

Пакет прикладных программ FinPlus (версия 2.0)

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

В. В. Бухвалова, А. В. Ковальчук, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	3
1.1 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	3
1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПАКЕТЕ ИЛИ КАК СВЯЗАТЬСЯ С АВТОРАМИ ПАКЕТА.....	5
2. СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПАКЕТА FINPLUS.....	5
3. УСТАНОВКА ПАКЕТА FINPLUS	5
4. ЗАПУСК ПАКЕТА FINPLUS	6
5. НАВИГАЦИЯ ПО ПАКЕТУ FINPLUS.....	6
5.1 СИСТЕМА МЕНЮ ПАКЕТА FinPlus	6
5.2 СТРОКА МЕНЮ ПАКЕТА FinPlus	7
6. ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ С ПАКЕТОМ FINPLUS	8
7. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	8
7.1 ВВОД ДАННЫХ ЗАДАЧИ ЛП С ЭКРАНА	8
7.2 ВВОД ДАННЫХ ЗАДАЧИ ЛП ИЗ CSV-ФАЙЛА.....	9
7.2.1 Структура CSV-файла для задачи ЛП	10
7.3 ИЗМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ЗАДАЧИ ЛП.....	10
7.4 ТЕСТИРОВАНИЕ КОРРЕКТНОСТИ РАБОТЫ МОДУЛЯ	11
7.5 ГЕНЕРАТОР ЗАДАЧ ЛП.....	11
7.6 ЭКСПОРТ ЗАДАЧИ ЛП В CSV-ФАЙЛ.....	12
7.7 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЛП.....	14
7.7.1 Отчет по итерациям симплекс-метода.....	15
7.7.2 Отчет «Постоптимальный анализ»	16
7.7.3 Отчет о решении задачи	17
8. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	18
8.1 ВВОД ДАННЫХ ЗАДАЧИ КП С ЭКРАНА	18
8.2 ВВОД ДАННЫХ ЗАДАЧИ КП ИЗ CSV-ФАЙЛА.....	20
8.2.1 Структура CSV-файла для задачи КП.....	21
8.3 ИЗМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ЗАДАЧИ КП.....	22
8.4 ЭКСПОРТ ЗАДАЧИ КП В CSV-ФАЙЛ.....	22
8.5 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КП.....	23
8.5.1 Отчет по итерациям метода дополнительного базиса	23
8.5.2 Структура отчета по итерациям метода дополнительного базиса.....	24
8.5.3 Отчет о решении задачи	25
9. НАСТРОЙКА ПАКЕТА	26
10. СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ПАКЕТА FINPLUS	27
10.1.1 Справка о пакете FinPlus	27
10.1.2 Справка по решаемому виду оптимизационных задач	27
10.1.3 Справка об авторах пакета.....	27

1. Общая информация

Пакет FinPlus создан на базе MS Excel для решения широкого класса задач в области исследования операций и финансовой математики. Цель создания пакета — расширение возможностей, предоставляемых MS Excel для решения задач указанного класса.

Версия пакета 2.0 поддерживает решение двух типов задач:

- задачи линейного программирования в общей постановке;
- задачи квадратичного программирования в общей постановке.

Пакет ориентирован, прежде всего, на использование в учебном процессе: для решения задач в курсах по математическому программированию, исследованию операций, финансовой математике, экономике и др., для генерирования контрольных заданий по этим курсам. Возможности пакета позволяют использовать его для решения реальных практических задач небольшой размерности.

В перспективе значительное расширение представленных в пакете моделей и оформление пакета в виде надстройки MS Excel.

Дополнительная информация о проекте, демонстрационные версии пакета, оперативные обновления позднее будут размещены в сети Internet.

1.1 Определения и сокращения

В данном документе используются следующие сокращения и определения:

ЛП — линейное программирование. Изложение необходимой теории линейного программирования имеется в [2, 3].

КП — квадратичное программирование. Изложение необходимой теории квадратичного программирования имеется в [1, 3].

Задача ЛП — задача поиска экстремума (максимума или минимума) линейной функции многих переменных при наличии линейных ограничений (равенств или неравенств), связывающих эти переменные:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min (\max),$$
$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq (\leq, =) b_i, & i = 1 : m, \\ x_j \geq 0, & j = 1 : n. \end{cases}$$

В матричной постановке задача принимает вид:

$$\begin{aligned} & \min (\max) cx, \\ & Ax ? b, \\ & x \geq 0, \end{aligned}$$

где $A = (a_{ij})$, $b = (b_1, \dots, b_m)$, $c = (c_1, \dots, c_n)$, $x = (x_1, \dots, x_n)$, $?$ - символный вектор, компоненты которого принимают значения \leq, \geq или $=$.

Задача КП — задача поиска экстремума (максимума или минимума) квадратичной функции многих переменных при наличии линейных ограничений (равенств или неравенств), связывающих эти переменные:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i x_j d_{ij} + \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min (\max),$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq (\leq, =) b_i, & i = 1:m, \\ x_j \geq (\leq) 0, & j = 1:n. \end{cases}$$

В матричной постановке задача принимает вид:

$$\min (\max) \left[\frac{1}{2} x^T D x + c x \right],$$

$$Ax ? b,$$

$$x ? 0,$$

где $A = (a_{ij})$, $b = (b_1, \dots, b_m)$, $c = (c_1, \dots, c_n)$, $x = (x_1, \dots, x_n)$, $D = (d_{ij})$ - неотрицательно определенная симметричная матрица, $?$ - символный вектор, компоненты которого принимают значения \leq, \geq или $=$.

Симплекс-метод — основной метод решения задач ЛП. В пакете FinPlus реализован модифицированный двухфазный симплекс-метод (см. [2]).

Метод дополнительного базиса — один из универсальных методов решения задачи КП (см. [1]).

Постоптимальный анализ решения оптимизационной задачи — определение диапазонов изменения параметров оптимизационной задачи, в которых найденное решение остается оптимальным. О постоптимальном анализе решения задачи ЛП можно прочесть в [2, 3].

CSV-формат – формат текстового файла, в котором в качестве разделителя единиц информации используется запятая. Этот формат является основным при записи больших массивов однородной информации. CSV-формат полностью совместим с MS Excel.

Литература

- [1] *Даугавет В. А.* Численные методы квадратичного программирования – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004.
- [2] *Муртаф Б.* Современное линейное программирование: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.

[3] *Taha X.* Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.

1.2 Дополнительная информация о пакете или как связаться с авторами пакета

Работая над разработкой пакета FinPlus, мы, наряду с работой над функциональными возможностями пакета, старались сделать пользовательский интерфейс удобным. Надеемся, что пакет FinPlus поможет Вам в решении Ваших профессиональных задач.

Мы всегда рады ответить на Ваши вопросы, относительно работы с пакетом FinPlus, а также с удовольствием рассмотрим Ваши замечания и предложения по совершенствованию пакета.

Обновленные версии пакета FinPlus размещаются на сайте: <http://finplus.front.ru>.

E-mail для связи с авторами пакета FinPlus: finplus@front.ru.

2. Системные требования пакета FinPlus

- Операционная система: Windows 2000 или более поздняя версия;
- Процессор не ниже Pentium 133 МГц;
- Память не менее 64 Мб RAM;
- Монитор Super VGA (800x600) или с более высоким разрешением с поддержкой 256 цветов;
- Стандартные клавиатура и мышь.

Для корректной работы программы рекомендуется использовать следующие версии MS Excel:

- MS Excel 2000
- MS Excel 2002 (XP)
- MS Excel 2003.

3. Установка пакета FinPlus

Для установки пакета достаточно создать на жестком диске папку FinPlus и разархивировать в нее все файлы архива FinPlus.rar (в rar-архиве не более 500Кб). Для корректной работы пакета необходимо убедиться, что настройки используемой версии MS Excel позволяют использовать макросы (**Сервис | Макрос | Безопасность**). Рекомендуется использовать средний уровень безопасности (решение о запуске макросов принимается пользователем).

4. Запуск пакета FinPlus

Для начала работы с пакетом необходимо запустить его основной файл (FinPlus.xls), после чего открывается основное окно программы с главным меню.

В процессе загрузки программы может быть выдано сообщение о макровирусах. Для корректной работы пакета следует выбрать кнопку **Не отключать макросы**.

5. Навигация по пакету FinPlus

Навигация внутри пакета может осуществляться с помощью системы меню или с помощью строки меню.

5.1 Система меню пакета FinPlus

Система меню состоит из главного и вспомогательного меню. Главное меню пакета, автоматически активирующееся при запуске пакета (рис. 1), позволяет пользователю указать тип задачи, которая будет решаться (в версии 2.0 — это выбор задачи ЛП или задачи КП).

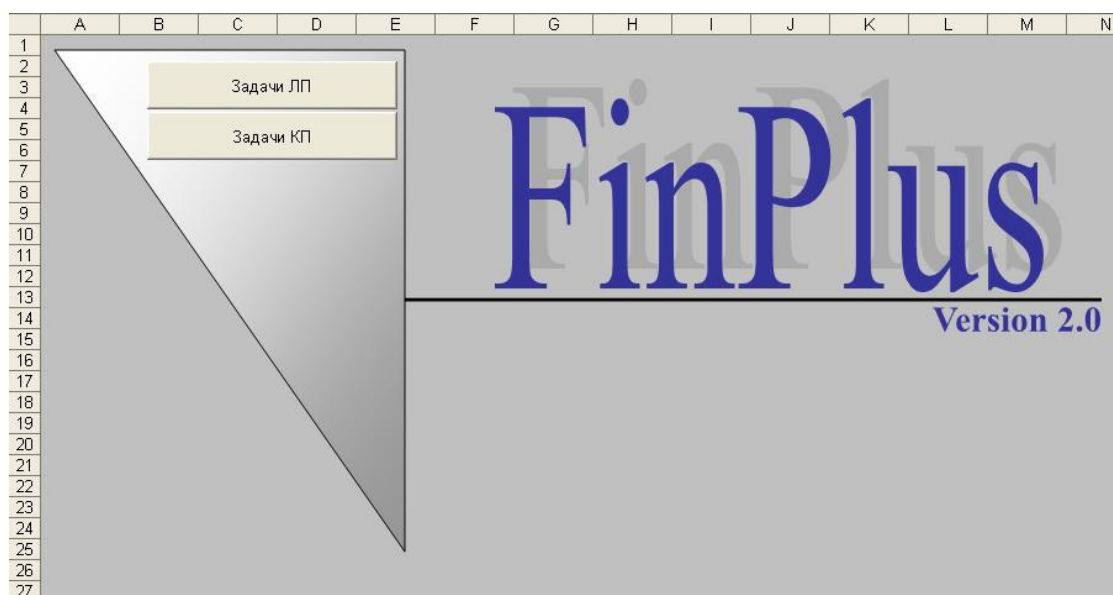


Рис. 1. Главное меню пакета FinPlus

Система вспомогательных меню (рис. 2, 3) предназначена для удобства навигации по пакету FinPlus при решении задач выбранного типа.

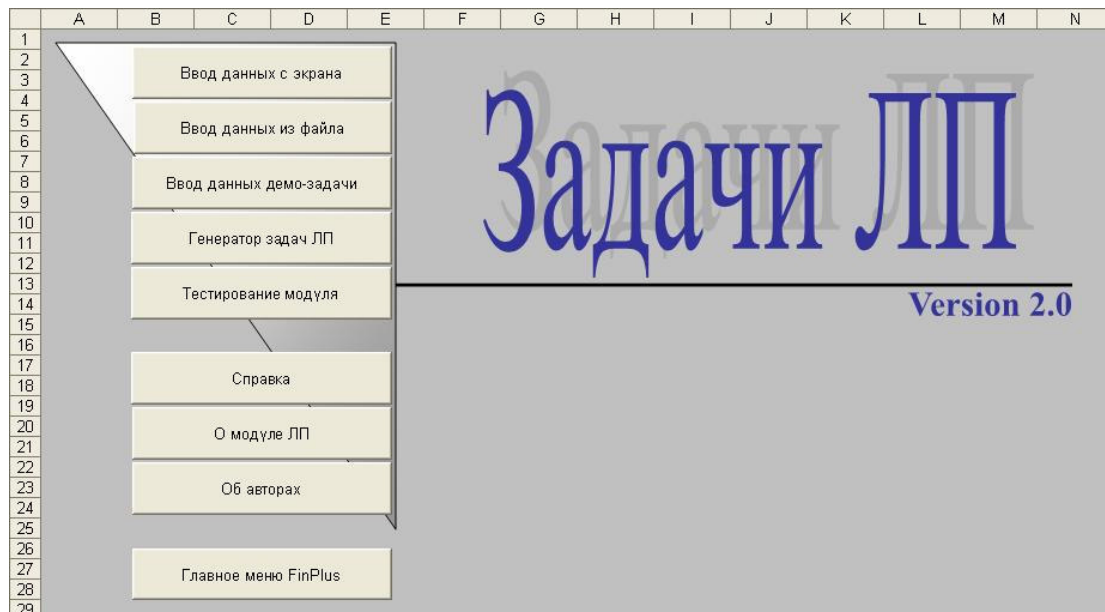


Рис. 2. Меню задач ЛП

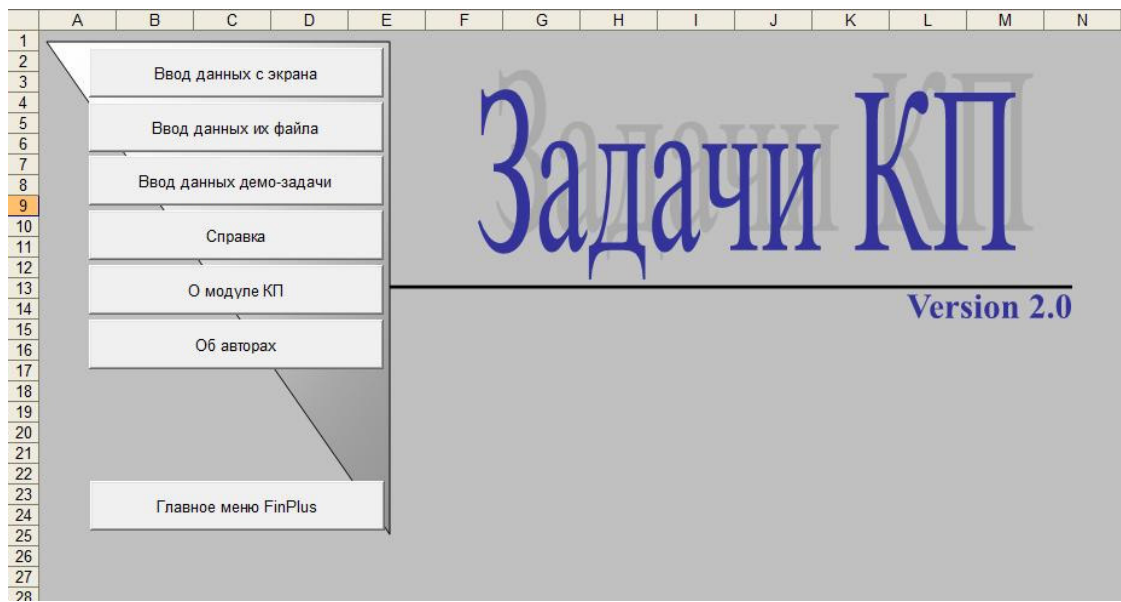


Рис. 3. Меню задач КП

5.2 Строка меню пакета FinPlus

Строка меню пакета FinPlus (рис. 4) является альтернативой системе меню пакета. Строка меню обеспечивает простую и четкую навигацию по пакету, по функциональным возможностям полностью совпадает с системой меню пакета.

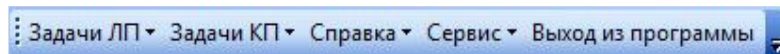


Рис. 4. Строка меню пакета FinPlus

6. Завершение работы с пакетом FinPlus

Для завершения работы с пакетом FinPlus достаточно закрыть основной файл пакета (или нажать клавиши Alt+F4) или выполнить команду **Выход из программы** из строки меню.

7. Решение задач линейного программирования

Для решения задач ЛП в пакете FinPlus необходимо нажать на кнопку **Задачи ЛП** в главном меню пакета или выполнить команду **Задачи ЛП** из строки меню. После этого в открывшемся меню (рис.2) следует выбрать способ ввода данных (с экрана или из файла).

7.1 Ввод данных задачи ЛП с экрана

Для ввода исходных данных с экрана необходимо нажать кнопку **Ввод данных с экрана** меню **Задачи ЛП** (рис. 2). После этого на экране появляется диалоговое окно **Ввод данных задачи** (рис. 5), позволяющее указать размерность задачи, тип ее целевой функции (минимум или максимум) и задать имя задачи (по умолчанию пользователю предлагается автоматически сгенерированное имя задачи, которое имеет вид ProblemX, где X – текущий номер решаемой пакетом задачи):

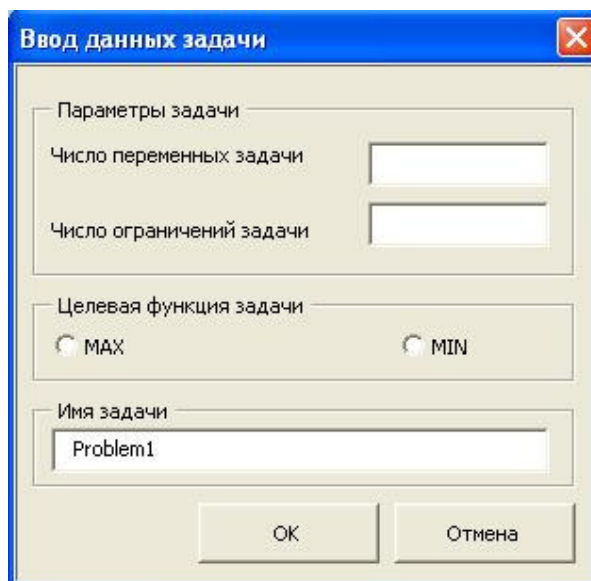


Рис. 5. Диалоговое окно **Ввод данных задачи**

Окончание ввода параметров подтверждается кнопкой **Ok**. В программе предусмотрена проверка введенных параметров на корректность. После ввода размерности и имени задачи открывается рабочий лист **LPData**, на котором выделены рамками области для ввода оставшихся данных задачи. Размеры этих областей

соответствуют введенной пользователем размерности задачи. В эти области необходимо ввести:

- значения коэффициентов целевой функции c ;
- матрицу ограничений A ;
- знаки ограничений ($=, \geq, \leq$);
- вектор правых частей ограничений b .

На рис. 6 приведен фрагмент рабочего листа **LPData** с выделенными областями для решения задачи, которой присвоено имя **Problem1**. Эта задача имеет три переменные и два ограничения, целевая функция максимизируется. Для удобства пользователя области ввода данных имеют поясняющие имена (**A = , c = , b =, знак**).

Введенные данные можно изменить (кнопка **Изменить данные**).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Решить задачу ЛП				c=					
2										
3								знак		b=
4	Целевая функция			max	A=					
5	Число переменных			3						
6	Число ограничений			2						
7	Имя задачи			Problem1						
8										
9										
10	Изменить данные									
11										
12										
13	Экспорт задачи в файл									
14										
15										
16										
17										
18	Меню Задачи ЛП									
19										
20										
21										

Рис. 6. Рабочий лист **LPData** для ввода данных задачи **Problem1**

7.2 Ввод данных задачи ЛП из CSV-файла

Чтобы ввести (импортировать) данные задачи ЛП из файла необходимо нажать кнопку **Ввод данных из файла** в меню **Задачи ЛП** (рис. 2). Если структура открываемого файла соответствует структуре, принятой в пакете **FinPlus**, то на экране появится рабочий лист **LPData** с данными задачи, прочитанными из файла. Файл с данными демонстрационной задачи (**LPTest.txt**) находится в папке **FileSamples**.

7.2.1 Структура CSV-файла для задачи ЛП

В качестве демонстрационной задачи ЛП в пакете используется следующая задача (LPTest):

$$\begin{aligned} & -2x_1 - 4x_2 \rightarrow \min, \\ & \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 1700, \\ 2x_1 + 5x_2 + x_4 = 1600, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases} \end{aligned}$$

Приведем CSV-файл для этой задачи (LPTest) (по строкам):

LP
LPTest
min
4,2
-2,-4,0,0
3,4,1,0
2,5,0,1
=,=
1700,1600

Прокомментируем каждую строчку этого файла:

- LP – тип задачи (задача ЛП),
- LPTest – имя задачи,
- min – тип целевой функции,
- 4,2 – число переменных, число ограничений,
- 2,-4,0,0 – коэффициенты целевой функции,
- 3,4,1,0 – первая строка матрицы A ,
- 2,5,0,1 – вторая строка матрицы A ,
- =,= – знаки ограничений,
- 1700,1600 – компоненты вектора b .

7.3 Изменение данных задачи ЛП

В случае необходимости внести изменения в исходные данные задачи ЛП следует воспользоваться кнопкой **Изменить данные** (рис. 6). В данной версии пакета FinPlus имеется возможность изменять:

- компоненты матрицы ограничений A ;
- компоненты вектора правых частей b ;
- коэффициенты целевой функции c ;

- знаки ограничений.

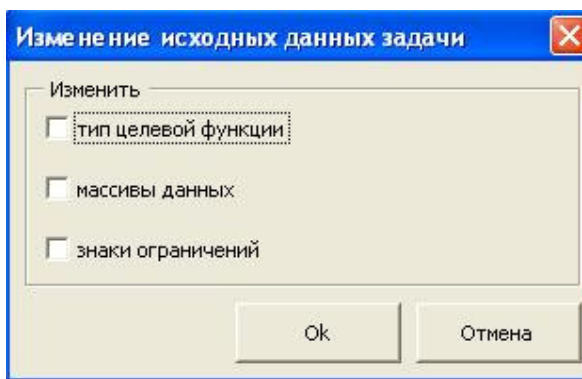


Рис. 7. Диалоговое окно **Изменение исходных данных задачи**

7.4 Тестирование корректности работы модуля

В модуле, отвечающем за решение задач ЛП, реализована возможность провести ряд тестов для определения корректности его работы. Тесты заключаются в решении задач ЛП различных типов (импортируются в пакет из CSV-файла специальной структуры) и сравнение полученного в пакете решения с фактическим в автоматическом режиме. Для запуска процедуры тестирования модуля необходимо нажать кнопку **Тестирование модуля** в меню **Задачи ЛП** (рис. 2). В открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать файл LPTestFile.txt (поставляется вместе с пакетом и по умолчанию располагается в папке FileSamples). В открывшемся диалоговом окне необходимо указать количество задач для тестирования (файл LPTestFile.txt, поставляемый с этой версией пакета содержит 12 тестовых задач – по умолчанию предлагается именно это количество). По завершению процедуры тестирования будет сформирован отчет, в котором в случае, если при решении задач был выявлен сбой в работе пакета будет указано количество корректно решенных задач и задач, при решении которых были выявлены ошибки.

7.5 Генератор задач ЛП

В данной версии пакета реализована возможность генерации задачи ЛП, для которой заданы размер задачи (число переменных задачи, число ограничений задачи) и тип целевой функции (максимум, минимум).

Чтобы сгенерировать задачу ЛП необходимо нажать кнопку **Генератор задач ЛП** в меню **Задачи ЛП** (рис. 2), либо в строке меню пакета выполнить следующую последовательность команд **Задачи ЛП | Генератор задач**.

В открывшемся диалоговом окне **Ввод данных задачи** (рис. 5) необходимо указать число переменных, число ограничений, тип целевой функции (максимизация или

минимизация) и имя задачи (по умолчанию пользователю предлагается автоматически сгенерированное имя задачи, которое имеет вид ProblemX, где X – текущий номер решаемой пакетом задачи). Окончание ввода параметров подтверждается кнопкой **Ок**. Предусмотрена проверка введенных параметров на корректность. После ввода размеров и имени задачи открывается рабочий лист **LPData** (рис. 8), на котором в выделенных областях отображены данные сгенерированной задачи **Problem1**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Решить задачу ЛП				c=		-2	7	-8
2									
3									знак
4	Целевая функция		max	A=	3	-1	-5	=	-9
5	Число переменных		3		1	5	-2	<=	43
6	Число ограничений		2						
7	Имя задачи		Problem1						
8									
9									
10	Изменить данные								
11									
12	Экспорт задачи в файл								
13									
14									
15									
16									
17									
18	Меню Задачи ЛП								
19									
20									
21									
22									

Рис. 8. Рабочий лист LPData с данными сгенерированной задачи **Problem1**

7.6 Экспорт задачи ЛП в CSV-файл

Для удобства повторной работы с задачами ЛП, введенными в пакет, реализована возможность экспорта условий введенной задачи ЛП в CSV-файл. Для этого необходимо воспользоваться кнопкой **Экспорт задачи в файл** (рис. 8). После этого появляется диалоговое окно **Экспорт задачи в текстовый файл** (рис. 9), в котором пользователю предлагается указать какую информацию он желает получить в CSV-файле. В данной версии пакета реализована возможность экспорта:

- условия задачи в файл;
- условия задачи и ее решения в файл (в этом случае, кроме условий задачи, в файл включается тип решения и компоненты вектора x). Опция доступна только после решения задачи в пакете (кнопка **Решить задачу ЛП** (рис. 8)).

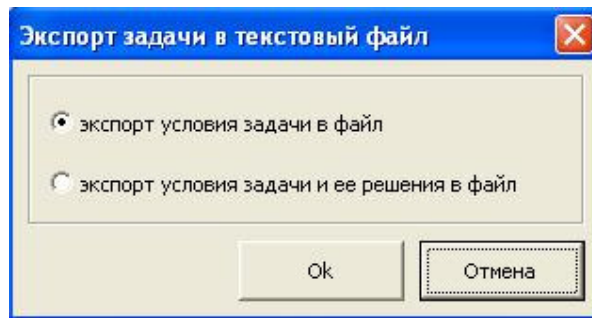


Рис. 9. Диалоговое окно Экспорт задачи в текстовый файл

Выбор варианта формирования CSV-файла подтверждается кнопкой **Ok**. После этого в диалоговом окне **Экспорт задачи в CSV-файл**¹ (рис. 10) пользователю предлагается задать путь и имя файла для экспорта. По умолчанию предлагается автоматически сгенерированное имя задачи, которое имеет вид ProblemX, где X – текущий номер решаемой пакетом задачи.

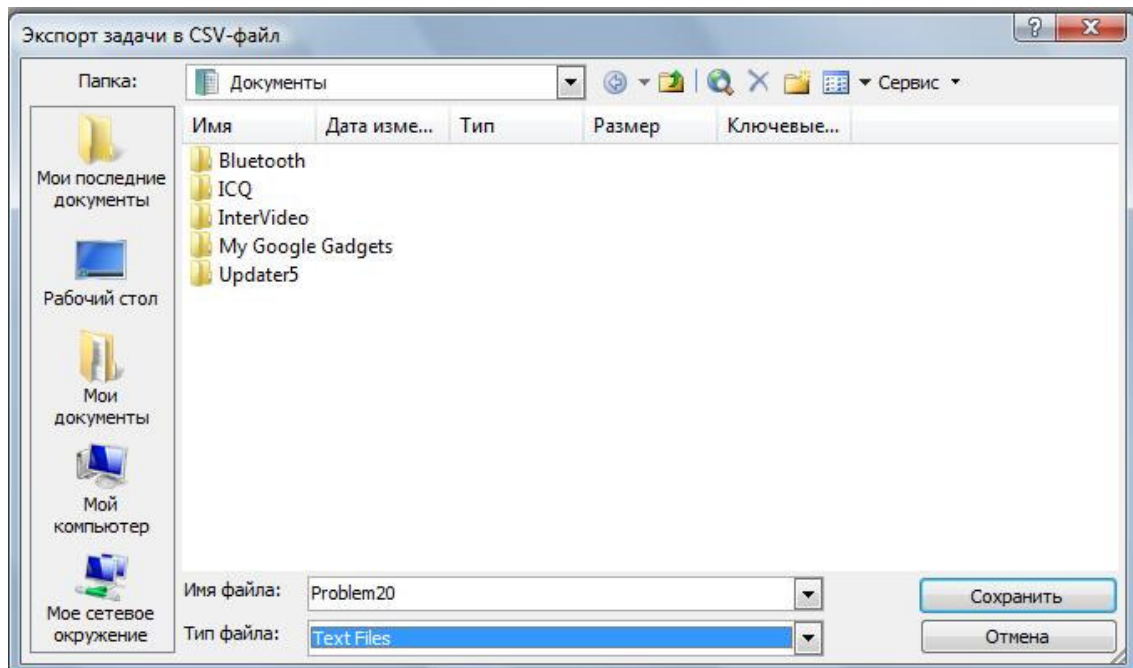


Рис. 10. Диалоговое окно Экспорт задачи в CSV-файл

Приведем CSV-файл для задачи **LPTest**, содержащий информацию о решении задачи (по строкам):

LP
LPtestProb
max

¹ Вид диалогового окна **Экспорт задачи в CSV-файл** зависит от версии операционной системы Windows, установленной на Вашем компьютере. На рисунке приведен вид данного диалогового окна для ОС Windows Vista.

4,2
-2,-4,0,0
3,4,1,0
2,5,0,1
=,=
1700,1600
Normal
300,200,0,0

Прокомментируем строки, которые содержат в себе информацию о решении задачи (последние две строки):

Normal – тип решения задачи. В пакете принята следующая система обозначений:

- Normal – задача имеет решение и оно успешно найдено в пакете FinPlus;
- WithoutSol – задача не имеет решения;
- Unbounded – целевая функция неограниченна.

300,200,0,0 – компоненты вектора x – решение задачи. Включаются в файл только в случае, если тип решения задачи Normal.

7.7 Решение задачи ЛП

Чтобы решить задачу, исходные данные которой были введены пользователем одним из возможных способов (с экрана, из файла) или сгенерированы, необходимо нажать кнопку **Решить задачу ЛП** (рис. 6).

После этого появляется диалоговое окно **Отчеты** (рис. 11), в котором пользователю предлагается указать, какие отчеты о решении задачи он желает получить вместе с решением задачи. В данной версии пакета реализована возможность предоставления следующих отчетов:

- Отчет по итерациям модифицированного симплекс-метода;
- Отчет «Постоптимальный анализ».

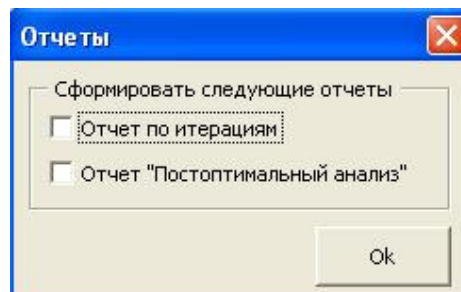


Рис. 11. Диалоговое окно **Отчеты**

Окончание выбора запрашиваемых отчетов подтверждается кнопкой **OK**.

7.7.1 Отчет по итерациям симплекс-метода

В пакете FinPlus предусмотрена возможность формирования отчета по итерациям симплекс-метода. Заметим, что, хотя формирования такого отчета потребует выполнения дополнительных вычислений (в пакете реализован модифицированный симплекс-метод), на времени решения задач небольшой размерности это практически не сказывается. Фрагмент рабочего листа с отчетом по итерациям для демонстрационной задачи **LPTest** представлен на рис. 12.

12	Отчет по итерациям:							
13	Количество итераций- 3			Время решения задачи 0:00:03				
14								
15	1	0	1	2	3	4	7	8
16	1	3300.00	5.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	7	1700.00	3.00	4.00	1.00	0.00	1.00	0.00
18	8	1600.00	2.00	5.00	0.00	1.00	0.00	1.00
19								
20	1	0	1	2	3	4	7	8
21	2	420.00	1.40	0.00	1.00	-0.80	1.00	-0.80
22	7	420.00	1.40	0.00	1.00	-0.80	1.00	-0.80
23	2	320.00	0.40	1.00	0.00	0.20	0.00	0.20
24								
25	1	0	1	2	3	4	7	8
26	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	1	300.00	1.00	0.00	0.71	-0.57	0.71	-0.57
28	2	200.00	0.00	1.00	-0.29	0.43	-0.29	0.43
29								

Рис. 12. Рабочий лист с отчетом об итерациях симплекс-метода (задача **LPTest**)

7.7.1.1 Структура отчета по итерациям симплекс-метода

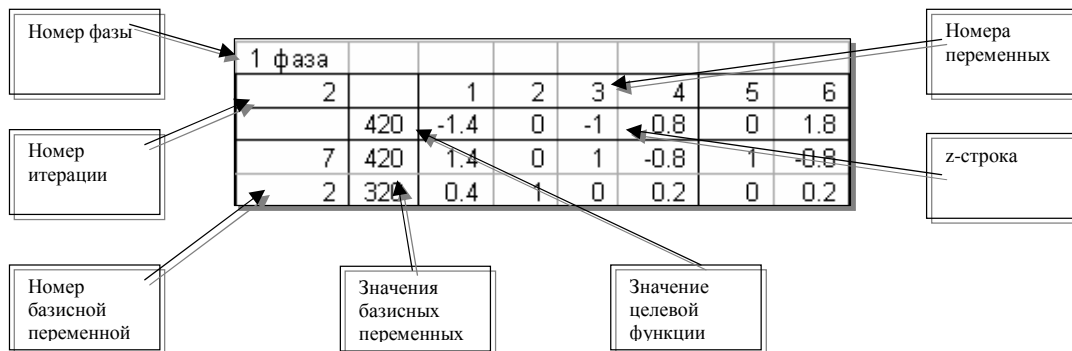


Рис. 13. Структура отчета об итерациях симплекс-метода

7.7.2 Отчет «Постоптимальный анализ»

В данной версии пакета FinPlus реализована возможность формирования отчета «Постоптимальный анализ» в котором исследуются три класса параметров:

- коэффициенты целевой функции c_j ;
- компоненты вектора ограничений b_i ;
- коэффициенты матрицы a_{ij} , соответствующие небазисным переменным.

Фрагмент рабочего листа с отчетом «Постоптимальный анализ» для демонстрационной задачи **LPTest** представлен на рис. 14.

30	Постоптимальный анализ:				
31					
32	j	Delta[j]	c[j]_min	c[j]_max	x[j]_max
33	1	0.00	-3.00	-1.60	
34	2	0.00	-5.00	-2.67	
35	3	-0.29	-0.29	infinity	420.00
36	4	-0.57	-0.57	infinity	466.67
37					
38	a[i,j]_delta	1	2	3	4
39	1			-1.00	-2.00
40	2			-0.50	-1.00
41					
42	a[i,j]_sign	1	2	3	4
43	1			>=	>=
44	2			>=	>=
45					
46	i	b[j]_min	b[j]_max	y[j]	
47	1	1280.00	2400.00	-0.29	
48	2	1133.33	2125.00	-0.57	
49					

Рис. 14. Рабочий лист с отчетом «Постоптимальный анализ» (задача **LPTest**)

7.7.2.1 Структура отчета «Постоптимальный анализ»

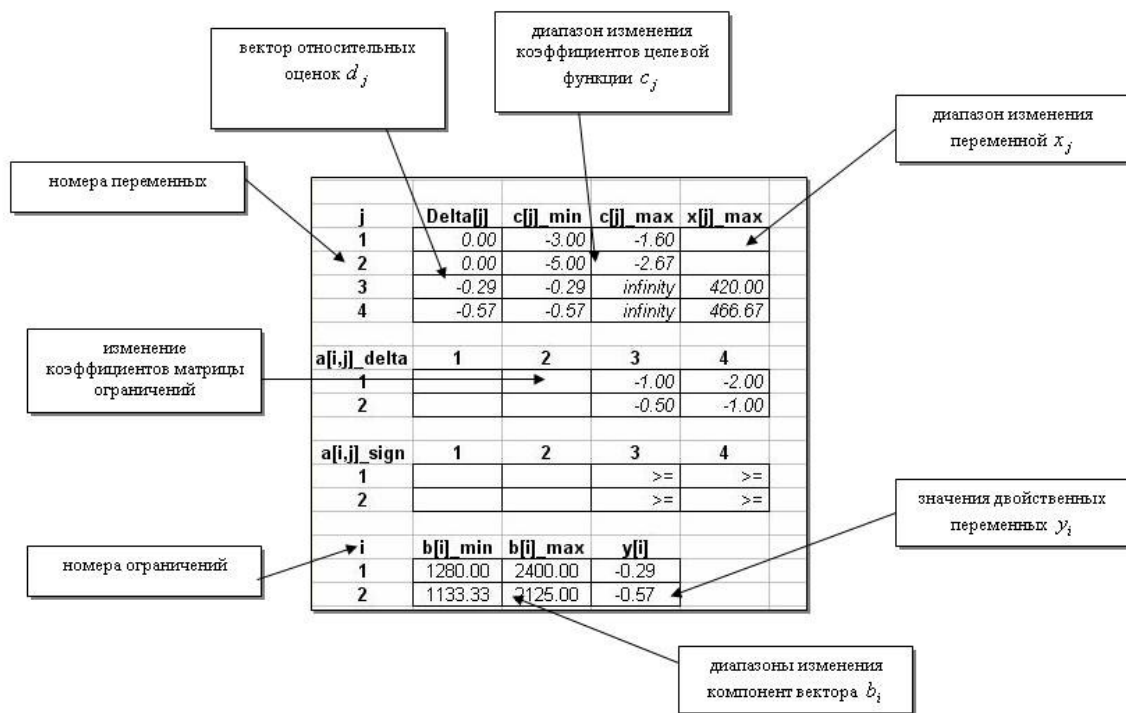


Рис. 15. Структура отчета «Постоптимальный анализ»

7.7.3 Отчет о решении задачи

Решение задачи завершается автоматическим формированием рабочего листа, имя которого совпадает с именем решаемой задачи. Этот лист содержит следующую информацию:

- исходные данные задачи;
- решение задачи (оптимальные значения переменных, оптимальные значения двойственных переменных, оптимальное значение целевой функции);
- отчет по итерациям модифицированного симплекс-метода (по запросу пользователя);
- отчет «Постоптимальный анализ» (по запросу пользователя).

На рис. 16 приведен фрагмент рабочего листа **Problem1** с решением одноименной задачи. Задача **Problem1**, ранее случайным образом сгенерированная (рис. 8), имеет оптимальное решение (0, 8.63, 0.07). Оптимальное значение двойственных переменных (они обозначены через y) — (-0.96, 1.59). Значение целевой функции (оно обозначено через $\langle c, x \rangle$) – 59.81. Следует обратить внимание на то, что вычисления всегда выполняются с максимально возможной точностью (соответствующей типу **Double** в **VBA**), а на рабочем листе с решением приводятся значения, округленные до двух знаков после десятичной точки. Обычно такой точности достаточно для решения учебных задач.

В том случае, если нужна большая точность, потребуется изменить формат рабочего листа с результатами.

В отчете также имеется информация о количестве итераций двухфазного симплекс-метода и времени, затраченного на решение задачи в пакете.

Кнопка **Вернуться к задаче** позволяет пользователю внести изменения в условия решенной задачи и решить задачу с новыми данными.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Отчет о решении задачи ЛП						Вернуться к задаче				
2											
3	c=	-2.00	7.00	-8.00							
4						b=		y=			
5	A=	-3.00	1.00	5.00	=	9.00		-0.96			
6		1.00	5.00	-2.00	<=	43.00		1.59			
7											
8	Решение:										
9						max					
10	X=	0.00	8.63	0.07	<с,х>=	59.81					
11											
12	Отчет по итерациям:			<i>не запрашивался</i>							
13	Количество итераций- 3			Время решения задачи 0:00:01							
14											
15	Постоптимальный анализ:			<i>не запрашивался</i>							
16											

Рис. 16. Рабочий лист **Problem1** с решением одноименной задачи

8. Решение задач квадратичного программирования

Для решения задач КП в пакете FinPlus необходимо нажать на кнопку **Задачи КП** в главном меню пакета (рис. 1). После этого в открывшемся меню **Задачи КП** (рис.3) следует выбрать способ ввода данных (с экрана или из файла). Процесс ввода данных для задач КП мало чем отличается от ввода данных для задач ЛП. В пакете FinPlus там, где это возможно, используются одни и те же процедуры и формы.

8.1 Ввод данных задачи КП с экрана

Для ввода исходных данных с экрана необходимо нажать кнопку **Ввод данных с экрана** меню **Задачи КП** (рис. 3), либо в строке меню выполнить следующую последовательность действий: **Задачи КП | Ввод данных | Ввод данных с экрана**. После этого на экране появляется, как и при решении задачи ЛП, диалоговое окно **Ввод данных задачи** (рис. 17), позволяющее указать размерность задачи (число переменных и число ограничений), тип ее целевой функции (минимум или максимум) и имя задачи (по умолчанию пользователю предлагается автоматически сгенерированное имя задачи, которое имеет вид ProblemXX, где XX – номер задачи):

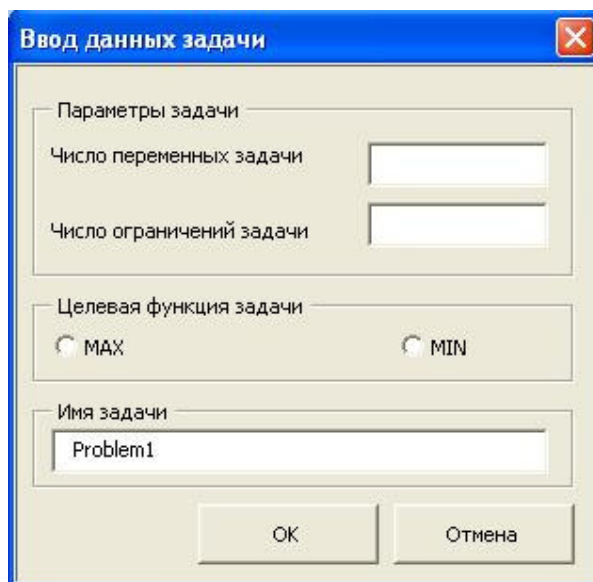


Рис. 17. Диалоговое окно **Ввод данных задачи**

На открывшемся рабочем листе **QData** в указанных диапазонах необходимо ввести:

- значения коэффициентов линейной составляющей целевой функции c ;
- матрицу целевой функции D ;
- матрицу ограничений A ;
- знаки ограничений ($=, >=, <=$);
- вектор правых частей ограничений b ;
- знаки переменных (+,-).

Внешний вид рабочего листа, используемого для ввода исходных данных задачи КП, представлен на рис. 18.

В пакете FinPlus предполагается, что матрица D симметрична и неотрицательно определена. Поэтому вводить нужно только те элементы матрицы D , которые располагаются выше и на главной диагонали матрицы D (оставшиеся элементы матрицы будут добавлены автоматически).

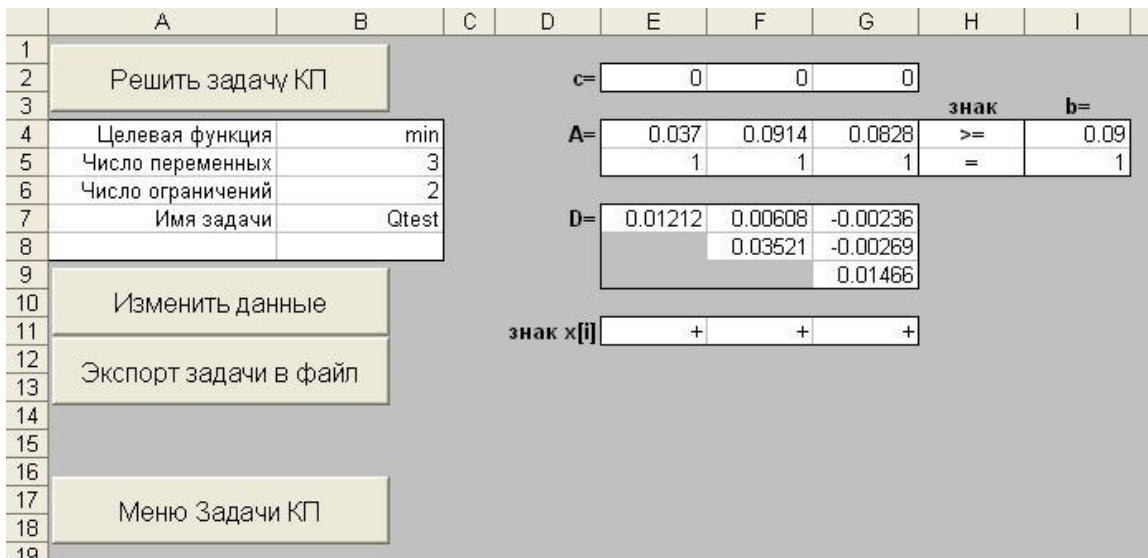


Рис. 18. Рабочий лист с данными задачи Qtest

При вводе в пакет коэффициентов линейной составляющей и матрицы целевой функции необходимо учитывать принятую в пакете систему обозначений. Так для целевой функции задачи КП:

$$2x_1^2 + 3x_1x_2 + x_2^2 - 5x_2 = \frac{1}{2}[4x_1^2 + 6x_1x_2 + 2x_2^2] - 5x_2$$

матрица D принимает вид:

$$D = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix},$$

а вектор c :

$$c = (0 \quad -5).$$

8.2 Ввод данных задачи КП из CSV-файла

Чтобы импортировать исходные данные задачи КП из файла необходимо нажать кнопку **Ввод данных из файла** меню **Задачи КП** (рис. 3), либо в строке меню выполнить следующую последовательность команд: **Задачи КП | Ввод данных | Ввод данных из файла**. Если структура открываемого файла соответствует структуре, принятой в пакете FinPlus, то на экране появится рабочий лист **QPData** с данными задачи, прочитанными из файла.

Файл с данными демонстрационной задачи (QPTest.txt) находится в папке FileSamples.

8.2.1 Структура CSV-файла для задачи КП

Рассмотрим в качестве примера структуру CSV-файла демонстрационной задачи квадратичного программирования **QPtest**:

$$\begin{cases} 0.01212x_1^2 + 0.03521x_2^2 + 0.01466x_3^2 + 0.01216x_1x_2 + 0.00472x_1x_3 + 0.00538x_3x_2 \rightarrow \min, \\ 0.037x_1 + 0.0914x_2 + 0.0828x_3 \geq 0.09, \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0. \end{cases}$$

CSV-файл, соответствующий этой задаче, имеет вид:

```
QP
QPtest
min
3,2
0,0,0
0.037,0.0914,0.0828
1,1,1
>=,=
0.09,1
0.01212,0.00608,-0.00236
0.03521,-0.00269
0.01466
+,+,+
```

Прокомментируем каждую строку CSV-файла:

QP — тип задачи (задача КП),

QPtest — имя задачи,

min — тип целевой функции,

3,2 — число переменных, число ограничений,

0,0,0 — коэффициенты линейной составляющей целевой функции c ,

0.037,0.0914,0.0828 — первая строка матрицы A ,

1,1,1 — вторая строка матрицы A ,

>=,= — знаки ограничений,

0.09,1 — компоненты вектора b ,

0.01212,0.00608, -0.00236 — первая строка матрицы D ,

0.03521, -0.00269 — вторая строка матрицы D без первого элемента,

0.01466 — последний элемент третьей строки матрицы D ,

+,+,+ — знаки переменных.

8.3 Изменение данных задачи КП

В случае необходимости внести изменения в исходные данные задачи КП следует воспользоваться кнопкой **Изменить данные** (рис.18). В этой версии пакета имеется возможность изменять:

- компоненты матрицы ограничений A ;
- компоненты матрицы D ;
- компоненты вектора правых частей b ;
- коэффициенты линейной составляющей целевой функции c ;
- знаки ограничений;
- знаки переменных.

8.4 Экспорт задачи КП в CSV-файл

В качестве примера задачи КП рассмотрим следующую задачу:

$$x_1 + 4x_2 + x_1x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2 \rightarrow \max,$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 12, \\ 3x_1 + x_2 \leq 15, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

CSV-файл (QPTest2.txt), соответствующий этой задаче, имеет вид:

```
QP
QPTest2
max
2,2
1,4
1,2
3,1
<=,<=
12,15
-4,1
-4
+,+
```

Прокомментируем каждую строчку CSV-файла:

QP — тип задачи (задача КП),

QPTest2 — имя задачи,

max — тип целевой функции,

2,2 — число переменных, число ограничений,

1,4 — коэффициенты линейной составляющей целевой функции (вектор c),

1,2 — первая строка матрицы A ,

3,1 — вторая строка матрицы A ,
>=,= — знаки ограничений,
12,15 — компоненты вектора b ,
-4,1 — первая строка матрицы D ,
-4 — вторая строка матрицы D без первого элемента,
+,+ — знаки переменных.

8.5 Решение задачи КП

Для решения задачи, исходные данные которой были введены пользователем с экрана или импортированы из файла, необходимо нажать кнопку **Решить задачу** на активном листе (рис. 18). Далее в появившемся диалоговом окне **Отчеты** (рис. 19) пользователю предлагается указать необходимость формирования вместе с решением отчета по итерациям метода дополнительного базиса.

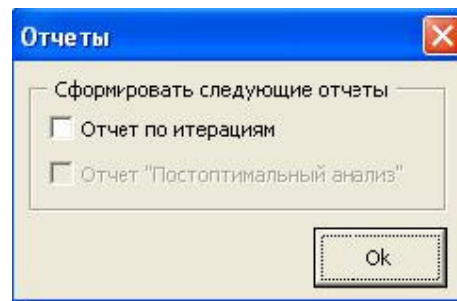


Рис. 19. Диалоговое окно **Отчеты** для задач КП

8.5.1 Отчет по итерациям метода дополнительного базиса

В пакете FinPlus реализована возможность формирования отчета по итерациям метода дополнительного базиса. Внешний вид отчета для демонстрационной задачи **QPTest** представлен на рис. 20. В отчете в табличном виде представлена система Куна-Таккера и информация о процессе решения задачи по итерациям.

Отчет по итерациям:												
Количество итераций-10												
0	1	2	3	4	5	-1	-2	-3	-4	-5	0	
1	0.01	0.01	0.00	-0.04	-1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.01	0.04	0.00	-0.09	-1.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	0.00	0.00	0.01	-0.08	-1.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	
4	0.04	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.09	
5	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
-1	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
-2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
-3	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
-4	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	-0.09	0.00					
-5	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00	0.00					
2	-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00							
-1	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					
-2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					
-3	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00					
-4	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	-0.09	0.00					
-5	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00	0.00					
3	0.01	0.01	0.00	0.04	1.00							
5	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01					
-2	1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01					
-3	1.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.01					
-4	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	-0.09	-0.04					
-5	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00	-1.00					

Рис. 20. Рабочий лист с отчетом по итерациям метода дополнительного базиса

8.5.2 Структура отчета по итерациям метода дополнительного базиса

Отчет по итерациям метода дополнительного базиса состоит из двух частей:

1. Система Куна-Таккера (табличный вид)
2. Итерации метода дополнительного базиса

	1	2	...	$n+m$	-1	-2	...	$-(m+n)$
	$D[N, N]$		$-A^T[N, M]$		$-E_k$			
	$A[M, N]$		$\begin{matrix} 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 \end{matrix}$					
	d							

Рис. 21. Табличный вид системы Куна-Таккера

l_k	$T[P, l_k]$		
Q_k	B_k	w_k	S_k

Рис. 22. Табличный вид итерации метода дополнительного базиса

8.5.3 Отчет о решении задачи

Решение задачи завершается автоматическим формированием рабочего листа, имя которого совпадает с именем решаемой задачи. Этот лист содержит следующую информацию:

- исходные данные задачи;
- решение задачи (оптимальные значения переменных, оптимальное значение целевой функции);
- отчет по итерациям метода дополнительного базиса (по запросу пользователя).

На рис. 23 приведен фрагмент рабочего листа **QTest** с решением одноименной задачи. Задача **QTest** является демонстрационной задачей пакета FinPlus (рис. 18), имеет оптимальное решение (0, 0.84, 0.16). Значение целевой функции (оно обозначено через $f(\mathbf{x})$) – 0.01.

В отчете также имеется информация о количестве итераций метода дополнительного базиса и времени, затраченного на решение задачи в пакете.

Кнопка **Вернуться к задаче** позволяет пользователю внести изменения в условия решенной задачи и решить задачу с новыми данными.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Отчет о решении задачи КП							Вернуться к задаче			
2											
3	c=	0.00	0.00	0.00							
4						b=					
5	A=	0.04	0.09	0.08	>=	0.09					
6		1.00	1.00	1.00	=	1.00					
7											
8	D=	0.01	0.01	0.00							
9		0.01	0.04	0.00							
10		0.00	0.00	0.01							
11											
12	XSign=	+	+	+							
13											
14	Решение:										
15						min					
16	X=	0.00	0.84	0.16	f(x)=	0.01					
17											
18	Отчет по итерациям:										
19	Количество итераций-2										
20	не запрашивался										
21											

Рис. 23. Отчет о решении задачи КП

9. Настройка пакета

По умолчанию, при решении задач в пакете FinPlus используются следующие параметры:

- **Максимальное число итераций при решении экстремальной задачи – 200.**
Если в процессе решения задачи число итераций превысит это значение, то процесс решения будет остановлен и пользователю будет выдано на экран соответствующее сообщение.
- **Количество значащих разрядов (точность вычислений) – 2.**

Для изменения этих параметров необходимо воспользоваться опцией строки меню **Сервис | Настройка**. При этом на экране будет отображено диалоговое окно Настройка (рис. 24). С помощью этого же диалогового окна можно менять значение счетчика задач (используется в пакете для формирования имени задачи по умолчанию).

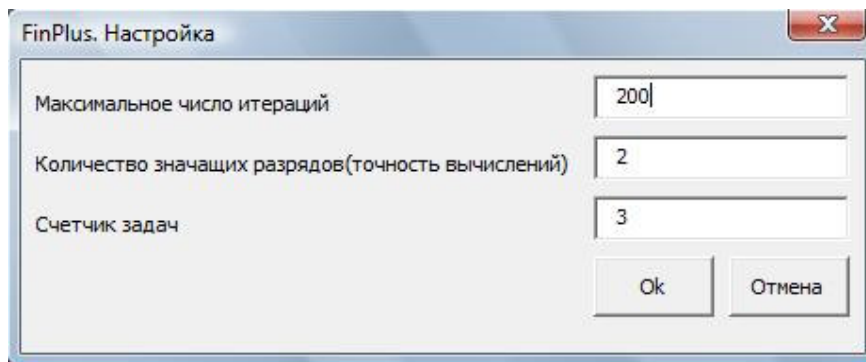


Рис. 24. Диалоговое окно Настройка

10. Справочная система пакета FinPlus

Для удобства пользователя пакет FinPlus оснащен справочной системой, которая содержит следующие разделы:

- справка о пакете FinPlus;
- краткая информация о выбранном виде оптимизационных задач;
- справка об авторах пакета.

10.1.1 Справка о пакете FinPlus

Вместе с пакетом поставляется справочная система, созданная с помощью HTML HELP WorkShop, которая содержит краткую информацию о пакете. Для запуска системы необходимо запустить файл FinPlusHelp.chm.

10.1.2 Справка по решаемому виду оптимизационных задач

Справка о выбранном виде оптимизационных задач содержит:

- функциональные возможности пакета для решения данного вида задач;
- алгоритм, который используется в пакете для решения данного вида задач.

Для получения краткой информации о решаемом виде оптимизационных задач необходимо:

- в строке меню пакета FinPlus (рис. 4) в разделе **Справка** выбрать подраздел **Виды оптимизационных задач**, в котором следует выбрать тип оптимизационной задачи, для которого требуется получить краткую информацию

или

- в системе меню пакета FinPlus (рис. 1 – 3) необходимо перейти в меню, соответствующее типу оптимизационной задачи, для которого требуется получить краткую информацию (рис. 2 – 3). В меню, соответствующем выбранному типу оптимизационных задач, следует нажать на кнопку **Об оптимизационной задаче**.

10.1.3 Справка об авторах пакета

Для получения краткой справки об авторах пакета необходимо:

- в строке меню пакета FinPlus (рис. 4) в разделе **Справка** выбрать подраздел **Об авторах**

или

- в системе меню пакета FinPlus (рис. 1 – 3) нажать на кнопку **Об авторах**.