

Решение оптимизационной задачи в MS Excel и Scilab

Васильева Полина Александровна

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Козич Виталий Геннадьевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Баженов Руслан Иванович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

К.п.н., доцент, зав. кафедры информационных систем, математики и методик обучения

Аннотация

В данной статье приведено решение оптимизационной задачи линейного программирования. Описаны методы решения в MS Excel и Scilab. Сравнены ответы и сделан вывод.

Ключевые слова: оптимизационная задача, экономические расчеты, решение задачи, линейное программирование, MS Excel, Scilab.

Solution of the optimization problem in MS Excel and Scilab

Vasilyeva Polina Alexandrovna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Kozich Vitaliy Gennadievich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Bazhenov Ruslan Ivanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department of Information Systems, Mathematics and teaching methods

Abstract

In this paper, we solve the optimization problem of linear programming. The methods of solution in MS Excel and Scilab are described. The answers are compared and the conclusion is drawn.

Keywords: optimization problem, economic calculations, solution of the problem, linear programming, MS Excel, Scilab.

В связи с развитием всех сфер деятельности человека и увеличением выбора, большую роль играет такое понятие как оптимизация. Это выбор наилучшего, оптимального варианта из возможных для достижения наибольшей эффективности какого-либо процесса. Большинство задач оптимизации сводится к нахождению максимума или минимума.

Экономические расчеты зачастую и есть решение подобного типа задач, некоторые стали классическими, например, распределение ресурсов. Не редко такие задачи имеют достаточно большое количество переменных и больших чисел. Для автоматизации по решению задач используются различные программы, которые ускоряют процесс расчета. В данном исследовании рассмотрены две программы: SciLab и MS Excel.

SciLab – пакет прикладных математических программ, предназначенный для численных, научных и инженерных расчетов. Также, в данном математическом пакете предусмотрены средства для решения задач оптимизации.

MS Excel – программа, работающая с электронными таблицами, которая позволяет решить задачу с любым количеством переменных. Решение задачи состоит только в вводе исходных данных и заполнении диалоговых окон.

В качестве основы для написания данной статьи была использована литература с исследованиями в области оптимизационных задач. Н.Г.Киселев решил задачи линейного программирования в пакетах прикладных программ [1]. Решением задач оптимизации в пакете прикладных математических программ Scilab занималась А.Д. Тарова [2]. Л.М. Бакусов и Кондратьева О.В. также решали задачи оптимизации, только сразу двумя способами: Scilab и MS Excel [3]. Б.Я. Курицкий подробно рассказал о поиске оптимальных решений средствами MS Excel [4]. В.В. Поляков, А.В. Карпов и В.А. Кузнецов пошагово описали процесс решения оптимизационных задач в среде табличного процессора Quattro Pro [5]. Э.С. Анисимова и Р.Р. Ибатуллин использовали программную систему Scilab в обучении решению задач вычислительной математики [6]. Свое методическое пособие И.П. Исайчева опубликовала в виде статьи для предпрофильного курса «Использование MS Excel при решении задач экономического содержания» [7]. Методы решения задачи линейной оптимизации показал М.Б. Суханов в Microsoft Excel и Openoffice.org Calc [8]. Также были использованы и зарубежные источники [9-10].

Рассмотрим решение некоторой задачи линейного программирования с использованием функции «Поиск решения» приложения MS Excel, а также программы SciLab.

В качестве примера задачи, связанной с поиском наилучшего решения, рассмотрим задачу выбора оптимальной структуры посевных площадей нескольких сельскохозяйственных культур. Придумаем задачу, являющуюся типичным примером оптимального распределения ресурсов, часто возникающей при производстве различной продукции.

Описание задачи: в хозяйстве по выращиванию ягод и фруктов набор выращиваемых плодов и объемы их производства определяются наличием пригодных для использования земель, допустимых затрат труда, заказами на отдельные виды ягод и фруктов, спросом на них, а также экономической эффективностью производства. При определении структуры площадей необходимо обеспечить максимальную экономическую эффективность, исходя из имеющихся ресурсов.

Для решения такой задачи необходима следующая информация:

- площадь земли;
- наличие трудовых ресурсов, выделяемых для производства как в течение всего года, так и в наиболее напряженный период;
- затраты труда на каждую плодово-ягодную культуру (включая напряженный период);
- урожайность каждой из рассматриваемых культур;
- заказ на каждую плодово-ягодную культуру и предельные объемы сбыта;
- прибыль от производства каждой культуры;
- критерий оптимальности, определяющий, какое решение считается наилучшим.

Допустим, что при решении нашей задачи используются следующие исходные данные:

а) выращиваемые культуры:

- яблоки;
- вишня;
- персики;
- клубника;
- другие виды ягод и фруктов.

Для каждой из них полагаются известными:

• затраты труда (человеко-дней на гектар) на выращивание культуры на единице площади всего и, отдельно, в напряженный период (например, в период сбора урожая);

- заказ и предельный спрос на культуру (в тоннах).

б) площадь используемых земель равна 313 га.

с) трудовые ресурсы для производства овощей в течение года равны 45000 человеко-дней, в том числе в напряженный период - 8600 человеко-дней.

д) в качестве критерия оптимальности принимается максимум получаемой от производства фруктов и ягод прибыли.

Все необходимые для решения задачи исходные данные находятся в столбцах с А по Г. Вспомогательные данные приведены чуть ниже (см. рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Исходные данные						
2	Наименование культуры	Заказ (т)	Максим. Спрос (т)	Урожайность (т/га)	Затраты труда		Прибыль с 1 га (у.е.)
3					всего	особо	
4					(чел.-дн./га)		
5	Яблоки	31000	45000	325	75	26	69
6	Вишня	4500	7000	92	138	22	39
7	Персики	6500	10000	176	346	35	38
8	Клубника	5900	9500	206	158	34	14
9	Другие ягоды и фрукты	1500	8000	52	91	40	10
10							
11	Посевная площадь:			313	га		
12	Трудовые ресурсы (всего):			45000	чел.-дн.		
13	Трудовые ресурсы (особо):			8600	чел.-дн.		
14							

Рисунок 1. Исходные и вспомогательные данные в MS Excel для решения задачи

Построим математическую модель, которая нужна для решения в MS Excel и Scilab.

S – множество выращиваемых культур, $j \in S$.

G – множество ресурсов (площадь земли, трудовые ресурсы и т.п.), которые можно распределять между различными видами культур, $i \in G$.

T_{ij} – затраты i -го ресурса на 1 га посевов i -й культуры.

K_i – объем производственных ресурсов i -го вида.

H_j – прибыль, получаемая с 1 га посева j -й культуры.

q_j – объем заказов на j -ю культуру.

Q_j – предельный спрос на j -ю культуру.

Y_j – урожайность j -й культуры.

Переменные задачи (управляемые, искомые величины): P_j – площадь, выделяемая под посев j -й культуры, уменьшенная в 10 раз.

Целевая функция:

$$\sum_{j \in S} 10 * H_j * P_j \rightarrow \max$$

$$\sum_{j \in S} 10 * T_{ij} * P_j \leq K_i, \forall i \in G$$

$$q_j \leq \sum_{j \in S} 10 * Y_j * P_j \leq Q_i, \forall j \in S$$

Переменные:

- P_1 – площадь (га), выделяемая под посев яблок;
- P_2 – площадь (га), выделяемая под посев вишни;
- P_3 – площадь (га), выделяемая под посев персиков;
- P_4 – площадь (га), выделяемая под посев клубники;
- P_5 – площадь (га), выделяемая под посев других ягод и фруктов.

Целевая функция:

$$460 * P_1 + 230 * P_2 + 180 * P_3 + 370 * P_4 + 140 * P_5 \rightarrow \max$$

Ограничения:

- на общую площадь посевов:

$$10 * (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) \leq 313$$
- на общий объем трудовых ресурсов:

$$860 * P_1 + 2360 * P_2 + 1230 * P_3 + 3280 * P_4 + 720 * P_5 \leq 45000$$
- на объем ресурсов в напряженный период:

$$320 * P_1 + 210 * P_2 + 190 * P_3 + 410 * P_4 + 430 * P_5 \leq 8600$$
- по заказам на каждую культуру:

$$4340 * P_1 \geq 21000$$

$$850 * P_2 \geq 6300$$

$$580 * P_3 \geq 3600$$

$$1590 * P_4 \geq 2040$$

$$490 * P_5 \geq 1400$$
- по предельному спросу на каждую культуру:

$$4340 * P_1 \leq 34000$$

$$850 * P_2 \leq 6000$$

$$580 * P_3 \leq 3500$$

$$1590 * P_4 \leq 7000$$

$$490 * P_5 \leq 6300$$

На целочисленность значений: P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – целые.

Вернемся к решению нашей задачи. В программе MS Excel создадим таблицу с двумя столбцами, далее в ячейки добавим формулы как показано ниже (см. рис. 2-3).

	I	J	K
Оптимальное решение			
	Площадь посева (га)	Выход продукции (т)	
	=K5*10	=I5*D5	0
	=K6*10	=I6*D6	0
	=K7*10	=I7*D7	0
	=K8*10	=I8*D8	0
	=K9*10	=I9*D9	0
	Прибыль:	=СУММПРОИЗВ(G5:G9;I5:I9)	у.е.

Рисунок 2. Таблица оптимального решения

15	Ограничение на площадь посевов		
16	=СУММ(\$I\$5:\$I\$9)		
17	Ограничения на общий объем трудовых ресурсов		
18	=СУММПРОИЗВ(\$I\$5:\$I\$9;\$E\$5:\$E\$9)		
19	Ограничение на объем трудовых ресурсов в напряженный период		
20	=СУММПРОИЗВ(\$I\$5:\$I\$9;\$F\$5:\$F\$9)		

Рисунок 3. Ограничения с формулами

Открываем на панели инструментов «Данные – Поиск решения», заполняем целевую функцию (\$J\$11) и ограничения в соответствии с исходными данными (см. рис. 4).

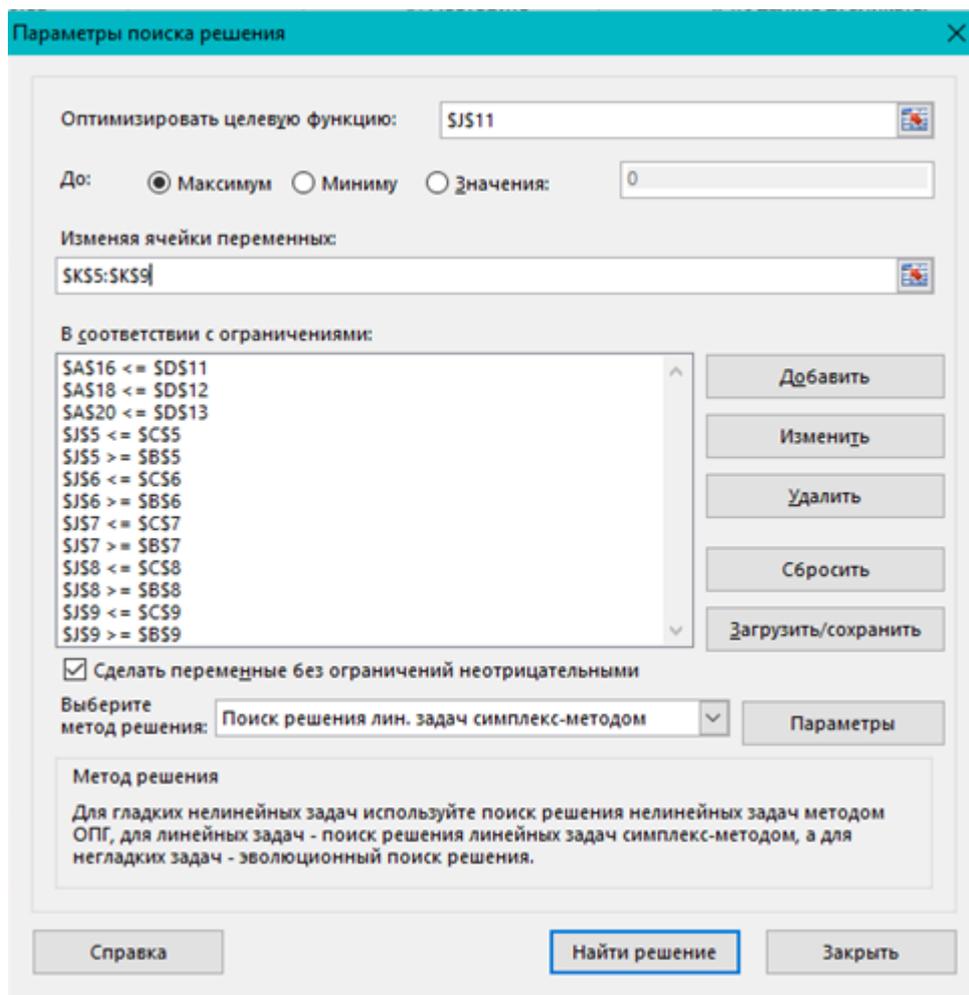
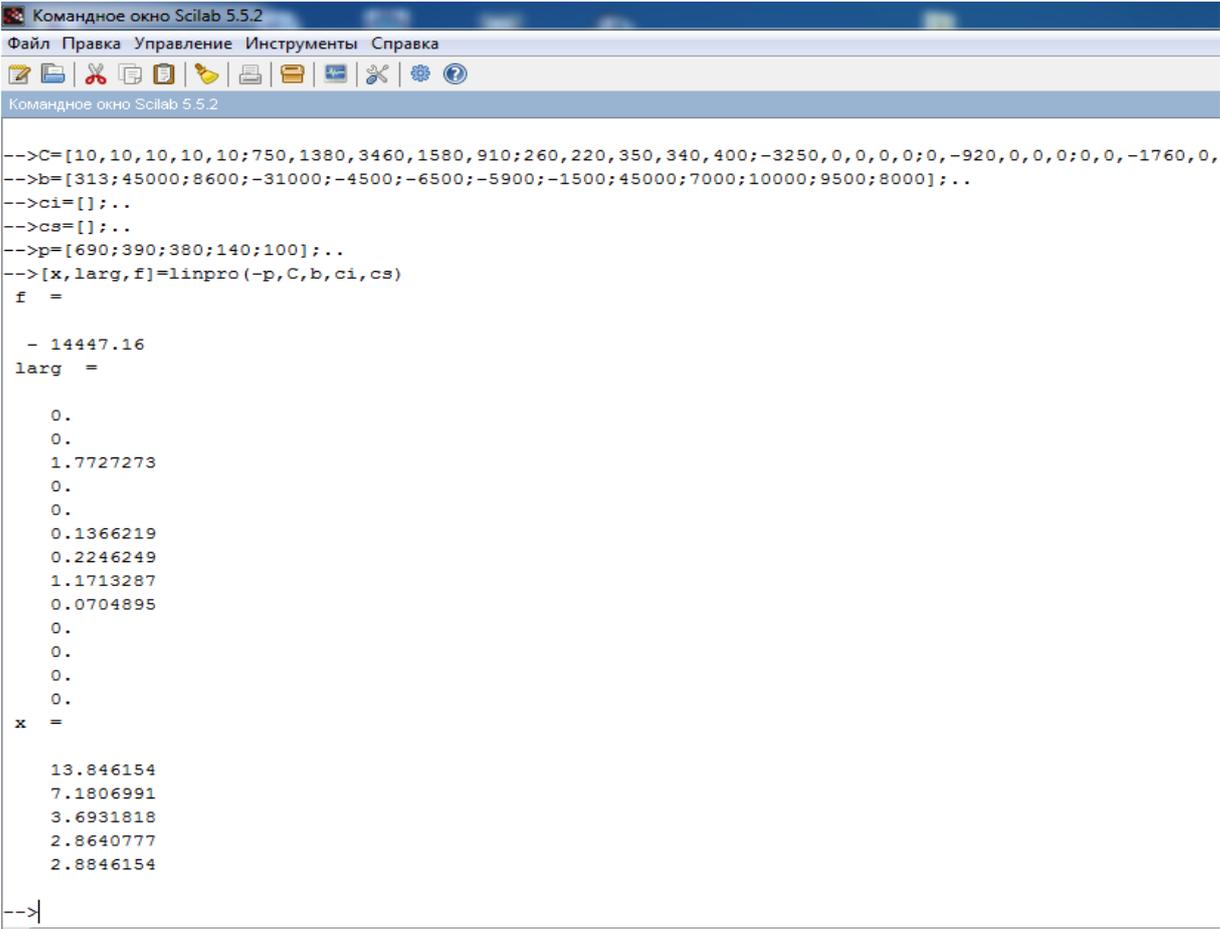


Рисунок 4. Диалоговое окно «Поиск решений»

Нажав на кнопку «Найти решение», соответственно, получаем решение (см. рис. 5).

I	J	K
Оптимальное решение		
Площадь посева (га)	Выход продукции (т)	
138,46	45000,00	13,84615
71,81	6606,24	7,180699
36,93	6500,00	3,693182
28,64	5900,00	2,864078
28,85	1500,00	2,884615
Прибыль:	14447,16031	у.е.

Рисунок 5. Решение задачи



```

Командное окно Scilab 5.5.2
Файл Правка Управление Инструменты Справка
Командное окно Scilab 5.5.2
-->C=[10,10,10,10,10;750,1380,3460,1580,910;260,220,350,340,400;-3250,0,0,0,0;-920,0,0,0,0;0,0,-1760,0,
-->b=[313;45000;8600;-31000;-4500;-6500;-5900;-1500;45000;7000;10000;9500;8000];..
-->ci=[];..
-->cs=[];..
-->p=[690;390;380;140;100];..
-->[x,larg,f]=linpro(-p,C,b,ci,cs)
f =
- 14447.16
larg =
0.
0.
1.7727273
0.
0.
0.1366219
0.2246249
1.1713287
0.0704895
0.
0.
0.
0.
x =
13.846154
7.1806991
3.6931818
2.8640777
2.8846154
-->|

```

Рисунок 7. Решение задачи в Scilab

Ответ: $f = -14447.16$, это прибыль. Минус перед ответом на решение задачи игнорируется, так как по условию требовалось найти максимум. Таким образом, ответы совпадают в обоих случаях, следовательно, задача решена верно.

Использование подобных прикладных программ дает огромное преимущество в скорости нахождения решения аналогичных оптимизационных задач. Данная статья может быть использована в изучении дисциплин по направлению «Информационные технологии в экономике».

Библиографический список

1. Киселев Н.Г. Решение задач линейного программирования в пакетах прикладных программ // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. С. 241-247.
2. Тарова А.Д. Решение задач оптимизации в пакете прикладных математических программ Scilab // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2017. С. 121-123.
3. Бакусов Л.М., Кондратьева О.В. Решение задач оптимизации средствами

- Scilab и MS Excel. Уфа: УГАТУ, 2011. 33 с.
4. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами MS Excel 7.0. СПб.: ВHV-Санкт-Петербург, 1997. 384 с.
 5. Поляков В.В., Карпов А.В., Кузнецов В.А. Решение оптимизационных задач в среде табличного процессора Quattro Pro: Методические указания. Петрозаводск: ПетрГУ, 1994. 37 с.
 6. Анисимова Э.С., Ибатуллин Р.Р. Использование программной системы Scilab в обучении решению задач вычислительной математики // Современные наукоемкие технологии. 2016. №8-1. С. 91-95.
 7. Исайчева И.П. Предпрофильный курс «Использование MS Excel при решении задач экономического содержания» // Информатика и образование. 2011. №5. С. 38-45.
 8. Суханов М.Б. Решение задачи линейной оптимизации в Microsoft Excel и Openoffice.org Calc // Информатика и образование. 2009. №3. С. 76-79.
 9. Ari N., Mamatnazarova N. Scilab // Proceedings of the 11th international conference on electronics, computer and computation. 2014. С. 6997565.
 10. Schweber B. Book helps engineers Excel with Excel // EDN. 2014. №16. С. 13.