



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель образовательной программы

А.С. Величко

«30» июня 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио заведующего кафедрой
математических методов в экономике

А.С. Величко

«30» июня 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Вычислительные методы
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 1
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 час. / пр. 0 час. / лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) 3
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению 01.03.04 «Прикладная математика», самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол № 12 от «30» июня 2016 г.

Врио заведующего кафедрой математических методов в экономике, к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко

Составитель:

доцент кафедры информатики, математического и компьютерного моделирования к.ф.-м.н.,
доцент А.Г. Колобов

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Вычислительные методы» предназначена для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 1-м семестре. Дисциплина входит в обязательные дисциплины вариативной части блока «Дисциплины (модули)».

Особенности построения курса: лекции (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (45 часов), подготовка к экзамену (27 часов).

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: методы решения систем линейных алгебраических уравнений, итерационные, градиентные методы, решение проблемы собственных значений.

Цель – ознакомить с методами решения прикладных задач современной вычислительной математики: численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, численные методы решения проблемы собственных значений.

Задачи:

- освоение методов решения прикладных задач современной вычислительной математики: численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, численные методы решения проблемы собственных значений,
- освоить выбор необходимых методов и алгоритмов, используемых при решении практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Вычислительные методы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью

использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК 2 - способность разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления	Знает	способы построения и анализа свойств двухслойных итерационных методов
	Умеет	употреблять специальную математическую символику для анализа задач линейной алгебры, анализировать результаты и оценивать погрешность численного решения
	Владеет	методами разработки вычислительных алгоритмов для решения современных задач линейной алгебры
ПК-1 - способностью и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	Знает	методы разработки вычислительных алгоритмов для решения современных задач линейной алгебры
	Умеет	разрабатывать алгоритмы численного решения практических задач
	Владеет	практическим опытом решения систем линейных алгебраических уравнений и проблемы собственных значений

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Матричные нормы, обусловленность (6 часов).

Тема 1. Подчиненные, согласованные матричные нормы (4 часа).

Определение линейного нормированного пространства. Определение нормы вектора, матрицы. Линейные преобразования. Подчиненные, согласованные матричные нормы. Примеры норм. Свойства подчиненных норм. Вычислительные формулы для подчиненных матричных норм, соответствующих векторным, доказательства этих формул.

Тема 2. Число обусловленности матрицы. Определение. Вычислительная формула (2 часа).

Определение числа обусловленности матрицы, системы линейных алгебраических уравнений, его смысл. Относительное возмущение решения, относительное возмущение правой части системы. Плохо обусловленная, хорошо обусловленная матрица, система линейных алгебраических уравнений. Формула для вычисления числа обусловленности матрицы. Пример решения плохо обусловленной системы линейных алгебраических уравнений.

Раздел II. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (6 часов).

Тема 1. Метод Гаусса (1 час).

Определение метода последовательных приближений. Алгоритм метода Гаусса. Прямой ход метода Гаусса. Ведущий элемент шага. Обратный ход метода Гаусса. Достаточное условие выполнимости алгоритма.

Тема 2. LU – разложение (1 час).

Элементарные преобразования со строками матрицы. Равносильность элементарного преобразования умножению на матрицу слева. Необходимое условие LU – разложения. Достоинства LU – разложения. Обращение матрицы с помощью LU – разложения.

Тема 3. Метод квадратного корня (1 час).

LDV – разложение, его единственность. W^*W – разложение для симметрической, положительно определенной матрицы. Скалярные формулы для W^*W – разложения.

Тема 4. QR – разложение (2 часа).

Ортогональное преобразование отражения. Матрица ортогонального преобразования отражения. Семь свойств матрицы ортогонального преобразования отражения. Первый шаг QR – разложения. (Выбор вектора нормали. Вычислительные формулы для элементов преобразованной матрицы). К-тый шаг QR – разложения. (Выбор вектора нормали.

Вычислительные формулы для элементов преобразованной матрицы).
Существование QR – разложения. Решение системы уравнений с помощью QR – разложения.

Тема 5. Метод окаймления (1 час).

Идея метода окаймления. Вывод формул получения элементов обратной матрицы. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Раздел III. Двухслойные итерационные методы (2 часа).

Тема 1. Двухслойные итерационные методы (1 час).

Сходимость итерационных методов. Двухслойные итерационные методы. Итерационный параметр. Стационарные, нестационарные методы. Вектор погрешности, вектор невязки. Матрица перехода двухслойного итерационного процесса. Асимптотическая скорость сходимости.

Тема 2. Критерий сходимости двухслойного итерационного процесса (1 час).

Критерий сходимости двухслойного итерационного процесса. Необходимое условие сходимости стационарного двухслойного итерационного процесса. Вспомогательная лемма об ограниченности подобной матрицы. Доказательство достаточности сходимости стационарного двухслойного итерационного процесса. Достаточное условие сходимости стационарного двухслойного итерационного процесса (Ограниченность норм матрицы перехода).

Раздел IV. Стационарные итерационные методы (8 часов).

Тема 1. Метод простой итерации (2 часа).

Определение метода простой итерации. Оптимальность асимптотической скорости сходимости для симметрической, положительно определенной матрицы. Оптимальный шаг итерационного процесса.

Тема 2. Метод Якоби (2 часа).

Вычислительная формула метода Якоби. Матрица перехода. Строгое диагональное преобладание матрицы. Теорема Адамара. Следствие из

теоремы Адамара. Теорема Гершгорина. Достаточное условие сходимости метода Якоби.

Тема 3. Метод Зейделя (1 час).

Вычислительная формула метода Зейделя. Матрица перехода. Критерий сходимости метода Зейделя. Достаточное условие сходимости метода Зейделя (строгое диагональное преобладание). Достаточное условие сходимости метода Зейделя (положительная определенность и симметричность матрицы). Геометрическая интерпретация метода Зейделя.

Тема 4. Метод последовательной верхней релаксации (3 часа).

Связь метода последовательной верхней релаксации с методом Зейделя (полной релаксации). Частичная релаксация. Релаксационный параметр. Вычислительная формула метода последовательной верхней релаксации. Матрица перехода. Критерий сходимости метода последовательной верхней релаксации. Достаточное условие сходимости метода последовательной верхней релаксации. Практическое использование метода последовательной верхней релаксации.

Раздел V. Нестационарные итерационные методы(4 часа).

Тема 1. Многочлены Чебышева (1 час).

Рекуррентная вычислительная формула. Вычислительная формула для $|x| \leq 1$. Вычислительная формула для произвольного аргумента. Корни многочленов Чебышева, точки экстремумов. Лемма о наименее уклоняющихся от нуля многочленах на интервале $[-1,1]$. Лемма о наименее уклоняющихся от нуля многочленах на интервале $[a,b]$.

Тема 2. Метод Рундсона (2 часа).

Нестационарный итерационный метод. Разрешающая матрица. Минимизация нормы разрешающей матрицы в случае симметрической, положительно определенной матрицы. Связь собственных значений разрешающей матрицы и матрицы системы линейных алгебраических уравнений. Лемма о наименее уклоняющемся от нуля многочлене.

Тема 3. Чебышевский набор параметров (1 час).

Чебышевский итерационный метод. Скорость сходимости. Оптимизация скорости сходимости. Сравнение чебышевского итерационного метода с методом простой итерации. Циклический вариант метода. Неустойчивость чебышевского итерационного метода. Перемешивание параметров в циклическом наборе.

Раздел VI. Градиентные методы (2 часа).

Тема 1. Метод наискорейшего градиентного спуска (1 час).

Градиентные методы. Метод наискорейшего градиентного спуска. Задача минимизации функционала $F(y) = (Ay, y) - 2(f, y)$. Вектор градиент. Нахождение параметра метода.

Тема 2. Теорема о сходимости метода наискорейшего градиентного спуска (1 час).

Теорема о сходимости метода наискорейшего градиентного спуска. Сравнение с оптимальным одношаговым процессом. Оценка нормы погрешности. Сравнение с методом простой итерации.

Раздел VII. Вариационное описание собственных значений симметрической матрицы (2 часа).

Тема 1. Вариационное описание собственных значений симметрической матрицы (2 часа).

Возможная неустойчивость вычислительных алгоритмов поиска собственных значений произвольных матриц. Пример плохой обусловленности по отношению к проблеме собственных значений. Преобразования подобия. Вариационное описание собственных значений симметрической матрицы. Отношение Рэлея. Использование ортогонального преобразования подобия. Вариационное описание минимального собственного значения симметрической матрицы. Вариационное описание второго и последующих собственных значений симметрической матрицы.

Неравенство для произвольного собственного значения симметрической матрицы. Пересечение произвольного подпространства размерности $n - i + 1$ и подпространства, порожденного собственными векторами, с первого по i

включительно. Вывод вариационного принципа Куранта-Фишера. Следствие 1 из вариационного принципа Куранта-Фишера. Следствие 2 из вариационного принципа Куранта-Фишера.

Раздел VIII. Решение полной проблемы собственных значений (4 часа).

Тема 1. Метод вращения решения проблемы собственных значений (3 часа).

Ортогональное преобразование подобия. Ортогональная матрица вращения. Опорные элементы. Типичный шаг метода вращения. Обнуление максимального по модулю элемента матрицы. Сохранение симметричности формы матрицы. Правило определения опорных элементов. Сходимость метода вращений к диагональной матрице. Доказательство вспомогательного утверждения. Метод вращений в целом. Оценка погрешности метода. Вычисление собственных векторов. Практический способ определения опорных элементов.

Тема 2. QR – алгоритм решения проблемы собственных значений (1 час).

QR – разложение невырожденной матрицы. Приведение матрицы к нормальной жордановой форме. Случай вещественных и различных по модулю собственных значений. QR – алгоритм решения проблемы собственных значений. Теорема о сходимости последовательности матриц к верхней треугольной матрице. Матрица Хессенберга. Приведение матрицы к верхней почти треугольной форме. QR – алгоритм для матриц в форме Хессенберга.

Раздел IX. Решение частичной проблемы собственных значений (2 часа).

Тема 1. Метод прямых итераций (1 час).

Нахождение максимального по модулю собственного значения матрицы. Полная система собственных векторов. Нормировка последовательности собственных векторов. Сходимость итерационного

процесса к собственному вектору, соответствующему максимальному по модулю собственному значению. Выделение максимального по модулю собственного значения матрицы.

Тема 2. Метод обратных итераций (1 час).

Нахождение минимального по модулю собственного значения матрицы. Полная система собственных векторов. Нормировка последовательности собственных векторов. Сходимость итерационного процесса к собственному вектору, соответствующему минимальному по модулю собственному значению. Выделение минимального по модулю собственного значения матрицы.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Занятие 1. Матричные нормы, обусловленность. Подчиненные, согласованные матричные нормы (4 часа).

Занятие 2. Метод Гаусса. LU – разложение (4 часа).

Занятие 3. Метод квадратного корня (2 часа).

Занятие 4. QR – разложение. Решение системы линейных алгебраических уравнений с помощью QR – разложения (4 часа).

Занятие 5. Метод окаймления обращения матриц (2 часа).

Занятие 6. Метод простой итерации (2 часа).

Занятие 7. Метод Якоби. Метод Зейделя (2 часа).

Занятие 8. Метод последовательной верхней релаксации (2 часа).

Занятие 9. Метод Рундсона (4 часа).

Занятие 10. Метод наискорейшего градиентного спуска (2 часа).

Занятие 11. Метод вращения решения проблемы собственных значений (4 часа).

Занятие 12. Решение частичной проблемы собственных значений (4 часа).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Вычислительные методы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы дисциплины, этапы формирования компетенций, виды оценочных средств, зачетно-экзаменационные материалы, комплекты оценочных средств для текущей аттестации, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература
(электронные и печатные издания)

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 636с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4397
2. Волков, Е.А. Численные методы / Е.А. Волков. – СПб.: Лань, 2008. – 256с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=54
3. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 240с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56911
4. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – СПб: Лань, 2011. – 672с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2025

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Шевцов, Г. С., Крюкова О.Г., Мызникова Б. И. Численные методы линейной алгебры / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. – СПб.: Лань, 2011. – 496с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1800
2. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб / Н.Н. Калиткин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 586с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350803>
3. Амосов А.А. Вычислительные методы / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – СПб.: Лань, 2014. – 672с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190

4. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – СПб: Лань, 2011. – 672с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2025
5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. – СПб: Лань, 2010. – 400с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537
6. Волков, К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. – М.: Физматлит, 2012. – 468с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. <http://window.edu.ru/resource/756/77756> Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2006. - 135 с.
2. <http://window.edu.ru/resource/203/75203> Кузнецов, Г.В. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 172 с.
3. <http://window.edu.ru/resource/041/74041> Фаддев М.А., Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с.
4. <http://window.edu.ru/resource/958/40958> Корнюшин П.Н. Численные методы: Учебное пособие. - Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2002. - 104 с.
5. <http://window.edu.ru/resource/091/62091> Вычислительная математика. Часть первая: Учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения технических и химико-технологических специальностей. - Ангарск: АГТА, 2003. - 82 с.

6. <http://window.edu.ru/resource/156/71156> Гладких О.Б., Прокуратова О.Н. Введение в численные методы: Учебно-методическое пособие. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2008. - 140 с.

Перечень дополнительных информационно-методических материалов

1. Вержбицкий, В. М. Основы численных методов: [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Прикладная математика"] / В. М. Вержбицкий — Изд. 2-е, перераб. — М.: Высшая школа, 2005 — 840 с.
2. Вержбицкий В. М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: [учебное пособие для вузов, обучающихся по математическим специальностям и направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии] / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., испр. - М.: ОНИКС 21 век, 2005. - 400 с
3. Волков Е. А. Численные методы: учебное пособие / Е. А Волков — Изд. 3-е, испр. — СПб.: Лань, 2004 .— 248 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература)
4. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности (направлению) подготовки ВПО 010501 (010500.62) "Прикладная математика и информатика" (ОПД.Ф.09 - Численные методы)] / В. Е. Зализняк; Сибирский федеральный университет (СФУ) — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2012 — 357 с.
5. Костомаров Д. П. Вводные лекции по численным методам: учебное пособие / Д. П. Костомаров, А. П. Фаворский; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М.: Логос, 2004. - 184 с. (Классический университетский учебник).

6. Формалев В. Ф., Ревизников Д. Л. Численные методы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 400 с.
7. Копчёнова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах, 2-е изд - Лань, 2008, 368 с
8. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике: Учебное пособие - М: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 523 с: ил., табл.- (Серия «Основы информационных технологий»)
9. В. И. Киреев, А. В. Пантелеев Численные методы в примерах и задачах Изд.: Высшая школа, 2008 г.
10. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. М.: Наука, 1984
11. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырский П.И. Вычислительные методы: В 2-х т.-М.: Наука, 1976-1977.
12. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.
13. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982..
14. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. СПб.: Издательство «Лань», 2002.
15. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы: Учебное пособие: М.; Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
16. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики, М.: Наука, 1970.
17. Ильин В.П., Кузнецов Ю.И. Алгебраические основы численного анализа. Новосибирск: Наука, АН СССР СО ВЦ, 1986.
18. Лабораторный практикум по курсу “Введение в вычислительную математику”. Методические указания для студентов 2 –го курса отделения прикладной математики. Владивосток: ДВГУ, 1990.
19. Митченко А.Д. Численные методы линейной алгебры. -Владивосток, ДВГУ, 1991.

20. Митченко А.Д., Хайрутдинова Г.З. Алгоритмы линейной алгебры. Методические указания (для студентов математического факультета). Владивосток, ДВГУ, 1993. 32 с.
21. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы-М.: Наука, 1989. 432 с.
22. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Лабораторный практикум по курсу “Численные методы и методы вычислений и выч. практикум”. Владивосток: ДВГУ, 1991.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, описание последовательности действий обучающихся

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10-15 минут.

Повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются и книги. Литературу по курсу желательно изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены.

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену (зачету)

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения практических заданий и лабораторных работ.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория мультимедийного типа (мультимедийный проектор, настенный экран, документ-камера).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Вычислительные методы»
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Форма подготовки очная

**Владивосток
2016**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	10 часов	Собеседование
2	6 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения практических заданий	5 часов	Проект
3	10 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций	10 часов	Собеседование
4	12 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения практических заданий	5 часов	Проект
5	16 неделя	Повторение теоретического и практического материала	10 часов	Собеседование

		дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам лекций		
6	18 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения практических заданий	5 часов	Проект

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задание1.

1. Привести систему уравнений к треугольному виду методом Гаусса (с выбором ненулевого элемента на главную диагональ).
2. Найти решение системы.
3. Вывести в файл результатов "rez.txt" полученную треугольную матрицу и вектор решения.

Задание2.

1. Привести систему уравнений к треугольному виду методом Гаусса (с выбором максимального элемента на главную диагональ).
2. Найти решение системы.
3. Вывести в файл результатов "rez.txt" полученную треугольную матрицу и вектор решения.

Задание3.

1. Решить систему уравнений LU - методом.
2. Найти решение системы.
3. Вывести в файл результатов "rez.txt" полученную треугольную матрицу U и вектор решения.

Задание4.

1. Решить систему уравнений методом квадратного корня.
2. Найти решение системы.
3. Вывести в файл результатов "rez.txt" полученную матрицу S и вектор решения.

S-верхняя треугольная матрица с положительными элементами на главной диагонали.

Задание5.

1. Решить систему уравнений методом вращения.
2. Найти решение системы.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением.

Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; письменного разбора процесса решения практических заданий и задач; собственных действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ.

В случае подготовки слайдов для защиты проекта, они должны быть контрастными (рекомендуется черный цвет шрифта на светлом фоне), кегль текста слайдов – не менее 22pt, заголовков – 32pt. Основная цель использования слайдов - служить вспомогательным инструментом к подготовленному выступлению, цитирование больших фрагментов текста на слайдах не допускается. Приветствуется использование рисунков, графиков, таблиц, интерактивного материала, однако, следует предусмотреть выбор цвета и толщину линий.

Слайды должны содержать титульный лист, цели и задачи (не более 2-х слайдов с обзором актуальности, новизны, теоретической и практической значимости работы), основные публикации с их кратким обзором (1-2 слайда), формальную постановку задачи и формулировку моделей (1-2 слайда), краткое тезисное (!) изложение ключевых положений работы (разумное количество слайдов с учетом общего времени выступления), заключение (с изложением результатов работы, подведением выводов, обсуждением практического использования работы, возможностей проведения дальнейших исследований и разработок в данной области).

Как правило, 12-15 слайдов оказывается достаточным для полного представления работы.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе решения практических заданий и задач, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий по лабораторным работам.

Оценивание знаний в форме собеседования проводится по критериям:

- логичность изложения, знание и понимание основных аспектов и дискуссионных проблем по теме;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов по теме.

Оценивание знаний в форме проекта проводится по критериям:

- завершенность и полнота выполненных заданий в рамках проекта;
- владение методами и приемами решения конкретных задач и самостоятельность использования специализированного программного обеспечения;
- качество оформления письменного отчета в соответствии с правилами и стандартами оформления.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Вычислительные методы»
Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Форма подготовки очная

Владивосток
2016

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Вычислительные методы»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК 2 - способность разрабатывать эффективные математические методы решения задач естествознания, техники, экономики и управления	Знает	способы построения и анализа свойств двухслойных итерационных методов
	Умеет	употреблять специальную математическую символику для анализа задач линейной алгебры, анализировать результаты и оценивать погрешность численного решения
	Владеет	методами разработки вычислительных алгоритмов для решения современных задач линейной алгебры
ПК-1 - способностью и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	Знает	методы разработки вычислительных алгоритмов для решения современных задач линейной алгебры
	Умеет	разрабатывать алгоритмы численного решения практических задач
	Владеет	практическим опытом решения систем линейных алгебраических уравнений и проблемы собственных значений

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-28
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-10
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-10
		ПК-1	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-28
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-10
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-10
1	Решение проблемы собственных значений	ОПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 29-38
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 11-12
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 11-12
		ПК-1	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 29-38
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 11-12
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 11-12

Зачетно-экзаменационные материалы

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Вычислительные методы»

1. Подчиненные матричные нормы. Свойства. Формула для вычисления второй нормы матрицы.
2. Подчиненные матричные нормы. Свойства. Формула для вычисления третьей нормы матрицы.
3. Согласованные матричные нормы.
4. Число обусловленности матрицы. Определение. Вычислительная формула. Пример плохо обусловленной системы.
5. Метод Гаусса.
6. LU – разложение. Необходимое и достаточное условие существования LU – разложения.
7. Метод квадратного корня.
8. Матрица отражения, ее свойства.
9. QR – разложение. Условие существования QR – разложения.
10. Решение системы уравнений с помощью QR – разложения.
11. Метод окаймления обращения матриц.
12. Двухслойные итерационные методы. Погрешность. Невязка. Матрица перехода. Асимптотическая скорость сходимости.
13. Критерий сходимости двухслойного итерационного процесса.
14. Достаточное условие сходимости двухслойного итерационного процесса.
15. Метод простой итерации. (Для симметрической, положительно определенной матрицы). Оптимальный шаг.
16. Многочлены Чебышева.
17. Метод Рундсона. Вывод формулы для собственных значений разрешающей матрицы.

18. Метод Ричардсона. Оптимизация процесса в случае симметрической, положительно определенной матрицы
19. Метод Ричардсона. Чебышевский набор параметров.
20. Метод Якоби. Теорема Адамара.
21. Метод Якоби. Теорема Гершгорина.
22. Метод Якоби. Достаточное условие сходимости.
23. Метод Зейделя. Достаточное условие сходимости.
24. Метод последовательной верхней релаксации. Матрица перехода.
25. Метод последовательной верхней релаксации. Критерий сходимости. (С использованием конспектов).
26. Метод последовательной верхней релаксации. Достаточное условие сходимости. (С использованием конспектов).
27. Метод наискорейшего градиентного спуска.
28. Теорема о сходимости метода наискорейшего градиентного спуска. (С использованием конспектов).
29. Проблема собственных значений. Устойчивость.
30. Вариационное описание собственных значений симметрической матрицы.
31. Вариационный принцип Куранта-Фишера.
32. Два следствия из вариационного принципа Куранта-Фишера.
33. Метод вращения решения проблемы собственных значений. Типичный шаг метода. (С использованием конспектов).
34. Метод вращения решения проблемы собственных значений. Доказательство сходимости метода.
35. Метод вращения решения проблемы собственных значений. Оценка точности приближений.
36. Метод вращения решения проблемы собственных значений. Определение опорных элементов.
37. QR – алгоритм решения проблемы собственных значений. Формулировка теоремы о сходимости.

38. Решение частичной проблемы собственных значений. Метод прямых итераций. Метод обратных итераций.

Комплекты оценочных средств для текущей аттестации

Вопросы для собеседования по дисциплине «Вычислительные методы»

1. Подчиненные матричные нормы. Свойства. Формула для вычисления второй нормы матрицы.
2. Подчиненные матричные нормы. Свойства. Формула для вычисления третьей нормы матрицы.
3. Согласованные матричные нормы.
4. Число обусловленности матрицы. Определение. Вычислительная формула. Пример плохо обусловленной системы.
5. Метод Гаусса.
6. LU – разложение. Необходимое и достаточное условие существования LU – разложения.
7. Метод квадратного корня.
8. Матрица отражения, ее свойства.
9. QR – разложение. Условие существования QR – разложения.
10. Решение системы уравнений с помощью QR – разложения.
11. Метод окаймления обращения матриц.
12. Двухслойные итерационные методы. Погрешность. Невязка. Матрица перехода. Асимптотическая скорость сходимости.
13. Критерий сходимости двухслойного итерационного процесса.
14. Достаточное условие сходимости двухслойного итерационного процесса.
15. Метод простой итерации. (Для симметрической, положительно определенной матрицы). Оптимальный шаг.
16. Многочлены Чебышева.
17. Метод Рундсона. Вывод формулы для собственных значений разрешающей матрицы.
18. Метод Рундсона. Оптимизация процесса в случае симметрической, положительно определенной матрицы

- 19.Метод Ричардсона. Чебышовский набор параметров.
- 20.Метод Якоби. Теорема Адамара.
- 21.Метод Якоби. Теорема Гершгорина.
- 22.Метод Якоби. Достаточное условие сходимости.
- 23.Метод Зейделя. Достаточное условие сходимости.
- 24.Метод последовательной верхней релаксации. Матрица перехода.
- 25.Метод последовательной верхней релаксации. Критерий сходимости. (С использованием конспектов).
- 26.Метод последовательной верхней релаксации. Достаточное условие сходимости. (С использованием конспектов).
- 27.Метод наискорейшего градиентного спуска.
- 28.Теорема о сходимости метода наискорейшего градиентного спуска. (С использованием конспектов).
- 29.Проблема собственных значений. Устойчивость.
- 30.Вариационное описание собственных значений симметрической матрицы.
- 31.Вариационный принцип Куранта-Фишера.
- 32.Два следствия из вариационного принципа Куранта-Фишера.
- 33.Метод вращения решения проблемы собственных значений. Типичный шаг метода. (С использованием конспектов).
- 34.Метод вращения решения проблемы собственных значений. Доказательство сходимости метода.
- 35.Метод вращения решения проблемы собственных значений. Оценка точности приближений.
- 36.Метод вращения решения проблемы собственных значений. Определение опорных элементов.
- 37.QR – алгоритм решения проблемы собственных значений. Формулировка теоремы о сходимости.
- 38.Решение частичной проблемы собственных значений. Метод прямых итераций. Метод обратных итераций.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Темы проектов
по дисциплине «**Вычислительные методы**»

1. Матричные нормы, обусловленность. Подчиненные, согласованные матричные нормы.
2. Метод Гаусса. LU – разложение.
3. Метод квадратного корня.
4. QR – разложение. Решение системы линейных алгебраических уравнений с помощью QR – разложения.
5. Метод окаймления обращения матриц.
6. Метод простой итерации.
7. Метод Якоби. Метод Зейделя.
8. Метод последовательной верхней релаксации.
9. Метод Рундсона.
10. Метод наискорейшего градиентного спуска.
11. Метод вращения решения проблемы собственных значений.
12. Решение частичной проблемы собственных значений.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания

Критерии оценки собеседования

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Критерии оценки проектов

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не

более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

Шкала оценивания

Менее 60 баллов	незачтено	неудовлетворительно
От 61 до 75 баллов	зачтено	удовлетворительно
От 76 до 85 баллов	зачтено	хорошо
От 86 до 100 баллов	зачтено	отлично

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Вычислительные методы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Вычислительные методы» проводится в форме собеседования и защиты проекта и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме собеседования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты проекта.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Вычислительные методы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине предусмотрен экзамен, который проводится в письменной форме и с использованием защиты проекта.

Критерии выставления оценки студенту на Экзамене по дисциплине «Вычислительные методы»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

76-85	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.