

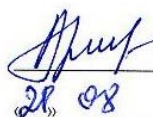


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель образовательной программы


И.Л. Артемьева
28.08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы вычислений

Направление подготовки – 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

профиль «Технология программирования»

Форма подготовки (очная)

курс 3 семестр 5,6
лекции 72 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 36 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 / пр. 0 / лаб. 18 час.
всего часов аудиторной нагрузки – 108 час.
в том числе с использованием МАО – 18 час.
самостоятельная работа 72 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрен
зачет 5 семестр
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 15 марта 2015 г. № 222

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения, протокол № 7 от «_4_»_июля_2015_г.

Заведующая кафедрой прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения д.т.н., профессор Артемьева И.Л.

Составители: доцент, доцент кафедры ПММУиПО Файман П.А., к.ф.-м.н.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's/Specialist's/Master's degree in 02.03.03 Software and System Administration

Study profile Programming Technology

Course title: *Calculation methods*

Basic (variable) part of Block 1, 5 credits

Instructor: Pavel A. Fayman

At the beginning of the course a student should be able to: *use a computer and own methods of creating documents with it*

Learning outcomes:

The ability to use basic models of information technologies and methods of using them to solve those in the subject areas;

The ability to develop modeling algorithms and their implementation on the basis of languages and packages of applied simulation programs

Course description:

1. To teach students the basic methods of solving problems of numerical analysis, numerical methods of linear algebra and numerical methods for solving differential equations;

2. Instill students with sustainable skills of mathematical modeling using computers;

3. To give the experience of computational experiments.

4. To develop the ability to analyze and the practical interpretation of the mathematical results;

5. Develop skills of self-study of literature, use of reference materials and aids required to solve practical problems.

Main course literature: *(список основной литературы)*

1. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:307438&theme=FEFU> Porshnev SV. Computer modeling of physical processes in the MATLAB package. Tutorial. - Spb.: Lan, 2011 - 726s.

2. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698291&theme=FEFU> Afanasyeva NY. Computational and experimental methods of scientific experiment. Textbook for high schools. - M.: KnoRus, 2013 - 330с.

3. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:403162&theme=FEFU> Renault NN. Numerical methods. Tutorial. The electronic edition. 2011.

4. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281544&theme=FEFU> Demidovich BP, Maron IA, Shuvalov EZ. Numerical methods of analysis. Approximation of functions, differential and integral equations. - Spb.: Lan, 2010 - 400 p.

5. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694344&theme=FEFU> Zhidkov EN. Computational Mathematics. Textbook for high schools. - M.: Academy, 2010 - 200 p.

6. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1708&theme=FEFU> Verzhbitsky VM. Fundamentals of numerical methods: Proc. manual for schools. - MA: Executive. wk, 2002. - 840

7. <http://window.edu.ru/resource/732/61732> Antonik VG. Numerical methods: mathematical analysis and differential equations. - Irkutsk. Ed. Irkutsk University, 2007 - 63.

8. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:6183&theme=FEFU> Pirumov HS. Numerical methods. Textbook for high schools. M.: Drofa, 2003 - 221 p.

Form of final control: *pass-fail exam.*

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методы вычислений»

Рабочая программа дисциплины «Методы вычислений» разработана для студентов 3 курса, обучающихся по направлению 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», профиль «Технология программирования».

Трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц (180 часов). Дисциплина реализуется в 5,6 семестрах. В 5 семестре дисциплина содержит 36 часов лекций, 0 часов практических занятий, 18 часов лабораторных работ, из них 0 часов лекций, 0 часов практических занятий, 0 часов лабораторных работ с использованием методов активного обучения. Самостоятельная работа составляет 18 часов. В 6 семестре дисциплина содержит 36 часов лекций, 0 часов практических занятий, 18 часов лабораторных работ, из них 0 часов лекций, 0 часов практических занятий, 18 часов лабораторных работ с использованием методов активного обучения. Самостоятельная работа составляет 54 часа, из них 36 часов на подготовку к экзамену.

Дисциплина «Методы вычислений» базируется на дисциплинах математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики. Знания и умения, практические навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов математического моделирования, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, решением конкретных задач из механики, физики и т.п.

Цель дисциплины – изучение численных методов, основных приемов и методик разработки и применение на практике методов решения на ЭВМ задач численного анализа, численных методов алгебры и методов решения дифференциальных уравнений с использованием современных языков программирования и систем компьютерной математики.

Задачи дисциплины:

1. обучить студентов основным методам решения задач численного анализа, численным методам линейной алгебры и численным методам решения дифференциальных уравнений;
2. привить студентам устойчивые навыки математического моделирования с использованием ЭВМ;
3. дать опыт проведения вычислительных экспериментов.
4. развить умение анализа и практической интерпретации полученных математических результатов;

5. выработать умения и навыки самостоятельного изучения специальной литературы, пользования справочными материалами и пособиями, необходимыми для решения практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Методы вычислений» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к самоорганизации и самообразованию; способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способность применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики	Знает	представление чисел в форме с фиксированной и плавающей запятой, диапазон и погрешности представления
	Умеет	Использовать методы вычислений при решении задач
	Владеет	технологиями использования численных методов при решении задач
ПК2 Готовность к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях;	Знает	особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ операции над числами, свойства арифметических операций
	Умеет	разрабатывать архитектуру программных средств и реализовывать программные средства, предназначенные для моделирования алгоритмов и решения задач в предметных областях
	Владеет	численными методами линейной алгебры; численными методами решения нелинейных уравнений и систем, численными методами интерполяции функций, численными методами интегрирования и дифференцирования, численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, численными методами оптимизации,
ПК3 Готовность к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	знает	теоретические основы методов вычислений: погрешности вычислений; устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени)

	Умеет	выбирать, устанавливать, настраивать и работать с современными пакетами прикладных программ моделирования, программ для научных и инженерных расчетов;
	владеет	Методами создания систем моделирования с использованием пакетов прикладных программ

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционный материал (72 час.)

Тема 1. Программные пакеты для решения вычислительных задач (4 часа).

Вычислительная система MatLab. Архитектура программ MatLab. Основные элементы языка MatLab. Основные возможности системы MatLab: вывод графиков функций различного типа (1, 2 переменных, полярные координаты, вывод изображений, подписи к осям и т.п.); структуры данных MatLab (многомерные массивы, структуры); MatLab программы с графическим пользовательским интерфейсом; создание анимации в MatLab; Работа с файлами в MatLab, чтение и запись файлов различного типа.

Тема 2. Теоретические основы численных методов (4 час.)

Погрешности вычислений; приближённые числа, относительная и абсолютная погрешность; особенности машинной арифметики; корректность вычислительной задачи; обусловленность вычислительной задачи; требования к численным методам; типы вещественных данных в различных языках программирования, зависимость погрешности результата решения задачи от точности представления числа в ЭВМ; скорость вычислений в целочисленной и вещественной арифметике, зависимость времени вычислений от числа операций для целочисленных и вещественных данных различных типов;

Тема 3. Задачи вычислительной линейной алгебры. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и связанные с ними понятия (4 час.)

Методы решения СЛАУ: Метод Гаусса, Метод LU разложения. Метод прогонки для решения СЛАУ; Метод Холецкого для решения СЛАУ; Функции MatLab для операций над матрицами; Функции MatLab для LU разложения матриц.

Тема 4. Методы решения СЛАУ с помощью ортогональных преобразований (4 час.)

Метод вращений и метод отражений, оценка погрешности решения СЛАУ различными методами; функции MatLab для QR разложения матрицы;

функции MatLab для разложения Шура; функции MatLab для приведения матриц к форме Хессенберга.

Тема 5. Вычисление определителей и обращение матриц (4 час.)

Методы вычисления определителей и обратных матриц; функции MatLab для вычисления определителей; функции MatLab для вычисления обратных матриц.

Тема 6. Решение переопределённых СЛАУ (с прямоугольными матрицами). Задача наименьших квадратов. (4 час.)

Ортогональные преобразования и метод наименьших квадратов. Функции MatLab для решения невырожденной СЛАУ. Функции MatLab для решения вырожденной СЛАУ. Применение функций MatLab для решения переопределённой системы: вырожденный и невырожденный случай.

Тема 7. Модельные представления некоторых задач математической физики с помощью СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ: основные понятия. (4 часа)

Итерационные методы решения СЛАУ, их реализация в MatLab. Функция MatLab `pcg()`, реализующая предобусловленный метод сопряженных градиентов; Функция MatLab `bicg()`, реализующая метод бисопряженных градиентов.

Тема 8. Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц. (4 часа)

Методы вычисления собственных значений и собственных векторов. Применение функции MatLab `eig()` для вычисления собственных значений и собственных векторов. Градиентный метод решения частичной проблемы собственных значений. Вычисление собственных значений методом одновременных итераций. Функции MatLab `ordeig()`, `eigs()` и их использование для вычисления собственных векторов и собственных значений.

Тема 9. Вычисление сингулярного разложения. Число обусловленности матрицы. (4 часа)

Сравнение теоретической верхней границы погрешности решения СЛАУ (из числа обусловленности) и практической границы. Зависимость погрешности решения СЛАУ от точности представления чисел в ЭВМ для матриц с различным числом обусловленности.

Тема 10. Интерполяция и аппроксимация. (4 часа)

Полиномиальная аппроксимация. Аппроксимация сплайнами. Двумерная аппроксимация. Функции MatLab для решения задачи аппроксимации.

Тема 11. Численное дифференцирование, численное интегрирование. (4 часа)

Методы численного дифференцирования, методы численного интегрирования, их реализация в системе MatLab.

Тема 12. Численное решение систем нелинейных уравнений. (4 часа)

Методы численного решения систем нелинейных уравнений, их реализация в системе MatLab. Оптимизационные методы и их реализация в системе MatLab.

Тема 13. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши). (4 часа)

Методы Рунге-Кутты, методы Адамса, их реализация в системе MatLab.

Тема 14. Краевая задача для обыкновенных дифференциальных уравнений. (4 часа)

Методы решения краевых задач. Дифференциальные уравнения неявного типа. Функции MatLab для решения краевых задач и уравнений неявного типа.

Тема 15. Численная минимизация функций. (4 часа)

Условная минимизация функций. Безусловная минимизация функций. Методы минимизации. Их реализация в системе MatLab.

Тема 16. Задачи математического программирования. (4 часа)

Линейное программирование; Бинарное линейное программирование; Решение матричных игр; Квадратичное программирование; Их реализация в системе MatLab.

Тема 17. Методы Монте-Карло. (4 часа)

Генерация случайных данных. Задача вычисления кратных интегралов. Решение уравнений в частных производных. Моделирование случайных процессов. Случайный поиск.

Тема 18. Системы нечеткой логики. (4 часа)

Основные понятия нечеткой логики. Машина нечеткого вывода типа Мамдани. Машина нечеткого вывода типа Сугено. Их реализация в системе MatLab. Fuzzy logic toolbox.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
КУРСА**

Практические занятия (0 час.)

Лабораторные работы (36 час.)

Лабораторная работа №1 Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab. (2 час.).

Лабораторная работа №2	Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов (2 час.).
Лабораторная работа №3	Решение СЛАУ методом Гаусса (2 час.).
Лабораторная работа №4	Решение СЛАУ методом отражений (2 час.).
Лабораторная работа №5	Вычисление определителя матрицы (2 час.).
Лабораторная работа №6	Решение переопределённой СЛАУ (2 час.)
Лабораторная работа №7	Итерационные методы решения СЛАУ (2 час.).
Лабораторная работа №8	Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы (2 час.)
Лабораторная работа №9	Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ (2 час.)
Лабораторная работа №10	Аппроксимация сплайнами (2 час.)
Лабораторная работа №11	Численное дифференцирование, численное интегрирование (2 час.)
Лабораторная работа №12	Численное решение систем нелинейных уравнений (2 час.).
Лабораторная работа №13	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши (2 час.)
Лабораторная работа №14	Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа.
Лабораторная работа №15	Численная минимизация функций
Лабораторная работа №16	Численное решение задач математического программирования
Лабораторная работа №17	Решение задач методом Монте Карло
Лабораторная работа №18	Численный анализ работы систем нечеткого вывода

Ш. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы вычислений» 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

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	текущий контроль	
1.	Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 1-4
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
2.	Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 5-20
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
3.	Решение СЛАУ методом Гаусса	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 21-25
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
4.	Решение СЛАУ методом отражений	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 30-32
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
5.	Вычисление определителя матрицы	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 21-30
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
6.	Решение переопределённой СЛАУ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 31-32
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
7.	Итерационные методы решения СЛАУ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 38-40
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
8.	Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 37-42
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
9.	Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 45-49
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		

10.	Аппроксимация сплайнами	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 6
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
11.	Численное дифференцирование, численное интегрирование	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 10,
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	
			владеет		
12.	Численное решение систем нелинейных уравнений	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 16-18
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
13.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 27
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
14.	Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 28
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
15.	Численная минимизация функций	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 29
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
16.	Численное решение задач математического программирования	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 39
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
17.	Решение задач методом Монте Карло		Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 40
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
18.	Численный анализ работы систем нечеткого вывода		Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 41
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		

Типовые контрольные задания, 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

1. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011 – 726с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:307438&theme=FEFU>
2. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. Учебное пособие для вузов. – М.: КноРус, 2013 – 330с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698291&theme=FEFU>
3. Рено Н.Н. Численные методы. Учебное пособие. Электронное издание. 2011. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:403162&theme=FEFU>
4. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. – СПб.: Лань, 2010 – 400 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281544&theme=FEFU>
5. Жидков Е.Н. Вычислительная математика. Учебное пособие для вузов. – М.: Академия, 2010 – 200 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694344&theme=FEFU>
6. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учеб. пособие для вузов. - М. : Высш. шк., 2002. - 840 с <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1708&theme=FEFU>
7. Антоник В.Г. Численные методы: математический анализ и дифференциальные уравнения. - Иркутск. Изд. Иркутского университета, 2007 - 63 с. <http://window.edu.ru/resource/732/61732>
8. Пирумов У.Г. Численные методы. Учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2003 – 221 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:6183&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Костомаров Д. П., Фаворский А.П. Вводные лекции по численным методам. Москва: Логос, 2004.-184 с.
2. Волков Е. А. Численные методы. – СПб: Лань, 2007.-256 с.
3. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учебное пособие для вузов. М.: Высшая Школа, 2001 - 381 с.
4. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): Учебное пособие для вузов. М.: Высшая Школа, 2000 – 153 с.
5. Исаков В. Н. Элементы численных методов. – М.: Академия, 2003.-192с.
6. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях М.: Высшая школа, 2000. - 190 с.
7. Н.С.Бахвалов, А.А.Корнев, Е.В.Чижонков. Численные методы. Решения задач и упражнения. М., Дрофа, 2009.

8. Численные методы: сб. задач под ред. У. Г. Пирумов. – Москва: Дрофа, 2007.-144 с.
9. Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы.- Новосибирск: Наука, 1983. - 215 с.
10. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980 г.
11. Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2006. - 135 с.
<http://window.edu.ru/resource/756/77756>
12. 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.
<http://window.edu.ru/resource/203/75203>
13. Фаддев М.А., Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с.
<http://window.edu.ru/resource/041/74041>
14. Корнюшин П.Н. Численные методы: Учебное пособие. - Владивосток: ТИ-ДОТ ДВГУ, 2002. - 104 с. <http://window.edu.ru/resource/958/40958>
15. Вычислительная математика. Часть первая: Учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения технических и химико-технологических специальностей. - Ангарск: АГТА, 2003. - 82 с.
<http://window.edu.ru/resource/091/62091>
16. Гладких О.Б., Прокуратова О.Н. Введение в численные методы: Учебно-методическое пособие. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2008. - 140 с.
<http://window.edu.ru/resource/156/71156>
17. Охорзин В.А. Прикладная математика в системе Mathcad. Спб.: Лань, 2008 – 352 с.
18. Бедарев И.А., Белоусова О.Н., Федорова Н.Н. Численные методы решения инженерных задач в пакете MathCAD: учебное пособие. - Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2005. - 96 с. <http://window.edu.ru/resource/299/63299>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://www.srcc.msu.su/num_anal/lib_na/libnal.htm/ Библиотека Численного анализа НИВЦ МГУ:
2. <http://netlib.org/> Netlib Repository:
3. http://www.numerical-recipes.com/nronline_switcher.html/ Numerical Recipes Online
4. <http://www.gnu.org/software/gsl/> GSL GNU Scientific Library

5. <http://alglib.sources.ru/> Многоязыковая коллекция алгоритмов для решения проблем в области численного анализа и обработки данных
6. <http://www.hlib.org/hlib.html/>
7. <http://matlab.exponenta.ru/> – консультационный центр MatLab;

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Лекции проводятся с использованием проектора и мультимедийного комплекса для проведения лекций внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе. Для составления документации используется текстовый процессор (LibreOffice или Microsoft Word), набор базового программного обеспечения разработчика - системы программирования на языках C/C++, Java, системы MATLAB, MAPLE.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина изучается в следующих организационных формах: лекционное занятие; лабораторное занятие; самостоятельное изучение теоретического материала; самостоятельное выполнение индивидуального проекта; индивидуальные и групповые консультации.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение рекомендованной литературой, выполнение проекта, а также активная работа на лабораторных занятиях.

К прослушиванию лекции следует готовиться, для этого необходимо знать программу курса и рекомендованную литературу. Тогда в процессе лекции легче отделить главное от второстепенного, легче сориентироваться: что записать, что самостоятельно проработать, что является трудным для понимания, а что легко усвоить.

Контроль за выполнением самостоятельной работы студента производится в виде контроля каждого этапа работы, отраженного в документации и защиты проекта.

Студент должен планировать график самостоятельной работы по дисциплине и придерживаться его.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся с использованием проектора и внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе.



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 ОБУЧА-
ЮЩИХСЯ

по дисциплине «Методы вычислений»

Направление подготовки – 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем»

профиль «Технология программирования»

Форма подготовки (очная)

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата/сроки выполнения	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	Индивидуальные задания по теме: Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	1-2 неделя обучения	4 часов	Проверка заданий
2.	Индивидуальные задания по теме: Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов	3-4 неделя обучения	4 часов	Проверка заданий
3.	Индивидуальные задания по теме: Решение СЛАУ методом Гаусса	5-6 неделя обучения	6 часа	Проверка заданий
4.	Индивидуальные задания по теме: Решение СЛАУ методом отражений	7-8 неделя обучения	6 часа	Проверка заданий
5.	Индивидуальные задания по теме: Вычисление определителя матрицы	9-10 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
6.	Индивидуальные задания по теме: Решение переопределённой СЛАУ	11-12 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
7.	Индивидуальные задания по теме: Итерационные методы решения СЛАУ	13-14 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
8.	Индивидуальные задания по теме: Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	15-16 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
9.	Индивидуальные задания по теме: Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ	17-18 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий

10.	Индивидуальные задания по теме: Аппроксимация сплайнами	19-20 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
11.	Индивидуальные задания по теме: Численное дифференцирование, численное интегрирование	21-22 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
12.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение систем нелинейных уравнений	23-24 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
13.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	25-26 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
14.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа	27-28 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
15.	Индивидуальные задания по теме: Численная минимизация функций	29-30 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
16.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение задач математического программирования	31-32 неделя обучения	4 часа	Проверка заданий
17.	Работа с литературой, подготовка к лабораторным работам	1-32 недели обучения	4 часа	Контрольная работа, тесты
	ВСЕГО		72 часа	



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 «Методы вычислений»

**Направление подготовки – 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем»**
профиль «Технология программирования»
Форма подготовки (очная)

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК2 Готовность к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях;	Знает
Умеет		разрабатывать архитектуру программных средств и реализовывать программные средства, предназначенные для моделирования алгоритмов и решения задач в предметных областях
Владеет		численными методами линейной алгебры; численными методами решения нелинейных уравнений и систем, численными методами интерполяции функций, численными методами интегрирования и дифференцирования, численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, численными методами оптимизации,
ПК3 Готовность к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	знает	представление чисел в форме с фиксированной и плавающей запятой, диапазон и погрешности представления теоретические основы методов вычислений: погрешности вычислений; устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени)
	Умеет	выбирать, устанавливать, настраивать и работать с современными пакетами прикладных программ моделирования, программ для научных и инженерных расчетов;
	владеет	Методами создания систем моделирования с использованием пакетов прикладных программ

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	текущий контроль	
1.	Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
2.		ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет		

	Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов		владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
3.	Решение СЛАУ методом Гаусса	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
4.	Решение СЛАУ методом отражений	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
5.	Вычисление определителя матрицы	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
6.	Решение переопределённой СЛАУ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
7.	Итерационные методы решения СЛАУ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
8.	Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
9.	Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	зачет
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
10.	Аппроксимация сплайнами	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
11.	Численное дифференцирование, численное интегрирование	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
12.	Численное решение систем нелинейных уравнений	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
13.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет владеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	

14.	Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
15.	Численная минимизация функций	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
16.	Численное решение задач математического программирования	ОПК2, ОПК3	Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
17.	Решение задач методом Монте Карло		Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
18.	Численный анализ работы систем нечеткого вывода		Знает	ПР-1 тест	экзамен
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК2 Готовность к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях;	Знает	особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ операции над числами, свойства арифметических операций	Знание особенностей организации вычислений, используемые операции и свойства этих операций	Способность ответить на вопросы
	Умеет	разрабатывать архитектуру программных средств и реализовывать программные средства, предназначенные для моделирования алгоритмов и решения	Умение проектировать архитектуру программной системы для моделирования	Наличие созданных программ

		задач в предметных областях		
	Владеет	численными методами линейной алгебры; численными методами решения нелинейных уравнений и систем, численными методами интерполяции функций, численными методами интегрирования и дифференцирования, численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, численными методами оптимизации,	Владение численными методами, требуемыми при решении задач	Способность выбрать подходящие для решения задачи методы
ОПК3 Готовность к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	знает	представление чисел в форме с фиксированной и плавающей запятой, диапазон и погрешности представления теоретические основы методов вычислений: погрешности вычислений; устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени)	Знание способности представления чисел, диапазоны и погрешности представления, понятие устойчивости, емкостные и временные оценки сложности алгоритмов	Способность ответить на вопросы о способах представления чисел, диапазонах и погрешностях представления, дать определения понятий устойчивости алгоритма, емкостная и временная оценка сложности алгоритма
	Умеет	выбирать, устанавливать, настраивать и	Умение выполнять все ра-	Наличие выполненных с

		работать с современными пакетами прикладных программ моделирования, программ для научных и инженерных расчетов;	боты по установке программного обеспечения, требуемого для численных вычислений	помощью программных средств расчетов
	владеет	Методами создания систем моделирования с использованием пакетов прикладных программ	Владение методами использования пакетов прикладных программ при создании программ моделирования	Способность продемонстрировать возможности пакетов при решении поставленных задач

Текущий контроль

Состоит в проверке правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Задание зачтено, если нет ошибок. По текущим ошибкам даются пояснения.

Критерии оценки результатов выполнения лабораторной работы

- 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

Вопросы и задачи к зачету

1. Перечислите основные этапы вычислительного эксперимента.
2. Что такое дискретная модель?
3. Что дает приведение задачи к безразмерному виду?
4. Перечислите основные источники погрешностей вычислительного эксперимента.
5. На компьютере вычисляется сумма 1000 первых членов бесконечного ряда. Какие виды погрешностей при этом возникают?
6. Какие цифры являются значащими в числе 0.0012345000?
7. Определить верные значащие цифры приближенного числа -3.1234567 , если абсолютная погрешность равна $0.6 \cdot 10^{-5}$?
8. Определить верные значащие цифры приближенного числа 1234, если абсолютная погрешность равна 0.5?
9. Чему равна относительная погрешность представления числа с плавающей точкой, если разрядность порядка равна 11, а разрядность мантииссы равна 52?
10. Чему равна погрешность округления чисел с плавающей точкой, если разрядность порядка равна 8, а разрядность мантииссы равна 23?
11. Что произойдет в MATLAB при делении числа на ноль?
12. Перечислите особенности стандарта двоичной арифметики IEEE 754.
13. Что дает применение субнормальных чисел?
15. Найдите выражения для абсолютных трансформированных погрешностей вычисления элементарных функций:
 $y = x^a$ при $a = 2$ и $a = 1/2$; $y = \ln x$; $y = \sin x$; $y = \operatorname{tg} x$.

16. Почему при сложении длинной последовательности чисел одного знака рекомендуется складывать сначала малые числа?
17. Что такое обусловленность вычислительной задачи?
18. По каким признакам можно судить о плохой обусловленности матрицы системы линейных алгебраических уравнений?
19. Какие основные требования предъявляются к численному методу?
20. Что такое вычислительная устойчивость?
21. Какие из прямых методов применимы для невырожденных матриц общего вида, а какие — только для положительно определенных?
22. Какие из прямых методов применимы для решения систем с прямоугольными матрицами?
23. Как при реализации метода Гаусса можно обнаружить вырожденность матрицы решаемой системы?
24. Как получить решение СЛАУ, если производились перестановки строк и столбцов?
25. Как формируются матрицы перестановки строк и столбцов?
26. Как хранятся в MATLAB разреженные матрицы?
27. Что такое упорядочение матрицы?
28. Объясните структуру диагонального хранения ленточных матриц в MATLAB.
29. Какие из рассмотренных методов не увеличивают ширину ленты матрицы?
30. Верно ли, что QR-разложение с использованием метода отражений работает быстрее метода вращений?
31. Как методом QR-разложения решается переопределенная СЛАУ с матрицей не имеющей полного ранга?
32. В чем преимущества использования сингулярного разложения при решении переопределенных систем?
33. Как в процессе решения переопределенной СЛАУ можно найти вычислительный ранг матрицы?
34. В чем отличия полной и частичной проблемы собственных значений?
35. Для чего используется нормирование векторов в степенном методе?
36. Что такое смещение спектра собственных чисел?
37. Что такое отношение Рэля и где оно используется при решении проблемы собственных значений?
38. Как найти минимальное по абсолютной величине собственное значение матрицы?
39. Опишите алгоритм градиентного метода решения частичной проблемы собственных значений.

40. Опишите QR-алгоритм решения полной проблемы собственных значений.
41. Что такое форма Хессенберга?
42. Что такое "сдвиг" в QR-алгоритме? Какие сдвиги вы знаете?
43. Какие методы используются для задачи на собственные значения симметричной матрицы?
44. Каким образом в QR-алгоритме можно одновременно определять собственные числа и векторы?
45. Что такое сингулярное разложение матрицы?
46. Постройте алгоритм вычисления сингулярного разложения матрицы.
47. Как реализуется сингулярное разложение матрицы?
48. В чем заключается идея метода Арнольди вычисления собственных пар больших разреженных матриц?
49. Опишите особенности QZ-алгоритма решения обобщенной задачи на собственные значения.

Вопросы к экзамену

1. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Формы записи данных. Вычислительная погрешность. Погрешность функции. Неустраняемая погрешность. Погрешность метода.
2. Постановка задачи интерполяции и аппроксимации.
3. Многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена многочлена Лагранжа
4. Конечные разности различных порядков. Таблица разностей. Первая интерполяционная схема Ньютона
5. Вторая интерполяционная схема Ньютона. Оценка остаточного члена.
6. Интерполирование на основе кубического сплайна.
7. Квадратичное аппроксимирование функций. Метод наименьших квадратов.
10. Дифференцирование на основе многочленов Лагранжа и Ньютона.
11. Метод неопределенных коэффициентов.
12. Правило Рунге практической оценки погрешности.
13. Простейшие квадратурные формулы.
14. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
15. Оценка погрешности квадратуры.
16. Метод бисекций, метод хорд, метод касательных, метод итераций (достаточное условие сходимости метода простых итераций).
17. Метод Ньютона. Квадратичная сходимость метода Ньютона. Модифицированный метод Ньютона.

18. Метод итераций для систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений.
19. Методы последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса).
20. Метод Гаусса с выбором главного элемента.
21. Применения метода Гаусса для расчета определителей и обратных матриц.
22. Матричный метод Гаусса
23. Погрешность приближенного решения систем уравнений и обусловленность матриц.
24. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости процесса итераций. Оценка погрешности приближений процесса итераций.
25. Метод Зейделя. Случай нормальной системы.
26. Нахождение наибольшего по модулю собственного значения матрицы и собственного вектора. Степенной метод. Метод скалярных произведений.
27. Метод разложения в ряд Тейлора решения задачи Коши для ОДУ.
28. Метод Эйлера и его модификации.
29. Методы Рунге - Кутты.
30. Численное решение линейного уравнения 2-го порядка (метод прогонки, метод стрельбы)
31. Понятие конечно - разностной сетки. Аппроксимация производных на конечно-разностной сетке.
32. Конечно - разностные аппроксимации производных, использующие больше трех узлов разностной сетки.
33. Понятие сходимости разностной схемы, проверка сходимости разностной схемы.
34. Определение аппроксимации разностной схемы.
35. Определение устойчивости разностной схемы.
36. Сходимость как следствие аппроксимации и устойчивости (теорема Лакса).
37. Дифференциальное приближение разностной схемы.
38. Каноническая запись разностной схемы.
39. Устойчивость как ограниченность норм степеней оператора перехода.
40. Необходимый спектральный признак устойчивости. Алгоритм применения признака.
41. Устойчивость по начальным данным, примеры исследования устойчивости по начальным данным

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 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.

Критерии выставления оценки студенту

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	«зачтено»/ «хорошо»	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	«зачтено»/ «удовлетворительно»	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	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	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.