

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Володин В.М.  
(Подпись) (Фамилия, инициалы)  
« 12 » сентября 201\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.2.16 Численные методы и оптимизация бизнес-процессов**

Направление подготовки: 38.03.05 «Бизнес-информатика»

Квалификация выпускника – Бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Пенза, 2016

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов» является формирование у студентов навыков проведения численного анализа архитектуры предприятия, проведения обследований деятельности и ИТ-инфраструктуры предприятий, использования современных стандартов и методик, разработки регламентов деятельности предприятия.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Учебная дисциплина относится к вариативной части блока Б1 (Б1.2). Содержание дисциплины рассчитано на студентов имеющих общие представления и базовые знания в вопросах создания и функционирования информационных процессов в сфере управления и производства; государственной политики в области информатики; знакомых с основами поиска, систематизации и обработки информации.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные и разностные уравнения», «Исследование операций», «Анализ данных», «Базы данных».

Основные положения данной дисциплины используются в дальнейшем при изучении дисциплин: «Имитационное моделирование», «Моделирование бизнес-процессов», «Электронный бизнес», «Хранилища данных и знаний», «Экономико-математические методы принятия решений», «Эконометрика», «Бизнес-прогнозирование», «Системы поддержки принятия решений», «Нечёткая логика и нейронные сети», «Системный анализ», «Эконометрическое моделирование бизнес-процессов», «Статистический анализ данных и прогнозирование», «Анализ и управление рисками в бизнесе», «Управление и оптимизация фондового портфеля», а также при выполнении научно-исследовательской работы, подготовке выпускной квалификационной работы и осуществлении профессиональной деятельности бакалавра.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-18	Способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Знать: - категории численного анализа данных как основы для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Уметь: - строить алгоритмы решения численных задач Владеть: - навыками численных расчетов и моделирования поставленных задач с помощью пакетов прикладных программ

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) **Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»**

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная рабо- та			Самостоятельная работа				Собеседование по лабораторным работам	Практико-ориентированные задания для проверки уме- ния и навыков	Курсовая работа
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Курсовая работа	Подготовка к зачету			
1.	Раздел 1. Типы ошибок, численные методы и их значение в компьютерных исследованиях	4	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		-	-	-
2.	Раздел 2. Итеративные методы решения нелинейных уравнений	4	<b>2-3</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		-	-	3
3.	Тема 2.1 Методы простой итерации и методы Ньютона	4	2	6	2	4	3	1	2		2	2	-
4.	Тема 2.2 Методы решения систем нелинейных уравнений	4	3	6	2	4	3	1	2		3	3	-
5.	Раздел 3. Численные методы линейной алгебры	4	<b>4-6</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		-	-	6
6.	Тема 3.1 Прямые методы реше-	4	4	9	3	6	4	2	2		5	4	-

	ния систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)												
-7.	Тема 3.2 Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	4	5-6	9	3	6	4	2	2		6	6	6
8.	Раздел 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	4	<b>7-9</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		-	-	8
9.	Тема 4.1 Методы решения задачи Коши для ОДУ.	4	7-8	10	2	8	4	1	3		8	8	-
10.	Тема 4.2 Методы решения систем ОДУ	4	9	6	2	4	4	1	3		9	9	9
11.	Раздел 5. Методы приближения функций	4	<b>10-11</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		-	-	10
12.	Тема 5.1 Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона	4	10	3	1	2	2	1	1		10	10	
13.	Тема 5.2 Интерполяция сплайнами	4	11	3	1	2	2	1	1		11	11	
14.	Раздел 6. Методы оптимизации функций	4	<b>11-17</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>8</b>		-	-	14
15.	Тема 6.1 Алгоритмы одномерной оптимизации	4	11	5	1	4	3	1	2		11	12	
16.	Тема 6.2 Алгоритмы многомерной оптимизации	4	12-16	12	2	10	9	3	6		16	13	16
17.	Тема 6.3. Задача оптимизации при ограничениях	4	17	2	1	1	1	1	-		17	-	17
	<i>Курсовая работа</i>	4	6-17						24		-		17
	<i>Подготовка к зачету</i>	4	17				-			-			
	Общая трудоемкость, в часах			<b>68</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	-	Промежуточная аттестация		

											Форма	Семестр
											Зачет	4
											Экзамен	

Заочная форма обучения (5 лет)

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			
				Аудиторная рабо- та			Самостоятельная работа			Собеседование по лабораторным работам	Практико-ориентированные задания для проверки уме- ния и навыков	Курсовая работа	
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Курсовая работа				Подготовка к зачету
1.	Раздел 1. Типы ошибок, числен- ные методы и их значение в ком- пьютерных исследованиях	4		-	-	-	<b>2</b>	<b>1</b>	-	<b>1</b>	+	+	+
2.	Раздел 2. Итеративные методы решения нелинейных уравнений	4		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	-
3.	Тема 2.1 Методы простой итера- ции и методы Ньютона	4		1	0,5	1	4	1	2	1	+	+	+
4.	Тема 2.2 Методы решения си- стем нелинейных уравнений	4		1	0,5	1	4	1	2	1	+	+	+

5.	Раздел 3. Численные методы линейной алгебры	4		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		-	
6.	Тема 3.1 Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	4		1,5	0,5	1	8	1	6	1	+	+	
7.	Тема 3.2 Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	4		1,5	0,5	1	6	1	8	1	+	+	+
8.	Раздел 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	4		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	-	-	-
9.	Тема 4.1 Методы решения задачи Коши для ОДУ.	4		1,5	0,5	1	11	3	5	3	+	+	+
10.	Тема 4.2 Методы решения систем ОДУ	4		1,5	0,5	1	11	3	5	3	-	-	+
11.	Раздел 5. Методы приближения функций	4		<b>1</b>	-	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-	-
12.	Тема 5.1 Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона	4		0,5	-	0,5	6	2	2	2	+	+	-
13.	Тема 5.2 Интерполяция сплайнами	4		0,5	-	0,5	6	2	2	2	-	-	+
14.	Раздел 6. Методы оптимизации функций	4		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	-	-	-
15.	Тема 6.1 Алгоритмы одномерной оптимизации	4		1,5	0,5	1	12	2	8	2	+	+	+
16.	Тема 6.2 Алгоритмы многомерной оптимизации	4		1,5	0,5	1	20	5	10	5	+	+	+
17.	Тема 6.3 Задача оптимизации при ограничениях	4		-	-	-	4	1	2	1	-	-	+

	<i>Курсовая работа</i>	4							48			
	<i>Подготовка к зачету</i>	4					24			24		
	Общая трудоемкость, в часах			<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>96</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	Промежуточная аттестация	
											Форма	Семестр
											Зачет	4
											Экзамен	

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»**

### **Раздел 1. Типы ошибок, численные методы и их значение в компьютерных исследованиях**

1. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений.
3. Устойчивость и сложность алгоритма.

### **Раздел 2. Итеративные методы решения нелинейных уравнений.**

1. Графический метод решения. Отделение корней уравнения.
2. Метод хорд.
3. Метод касательных (Ньютона).
4. Комбинированный метод хорд и касательных. Оценка погрешности.
5. Метод итераций. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.
6. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.

### **Раздел 3. Численные методы линейной алгебры.**

1. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.
2. Вычисление определителей и обращение матрицы методом Гаусса.
3. Метод итераций, условия сходимости и оценка погрешностей. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итераций.
4. Метод Зейделя. Оценка числа итераций.
5. Системы нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
6. Метод итераций.
7. Метод градиента.
8. Условия сходимости методов и оценка погрешностей.

### **Раздел 4. Приближение функций.**

1. Аппроксимация функций. Постановка задачи. Теорема существования и единственности обобщенного интерполяционного многочлена.
2. Приближение таблично заданных функций. Линейная интерполяция.
3. Интерполяция кубическими сплайнами.
4. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона.
5. Интерполяция многочленами  $n$  - степени.
6. Оценка погрешности интерполирования.
7. Среднеквадратическое приближение функций при помощи тригонометрических многочленов.

2.4.8. Равномерное и наилучшее равномерное приближение функций.

### **Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.**

1. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью рядов.
2. Метод Эйлера.
3. Метод Эйлера с уравниванием.
4. Метод Рунге-Кутты.
5. Оценка погрешностей и выбор шага.
6. Метод Рунге-Кутты для системы дифференциальных уравнений первого порядка.
7. Решение системы дифференциальных уравнений адаптивными методами.

### **Раздел 6. Методы оптимизации функций.**



Аналитические и численные методы одномерной оптимизации. Точность численных методов оптимизации. Метод равномерного поиска. Метод половинного деления. Метод золотого сечения. Машинные алгоритмы методов одномерной оптимизации в MathCad,. Скорость сходимости численных методов. Примеры.

Аналитические и численные методы многомерной оптимизации Метод перебора. Метод случайного поиска. Метод покоординатного спуска (Гаусса-Зейделя) и его геометрическая интерпретация. Метод наискорейшего спуска и его геометрическая интерпретация. Метод градиента и их геометрическую интерпретацию. Метод Хука-Дживса и его геометрическая интерпретация. Вычислительные алгоритмы численных методов многомерной оптимизации. Особенности программной реализации в MathCad, Matlab.

## **5. Образовательные технологии дисциплины Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»**

В процессе освоения дисциплины «Численные методы и ОБП» используются следующие образовательные технологии:

- лекции с применением компьютерных технологий обучения и контроля знаний;
- проведение лабораторных работ в компьютерном классе с привлечением профессионального программного обеспечения.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

#### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

##### **6.1. План самостоятельной работы студентов**

##### **Очная форма обучения**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Изучение способов программирования в системе MathCad	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить ввода данных, возможностей графического отображения результатов моделирования	Ракитин, В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 264 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2289">http://e.lanbook.com/book/2289</a>	2
3-4	Изучение моделей решения нелиней-	Подготовка к аудиторным	Изучить решения поставленных задач	Вычислительная	5

	ных уравнений и систем нелинейных уравнений	занятиям, оформление отчета	средствами прикладных пакетов программ	линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	
5-6	Изучение основных способов решения линейных систем	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	5
7	Изучение моделей решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить способы построения решений на основе рядов Тейлора	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	5
8	Изучение вопросов аппроксимации функций	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить способы построения классического полинома и возможности его программной реали-	Вычислительная линейная алгебра с примерами	5

			зации	на MATLAB [Текст] : учеб. посо- бие / В. И. Горбачен- ко. - СПб. : БХВ- Петербург, 2011. - 320 с.	
9-12	Изучение вопросов минимизации целевых функций	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] : учеб. посо- бие / Ан- дрей Вла- димирович Пантелеев, Татьяна Алексан- дровна Ле- това. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2005. - 544 с	5
13-17	Работа с системой Matlab	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Вычисли- тельная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. посо- бие / В. И. Горбачен- ко. - СПб. : БХВ- Петербург, 2011. - 320 с.	5
18	Подготовка к заче- ту	Подготовка к зачету			-
Итого					40

### Заочная форма обучения

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Изучение способов программирования в системе MathCad	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить ввода данных, возможностей графического отображения результатов моделирования	Ракитин, В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 264 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2289">http://e.lanbook.com/book/2289</a>	10
3-4	Изучение моделей решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	10
5-6	Изучение основных способов решения линейных систем	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И.	10

				Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	
7	Изучение моделей решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить способы построения решений на основе рядов Тейлора	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	10
8	Изучение вопросов аппроксимации функций	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить способы построения классического полинома и возможности его программной реализации	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	10
9-12	Изучение вопросов минимизации целевых функций	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / Андрей Владимирович Пантелеев, Татьяна Алексан-	10

				дровна Летова. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2005. - 544 с	
13-17	Работа с системой Matlab	Подготовка к аудиторным занятиям, оформление отчета	Изучить решения поставленных задач средствами прикладных пакетов программ	Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с.	12
18	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету			24
Итого					96

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При самостоятельной работе используются материалы сайта <http://www.cfin.ru/management/> (библиотека управления), <http://www.dailymanagement.ru/> (сайт с материалами по управлению), <http://www.norbit.ru/> (группа компаний Ланит: публикации).

В процессе подготовки к лабораторным занятиям студенты знакомятся с дополнительными материалами по тематике лабораторного занятия. Каждый студент к каждому лабораторному занятию готовит отчет по выполнению индивидуального задания. Индивидуальные задания разработаны с целью формирования практических навыков численного анализа.

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

### *Контроль освоения компетенций*

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Основы программирования в прикладных системах	ПК-18
2	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полу-	Изучение методов решения нелинейных уравнений	ПК-18

	ченных), проверка отчета		
3	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных), проверка отчета	Изучение вычислительных методов линейной алгебры	ПК-18
4	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Изучение возможностей применения метода Гаусса	ПК-18
5	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Изучение возможностей применения компактной схемы Гаусса	ПК-18
6	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Применение метода Ричардсона	ПК-18
7	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Построение итерационных процессов средствами прикладных пакетов	ПК-18
8	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Работа с системой MathCad	ПК-18
9	Защита отчета Опрос (проверка знаний, демонстрация умений и навыков применения полученных знаний), проверка отчета	Работа с системой MatLab	ПК-18
	Подготовка к зачету	Темы 1-6	ПК-18

Текущий контроль успеваемости в виде контрольных точек проводится по результатам защиты 10 лабораторных работ, которые оцениваются в 6 баллов. Количество контрольных точек и сроки их проведения в семестре устанавливается по решению деканата.

#### ***Темы лабораторных работ:***

***Лабораторная работа 1.*** Основы программирования в системах MathCad , Matlab

***Лабораторная работа 2.*** Алгоритмы решения нелинейных уравнений в системе MathCad

***Лабораторная работа 3.*** Алгоритмы решения систем нелинейных уравнений в среде MathCad

***Лабораторная работа 4.*** Реализация алгоритмов прямых методов решения СЛАУ

***Лабораторная работа 5.*** Реализация алгоритмов итерационных методов решения СЛАУ

***Лабораторная работа 6.*** Программная реализация алгоритмов решения задачи Коши для ОДУ

***Лабораторная работа 7.*** Программная реализация алгоритмов решения задачи Коши для систем ОДУ

***Лабораторная работа 8.*** Программная реализация методов интерполяции среде MathCad

***Лабораторная 9.*** Программная реализация методов одномерной оптимизации среде MathCad

**Лабораторная 10.** Программная реализация методов многомерной оптимизации среде MathCad, Matlab

По результатам текущего контроля студент может получить от 0 до 60 баллов. Для допуска к зачету студент должен набрать не менее 36 баллов.

**Собеседование 1.** Интерфейс системы MathCad.

**Собеседование 2.** Вложенные функции MathCad

**Собеседование 3.** Графические возможности системы MathCad .

**Собеседование 4.** Программирование ветвящихся процессов.

**Собеседование 5.** Возможности использования вложенных программ.

**Собеседование 6.** Интерфейс системы Matlab.

**Собеседование 7.** Вложенные функции системы Matlab.

**Собеседование 8.** Графические возможности системы Matlab.

**Собеседование 9.** Использование компьютерных систем в решении прикладных задач.

**Собеседование 10.** Представление результатов численного анализа

**Задания на выявление приобретенных умений и навыков(программный продукт MathCad, Matlab, демонстрация умения использования продукта)**

**Пример задания по теме 1.**

1. Решить методом итераций уравнение  $11x^2 + 1 - 2 = 0$  на промежутке  $[1; 2]$  с точностью 0,001, проведя графическое отделение корня уравнения; использовать метод половинного деления и один из методов Ньютона

- Mathcad реализация;
- ручная реализация;

**Пример задания по теме 2.**

Дана система трех линейных уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 5,92x_1 - 1,24x_2 - 1,84x_3 = 2,44 \\ 2,72x_1 - 9,71x_2 + 2,43x_3 = 2,40 \\ 1,76x_1 - 3,12x_2 + 9,38x_3 = 1,93 \end{cases}$$

используя схему единственного деления, двумя решить систему методом Гаусса:

без перестановки строк; с перестановкой строк;

подставьте найденные решения в исходную систему, вычислите невязки и сравните полученные решения; выбрав ведущие элементы схемы единственного деления, найдите значение определителя системы;

- ручная реализация;
- MathCad реализация;

**Пример задания по теме 3.**

Решить систему линейных уравнений из задания 2 заданным, используя заданный итерационный алгоритм:

- MathCad реализация;

**Пример задания по теме 4.**

Функция  $y = f(x)$  задана таблицей:

$x$	1,2	2,4	3,8	6,4
$y$	2,64	4,56	1,86	5,34



Найти приближенное выражение функции в виде многочлена третьей степени. Вычислить значение многочлена при  $x = 2, 3, 4, 5, 6$ . По точкам построить график многочлена.

- ручная реализация;
- MathCad реализация;

**Пример задания по теме 5.**

Решить задачу Коши для дифференциального уравнения  $y=f(x,y)$  на отрезке  $[a,b]$  при заданном начальном условии и шаге интегрирования  $h$ .

Решение провести методами Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса.

Сопоставить полученные результаты. Дифференциальное уравнение имеет вид:

$f(t,y)$	$t0$	$T$	$y0$
$y/t + t^2$	1	2	0

- MathCad реализация;

**Пример задания по теме 6.**

Вычислить минимум заданной одномерной целевой функции  $y = f(x)$  методами дихотомии, деления отрезка пополам, методом Фибоначчи, методом золотого сечения.

- MathCad реализация;

**Пример задания по теме 7.**

Воспользоваться методами многомерной безусловной оптимизации первого и нулевого порядка ; найти точку минимума целевой функции  $f(x)=f(x^{(1)}, x^{(2)})= a*x^{(1)}+b*x^{(2)} + e^{c*x^{(1)}+d*x^{(2)}}$

№ варианта	Целевая функция				Начальное приближение	Точность решения
	a	b	c	d		
5	3	-1,2	0,02	1,3	(0;-1)	0,00005

*Методы многомерной безусловной оптимизации:*

- а) метод наискорейшего спуска (с использованием метода золотого сечения);
- б) метод покоординатного спуска с постоянным шагом;

**Примерный перечень вопросов и заданий к зачету**

**Вопросы на выявление остаточных знаний по предмету**

1. Постановка задачи оптимизации.
2. Необходимые и достаточные условия существования экстремума, матрица Гессе.
3. Способы формирования целевой функции. Весовые коэффициенты целевой функции.
4. Метод равномерного поиска одномерной оптимизации.
5. Метод половинного деления одномерной оптимизации.
6. Метод золотого сечения одномерной оптимизации.
7. Точность численных методов оптимизации.
8. Постановка задачи линейного программирования.
9. Симплекс-метод для задачи линейного программирования.
10. Метод перебора для задачи нелинейного программирования.
11. Постановка задачи линейного программирования. Каноническая форма.
12. Теоремы об экстремуме задачи линейного программирования.
13. Симплекс метода решения задачи линейного программирования.

14. Алгоритм отыскания вершин области допустимых значений параметров оптимизации в задаче линейного программирования.
15. Выбор стартовой точки (вершины) в Симплекс методе.
16. Выбор направления обхода вершин области допустимых значений параметров оптимизации в Симплекс методе.
17. Постановка задачи нелинейного программирования.
18. Метод случайного поиска для задачи многомерной оптимизации.
19. Метод покоординатного спуска (Гаусса-Зейделя) для задачи многомерной оптимизации.
20. Метод наискорейшего спуска для задачи многомерной оптимизации.
21. Метод градиента для задачи многомерной оптимизации.
22. Метод Хука-Дживса. для задачи многомерной оптимизации.
23. Оптимизация при ограничениях. Постановка задачи. Методы решения.
24. Метод отражения от границ.
25. Метод штрафных функций, геометрическая интерпретация
26. Чем определяется координата опорной точки для построения штрафной функции?
27. Как рассчитываются параметры линейной штрафной функции (крутизна и смещение)?
28. Как рассчитываются параметры экспоненциальной штрафной функции (крутизна и смещение)?
29. Какими факторами определяется точность оптимизационного расчета задачи с ограничениями?
30. Понятие эффективности метода. Критерий оценки эффективности.

**Задания на выявление приобретенных навыков и умений**

**Пример задания:**

Задание:

Решить задачу Коши  $y'(t) = f(t, y(t))$  для дифференциального уравнения  $y=f(t,y)$  на отрезке  $t_0, T$  при заданном начальном условии и шаге интегрирования  $h$  и числе точек  $N$ :

Дифференциальное уравнение	Начальное условие	$t_0, T$	$N$
$y'(t) = t + y^2 \cdot 3^t$	$y(-1) = 1$	-1, 1	10

Лабораторная установка:

персональный компьютер: ОС Windows, ППП MathCad.

Оценка: сопоставление результатов решения, полученных с помощью заданных алгоритмов.

**Курсовая работа**

**Возможные варианты заданий:**

**Вариант 1**

Исследовать численное решение модельной задачи вида

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + (\pi^2 - 1) \sin(\pi x + t)$$

$$0 \leq x \leq 0.1$$

$$0 \leq t \leq 0.1$$

удовлетворяющее краевым

$$u(0, y) = \sin t$$

$$u(0.1, t) = \sin(t + 0.1\pi)$$

и начальным условиям вида:

$$u(0, t) = \sin \pi x,$$

$$\frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = \cos \pi x.$$

Контрольное решение задачи:  $u(x, t) = \sin(\pi x + t)$ .

Исследовать явную разностную схему с различными шагами пространственно-временной сетки  $h$  и  $\tau$ .

Исследовать устойчивость разностной схемы экспериментальным путем.

### **Вариант 2.**

Исследовать решение дифференциального уравнения параболического типа вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

$$0 \leq x \leq 1,$$

$$0 \leq t \leq 1$$

при начальном

$$u(x, 0) = \sin \pi x \text{ и краевых условиях}$$

$$u(0, t) = u(1, t) = 0.$$

Исследовать устойчивость явной разностной схемы при шагах сетки  $h = 0.1$  и менее и различных временных шагах  $\tau$ .

Сравнить с результатами решения по схеме Кранка-Николсона.

Контрольное решение задачи имеет вид:

$$u(x, t) = e^{-\pi^2 t} \sin \pi x.$$

### **Вариант 3.**

Исследовать решение модельной задачи вида

$$\frac{du}{dx} = -10^4(u - e^{-x}) - e^{-x}$$

$$u(0) = 2,$$

$$x \in [0, 1]$$

Математическое решение задачи известно и имеет вид:

$$u(x) = e^{-10^4 x} + e^{-x}.$$

Исследовать методы Рунге-Кутты 4 и 5 порядков точности.

Исследовать точность интегрирования на заданном участке.

$$h = 0.1$$

$$h = 0.01$$

Задавать шаги сетки:

$$h = 0.001$$

$$h = 0.0001$$

### **Вариант 4.**

Исследовать численное решение модельной задачи

$$\frac{du}{dx} = -10^4 u + (10^4 - u)e^{-x} - \ln u + \ln(e^{-10^4 x} + e^{-x})$$

$$u(0) = 2,$$

$$x \in [0, 1]$$

Используя неявный метод Эйлера и метод Эйлера-Коши с итерациями на основе метода Ньютона.

Использовать разностную сетку с шагами

$h_1 = 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$  на переходном участке и  $h_2 = 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}$  на стационарном участке.

Математическое решение задачи :  $u(x) = e^{-10^4 x} + e^{-x}$ .

Переходной участок:  $[0, 10^{-3}]$ .

Стационарный участок:  $[10^{-3}, 1]$ .

Сравнить точность методов.

### **Вариант 5.**

Исследовать численное решение уравнения вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 3e^{3xt}(x - 3t^2),$$

$$0 \leq x \leq 1,$$

$$0 \leq t \leq 1$$

При начальном  $u(x, 0) = 1$  и краевых условиях  $u(0, t) = 1,$   
 $u(1, t) = e^{3t}.$

Контрольное решение задачи:  $u(x, t) = e^{3xt}.$

Использовать неявную разностную схему с  $\sigma = 1$ .

Шаг сетки  $h = 0.1,$   
 $h = 0.005.$

Оценить погрешность решения задачи.

### **Вариант 1.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции

$f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) градиентного спуска с постоянным шагом

б) наискорейшего градиентного спуска

### **Вариант 2.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) Марквардта (Marquardt)

$$\varepsilon = 0.1,$$

Обеспечить точность вычислений:  $\varepsilon = 0.01$

$$\varepsilon = 0.001$$

**Вариант 3.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 5)^2 \text{ при ограничениях } \begin{cases} g_1(x) = x_1 + x_2^2 - 4 = 0 \\ g_2(x) = x_1 + x_2 - 1 = 0 \end{cases}$$

Использовать методы : а) проекции градиента (Розена).

**Вариант 4.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) Ньютона;

б) Ньютона-Рафсона.

**Вариант 5.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) метод конфигураций Хука-Дживса;

б) метод Розенброка.

**Вариант 6.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) метод деформируемого многогранника

(метод Нелдера-Мида);

**Вариант 7.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) Дэвидона-Флетчера\_Пауэлла

**Вариант 8.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 4(x_1 - 5)^2 + (x_2 - 6)^2$$

Использовать методы : а) адаптивного случайного поиска;

б) случайного поиска с возвратом при неудачном шаге;

в) метод наилучшей пробы.

**Вариант 9.**

Исследовать численный метод поиска безусловного минимума функции  $f(x)$  многих переменных вида

$$f(x) = 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$$

Использовать методы : а) покоординатного спуска;

б) метод Гаусса-Зейделя

Результатом дифференцированного зачета является сумма баллов текущего контроля и ответа на вопросы экзаменационного билета (не менее чем на 24 балла). Количество баллов по итогам экзамена варьирует от 60 до 100.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»**

**а) основная литература:**

1. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации. [Электронный ресурс] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2330>

2. Рябенький, В.С. Введение в вычислительную математику. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 288 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2297>

3. Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации. [Электронный ресурс] / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2184>

4. Ракин, В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 264 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2289>

5. Формалев, В.Ф. Численные методы. [Электронный ресурс] / В.Ф. Формалев, Д.Л. Ревизников. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 400 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/48183>

**б) дополнительная литература:**

1. Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB [Текст] : учеб. пособие / В. И. Горбаченко. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 320 с. : ил. - (Учебное пособие, 50 экз.)

**8. Материально-техническое обеспечение Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»**

Практические занятия проводятся в компьютерных классах а. 9-505, а. 9-506, оснащенных ЛВС ПГУ и Интернет, лицензионной пакет MathCad, MatLab.

Рабочая программа дисциплины Б.1.2.16 «Численные методы и оптимизация бизнес-процессов»

составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика»

Программу составили:

1. Катков С.Н., старший преподаватель

(Ф.И.О., должность, подпись)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры Экономическая кибернетика

Протокол № 1

от «31» августа 2016 года

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Федотов Н.Г.  
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой

ЭК  
(название кафедры)

Н.Г. Федотов / Н.Г. Федотов  
(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией \_\_\_\_\_ факультета (института)


Протокол № 1

от «12» сентября 2016 года

Председатель методической комиссии  
\_\_\_\_\_ факультета (института)

Еремина Е.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулиро- ванных
2017/2018	№ 1 от 1 сентября 2017 г 	Без изменений			