

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения курсового проекта
по дисциплине «Прикладная математика»
для студентов специальности 7.091501 «Компьютерные системы и сети»
дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2006

УДК 517.85

Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Прикладная математика» для студентов специальности «Компьютерные системы и сети» дневной и заочной форм обучения/ Сост.: Балакирева И.А., Скатков А.В.– Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. –15 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении курсового проекта по дисциплине «Прикладная математика»

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры (протокол № от 2006 г.)

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензенты:

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общая формулировка задания на курсовой проект	5
1.1 Линейное программирование	5
1.2 Целочисленное линейное программирование	5
1.3 Целочисленное линейное программирование с булевыми переменными	6
1.4 Поиск глобального экстремума	6
1.5 Одномерная минимизация	6
2. Краткие методические указания к выполнению проекта	7
3. Оформление пояснительной записки	7
Библиографический список	8
Приложение А	9
Приложение Б	13
Приложение В	14

ВВЕДЕНИЕ

Цель курсового проектирования: углубление теоретических знаний по дисциплине, а так же приобретение и закрепление практических навыков в решении задач линейного и нелинейного программирования и оценке эффективности работы применяемых алгоритмов.

Проект состоит из нескольких частей, которые представляют собой решение задач линейного и нелинейного программирования. В первом разделе проекта решаются задачи линейного программирования с использованием различных методов решения задачи, линейного целочисленного программирования методом ветвей и границ и методом отсекающих плоскостей (алгоритм Гомори), а так же решение задачи целочисленного линейного программирования с булевыми переменными (алгоритм Баллаша).

Второй раздел проекта посвящен решению задач нелинейного программирования, а именно – поиску глобального экстремума функций и одномерной минимизации.

Для поиска глобального экстремума предлагаются следующие методы: случайного поиска и по координатной сетке с постоянным шагом. Здесь же предлагается оценить эффективность работы алгоритмов поиска.

Одномерная минимизация осуществляется методами исключения интервалов: дихотомии (метод деления отрезка пополам), золотого сечения и Фибоначчи, а так же методами полиномиальной аппроксимации: квадратичной и кубической.

Задание на курсовое проектирование сформулировано в разделе 1 настоящих указаний. Курсовой проект выполняется по индивидуальным вариантам. Варианты заданий приведены в Приложении А – для решения задачи линейного программирования, в Приложении Б – для решения задачи целочисленного линейного программирования, в Приложении В – для задач поиска глобального экстремума функции и в Приложении Г – для задач одномерной минимизации.

В разделах 2 и 3 содержатся краткие методические указания по выбору варианта, выполнению задания и оформлению пояснительной записки.

Расчеты в курсовом проекте производить вручную с использованием калькулятора. Рекомендуется использовать специализированные пакеты программ параллельно с расчетами вручную для подтверждения правильности расчетов и в качестве графических средств, а также при выполнении заданий, где применение вычислительных средств оговорено особо.

1. ОБЩАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Линейное программирование

Номер варианта задания для решения задачи линейного программирования выбирается из Приложения А. Для студентов дневного отделения № варианта соответствует № в списке группы, для студентов заочного отделения - № варианта соответствует двум последним цифрам зачетной книжки по модулю 30.

Вариант задания представляет собой область допустимых решений ЗЛП и целевую функцию. Для того чтобы определить, какое значение должна достигать целевая функция – минимальное или максимальное, необходимо найти градиент целевой функции. Если направление градиента совпадает с направлением стрелки у целевой функции в варианте задания, то в задаче определяется максимальное значение целевой функции, иначе – минимальное.

Итак, задание по решению ЗЛП состоит в следующем:

- построить математическую модель ЗЛП согласно варианту;
- получить решение ЗЛП графическим методом;
- решить ЗЛП алгебраическим методом;
- решить ЗЛП методом симплекс-таблицы;
- определить допустимое решение ЗЛП методом введения искусственного базиса;
- построить ЗЛП, двойственную данной, решить эту задачу и исследовать взаимосвязь между решениями взаимодвойственных задач.

Целочисленное линейное программирование

Номер варианта задания для решения задачи целочисленного линейного программирования выбирается из Приложения Б. Для студентов дневного отделения № варианта соответствует № в списке группы, для студентов заочного отделения - № варианта соответствует двум последним цифрам зачетной книжки по модулю 30.

Задание состоит в следующем: решить ЗЛП, при условии целочисленности всех переменных, входящих в задачу:

- методом ветвей и границ;
- методом отсекающих плоскостей (методом Гомори).

Целочисленное линейное программирование с булевыми переменными.

Вариант задания составляется студентом с учетом следующих правил:

- в задаче используется не менее 5 переменных;
- не менее 4-х ограничений;
- коэффициенты ограничений и целевой функции студент выбирает произвольно, но таким образом, чтобы система ограничений была совместна.

Задание состоит в следующем:

- решить ЗЛП с булевыми переменными, используя алгоритм Баллаша;
- определить снижение трудоемкости вычислений, по отношению к решению задачи методом полного перебора.

Поиск глобального экстремума функции

Вариант задания выбирается из Приложения Б. Для студентов дневного отделения № варианта соответствует № в списке группы, для студентов заочного отделения - № варианта соответствует двум последним цифрам зачетки по модулю 31.

Программа для поиска экстремума функции может быть разработана на любом алгоритмическом языке.

Задание состоит в следующем:

- найти точку глобального экстремума функции $f(X)$ методом поиска по координатной сетке с постоянным шагом;
- найти точку глобального экстремума функции $f(X)$ методом случайного поиска;
- сравнить результаты вычислений.

Одномерная минимизация

Вариант задания выбирается из Приложения В. Для студентов дневного отделения № варианта соответствует № в списке группы, для студентов заочного отделения - № варианта соответствует двум последним цифрам зачетки по модулю 33.

Расчеты выполняются вручную, желательно применение вычислительной техники для проверки результатов вычислений и графического представления решения.

Задание состоит в следующем:

- выполнить поиск минимума заданной функции методом дихотомии (3 итерации);
- уточнить интервал поиска методом золотого сечения для нечетных вариантов и методом Фибоначчи – для четных (3-4 итерации);

- завершить поиск методом квадратичной аппроксимации (курсовой проект выполняется на оценку «удовлетворительно» и «хорошо») или кубической (курсовой проект выполняется на оценку «отлично»).

2 КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОЕКТА

Работу над заданием пункта 1.1 следует начать с построения аналитических выражений для границ области допустимых решений и целевой функции.

Алгоритмы и методы решения задач разбираются на практических занятиях и описаны в литературе [1,2,9,11] и в методических указаниях [15].

Теоретические сведения, необходимые для выполнения заданий 1.2, 1.3 описаны в литературе [1,2,9,11] и в методических указаниях [14], там же разобраны примеры решения задач.

При решении ЗЦЛП методом ветвей и границ, рекомендуется системы ограничений ветвей решения строить аналитически, а при решении каждой подзадачи использовать пакеты прикладных программ, с помощью которых можно решать ЗЛП.

Теоретические сведения, необходимые для выполнения заданий 1.4, 1.5 приведены в литературе [2,7,10,11] и методических указаниях [13], там же приведены алгоритмы решения задач.

3 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка должна содержать 15-20 листов и включать в себя следующие элементы:

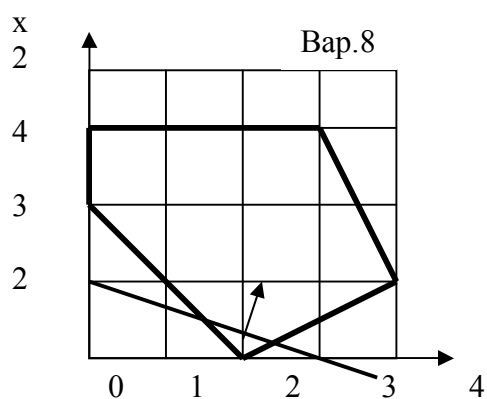
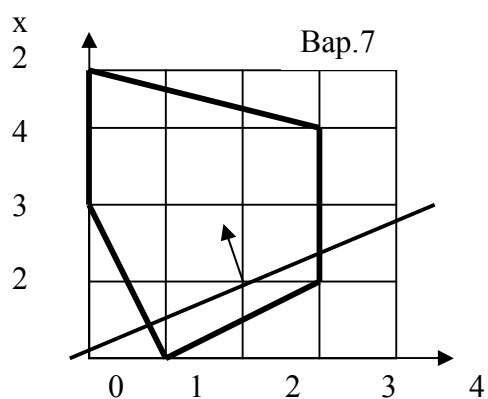
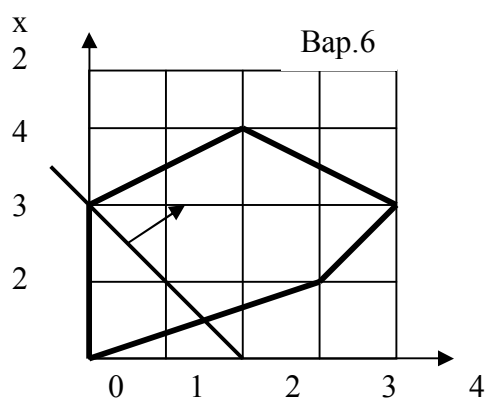
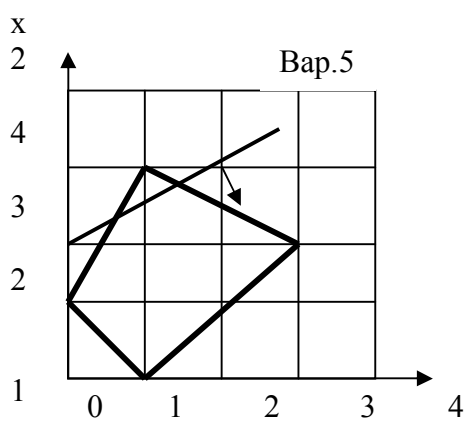
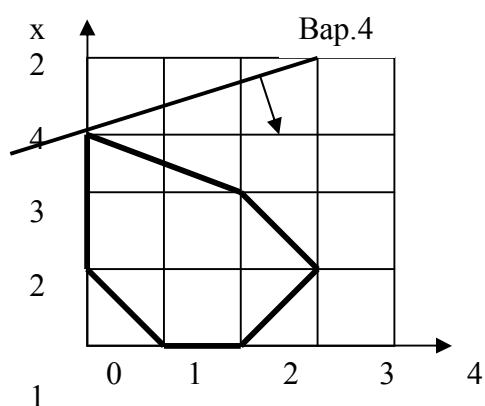
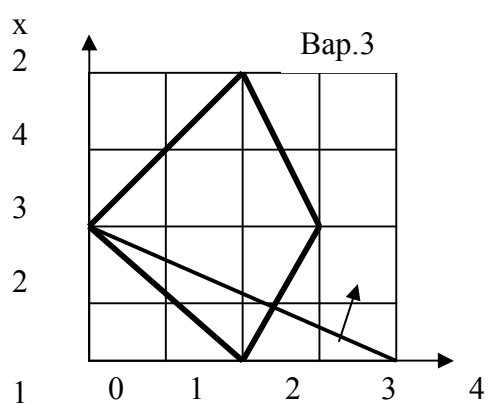
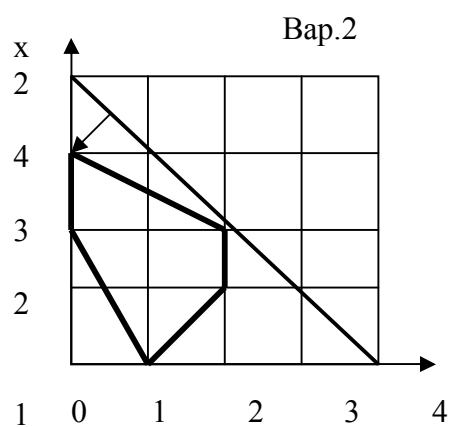
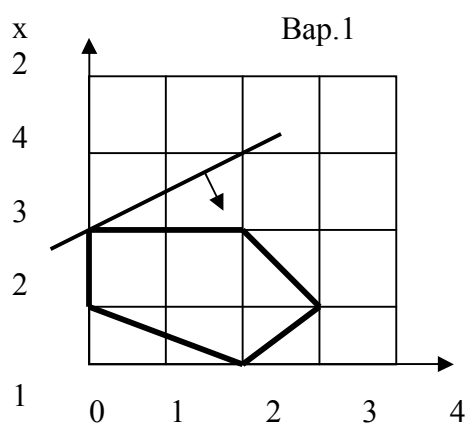
- титульный лист;
- задание на проектирование;
- описание порядка расчетов в соответствии пунктами 1.1-1.5 задания;
- заключение, в котором должны быть сформулированы выводы и проведен анализ результатов;
- библиография;
- приложения.

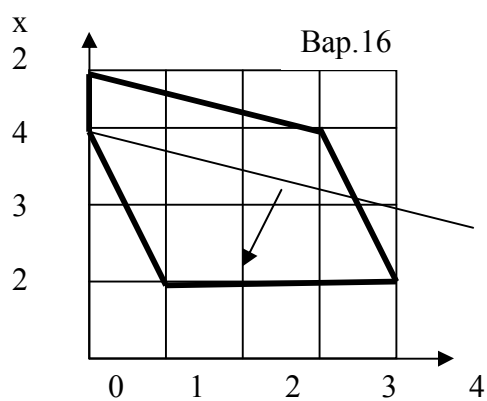
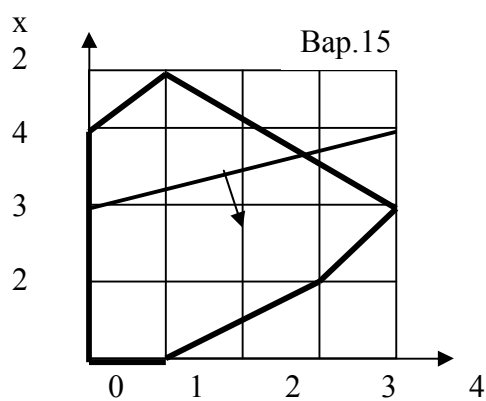
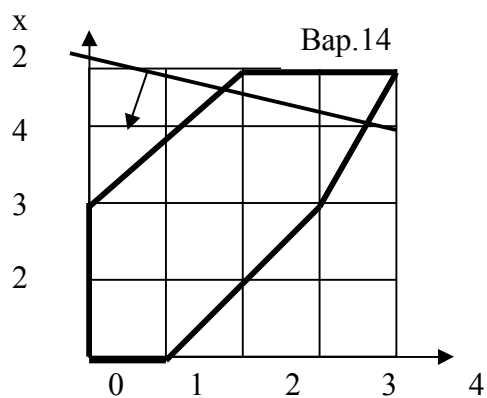
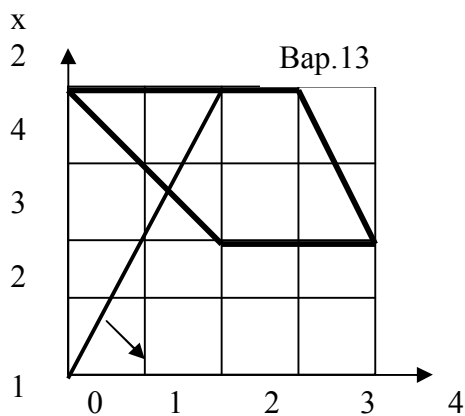
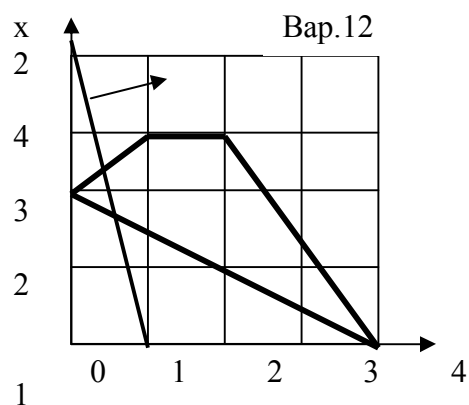
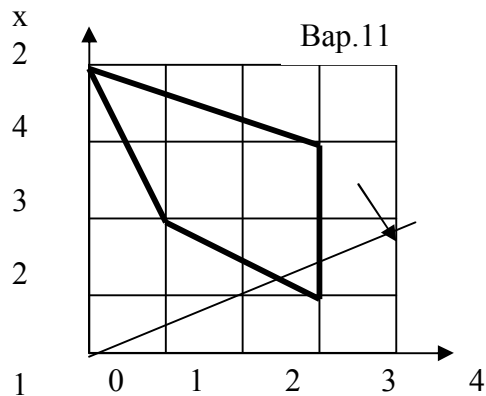
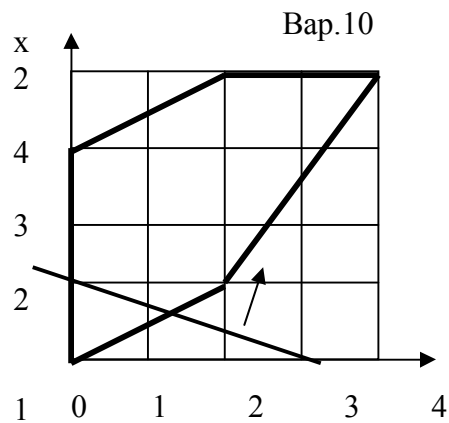
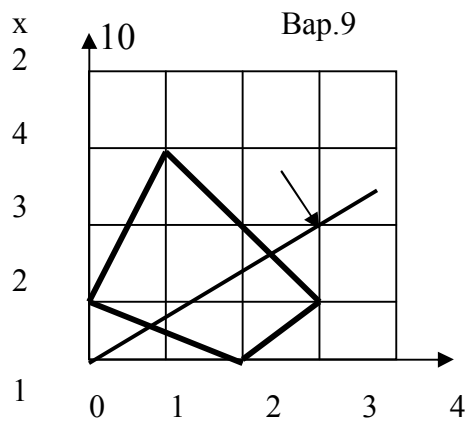
Пояснительная записка оформляется в полном соответствии с ДСТУ. При этом рекомендуется воспользоваться методическими указаниями [16].

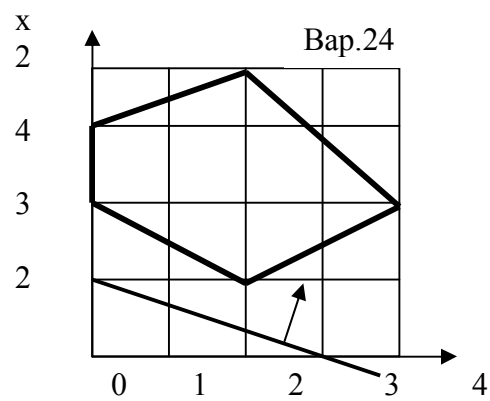
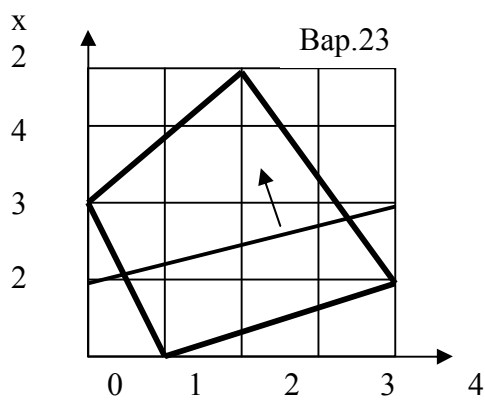
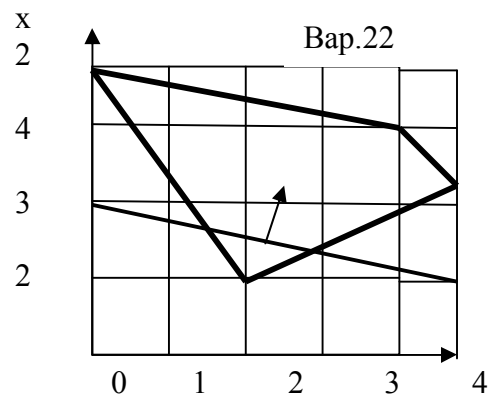
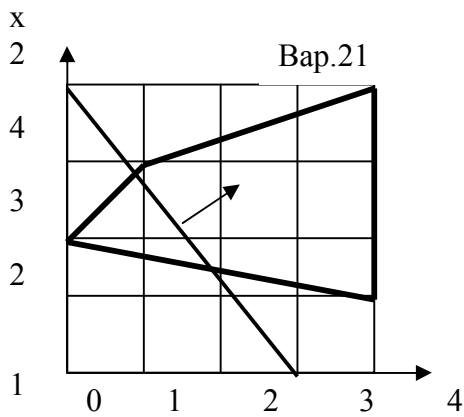
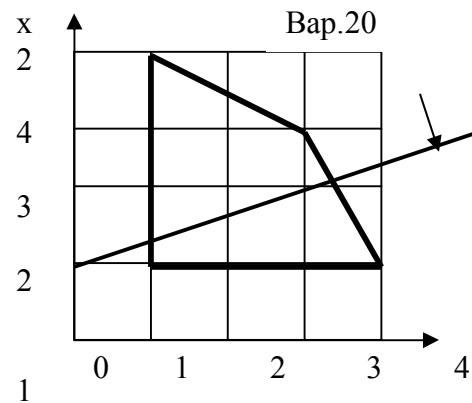
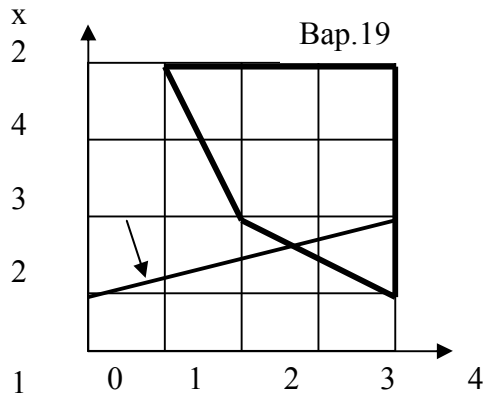
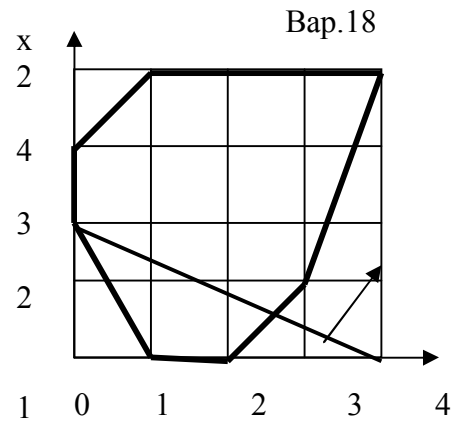
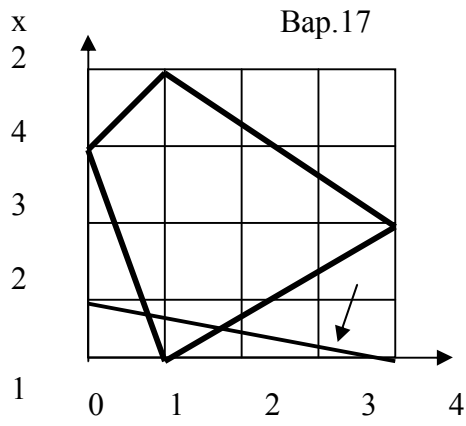
БИБЛИОГРАФИЯ

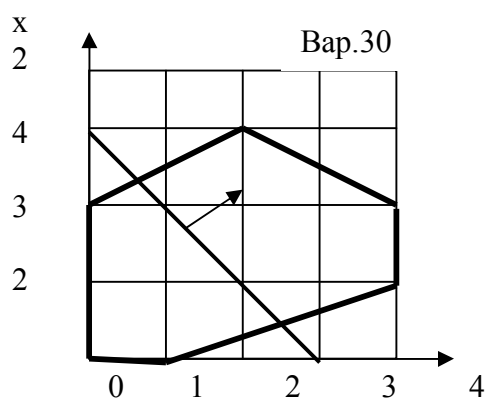
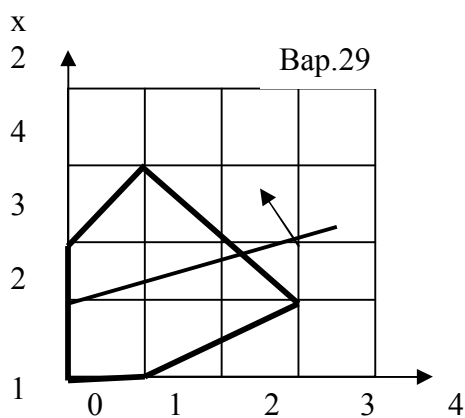
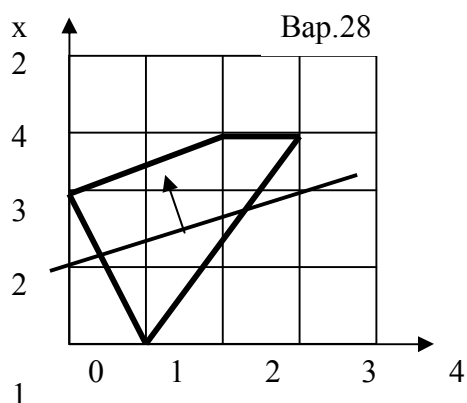
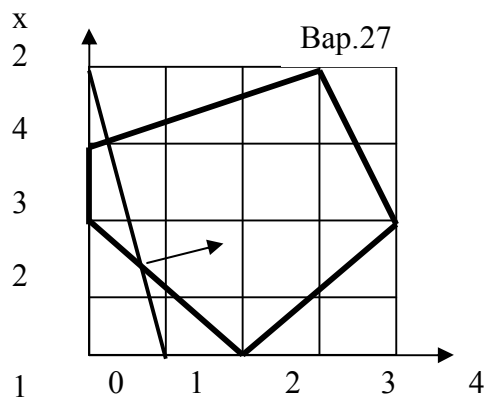
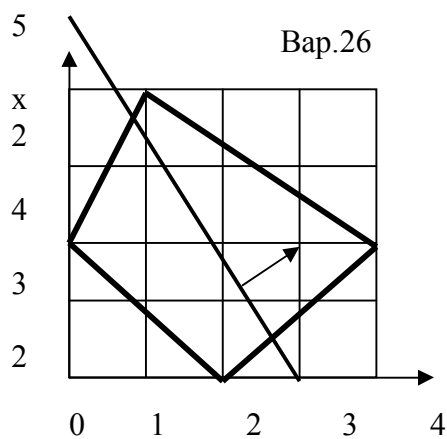
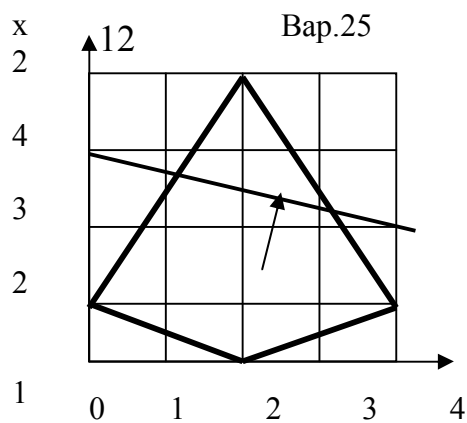
- 1 Карпелевич В. И., Садовский Л.Е. Элементы линейной алгебры и линейного программирования/ В.И. Карпелевич.-М.: Наука, 1967.- 312 с.
- 2 Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : Учеб. пособие/ И.Л. Акулич.- М.: Высшая школа, 1985.- 319 с.
- 3 Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения/ Д.Б. Юдин.- М.: Наука, 1969.- 319 с.
- 4 Ляшенко И.Н. и др. Линейное и нелинейное программирование/ И.Н. Ляшенко.-К.: Вища школа, 1975,- 372 с.
- 5 Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования: Учеб. пособие/ Д.И. Батищев. –М.: Радио и связь, 1984.- 248 с.
- 6 Бейко И.В., Бублик В.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации/ И.В. Бейко.- К.: Вища школа, 1983ю- 512 с.
- 7 Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике: в 2-х томах. Пер. с англ./ Г. Реклейтис,- М.: Наука, 1984.- Т.1.- 352 с. – Т.2.- 320 с.
- 8 Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию/ Б.Т. Поляк.- М.: Наука,-1983.-384 с
- 9 Банди Б. Основы линейного программирования: Пер. с англ./ Б. Банди.- М.: Радио и связь, 1989.- 176 с.
- 10 Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ./ Б. Банди.- М.: Радио и связь, 1988.- 128 с.
- 11 Зайченко Ю.П., Шумилова С.А., Исследование-операций: Сборник задач 2-е изд. перераб. и доп. / Ю.П. Зайченко. - К.: Вища школа, 1990.-239с.
- 12 Карманов В.Г. Математическое программирование: Учеб. пособие/ В.Г. Карманов.- М.: Наука, 1986.- 288 с.
- 13 Балакирева И.А., Литвинова Л.А., Скاتков А.В. Методические указания по изучению дисциплины "Прикладная математика" для студентов специальности «Компьютерные системы и сети». Раздел «Методы глобального поиска и одномерной оптимизации».
- 14 Балакирева И.А., Скатков А.В. Методические указания по изучению дисциплины "Прикладная математика" для студентов специальности «Компьютерные системы и сети». Раздел «Методы решения задач целочисленного линейного программирования».
- 15 Балакирева И.А., Скатков А.В. Методические указания по изучению дисциплины "Прикладная математика" для студентов специальности «Компьютерные системы и сети». Раздел «Методы решения задач линейного программирования».
- 16 Маклаков Г.Ю. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов (работ)/ Сост.: Г.Ю. Маклаков.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 1999. – 28 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)









ПРИЛОЖЕНИЕ Б

1	$F = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 4x_2 \leq 17$ $10x_1 + 3x_2 \leq 15$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	2	$F = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 \leq 9.5$ $x_1 + x_2 \geq -2$ $2x_1 + x_2 \leq 10.6$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
3	$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 2x_2 \leq 7$ $4x_1 - 5x_2 \leq 9$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	4	$F = 8x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 5x_2 \leq 11$ $4x_1 + x_2 \leq 8$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
5	$F = 8x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 5x_2 \leq 12$ $4x_1 + x_2 \leq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	6	$F = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 4x_2 \leq 7$ $10x_1 + 3x_2 \leq 15$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
7	$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $5x_1 + 7x_2 \leq 21$ $-x_1 + 3x_2 \leq 8$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	8	$F = 1.6x_1 + 10x_2 \rightarrow \min$ $-2x_1 + x_2 \leq -3.3$ $x_1 - x_2 \leq 1$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
9	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $6x_1 + 5x_2 \leq 20$ $2x_1 + 3x_2 \leq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	10	$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 9x_2 \leq 36$ $x_1 + x_2 \leq 7$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
11	$F = 8x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 5x_2 \leq 11$ $4x_1 + x_2 \leq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	12	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + x_2 \leq 18$ $x_1 + 2x_2 \leq 16$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
13	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 2x_2 \leq 10$ $x_1 + 2x_2 \geq 2$ $2x_1 + x_2 \leq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	14	$F = 1.6x_1 + 10x_2 \rightarrow \min$ $-2x_1 + x_2 \leq -3.3$ $x_1 - x_2 \leq -2$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
15	$F = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 3x_2 \leq 12.6$ $4x_1 + x_2 \geq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	16	$F = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 4x_2 \leq 14$ $2x_1 + 3x_2 \leq 12$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
17	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 2x_2 \leq 5$ $x_2 \leq 2$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	18	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $20x_1 + 10x_2 \leq 75$ $12x_1 + 7x_2 \leq 55$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
19	$F = 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 5x_2 \leq 15$ $5x_1 + 2x_2 \leq 1$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	20	$F = 4x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $4x_1 + 3x_2 \leq 5.8$ $2x_1 + x_2 \leq 9.2$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$

21	$F = 6x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 + x_2 \geq 3$ $x_1 - x_2 \geq 1$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	22	$F = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 3x_2 \leq 11$ $4x_1 + x_2 \leq 10$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
23	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + 11x_2 \leq 38$ $x_1 + x_2 \leq 7$ $4x_1 - 5x_2 \leq 5$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	24	$F = 5x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 + 2x_2 \geq 6$ $2x_1 - 3x_2 \geq -6$ $x_1 - x_2 \leq 4$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
25	$F = 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ $2x_1 + x_2 \leq 8$ $x_1 + 3x_2 \geq 6$ $3x_1 + x_2 \geq 3$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	26	$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $6x_1 + 5x_2 \leq 20.6$ $2x_1 + x_2 \leq 16$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
27	$F = 7x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 \leq 5$ $2x_1 - 3x_2 \leq 6$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	28	$F = 6x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 + x_2 \geq 3$ $x_1 - x_2 \leq 1$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$
29	$F = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $7x_1 + 4x_2 \leq 28$ $-x_1 + 2x_2 \leq 14$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$	30	$F = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$ $x_1 + 2x_2 \geq 16$ $2x_1 + x_2 \geq 16$ $x_1, x_2 \geq 0, x_1, x_2 - \text{целые}$

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Таблица В.1 – Варианты заданий

Вариант	Функция
1.	$f(x_1, x_2) = x_1^4 + x_2^4 - 4x_1x_2$
2.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 - 2x_1x_2^2 + x_2^4 - x_2^5$
3.	$f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 + 4\sin x_1 \sin x_2$
4.	$f(x_1, x_2) = x_1 e^{x_1} - (1 + e^{x_1}) \cos x_2$
5.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2 + \frac{1}{x_1 + x_2}, \quad x_1 + x_2 > 0$
6.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2^2 - 2x_1 - 3x_2$
7.	$f(x_1, x_2) = 2x_1x_2 + \frac{1}{x_1} + \frac{3}{x_2}, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
8.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_1x_2 + 7x_2^2 - 2\ln x_1 - \ln x_2, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
9.	$f(x_1, x_2) = e^{-(x_1^2 + x_2^2)}(x_1^2 + 2x_2^2)$
10.	$f(x_1, x_2) = \frac{4x_1 - x_2 + 2}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + 1}}$
11.	$f(x_1, x_2) = -2x_1^3 - 2x_1^3x_2 + 6x_1 + \frac{1}{3}x_2^3 + 2x_2$
12.	$f(x_1, x_2) = x_1^3x_2^2(-x_1 - x_2 + 1)$
13.	$f(x_1, x_2) = e^{-x_1} + 2e^{-x_2} + \ln(e^{x_1} + e^{x_2})$
14.	$f(x_1, x_2) = (x_1 + x_2)(x_1 - 2)(x_2 - 3)$
15.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_1x_2$
16.	$f(x_1, x_2) = x_1^3 + x_2^2 + x_1x_2 + 2$
17.	$f(x_1, x_2) = x_1x_2^2(1 - x_1 - 2x_2)$
18.	$f(x_1, x_2) = x_1 + \frac{x_2^2}{4x_1} + \frac{1}{x_2}, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
19.	$f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - x_2^2, \quad X = \{(x_1, x_2) \mid x_1 + 1 + x_2 - 1 \leq 1\}$
20.	$f(x_1, x_2) = 3x_1x_2 + \frac{2}{x_1} + \frac{4}{x_2}, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
21.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_1x_2 + \frac{2}{3}x_2^2 - 2\ln x_1 - \ln x_2, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
22.	$f(x_1, x_2) = 2x_1^2 + 2x_1x_2 + x_2^2 - 2x_1 - 3x_2$
23.	$f(x_1, x_2) = e^{-(x_1^2 + x_2^2)}(7x_1^2 + 3x_2^2)$

Продолжение таблицы В.1

24.	$f(x_1, x_2) = -\frac{5x_1^3}{4} - \frac{5x_1^2 x_2}{4} + \frac{15x_1}{2} + \frac{x_2^3}{3} - \frac{11x_2}{2}$
25.	$f(x_1, x_2) = x_1^3 x_2 (-3x_1 - x_2 + 9)$
26.	$f(x_1, x_2) = 3x_1^2 + 2x_1 x_2 + x_2^2 - 2x_1 - 3x_2$
27.	$f(x_1, x_2) = x_1 x_2 + \frac{2}{x_1} + \frac{3}{x_2}, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
28.	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_1 x_2 + \frac{1}{6} x_2^2 - 6 \ln x_1 - 5 \ln x_2, \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0$
29.	$f(x_1, x_2) = \frac{x_1 + 3x_2 - 4}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + 1}}$
30.	$f(x_1, x_2) = -\frac{5x_1^3}{4} - \frac{5x_1^2 x_2}{4} + \frac{15x_1}{2} + \frac{x_2^3}{3} - x_2$
31.	$f(x_1, x_2) = x_1^3 x_2^2 (-x_1 + x_2 + 3)$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Таблица Г.1 – Варианты заданий

Вариант	Задание
1	$f(x) = x * \sin(x) + 2 * \cos(x), x \in [-5; -4], \varepsilon = 0.02$
2	$f(x) = e^x - \frac{1}{3} x^3 + 2 * x, x \in [-1.5; -1], \varepsilon = 0.01$
3	$f(x) = x^4 + 2 * x^2 + 4 * x + 1, x \in [-1; 0], \varepsilon = 0.1$
4	$f(x) = 2 + x^2 + x^{2/3} - \ln(1 + x^{2/3}) - 2 * x * \arctg x^{1/3}, x \in [0.0; 1], \varepsilon = 0.025$
5	$f(x) = x^4 + 8 * x^3 - 6 * x^2 - 72 * x + 90, x \in [1.5; 2], \varepsilon = 0.05$
6	$f(x) = -x^3 + 3(1 + x)[\ln(1 + x) - 1], x \in [-0.5; 0.5], \varepsilon = 0.05$
7	$f(x) = x^6 + 3 * x^2 + 6 * x - 1, x \in [1; 0.0], \varepsilon = 0.1$
8	$f(x) = 3(5 - x)^{4/3} + 2 * x^2, x \in [1.5; 2], \varepsilon = 0.025$
9	$f(x) = 10x \ln x - \frac{x^2}{2}, x \in [0.5; 1], \varepsilon = 0.05$
10	$f(x) = (x + 1)^4 - 2x^2, x \in [-3; -2], \varepsilon = 0.05$
11	$f(x) = x^2 + 2(x \lg \frac{x}{\ell} - 2), x \in [1.5; 2], \varepsilon = 0.01$
12	$f(x) = x^2 - 2x - 2 \cos x, x \in [0.25; 0.75], \varepsilon = 0.05$

13	$f(x) = 3x^4 - 10x^3 + 21x^2 + 12x, x \in [-0.5; 0], \varepsilon = 0.01$
14	$f(x) = x^2 + 3x(\ln x - 1), x \in [0.5; 1], \varepsilon = 0.05$
15	$f(x) = \sqrt{1+x^2} + e^{-2x}, x \in [0; 1], \varepsilon = 0.001$
16	$f(x) = x - \ln x, x \in [0.1; 2], \varepsilon = 0.01$
17	$f(x) = x^2 - \sin x, x \in [0; \pi/2], \varepsilon = 0.001$
18	$f(x) = x^4 + x^2 + x + 1, x \in [-1; 2], \varepsilon = 0.01$
19	$f(x) = \frac{x^2}{2} - \cos x, x \in [0; 3], \varepsilon = 0.01$
20	$f(x) = e^x + \frac{1}{x}, x \in [0.1; 2], \varepsilon = 0.001$
21	$f(x) = (x-4)^2 + \ln x, x \in [3; 5], \varepsilon = 0.01$
22	$f(x) = x^4 + e^{-x}, x \in [0; 1], \varepsilon = 0.01$
23	$f(x) = \frac{\cos x}{x^2}, x \in [7; 12], \varepsilon = 0.01$
24	$f(x) = -\sqrt{-20x - x^2} + 0.01 \sin x, x \in [9; 11], \varepsilon = 0.05$
25	$f(x) = (0.1x - 5)^8 + \cos(0.02x), x \in [49; 51], \varepsilon = 0.02$
26	$f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}, x \in [1; 1.5], \varepsilon = 0.05$
27	$f(x) = \operatorname{tg} x - 2 \sin x, x \in [0; \pi/4], \varepsilon = 0.03$
28	$f(x) = \sqrt{1+x^2} + e^{-2x}, x \in [0; 1], \varepsilon = 0.1$
29	$f(x) = x^4 + 4x^2 - 32x + 1, x \in [1.5; 2], \varepsilon = 0.05$
30	$f(x) = \frac{1}{7}x^7 - x^3 + \frac{1}{2}x^2 - x, x \in [1; 1.5], \varepsilon = 0.05$
31	$f(x) = x^3 - 3 \sin x, x \in [0.5; 1], \varepsilon = 0.05$
32	$f(x) = 5x^2 - 8x^{5/4} - 20x, x \in [3; 3.5], \varepsilon = 0.02$
33	$f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 5x + x \ln x, x \in [1.5; 2], \varepsilon = 0.02$