

## Упражнение 5

### Линейна оптимизация в Excel с модула Solver



#### Цели:

- Да се представят възможностите за оптимизиране на икономическите процеси с MS Excel;
- Да се опознаят възможностите на инструмента Solver;
- Да се разбират данните в отчетите след линейна оптимизация.



**Ключови думи:** линейна оптимизация; целева клетка; Solver; първоначални и оптимизирани стойности; Answer Report.



**Ресурси:** За реализация на настоящото упражнение е нужно наличие на PC с инсталиран програмен продукт Excel и надеждна и сравнително бърза връзка с Интернет.

#### Въведение

Някои от икономическите задачи във фирмите, за които се създават таблици с помощта на MS Excel, могат да се разглеждат като задачи на линейното програмиране и могат да бъдат оптимизирани с функцията Solver. Изградените таблици представляват примерно първоначално решение на задачата, което обаче може и да не е оптимално. Посочва се величината, която трябва да бъде оптимизирана, т.е. максимизирана (например, размерът на нетната печалба) или минимизирана (например, себестойността на вид продукция, транспортни разходи и др.) - по този начин се задава целевата функция на линейната задача. Таблицата съдържа условията и зависимостите на задачата, формулирани във вид на линейни съотношения.

Допълнителни ограничения могат да се задават чрез менюто на функция Solver. На оптимизиране подлежат зададените в таблицата първични показатели - например, количества на видовете продукция, включени в производствената програма, площи на селскостопански култури, видове технологии, структура на стоковия оборот, суровини и др.



#### Задача 1

Да се определи структурата на засетите площи в земеделска кооперация, така че да се осигури максимален размер на нетната печалба. Първоначален вариант на

разпределението на видовете селскостопански култури и засетите количества е даден на Фигура 1. Посочена е и печалбата в хиляди лева на декар засята площ от отделните култури. Изчислен е и общият размер на печалбата при текущото разпределение на площите.

	A	B	C	D
1	Култури	Печалба от дка	Площ	Обща печалба
2	Пшеница	80,56	3500	281960
3	Ечемик	73,89	300	22167
4	Царевица	113,90	3000	341700
5	Слънчоглед	88,65	500	44325
6	Соя	67,00	0	0
7	Захарно цвекло	210,80	1500	316200
8	Люцерна	144,50	800	115600
9			<b>Общо:</b>	<b>1121952</b>
10				

Фиг. 1 Първоначално зададени стойности

Във фигура 2 са зададени някои допълнителни ограничения: 1) Посочени са разходите за един декар от всяка култура; 2) Пресметнати са разходите при текущото засяване на площите в кооперацията; 3) В клетки D21 и E21 са посочени съответно максималните разходи, които кооперацията може да си позволи при Фиг. 1 засяването на културите (7 млн. лв.) и максималната налична площ от 15000 декара.

	A	B	C	D	E
10					
11		Разходи за 1 дка	Площ	Всичко разходи	Площ
12	Пшеница	423,5	1	=B12*E12	=C2
13	Ечемик	400,7	1	=B13*E13	=C3
14	Царевица	506,55	1	=B14*E14	=C4
15	Слънчоглед	304,89	1	=B15*E15	=C5
16	Соя	287,78	1	=B16*E16	=C6
17	Захарно цвекло	689,98	1	=B17*E17	=C7
18	Люцерна	567,53	1	=B18*E18	=C8
19			<b>Общо:</b>	<b>=SUM(D12:D18)</b>	<b>=SUM(E12:E18)</b>
20					
21			<b>Максимум</b>	<b>7000000</b>	<b>15000</b>

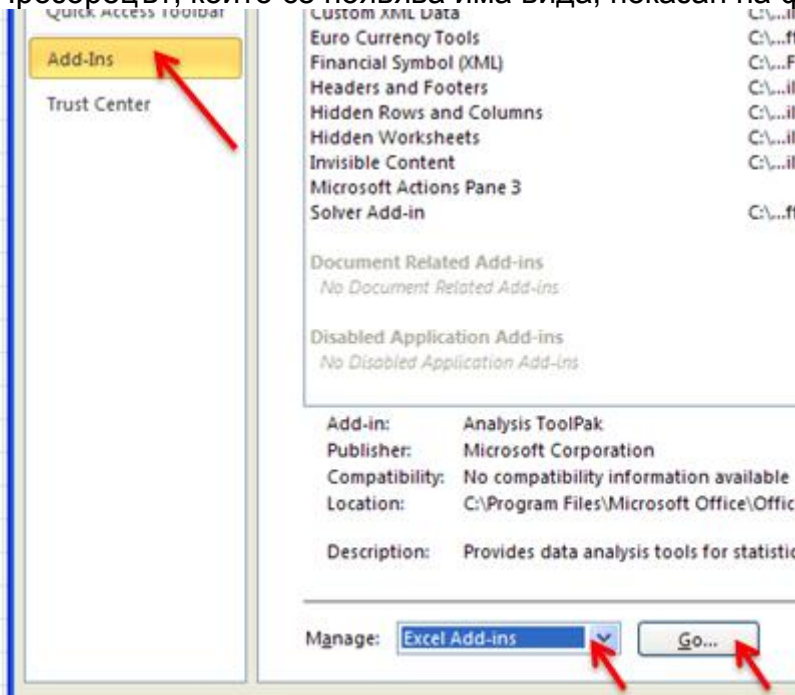
Фиг.2. Допълнителни пояснения и ограничителни стойности

Поради естеството на продажбите на продуктите, съществуват и ограничения за минимално необходимите засети количества за някои от културите. Минимално засетите площи от пшеница, царевица, ечемик са съответно 3500, 300 и 3000 декара. Посевите от слънчоглед трябва да бъдат минимум 500, но не повече от 950 декара. Площите на захарното цвекло трябва да са между 1500 и 2500 дка., а тези на люцерната – между 800 и 1600 декара. За соята не са установени подобни ограничения.

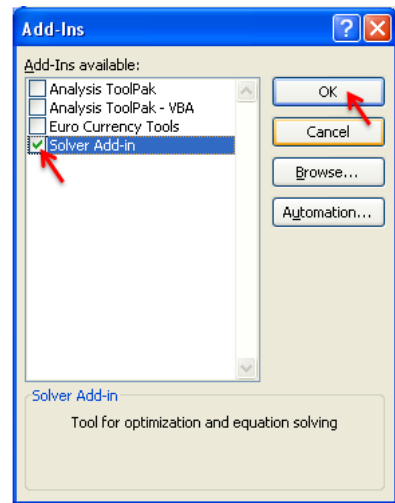
#### Указания за изпълнение:

Преди да използваме модула Solver, е нужно да проверим дали той е активиран. Ако в меню Data липсва модула Solver той се активира от File →

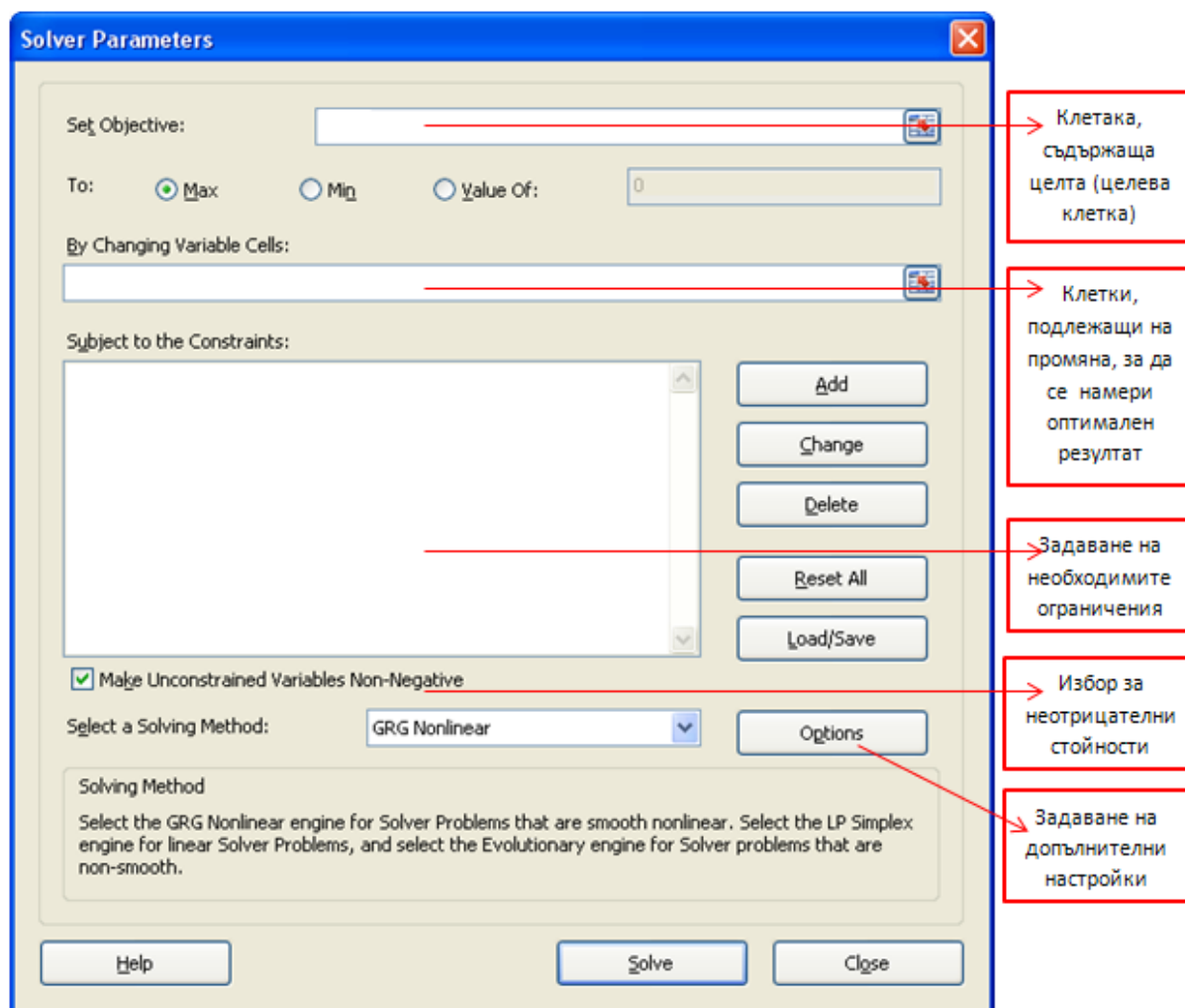
Options → Add-Ins (фигура 3 а) На следващата се стартира инструмента Solver. Прозорецът, който се появява има вида, показан на фиг. 3 б):



Фиг. 3 а) Стъпки за активирание на Solver




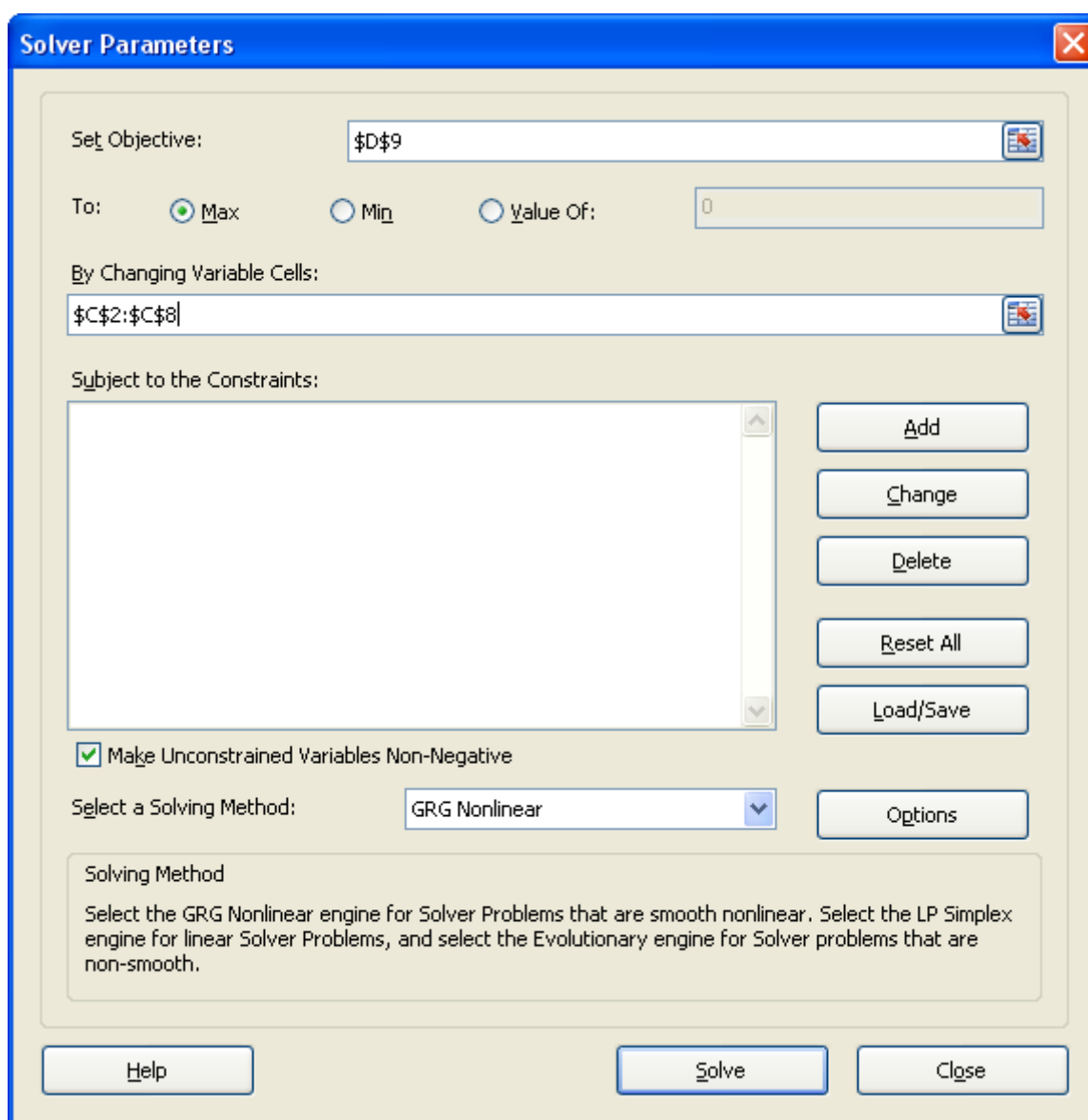
Фиг. 3 б) Включване на отметка за активирание на Solver



Фиг. 4 Навигация за действията в работен екран Solver Parameters, появяващ

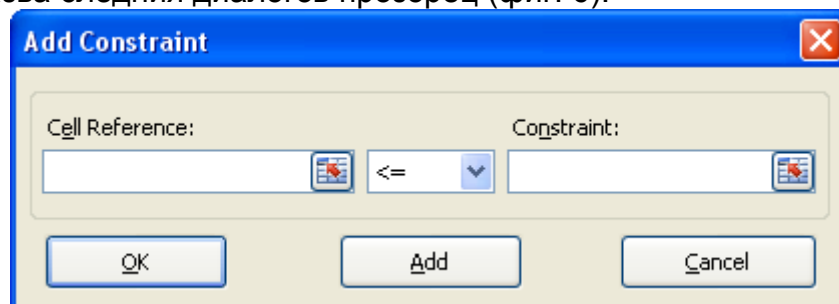
се след кликане върху  Solver

Въведете координатите на клетката, която съдържа печалбата (целевата функция) – това е клетка D9 (целева клетка) с абсолютен адрес \$D\$9. Укажете, че търсите максимална стойност на целевата функция –  Max. Посочете променливите величини в задачата - това са площите от отделните селскостопански култури, които подлежат на изменение - намират се в диапазона от клетки с абсолютни адреси - \$C\$2:\$C\$8. Прозорецът на инструмента Solver към този момент трябва да изглежда както е показано на фиг. 5.

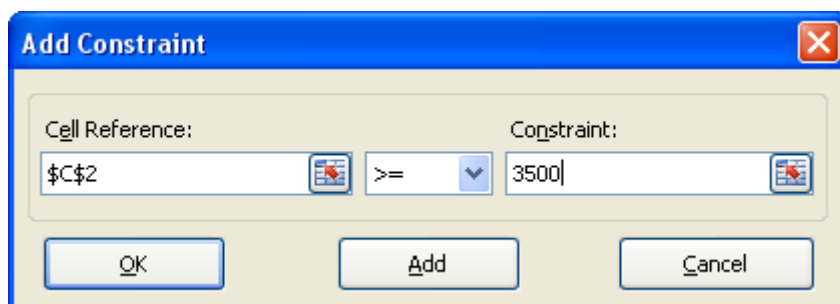


Фиг. 5 Изглед на работен прозорец Solver Parameters с посочена целева клетка и избран диапазон за промяна

Следващата стъпка е добавянето на ограничителните условия по отношение на площите и разходите. Това става с помощта на бутоните Add (Добавяне), Change (Промяна) и Delete (Изтриване). При избор на функцията Add се показва следния диалогов прозорец (фиг. 6):

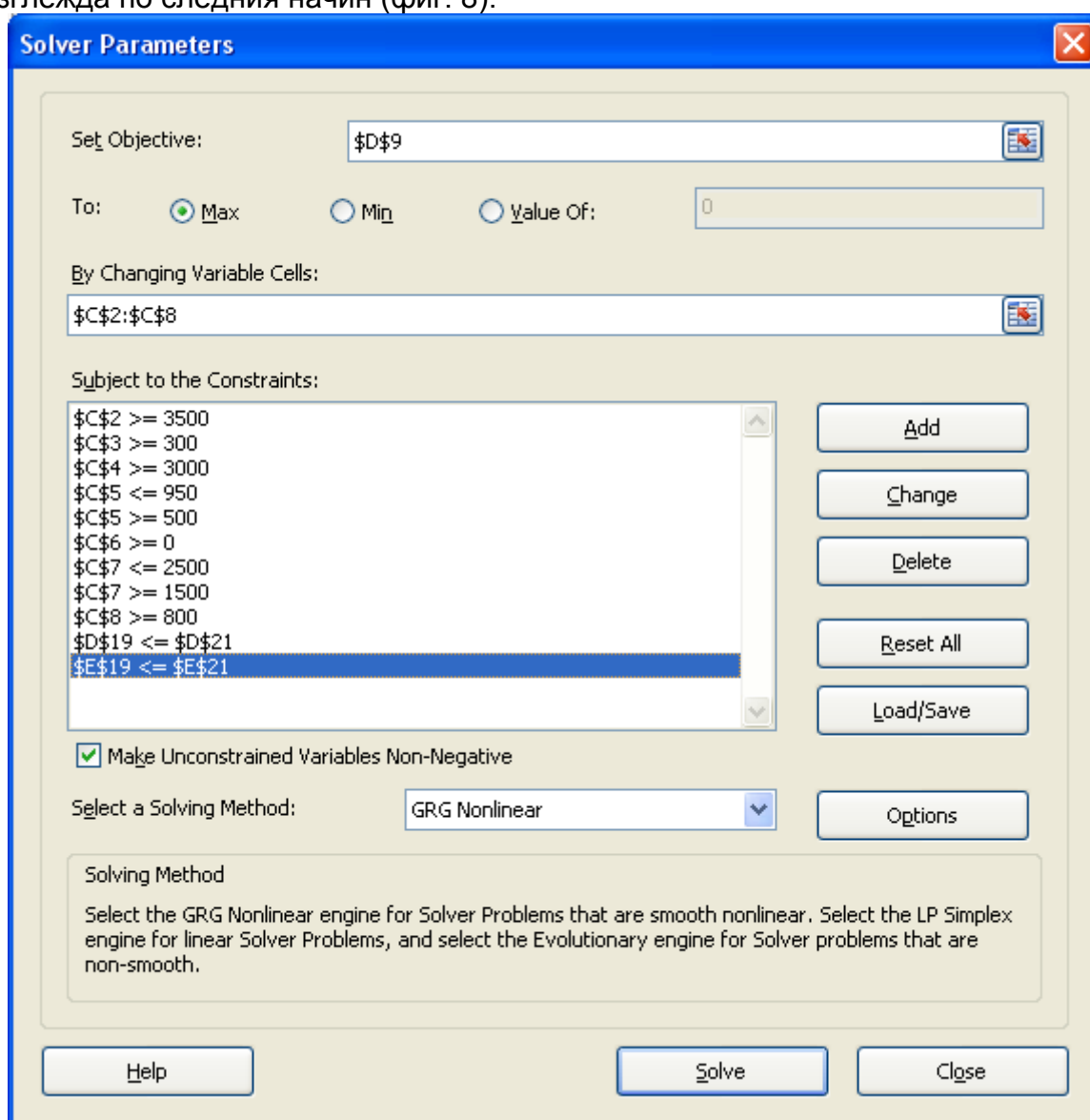


Фиг. 6 Диалогов прозорец за въвеждане на ограничителни условия  
Първото ограничение за площта на пшеницата ще има следния вид (фиг. 7).




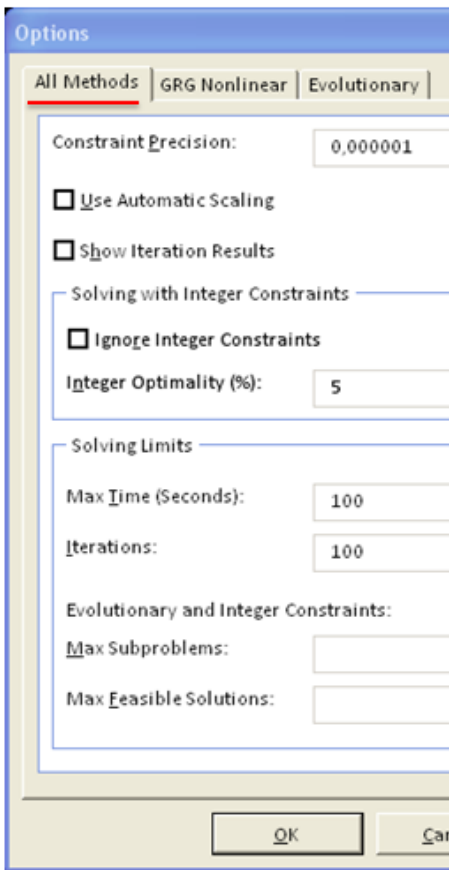
Фиг. 7 Ограничително условие за площта на пшеницата

Последователно с бутона Add трябва да се добавят и ограниченията за останалите площи и разходите, без да се затваря основния прозорец на Solver. След добавяне на всички ограничителни условия, прозорецът на Solver ще изглежда по следния начин (фиг. 8).

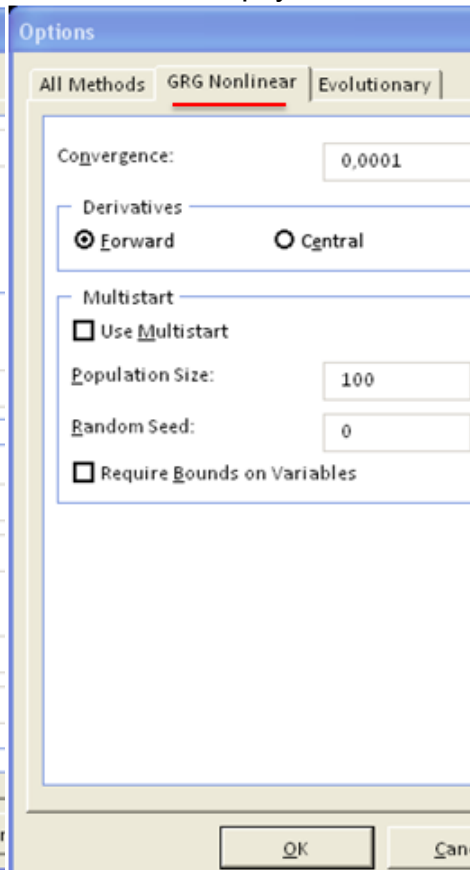


Фиг. 8 Изглед на работен прозорец Solver Parameters с посочена целева клетка, избран диапазон за промяна и добавени ограничителни условия

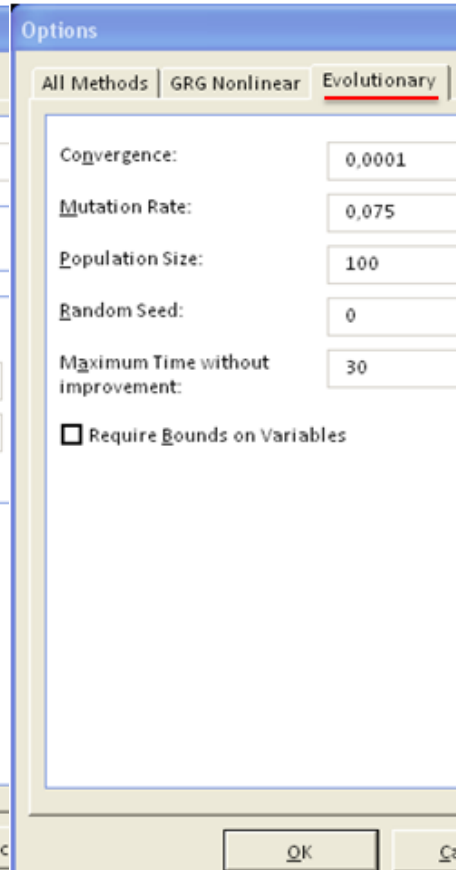
Допълнителни параметри на решението могат да бъдат указани чрез бутона Options (Опции) (фиг. 9 а, б, в), който предлага следните възможности: могат да бъдат указани максималното време за решаване на задачите, максималния брой на итерациите (възможните алтернативи на решението), точността на резултатите. Съществува възможност за запазване и бъдещо използване на дефинираните опции на модела. След като зададете всички желани допълнителни опции кликнете върху 



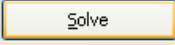
Фиг. 9 а)



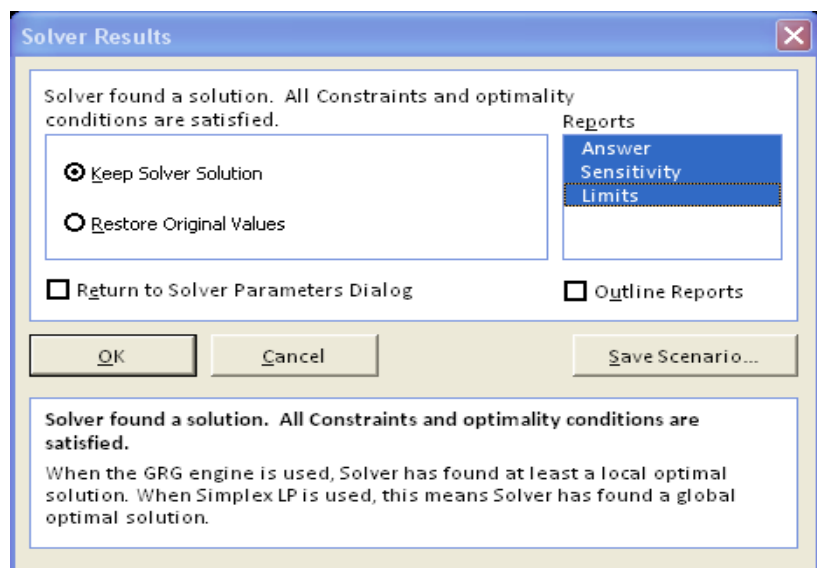
Фиг. 9 а)



Фиг. 9 а)

Решаването на задачата става чрез натискане на бутона  в основния прозорец (фиг. 8), след това се предлага допълнително меню за определяне на мястото за извеждане на решението и видовете справки, които го съпровождат.

Маркирайте всички допълнителни справки. По подразбиране новите стойности на



Фиг. 10 Финален диалогов прозорец на Solver

променливите заместват първоначално зададените в таблицата. Решението на примерната задача е получено в таблиците - заместени са първоначално зададените количества декари за отделните селскостопански култури с определените съгласно оптималното решение.

	A	B	C	D	E
1	Култури	Печалба от дка	Площ	Обща печалба	
2	Пшеница	80,56	3500	281960	
3	Ечемик	73,89	300	22167	
4	Царевица	113,90	3000	341700	
5	Слънчоглед	88,65	950	84217,5	
6	Соя	67,00	0,00	0,00	
7	Захарно цвекло	210,80	2500	527000	
8	Люцерна	144,50	3283,164767	474417,3088	
9			<b>Общо:</b>	<b>1731461,809</b>	
10					
11		Разходи за 1 дка	Площ	Всичко разходи	Площ
12	Пшеница	423,5	1	1482250	3500
13	Ечемик	400,7	1	120210	300
14	Царевица	506,55	1	1519650	3000
15	Слънчоглед	304,89	1	289645,5	950
16	Соя	287,78	1	0,00	0,00
17	Захарно цвекло	689,98	1	1724950	2500
18	Люцерна	567,53	1	1863294,5	3283,165
19			<b>Общо:</b>	<b>7000000</b>	<b>13533,16</b>
20					
21			<b>Максимум</b>	<b>7000000</b>	<b>15000</b>

Фиг. 11 Резултат след оптимизацията

Първата справка към решението – „Answer Report” (отчет отговор) дава информация за първоначалната стойност на клетката, която изразява целевата функция (Original Value), както и получената оптимална стойност. Указани са и оригиналните стойности и оптималното разпределение (фиг. 12).

Objective Cell (Max)			
Cell	Name	Original Value	Final Value
\$D\$9	Общо: Обща печалба	1121952	1731461,809

Variable Cells				
Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$C\$2	Пшеница Площ	3500	3500	Contin
\$C\$3	Ечемик Площ	300	300	Contin
\$C\$4	Царевица Площ	3000	3000	Contin
\$C\$5	Слънчоглед Площ	500	950	Contin
\$C\$6	Соя Площ	0	1,42109E-14	Contin
\$C\$7	Захарно цвекло Площ	1500	2500	Contin



\$C\$8	Люцерна Площ	800	3283,164767	Contin	
Constraints					
Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$D\$19	Общо: Всичко разходи	7000000	\$D\$19<=\$D\$21	Binding	0
\$E\$19	Общо: Площ	13533,16477	\$E\$19<=\$E\$21	Not Binding	1466,835233
\$C\$2	Пшеница Площ	3500	\$C\$2>=3500	Binding	0
\$C\$3	Ечемик Площ	300	\$C\$3>=300	Binding	0
\$C\$4	Царевица Площ	3000	\$C\$4>=3000	Binding	0
\$C\$5	Слънчоглед Площ	950	\$C\$5<=950	Binding	0
\$C\$5	Слънчоглед Площ	950	\$C\$5>=500	Not Binding	450
\$C\$6	Соя Площ	1,42109E-14	\$C\$6>=0	Binding	0
\$C\$7	Захарно цвекло Площ	2500	\$C\$7<=2500	Binding	0
\$C\$7	Захарно цвекло Площ	2500	\$C\$7>=1500	Not Binding	1000
\$C\$8	Люцерна Площ	3283,164767	\$C\$8>=800	Not Binding	2483,164767

Фиг. 12 Изглед на справка „Answer Report“

Другата справка към оптималното решение “Limits report” (отчет за границите) дава стойността на целевата функция, когато всяка отделна променлива има първоначално зададената си стойност, а всички останали имат стойността от решението. Например, ако захарното цвекло е на посочената долна граница 1500 дка, стойността на целевата функция щеше да бъде 1520661, а не 1709743 (фиг. 13).

Objective						
Cell	Name	Value				
\$D\$9	Общо: Обща печалба	1731461,809				
Variable			Lower	Objective	Upper	Objective
Cell	Name	Value	Limit	Result	Limit	Result
\$C\$2	Пшеница Площ	3500	3500	1731461,809	3500	1731461,809
\$C\$3	Ечемик Площ	300	300	1731461,809	300	1731461,809
\$C\$4	Царевица Площ	3000	3000	1731461,809	3000	1731461,809
\$C\$5	Слънчоглед Площ	950	500	1691569,309	950	1731461,809
			1,42109E-			
\$C\$6	Соя Площ	1,42109E-14	14	1731461,809	1,42109E-14	1731461,809
\$C\$7	Захарно цвекло Площ	2500	1500	1520661,809	2500	1731461,809
\$C\$8	Люцерна Площ	3283,164767	800	1372644,5	3283,164767	1731461,809

Фиг. 13 Изглед на справка „Limits Report“



## Задача 2 – самостоятелна работа

Вашата компания произвежда битова електроника използвайки определени материални ресурси, с които разполагате в ограничени количества. Трябва да решите какво количество да произведете от всеки от продуктите, така че да се

постигне максимална печалба.

Печалбата от Продукт 1 е 75 лв., от Продукт 2 – 50 лв. и от Продукт 3 – 35 лв. Таблицата показва наличните към момента материални ресурси (които не могат да бъдат надхвърляни), както и количествата от тях вложени във всеки един от продуктите.

Показаните в червено стойности съдържат формули!

	A	B	C	D	E	F
1				Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3
2			Производство:	100	100	100
3						
4	Материали	Запас	Изразходени	Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3
5	Материал 1	450	200	1	1	0
6	Материал 2	250	100	1	0	0
7	Материал 3	800	500	2	2	1
8	Материал 4	450	200	1	1	0
9	Материал 5	600	400	2	1	1
10						
11				Печалба		
12			По продукти	7500	5000	3500
13			Общо:	16000		

Фиг. 14 Първоначални и ограничителни стойности на Задача 2



### Задача 3 – самостоятелна работа

Намерете минималните разходи, с които може да транспортирате стоки от производствените центрове до дистрибуторите, като внимавате да не превишавате произведените количества във всяко едно от предприятията и да удовлетворите търсенето при всеки един от дистрибуторите.

Показаните в червено стойности съдържат формули!

	A	B	C	D	E	F	G
1			Брой на изпратените стоки от предприятие X до дистрибутор Y				
2	Предприятия	Изпратени	Благоевград	Пловдив	Ст. Загора	Хасково	Плевен
3	Русе	5	1	1	1	1	1
4	Бургас	5	1	1	1	1	1
5	София	5	1	1	1	1	1
6			---	---	---	---	---
7	Общо:		3	3	3	3	3
8							
9		Търсене	180	80	200	160	220
10							
11	Предприятия	Производство	Разходи за изпращане на 1 брой от предприятие X до дистрибутор Y				
12	Русе	310	10	8	6	5	4
13	Бургас	260	6	5	4	3	6
14	София	280	3	4	5	5	9
15							
16	Разходи	83	19	17	15	13	19

Фиг. 15 Първоначални и ограничителни стойности на Задача 3