerman).

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

Учебным планом направления 231000.68 «Программная инженерия» *курсовой проект (работа), реферат, расчетно-графические работы* по данной дисциплине не предусмотрены.

#### 4.7. Самостоятельная работа студентов

Таблица 6.1

Программа самостоятельной работы студентов: Семестр 1

| 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. |                                  | Два срока:             | <b>8</b> , в т. ч.  | коллоквиум на 9-й нед.    |
|  | 1, 2,                            | 4-я нед..              | 4                   |                           |
|  | 3, 4                             | 8-я нед.               | 4                   |                           |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ:                 | 5-8                              | 2,4,6,8,10,12,14,16,18 | <b>28</b> , в т. ч. | Защита лабораторных работ |
| № 1. Матричные вычисления в системе MATLAB                           | 5                                | 2-4 нед.               | 7                   |                           |
| № 2. Графика MATLAB  | 6                                | 6-8 нед.               | 7                   |                           |
| № 3. Численный анализ в системе MATLAB                               | 7                                | 10-12 нед.             | 7                   |                           |
| № 4. Программирование в системе MATLAB                               | 8                                | 14-16 нед.             | 7                   |                           |
| Подготовка к зачету  | 1—8                              | 18 нед..               | -                   | -                         |
| <b>Всего</b>   |                                  |                        | <b>36</b>           | <b>Зачет</b>              |

\* Подготовка к зачету специального времени не требует. Зачёт выставляется по результатам защиты семи лабораторных работ.

Таблица 6.1

Программа самостоятельной работы студентов: Семестр 2

| 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. |                                  | Два срока:       | <b>27</b> в т. ч. | коллоквиум на 9-й нед.    |
|  | 9, 10,                           | 9-я нед..        | 12                |                           |
|  | 11, 12                           | 18-я нед.        | 15                |                           |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ:                 |                                  |                  | <b>9</b> в т. ч.  | Защита лабораторных работ |
| № 1. Моделирование непрерывных динамических систем                   | 13                               | 5-6 нед.         | 1                 |                           |
| № 2. Моделирование непрерывных градиентных систем                    | 14                               | 7-8 нед.         | 1                 |                           |
| № 3. «Web» диаграммы одномерных дискретных систем                    | 15                               | 9-10 нед.        | 1                 |                           |

|   |    |            |           |                |
|---|----|------------|-----------|----------------|
| № 4. Создание диаграмм бифуркаций систем          | 16 | 11-12 нед. | 1         |                |
| № 5. Моделирование непрерывных комплексных систем | 17 | 13-14 нед. | 2         |                |
| № 6. Исследование программ построения фракталов   | 18 | 15-16 нед. | 1         |                |
| № 7. Решение ОДУ методом Рунге-Кутты              | 19 | 17-18 нед. | 2         |                |
| <b>Всего</b>                                      |    |            | <b>36</b> | <b>Экзамен</b> |

**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     | М1.Б.2—Теория систем и системный анализ (ко-реквизит).   | 1—19                                    |
| 2     | М1.Б.3—Моделирование (ко-реквизит).  | 9—19                                    |
| 3     | М1.В.3—Модели представления знаний и принятия решений (ко-реквизит).   | 12                                      |
| 4     | М2.Д\В.3—Интеллектуальный анализ данных и процессов (ко-реквизит).   | 12                                      |
| 5     | М2.ДВ.2—Модели и системы управления данными и знаниями (ко-реквизит).  | 12                                      |

\* 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  | Детерминистские модели динамических систем | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 2  | Стохастические модели динамических систем  | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-6                 |
| 3  | Оценивание состояния динамических систем   | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     | ...                      | ОК-1, ОК-2, ОК-6                 |
| 4  | Элементы языка моделирования MATLAB        |   |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 5  | Матричные вычисления в системе MATLAB      |   |              |                              |            | ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-7 |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 6  | Графика MATLAB                             |   |              |                              |            | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 7  | Численный анализ в системе MATLAB          |   |              |                              |            | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 8  | Программирование в системе MATLAB          |   |              |                              |            | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-3                 |
| 9  | Нелинейные системы: Периодичность и хаос   | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-6                 |
| 10 | Фракталы                                   | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2, ОК-6                 |
| 11 | Комплексные динамические                   | ОК-3  |              |                              | ОК-3       |                        |                     |                          | ОК-1, ОК-2,                      |

|    |   |      |  |  |      |                        |  |  |                  |
|----|---|------|--|--|------|------------------------|--|--|------------------|
|    | системы   |      |  |  |      |                        |  |  | ОК-6             |
| 12 | Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях | ОК-3 |  |  | ОК-3 |                        |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 13 | Моделирование непрерывных динамических систем                     |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 14 | Моделирование непрерывных градиентных систем                      |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 15 | Создание «web» диаграмм одномерных дискретных систем              |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 16 | Создание диаграмм бифуркаций систем                               |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 17 | Моделирование непрерывных комплексных систем                      |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 18 | Исследование программ построения фракталов                        |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |
| 19 | Решение ОДУ методом Рунге-Кутты                                   |      |  |  |      | ОК-1, ОК-2, ОК-6, ОК-7 |  |  | ОК-1, ОК-2, ОК-6 |

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

В приложении 1 к таблице 8 детализированы цели (задачи), которых достигают студенты при освоении каждой компетенции, формируемой в результате изучения этой 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. Scheinerman, Edward R.. Invitation to Dynamical Systems / Edward R. Scheinerman. – Prentice-Hall, 1995. - 220 с. = [5 209 526 b \\*.pdf](#).

3. Wolkenhauer, O. Data Engineering – Fuzzy Mathematics in System Theory and Data Analysis / Olaf Wolkenhauer. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 262 p.

4. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

5. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс / Лазарев Юрий. – СПб.: Питер BHV, 2005. – 512 с.

6. Говорухин В., Цибулин В. Компьютер в математическом исследовании: Учебный курс Maple, MATLAB, LaTeX / Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 619 с.

#### **Дополнительная литература:**

6. Советов Б.Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. – 295 с.

7. Плохотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Методология и практика. – М.: Едиториал УРСС. 2003. . – 280 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. Семушин И. В. Вычислительные методы алгебры и оценивания: Учеб. пособие – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 366 с.

#### **Интернет-ресурсы**

1. Сайт преподавателя: URL: <http://staff.ulsu.ru/semushin/> Пакет Base of Modeling.

2. SCILAB = The open source platform for numerical computation (its homepage)/ <http://www.scilab.org/>

3. Руководство по работе с пакетом SCILAB = Автор: Павлова М. И.

[http://www.csa.ru/~zebra/my\\_scilab/index.html](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:](#)

[http://www.csa.ru/~zebra/my\\_scilab/frag.html](http://www.csa.ru/~zebra/my_scilab/frag.html)

4. Master SCILAB! (Овладей SCILAB!) by Finn Haugen. 2 April 2008/

[http://home.hit.no/~finnh/scilab\\_scicos/scilab/index.htm#toc](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. Специальные свободно распространяемые пакеты, как указано в разделе 4.5:

- SCILAB = The open source platform for numerical computation. <http://www.scilab.org/>
- Пакет Base of Modeling (Ирина Уресметова) на сайте <http://staff.ulsu.ru/semushin/> и
- его прототип "Invitation to Dynamical Systems" (Edward R. Scheinerman). Этот пакет можно загрузить из нескольких источников, а именно:

1. Подсоедините ваш FTP клиент к [ftp.mathworks.com](ftp://ftp.mathworks.com) и идите к /pub/books/scheinerman директории.
2. Альтернативный вариант: используйте FTP, чтобы подсоединиться к [brutus.mts.jhu.edu](ftp://brutus.mts.jhu.edu), и идите к /pub/scheinerman/invite/software директории.
3. Третий вариант доступа – через Интернет через домашнюю страницу автора: <http://www.mts.jhu.edu/~ers/invite.html>.
4. Если ни один из предыдущих вариантов доступа не срабатывает, можно воспользоваться сайтом <http://staff.ulsu.ru/semushin/>.
5. Лицензионный пакете MATLAB.
6. FAR manager.
7. Программные средства антивирусной защиты – антивирус Касперского, пакет PCSec.
8. Программные средства для работы с архивами документов – 7-zip 9.04 beta.
9. 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 сложных (трудноформализуемых) 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, список прикладных программ и список литературы.

Преподавателям рекомендуется также обратить внимание на принятое в данной дисциплине Определение 1, данное выше в разд. 1.

### **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 и проверки адекватности модели. Особенность же этой области знания в том, что «наилучшего» численного метода и «наилучшей» модели обычно не существует, так как в одних условиях

лучшим будут один метод и одна модель, в то время как для других условий успешнее работает другой метод и/или другая модель. Понять и обосновать, какой же метод и какую модель выбрать как лучшие, можно лишь проводя вычислительные эксперименты с различными методами и моделями для различных задач и условий. Для этого нужно уметь осознанно планировать вычислительные эксперименты, обоснованно выбирать модель, 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 изучаете дисциплины общенаучного цикла, включая данный курс «*Моделирование сложных систем*».

Предлагаемый курс способствует этому, давая богатый набор индивидуальных 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 SCILAB или MATLAB, 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 промежуточного (устного) коллоквиума, промежуточного зачёта в конце Семестра 1 и финального устного экзамена в конце Семестра 2.

Студенты увидят, как математика и компьютеры применяются к изучению сложных систем (в смысле Определения 1, см. разд. 1), т.е. научатся придавать сложным задачам строгую (математическую) формулировку и научатся решать такие задачи. Эти умения будут проверены посредством семестровых лабораторных работ, которые мы рассматриваем как часть распределенных по времени зачёта (семестр 1) и экзамена (семестр 2).

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 приобретён посредством выполнения самостоятельной (домашней) работы по подготовке к выполнению заданий на лабораторные работы.

#### **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, для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ 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 (семестр 1) и ЭКЗАМЕН (семестр 2). Оценка «ЗАЧТЕНО» приравнивается к любой положительной оценке по числу набранных баллов (см. подробнее ниже). Соответ-

ственно, оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» приравнивается к неудовлетворительной оценке по числу набранных баллов.

- **Выставление финальной оценки**

Ваша оценка (выставляемая в конце каждого семестра) есть взвешенное среднее посещаемости (А), домашней работы (Н) и экзаменов (Е), где под "экзаменами" (см. выше Примечание и подробнее ниже) понимается учет не только промежуточных зачетов по отдельным лабораторным работам в течение семестра, но и теоретического коллоквиума в середине семестра, т.е. учитывается вся учебная работа студента 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» в семестре 1 или «ХОРОШО» в семестре 2.

**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

Е 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 (А)**

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

Ваша оценка за посещаемость (**А**) 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 (Н)**

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

По нашим курсам домашние задания обычно представляют собой задания на лабораторные работы (или проекты). В курсе «*Моделирование сложных систем*» мы предлагаем четыре лабораторных работы в Семестре 1 и семь лабораторных заданий в Семестре 2 примерно одинакового уровня сложности. Максимальное количество баллов **Н**, которое можно заработать за всю домашнюю работу в семестре, составляет **100**. Максимально

возможное число баллов за каждую лабораторную работу также составляет **100**. Реальное значение баллов, которое вы за неё заработаете, будет уменьшено, если защита данной работы студентом не отвечает всем требованиям, изложенным в учебном (методическом) материале к лабораторным работам. Реальное значение **Н** получается как среднее арифметическое от заработанных баллов по всем запланированным в семестре работам.

$$H = (LP1 + LP2 + LP3 + LP4) / 4 \quad \text{в Семестре 1.}$$

$$H = (LP1 + LP2 + \dots + LP7) / 7 \quad \text{в Семестре 2.}$$

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 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 среднее арифметическое от двух результатов: вашего письменного ответа на тест по время коллоквиума (ПК) и устного ответа (УО) на зачете (если последний для студента будет назначен) или на экзамене (экзамен обязателен для любого студента):

$$E = (ПК + УО) / 2.$$

Если студент доказал в Семестре 1 своим прилежанием и защитой лабораторных работ, что он может быть освобождён от устного зачёта, то для него в вышеприведённой формуле УО = 100 в Семестре 1. Как уже сказано, от экзамена студент не может быть освобождён.

При том, что письменный ответ на тест проверяет ваше умение быстро ориентироваться в основных определениях и теоретических положениях, устный зачет и также устный экзамен позволяют проверить ваше умение объяснять эти определения, аргументировать эти положения и делать из них логические выводы. В совокупности, эти (письменная и устная) части зачета и экзамена покрывают весь учебный курс. Для этого мы проводим один коллоквиум и промежуточный (устный) зачёт (в Семестре 1) и финальный экзамен (в Семестре 2). Устный зачёт может не проводиться также и для того студента, у которого любой результат устного зачёта не может изменить финальную оценку этого студента.

Все вопросы коллоквиума, зачёта и экзамена будут вам объявлены заранее – не позднее, чем за неделю. Если вы собираетесь пропустить коллоквиум (это должен быть уважительный пропуск), мы предпочтём, чтобы вы сделали эту работу раньше назначенного срока. Если вы не сможете сделать эту работу до назначенного срока, то примите все меры к тому, чтобы сделать ее в течение недели после контрольного срока. По истечении недели после этого вы получите ноль. Вы также получите ноль за неуважительный пропуск коллоквиума. Письменные результаты коллоквиума не переписываются.

Мы изменяем некоторые задания или делаем небольшие вариации в постановке зачетных вопросов письменного коллоквиума или устного зачета или устного экзамена по сравнению с теми, которые опубликованы в наших учебных материалах, были даны в

предыдущем семестре или показаны в этой рабочей программе или на сайте преподавателя. Об этом будет объявлено за две недели до коллоквиума, зачета или экзамена.

- **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. Ненормально, 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, к коллегам и преподавателю,  
– это достойно уважения!**

- **Студенческий кодекс**

**Приличное поведение в аудитории.** Примите все меры к тому, чтобы приходить на занятия вовремя.

Однако, 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. Кого меньше знают 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 зачета в конце первого семестра.**

1. Задачи и методы моделирования систем, возникающие в различных сферах человеческой деятельности.

2. Классификация моделей сложных систем и задач их исследования.
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. Типы и характеристики стохастических процессов.
8. Модели в частотной области детерминистских и стохастических систем.
9. Преобразование Лапласа и его свойства. Применение преобразования Лапласа для изучения систем.
10. Передаточная функция системы. Сигнальные графы.
11. Решение линейных детерминистских или стохастических дифференциальных и разностных уравнений.
12. Фундаментальные структурные свойства моделей (управляемость / наблюдаемость, другие ...).
13. Стандартные типы математических моделей (СУМ, СМ и КМ).
14. Построение формирующих фильтров стохастических процессов.
15. Задача ЛКГ-оценивания и общие результаты теории оценивания.
16. Структурные свойства моделей (управляемость и наблюдаемость).
17. Дискретный фильтр Калмана с линейными моделями систем.
18. Связь стохастической задачи оценивания с задачей регрессионного моделирования по методу наименьших квадратов (МНК).
19. Устойчивость систем. Разновидности устойчивости.
20. Элементы языка моделирования MATLAB.
21. Программирование математических моделей в MATLAB или SCILAB.

**Примерный перечень вопросов экзамена в конце второго семестра.**

1. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Непрерывное время: (1) Одномерный апериодический режим.
2. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Непрерывное время: (2) Размерность два – теорема Пуанкаре-Бендиксона.
3. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Непрерывное время: (3) Бифуркации Хопфа.
4. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Непрерывное время: (4) Высокие размерности – система Лоренца и хаос.
5. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Дискретное время: (1) Периодичность.
6. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Дискретное время: (2) Устойчивость решений.
7. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Дискретное время: (3) Бифуркации.
8. Нелинейные системы: Периодичность и хаос. Дискретное время: (4) Хаос и символическая динамика.
9. Фракталы: Канторово множество.
10. Фракталы: Теоремы о сжимающих отображениях
11. Фракталы: Системы итерирующих функций.
12. Фракталы: Алгоритмы рисования фракталов.
13. Фракталы: Фрактальная размерность.
14. Фракталы: Примеры – Фракталы в природе.
15. Комплексные динамические системы: Множества Жюлиа.
16. Комплексные динамические системы: Множество Мандельброта.

17. Комплексные динамические системы: Иллюстрация – Работа метода Ньютона
18. Комплексные динамические системы: Иллюстрация – Комплексные базисы.
19. Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях (оптимизация – классическая и неклассическая): Обучение с учителем и без учителя.
20. Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях (оптимизация – классическая и неклассическая): Принципы адаптации систем.
21. Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях (оптимизация – классическая и неклассическая): Параметрическая идентификация моделей систем.
22. Обучение, адаптация и идентификация систем, основанных на моделях (оптимизация – классическая и неклассическая): Задачи и методы обнаружения нарушений в системах.

Чтобы быть допущенным к экзаменационной сессии, 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 (Семестр 1). Экзамен предусмотрен в Семестре 2. Критерии формирования зачётной и экзаменационной оценок подробно изложены выше в подразделе 7.4 «Формы и методика текущего, промежуточного и итогового контроля». Итоговая оценка по данной дисциплине зависит в большей степени от учебной работы студента внутри семестра, чем от устного ответа на зачётной неделе или во время экзаменационной сессии.

## **8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащённой 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-1** способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень

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

**ОК-2** способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности

| Глубина знаний            | Цели (задачи), которые студент достигает  |
|---------------------------|---|
| 1. Формирование знания    | <p>1. Описывать отличительные особенности различных классов математических моделей.</p> <p>2. Называть базовые принципы математического моделирования.</p> <p>3. Давать определения типов физических / технических систем с точки зрения накопления или рассеяния энергии.</p> <p>4. Характеризовать номенклатуру переменных, описывающих отдельные типы физических систем.</p> |
| 2. Формирование понимания | <p>1. Объяснять связь между описанием динамической системы во временной области и в частотной области.</p> <p>2. Объяснять фундаментальные (структурные) свойства детерминистских и стохастических моделей динамических систем.</p> <p>3. Объяснять понятие передаточной функции системы, его применимость и её связь с моделью в пространстве состояний.</p>                   |
| 3. Способность применения | <p>1. Решать задачи моделирования вручную и с помощью пакетов прикладных программ и специального назначения.</p> <p>2. Осваивать новые пакеты прикладных программ.</p>  |

**ОК-3** умение свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения<sup>1</sup>

| Глубина знаний            | Цели (задачи), которые студент достигает   |
|---------------------------|--|
| 1. Формирование знания    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Читать и понимать специальные тексты по тематике моделирования (со словарём).</li> <li>2. Воспринимать содержание индивидуальных заданий к лабораторным работам, выдаваемых на английском языке.</li> <li>3. Называть основные этапы выполнения заданий, выдаваемых на английском языке.</li> </ol>  |
| 2. Формирование понимания | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснять содержание индивидуальных заданий к лабораторным работам, выдаваемых на английском языке.</li> <li>2. Сравнивать полученное студентом решение по заданию к лабораторным работам, выдаваемым на английском языке, с ответом, даваемым студенту также на английском языке.</li> </ol>  |
| 3. Способность применения | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбирать, читать и использовать дополнительную литературу на английском языке по тематике моделирования.</li> <li>2. Составлять аннотации на английском языке для их включения в отчёты студента по лабораторным работам.</li> <li>3. Делать на английском языке доклад (защиту) по выполненным лабораторным работам (проектам).</li> </ol> |

**ОК-6** способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

| Глубина знаний            | Цели (задачи), которые студент достигает   |
|---------------------------|--|
| 1. Формирование знания    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описывать отличительные особенности классов математических моделей в существенно различающихся сферах человеческой деятельности.</li> <li>2. Называть базовые принципы математического моделирования для физики, техники – с одной стороны, и для финансовых, экономических и других трудно формализуемых областей – с другой стороны.</li> </ol>  |
| 2. Формирование понимания | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отыскивать и отделять друг от друга экзогенные переменные и эндогенные переменные в существенно различающихся областях знания, например, в экологии, биологии или медицине.</li> <li>2. Устанавливать функциональные зависимости между экзогенными переменными и эндогенными переменными в сравнительно новых областях знания, например, в экологии, биологии или медицине.</li> </ol>   |
| 3. Способность применения | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уметь подбирать целесообразный тип модели для приложения в конкретной области, непосредственно не связанной со сферой деятельности.</li> <li>2. Записывать уравнения модели и численный алгоритм параметрической идентификации модели по методу наименьших квадратов для приложения в конкретной области, непосредственно не связанной со сферой деятельности.</li> <li>3. Планировать вычислительный эксперимент для параметрической идентификации модели по методу наименьших квадратов для приложения в конкретной области, непосредственно не связанной со сферой деятельности.</li> </ol> |

**ОК-7** способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)

| Глубина знаний            | Цели (задачи), которые студент достигает  |
|---------------------------|---|
| 1. Формирование знания    | 1. Описывать различие систем пакетов прикладных программ с точки зрения их пригодности в решении задач моделирования.<br>2. Назвать базовые принципы функционирования пакетов прикладных программ для моделирования систем.   |
| 2. Формирование понимания | 1. Объяснять назначение отдельных команд в различных пакетах прикладных программ для моделирования систем.<br>2. Объяснять законы построения программ в различных пакетах прикладных программ для моделирования систем.<br>3. Объяснять принципы визуализации результата моделирования в различных пакетах прикладных программ для моделирования. |
| 3. Способность применения | 1. Писать исходные тексты программ в различных пакетах прикладных программ для моделирования систем.<br>2. Компилировать программы в различных пакетах прикладных программ для моделирования систем в готовый к использованию результат математического моделирования и вычислительного эксперимента.   |