

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) \_\_\_\_\_ **Численные методы** \_\_\_\_\_

*наименование дисциплины (модуля)*

230700.62 «Прикладная информатика»

*(шифр и наименование направления)*

«Экономика»

*(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 Очно-заочная Учебный цикл Б2 (Математический и естественнонаучный)

*(Б2.В.3)*

<b>Трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>		
<b>Отчетность</b>		<b>Всего учебных занятий</b>	<b>72</b>
Экзамен(ы)	-	<i>(в академических часах)</i>	
Зачет	3 семестр	<i>аудиторных, из них:</i>	<b>32</b>
Курсовой проект	-	лекций	16
Курсовая работа	-	лабораторных	16
Контрольная(ые)	3	практических (семинарских)	-
работа(ы)	-	контроль самостоятельной	-
Реферат(ы)	-	работы студентов	
Эссе	-	<i>самостоятельных</i>	40
РГР	-	<i>экзамен(ы)</i>	-

Ульяновск

2011

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО и учебного плана УлГТУ направления 230700.62 «Прикладная информатика» на кафедре «Информационные системы» факультета Информационных систем и технологий.

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

\_\_\_\_\_

(подпись)

Семушин 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 и задачей преподавания дисциплины являются: формирование базовых навыков и умений в области разработки компьютерно–ориентированных алгоритмов решения численных задач, возникающих в процессе математического моделирования законов реального мира, анализа и оптимизации систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

### 2.1. Цикл, к которому относится дисциплина

Б2.В.2. Математический и естественнонаучный. Вариативная часть. Профильная дисциплина (обязательная).

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

Из курса «Программирование» студенты должны

- знать современные принципы алгоритмизации, структуру программы, базовые типы данных, управляющие конструкции языка, правила оформления программного кода;
- уметь применять приемы и методы программирования, осуществлять компиляцию и выполнение программы; анализировать программу на предмет эффективности человеко-машинного взаимодействия, оптимальности программного решения;
- владеть навыками разработки и отладки программ на языках высокого уровня, навыками оптимизации программного кода.

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

Б2.Б.3 – «Теория систем и системный анализ», Б2.В.4 –«Исследование операций».

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

*Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:*

- способность ставить и решать прикладные задачи, требующие применения численных методов (ЧМ), с использованием современных информационно–коммуникационных технологий (ПК-4);
- способность применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях (ПК-17);
- способность применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы (ПК-10);
- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к саморазвитию (ОК-5);
- способность работать в коллективе, нести ответственность за поддержание партнёрских, доверительных отношений (ОК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

–*знать* современные принципы алгоритмизации и структуру программ, реализующих основные численные методы;

–*уметь* применять методики эффективного программирования для численного решения задач вычислительной линейной алгебры;

–*владеть* навыками программирования численных методов и навыками проведения серий вычислительных экспериментов для их тестирования.

#### 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.:			32						32
- лекции			16						16
- лабораторные работы			16						16
- практические занятия			-						-
- семинары			-						-
Контроль самостоятельной работы			-						-
Самостоятельная работа в процессе теоретического обучения, в т.ч.:			40						40
- проработка теоретического курса			10						10
- курсовая работа (проект)			-						-
- расчетно-графические работы			-						-
- реферат			-						-
- эссе			-						-
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ			18						18
- самотестирование			-						-
- подготовка к зачету*			12						12
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену, предэкзаменационные консультации и сдача экзамена			-						-
<b>Итого</b>			<b>72</b>						<b>72</b>
Вид промежуточной аттестации			кр**						
	<b>Общая трудоемкость 2 ЗЕТ</b>								

\*включая сдачу \*\*контрольные работы (3: на 5-й, 10-й и 15-й неделях семестра)

## 4.2. Тематический план изучения дисциплины

Таблица 2

## Тематический план изучения дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов					Самостоятельных	Всего часов
		Аудиторных						
		Лекции	Практ. (сем.) занятия	Лабораторные работы	КСР*			
1	Введение	1	0	0	0	0	1	
2	Системы линейных алгебраических уравнений	11	0	16	0	28	55	
3	Метод наименьших квадратов	2	0	0	0	8	10	
4	Корни нелинейных уравнений	2	0	0	0	4	6	
	<b>Итого часов</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>72</b>	

\* КСР – контроль самостоятельной работы

## 4.3. Теоретический курс

Таблица 3

Раздел, тема учебной дисциплины, содержание темы	Номер лекции	Количество часов	
		Лекции	СРС
<b>4 семестр</b>			
Раздел 1. Введение. 1.1. Структура учебного курса численных методов. 1.2. Структура учебных заданий и правила формирования оценок.	1	1	0
Раздел 2. Системы линейных алгебраических уравнений.	1-6	11	5
2.1. Прямые методы решения систем	1-3	4	2
2.1.1. LU-разложение и методы Гаусса и Гаусса-Жордана		1	0,5
2.1.2. Решение систем с выбором главного элемента		1	0,5
2.1.3. Вычисление обратной матрицы		1	0,5
2.1.4. Метод квадратного корня и разложение Холецкого		1	0,5
2.2. Плохая обусловленность и анализ ошибок	3	1	1
2.2.1. Нормы вектора и матрицы. Число обусловленности.			0,5
2.2.2. Лемма Банаха. Теорема о полной погрешности решения линейных систем			0,5
2.3. Методы ортогонального приведения	4-5	4	1
2.4. Итерационные методы решения систем	6	2	1
Раздел 3. Метод наименьших квадратов	7-8	2	2
3.1. Нормальные уравнения (НУ)	7	0,5	0,5
3.2. Статистическая интерпретация МНК-решения	7	0,5	0,5
3.3. Включение априорных данных в процесс решения НУ	8	0,5	0,5
3.4. Последовательные алгоритмы МНК	8	0,5	0,5
Раздел 4. Корни нелинейных уравнений	9	2	3
4.1. Метод простой итерации.		1	1
4.2. Метод Ньютона. Другие методы		1	2
<b>Итого</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>10</b>

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

#### 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	Стандартные алгоритмы LU-разложения	2, 2.1, 2.1.1-2.1.3	Демонстрация программы, собеседование	7	7
2	Метод Холесского для положительно определенных матриц	2, 2.1, 2.1.4	Демонстрация программы, собеседование	5	5
3	Ортогональные преобразования	2, 2.3	Демонстрация программы, собеседование	4	6
1-3	<b>ИТОГО</b> за 4-й семестр (три лабораторные работы)	2, 2.1-2.3	Демонстрация программ, собеседование	<b>16</b>	<b>18</b>

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

Учебным планом направления 230700.62 «Прикладная информатика» *эти виды учебной работы студента* не предусмотрены.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Таблица 6

Программа самостоятельной работы студентов

Виды СРС	Номера разделов и тем дисциплины	Сроки выполнения	Объем, часов	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
Проработка теории по разд.2 «Системы линейных алгебраических уравнений» + Решение задач по теме лаб.раб. №1 «Стандартные алгоритмы LU-разложения»	2, 2.1, 2.1.1-2.1.3	1-4 недели 4-го семестра	5+7=12	Контрольная работа №1 (5-я неделя)
Проработка теории по разд.3 «Метод наименьших квадратов» +Решение задач по теме лаб.раб. №2 «Метод Холесского для положительно определенных матриц» к лаб.раб.№2	2, 2.1, 2.1.4, 3	6-9 недели 4-го семестра	2+5=7	Контрольная работа №2 (10-я неделя)

Проработка теории по разд.4 «Корни нелинейных уравнений» +Решение задач по теме лаб.раб. №3 «Ортогональные преобразования»	2, 2.3, 4	11-14 недели 4-го семестра	3+6=9	Контрольная работа №3 (15-я неделя)
Подготовка к зачету	2.2, 2.4, 3, 4	17 неделя 4-го семестра	12	зачет
<b>Всего</b>			<b>40</b>	

**4.7. 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	Б2.Б.3 – «Теория систем и системный анализ»	2, 3, 4
2	Б2.В.4 –«Исследование операций»	2, 4

\* 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 активно 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. геор. курса**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 2: Системы линейных алгебраических уравнений	ПК-4/1 ПК-10/1	ПК-4/2 ПК-10/2			ПК-4/3 ПК-10/3 ОК-5/3			ОК-5/2 ПК-4/2 ОК-3/3

2	Раздел 3: Метод наименьших квадратов	ПК-17/1	ПК-17/2						ОК-5/3
3	Раздел 4: Корни нелинейных уравнений	ПК-17/1	ПК-17/2						ОК-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** (подробно объявлена на сайте кафедры ведущего преподавателя <http://staff.ulsu.ru/semushin/> с возможностью скачивания):

1. **Вержбицкий, Валентин Михайлович.** Основы численных методов. М., 2002.
2. **Семущин, Иннокентий Васильевич.** Численные методы алгебры. Ульяновск, Ул-ГТУ, 2006.
3. **Турчак, Леонид Иванович.** Основы численных методов. 2-е изд, перераб. и доп. М., 2003.
4. **Лапчик, Михаил Павлович.** Численные методы. 2-е изд., стер. М., 2005.
5. **Вержбицкий, Валентин Михайлович.** Основы численных методов. 2-е изд., перераб. М., 2005.

**Дополнительная литература** (подробно объявлена на сайте кафедры ведущего преподавателя <http://staff.ulsu.ru/semushin/> с возможностью скачивания):

6. Костомаров, Д.П. Вводные лекции по численным методам: Учеб. пособие / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский. - М.: Логос, 2004. - 184 с.
7. Калиткин, Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978.

#### **Интернет-ресурсы:**

1. Сайт ведущего преподавателя <http://staff.ulsu.ru/semushin/>
2. Лекции по численным методам Ионкина Н.И. в архиве RAR. Факультет ВМиК МГУ.  
[http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=visit&lid=13308](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=visit&lid=13308)  
[http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=visit&lid=13308](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=visit&lid=13308)
3. Программа курса лекций (32 лекции) по методам вычислений. Лекции читаются с 1996 года на IY курсе Мех-мата МГУ, поток математической экономики.  
[http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=visit&lid=489](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=visit&lid=489)  
[http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=visit&lid=489](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=visit&lid=489)



4. Методическое пособие по курсу "Введение в численные методы".

<http://www.ergeal.ru/archive/cs/chm/?page=/archive/cs/chm>  
[http://www.ergeal.ru/archive/cs/chm](http://www.ergeal.ru/archive/cs/chm/?page=/archive/cs/chm)

5. Учитель.ру. URL: <http://www.uchites.ru/informatika/pascal>

6. Теория погрешностей и машинная арифметика.

<http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/student/vvm/examples.asp>  
<http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/student/vvm/examples.asp> Примеры решения типовых задач.

Все примеры решены в среде математического пакета Mathcad, документы Mathcad (Mathcad 2000) доступны для просмотра и скачивания. После каждого примера помещена ссылка на соответствующую теоретическую справку

7. Библиотека алгоритмов.

<http://doors.infor.ru/allsrsgalg/index.html>  
<http://doors.infor.ru/allsrsgalg/index.html> Сборник алгоритмов из разных областей математики: алгебра, численные методы, теория графов, математический анализ и другие. Алгоритмы выполнены в виде блок-схем, для просмотра которых требуется специальный редактор, демоверсия которого предоставляется на этом же сайте.

### **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. Пакет прикладных программ FreePascal 2.2.2
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**

Курс «Численные методы» в университетах России преследует следующие цели:

1. Заложить базовые умения и навыки в области разработки вычислительных алгоритмов решения задач, возникающих в процессе математического моделирования законов реального мира;
2. Обеспечить понимание основных идей численных методов, особенностей и условий их применения;
3. Подготовить студентов к применению этих знаний в дальнейшей учебе и практической деятельности.

При изучении данного курса значительную часть времени отводят на «Численные методы алгебры». Эту часть общего курса называют также «Численные методы – I». Когда акцент в этом курсе делают на вычислительные алгоритмы, используют термин «Вычислительная линейная алгебра». Согласно требованиям Федерального Государственного образовательного стандарта, к этой части численных методов относят следующие темы:

- тема 1 -- методы исключения в решении систем;
- тема 2 -- разложения Холецкого положительно определенных матриц;
- тема 3 -- методы ортогональных преобразований;
- тема 4 -- итерационные методы решения систем;
- тема 5 -- методы решения нелинейных уравнений;
- тема 6 -- методы решения проблемы собственных значений матриц.

**Примечание.** Последнюю тему из-за ее сложности и нехватки времени не рекомендуем включать. В качестве дополнительных тем в часть I иногда включают линейное программирование, но эти вопросы мы исключаем по тем же причинам.

В рекомендуемое учебное пособие (И.В. Семушин, Численные методы алгебры) включены первые три темы из приведенного списка тем. На них и рекомендуем делать упор.

Значение «Численных методов алгебры» во многих областях науки и техники трудно переоценить, --- оно растет очень быстро. В связи с этим важно, чтобы студенты, готовящиеся стать специалистами в области Прикладной информатики обладали истинно глубокими знаниями, т.е. знаниями, имеющими для них практическую ценность в их будущей деятельности. Такое знание достигается не схоластическим изучением теории и не решением элементарных задач в классе, но реальной проектной работой по созданию серьезных программных продуктов высокого (почти) профессионального уровня, воплощающих эти численные методы. В связи с этим рекомендуемое пособие использует так называемый **проектно-ориентированный подход**, при котором студенты получают необходимый теоретический материал и закрепляют эти знания в практических лабораторных проектах. После этого итоговая проверка знаний по курсу «Численные методы» проводится в форме решения задач в течение семестра или же методом тестирования. Последнее предполагает умение быстро отыскивать правильный ответ, решать простые задачи и анализировать алгоритмы. Надеемся, что при таком подходе к преподаванию и изучению студент лучше поймет и оценит этот важный предмет.

### ***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 аналитического мышления.

Допустим, вы этим обладаете и смогли придать задаче математическую форму, т.е. дали правильную математическую постановку задачи; 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 лучший, 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 компьютерная подготовка, чтобы выжить на рынке труда и успешно функционировать среди грамотных 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 информатики, программирования и численных методов.

Курс численных методов способствует этому, давая богатый набор индивидуальных заданий. Эти задания отличаются тем, что они всегда имеют своим существенным этапом вашу личную компьютерную реализацию изучаемых методов, тем самым закрепляя и актуализируя знание теории.

В этом курсе мы преследуем три конкретные цели для студентов:

Студенты научатся обосновывать положения математической теории численных методов, т.е. 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 решать 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 высокого (почти профессионального) уровня и применения компьютеров посредством написания, отладки и многочисленных прогонов своих программ. Приобретенный опыт будет проверен посредством выполнения домашних заданий на лабораторные работы, которые по своей значимости можно трактовать как учебные программные 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, выполнения курсовой работы и подготовка к экзамену и 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 (А), домашней работы (Н) и экзаменов (Е), 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 недели 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 (Н)**

Вам будет предложен ряд домашних заданий, которые - по нашему предположению - вы выполните и сдадите. 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). Обычно мы предлагаем выполнить 3 таких работы за семестр, т.е. выдаем 3 задания. Максимальное количество баллов **Н**, которое можно заработать за всю домашнюю работу, составляет **100**. Эти **100** баллов мы разделяем определенным образом между общим числом выданных домашних заданий.

Например, если мы выдаем на семестр 3 задания на лабораторные работы, то за выполненную безупречно и в полном объеме лабораторную работу №1 студент заработает **50** баллов, причем по срокам эта работа должна предшествовать всем последующим. Далее, за выполненную безупречно и в полном объеме лабораторную работу №2 студент заработает **25** баллов и за выполненную безупречно и в полном объеме лабораторную работу №3 - также **25** баллов. Это 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, уст-

ный 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. 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 дадите ответ на хорошую оценку.** И обратно: *Если при ответе на устном зачете по этой теме вы НЕ дадите 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 приходиться 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.
- Проверьте 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 зачета**

1. Теорема о существовании и единственности  $\{LU\}$ -разложения. Связь разложения и метода Гаусса исключения неизвестных.
2. Теорема о существовании и единственности  $\{UL\}$ -разложения. Связь разложения и метода Гаусса исключения неизвестных.
3. Метод Гаусса: расчетные формулы и подсчет числа действий умножения/деления в процедуре факторизации матрицы.
4. Метод Гаусса: расчетные формулы и подсчет числа действий умножения/деления в процедурах прямой и обратной подстановки.
5. Элементарные треугольные матрицы. Теорема об алгоритме  $\{LU\}$ -разложения с замещением исходной матрицы матрицами  $L$  и  $U$ .
6. Элементарные треугольные матрицы. Теорема об алгоритме  $\{UL\}$ -разложения с замещением исходной матрицы матрицами  $U$  и  $L$ .
7. Метод Гаусса с выбором главного элемента (ГЭ): стратегии и программная реализация. Выбор ГЭ по строке и решение систем.
8. Теорема о методе Гаусса (об  $\{LU\}$ -разложении) с выбором главного элемента по столбцу активной подматрицы.
9. Теорема о методе Гаусса (об  $\{LU\}$ -разложении) с выбором главного элемента по строке активной подматрицы.
10. Вычисление определителя и обращение матрицы (два способа) с учетом выбора главного элемента.
11. Метод Гаусса-Жордана: теорема об алгоритме  $\{LU\}$ -разложения с получением  $U^{-1}$ . Подсчет числа действий умножения/деления.
12. Метод Гаусса-Жордана: теорема об алгоритме  $\{UL\}$ -разложения с получением  $L^{-1}$ . Подсчет числа действий умножения/деления.
13. Компактные схемы: вариант  $\{LU\}$ -разложения. Алгоритм и пример.
14. Компактные схемы: вариант  $\{UL\}$ -разложения. Алгоритм и пример.
15. Алгоритмы  $\{LU\}$ -разложения с исключением по столбцам и по строкам. Примеры.
16. Алгоритмы  $\{UL\}$ -разложения с исключением по столбцам и по строкам. Примеры.
17. Положительно-определенные матрицы и разложения Холесского. Вывод алгоритмов Холесского из алгоритмов  $\{LU\}$ -разложения.
18.  $LL^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод по методу квадратичных форм.
19.  $LDL^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод по методу квадратичных форм.
20.  $UU^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод по методу квадратичных форм.
21.  $UDU^T$ -разложение положительно-определенных матриц: вывод по методу квадратичных форм.
22. Нормы вектора и матрицы. Норма с индексом бесконечность. Оценка для собственных значений через норму матрицы.
23. Число обусловленности системы линейных алгебраических уравнений. Свойства стандартного числа обусловленности.
24. Обращение возмущенных матриц (лемма Банаха).
25. Полная оценка относительной погрешности решения линейных систем.



26. Прямой и обратный анализы ошибок. Приемлемое решение неопределенной системы.
27. Элементарные отражения Хаусхолдера: прямая и обратная задачи.
28. Ортогональные преобразования Хаусхолдера: приведение матрицы к верхней треугольной форме.
29. Элементарные плоские вращения Гивенса. Приведение матрицы к верхней треугольной форме вращениями Гивенса.
30. Решение систем и обращение матрицы после приведения матрицы к верхней треугольной форме ортогональными преобразованиями (Хаусхолдера или Гивенса).
31. Итерационные методы. Классические методы Якоби и Зейделя.
32. Каноническая форма и разновидности итерационных методов.
33. Определение сходимости итерационных методов.
34. Теорема о сходимости стационарного одношагового метода с симметрической положительно-определенной матрицей системы.
35. Следствие о сходимости метода Якоби для задач со строгим диагональным преобладанием матрицы системы.
36. Следствие о сходимости метода верхней релаксации для задач с симметрической положительно-определенной матрицей системы.
37. Следствие о сходимости метода простой итерации для задач с симметрической положительно-определенной матрицей системы.
38. Необходимое и достаточное условие сходимости стационарных одношаговых итерационных методов. Необходимость.
39. Достаточное условие сходимости стационарных итерационных методов: случай полной системы собственных векторов матрицы  $S$ , -- переходной матрицы погрешности.
40. Достаточное условие сходимости стационарных итерационных методов: случай неполной системы собственных векторов матрицы  $S$ , -- переходной матрицы погрешности.
41. Апостериорная оценка погрешности итерационных методов.
42. Задача линейных наименьших квадратов. Нормальные уравнения и нормальное псевдорешение.
43. Статистическая интерпретация решения задачи линейных наименьших квадратов.
44. Рекурсия в задаче линейных наименьших квадратов. Информационная форма.
45. Рекурсия в задаче линейных наименьших квадратов. Ковариационная форма.
46. Метод простой итерации решения одного уравнения с одним неизвестным.
47. Метод Ньютона решения одного уравнения с одним неизвестным.
48. Сходимость метода Ньютона решения одного уравнения с одним неизвестным.
49. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.

### ***7.6. Критерии формирования экзаменационной (зачётной) 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 схем алгоритмов, численных примеров и решенных задач.

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 сети 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-4** способность ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий<sup>1</sup>

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	1. Называть языки программирования высокого уровня, их отличительные особенности и пригодность для программирования численных методов. 2. Перечислять этапы решения прикладных задач от постановки задачи до выполнения на ЭВМ в области численных методов. 3. Называть основные устройства ввода-вывода информации при выполнении программ численных методов.
2. Формирование понимания	1. Объяснять процесс решения задачи (лекционного примера) на языке блок-схем. 2. Описывать процесс решения задачи (лекционного примера) средствами языка программирования.
3. Способность применения	1. Составлять блок-схему алгоритма решения задачи по индивидуальному варианту. 2. Воспроизводить порядок действий по созданию и отладке программы. 3. Писать и отлаживать программы численных методов большого объема (1500-2000 строк программного кода) на языке высокого уровня.

<sup>1</sup> Здесь и далее: подчеркиванием выделена часть компетенции, формируемая данной дисциплиной

**ПК-10** способность применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описывать структуру программы задач вычислительной линейной алгебры: называть компоненты (разделы), порядок их расположения в программе.</li> <li>2. Называть базовые типы данных, описывать их и генерировать исходные числовые данные для вычислительного эксперимента.</li> <li>3. Перечислять структурированные типы данных, описывать их.</li> <li>4. Перечислять базовые управляющие конструкции языка программирования (операторы), приводить их типовое описание.</li> </ol>
2. Формирование понимания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснять назначение элементов программы (типов, констант, переменных и др.) и методов оценивания точности численного решения задач.</li> <li>2. Объяснять причины плохой численной обусловленности решения задач, различие между плохой численной обусловленностью задачи и численного метода ее решения..</li> <li>3. Описывать назначение каждого этапа планирования и проведения вычислительного эксперимента.</li> </ol>
3. Способность применения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрабатывать, отлаживать и тестировать этапы преобразования исходных данных, этапы решения систем уравнений, вычисления детерминанта и обратной матрицы по индивидуальному варианту лабораторной работы.</li> <li>2. Корректировать код программы для отладки и улучшения алгоритма или оптимизации используемых ресурсов.</li> </ol>

**ПК-17** способность применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описывать структуру численного метода и порядок выполнения действий.</li> <li>2. Называть способы получения (имитации) исходных данных численного метода.</li> <li>3. Свободно переходить от скалярной записи численного метода к его векторно-матричной форме и наоборот.</li> </ol>
2. Формирование понимания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснять назначение элементов программы численного метода (типов, констант, переменных, исходных и промежуточных данных).</li> <li>2. Объяснять назначение базовых процедур для реализации численного метода.</li> <li>3. Описывать назначение каждого этапа по созданию, отладке и тестированию программы численного метода.</li> </ol>
3. Способность применения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравнить различные численные методы для решения одной и той же задачи по основным показателям: точность, затраты памяти и процессорного времени.</li> <li>2. Идентифицировать численный метод, отвечающий требованиям качества к процессу решения.</li> <li>3. Находить аргументы в пользу выбора того или иного численного метода для решения конкретной прикладной задачи.</li> </ol>

**ОК-3** способность работать в коллективе, нести ответственность за поддержание партнерских, доверительных отношений

Глубина знаний	Цели (задачи), которые студент достигает
1. Формирование знания	1. Называть основные схемы распределения ответственности при разработке группового проекта. 2. Различать технологии проектирования «снизу-вверх» и «сверху-вниз». 3. Различать этапы проектирования: от эскизного проекта до опытного образца.
2. Формирование понимания	1. Объяснять принадлежность разрабатываемого программного продукта к одному из классов в соответствии с системой ЕСПД. 2. Объяснять назначение отдельных компонентов группового проекта и последовательность их разработки во времени. 3. Объяснять принципы отладки и тестирования многокомпонентного программного продукта.
3. Способность применения	1. Разрабатывать план испытаний группового проекта, отлаживать и тестировать индивидуальную задачу в составе группового проекта программного продукта. 2. Корректировать код индивидуальной программы по результатам испытаний группового проекта.