

Решение транспортных задач в Excel

Алгоритм решения ТЗ в Эксель:

1) Составить математическую модель транспортной задачи - то есть получить таблицу со стоимостью перевозок, запасами груза у поставщиков и потребностями потребителей (и, возможно, дополнительными ограничениями).

Данные стоимости и объемов перевозок.

Участок работ Карьер	B ₁	B ₂	B ₃	Предложение
A ₁	5	3	4	25
A ₂	3	4	8	20
A ₃	4	6	5	20
A ₄	6	4	5	35
Потребности	40	20	40	

Условия перевозок:

- а) запрет на перевозки от третьего карьера до первого участка работ, от второго карьера до третьего участка работ;
- б) от первого карьера до третьего участка работ необходимо поставить 15 тонн.

2) Если задача открытая (несбалансированная), то добавить потребителя или поставщика с нулевыми тарифами перевозки.

3) Внести на лист таблицы Excel данную модель в виде матрицы тарифов (затрат).
данные транспортной задачи в Excel

	A	B	C	D
1	Матрица затрат			
2		B1	B2	B3
3	A1	5	3	4
4	A2	3	4	8
5	A3	4	6	5
6	A4	6	4	5
7				

4) Создать рядом на листе еще одну таблицу, где будут выводиться искомые перевозки (такой же размерности, что и таблица тарифов). Просуммировать перевозки по строкам и столбцам (чтобы сравнивать с аналогичными ячейками - предельными ограничениями задачи - запасами поставщиков и потребностями потребителей).

Матрица перевозок						
	B1	B2	B3	Всего	огр	Предел
A1			15	15	=	25
A2			0	0	=	20
A3	0			0	=	20
A4				0	=	35
Всего	0	0	15			
огр	=	=	=			
Предел	40	20	40			

5) Ввести в ячейку формулу, подсчитывающую суммарную стоимость перевозок (это число мы должны минимизировать по смыслу транспортной задачи)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Матрица затрат						
2		B1	B2	B3			
3	A1	5	3	4			
4	A2	3	4	8			
5	A3	4	6	5			
6	A4	6	4	5			
7							
8	Матрица перевозок						
9		=B2	=C2	=D2	Всего	огр	Предел
10	=A3	10	0	15	=СУММ(B10:D10)	=	25
11	=A4	20	0	0	=СУММ(B11:D11)	=	20
12	=A5	0	0	20	=СУММ(B12:D12)	=	20
13	A4	10	20	5	=СУММ(B13:D13)	=	35
14	Всего	=СУММ(B10:B13)	=СУММ(C10:C13)	=СУММ(D10:D13)			
15	огр	=	=	=			
16	Предел	40	20	40			
17							
18					Затраты	=СУММПРОИЗВ(B3:D6;B10:D13)	

б) Запустить надстройку Поиск решения и указать: а) ячейку, которую мы минимизируем, б) все ограничения на запасы поставщиков и потребности потребителей, в) дополнительные ограничения (иногда бывают запреты перевозок или требования по минимальному объему груза между определенными пунктами, как в данном случае).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Матрица затрат									
2		B1	B2	B3						
3	A1	5	3	4						
4	A2	3	4	8						
5	A3	4	6	5						
6	A4	6	4	5						
7										
8	Матрица перевозок									
9		B1	B2	B3	Всего					
10	A1			15	15					
11	A2			0	0					
12	A3	0			0					
13	A4				0					
14	Всего	0	0	15						
15	огр	=	=	=						
16	Предел	40	20	40						
17										
18					Затраты					
19										
20										
21										

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

\$B\$10:\$D\$13 = целое
 \$B\$12 = 0
 \$B\$14:\$D\$14 = \$B\$16:\$D\$16
 \$D\$10 >= 15
 \$D\$11 = 0
 \$E\$10:\$E\$13 = \$G\$10:\$G\$13

☒ Сделайте переменные без ограничений неотрицательными

7) Получить решение транспортной задачи: в целевой ячейке вы увидите минимальную стоимость перевозок (в примере 435), а в таблице перевозок - искомые значения объема перевозимого груза (см. желтые ячейки).

Матрица затрат						
	B1	B2	B3			
A1	5	3	4			
A2	3	4	8			
A3	4	6	5			
A4	6	4	5			
Матрица перевозок						
	B1	B2	B3	Всего	огр	Предел
A1	10	0	15	25	=	25
A2	20	0	0	20	=	20
A3	0	0	20	20	=	20
A4	10	20	5	35	=	35
Всего	40	20	40			
огр	=	=	=			
Предел	40	20	40			
				Затраты	435	

8) Проанализировать решение, если требуется и записать более подробно, например

Минимальные затраты на перевозку составят 435. План перевозок:

Из 1 карьера 10 тонн везем на 1-й участок, 15 тонн на 3-й.

Из 2 карьера 20 тонн везем на 1-й участок.

Из 3 карьера 20 тонн везем на 3-й.

Из 4 карьера 10 тонн везем на 1-й участок, 20 тонн на 2-й, 5 тонн на 3-й.

ЗАДАНИЕ №1. Имеется 3 нефтеперерабатывающих завода, 4 спиртовых завода, 3 завода по производству синтетического каучука.

Схема кооперационных связей.



Рис. 1 Схема кооперационных связей предприятий

Далее приведены производственные показатели предприятий.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)				
г. Кириши			0,85	410
г. Нижнекамск			0,8	560
г. Оренбург			0,82	635
Спиртовые заводы				
г. Орск	2,625		0,85	190
г. Пенза	2,65		0,875	155
г. Самара	2,7		0,825	120
г. Уфа	2,69		0,85	155
Заводы по производству СК				
г. Воронеж		2,8	0,9	105
г. Пермь		2,75	0,88	100
г. Ярославль		2,755	0,875	110


Также заданы расстояния между предприятиями.

НПЗ	Спиртовые заводы			
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа
г. Кириши	1600	1000	1200	2200
г. Нижнекамск	700	420	350	300
г. Оренбург	240	600	400	360
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль	
г. Орск	1300	1150	1400	
г. Пенза	570	1100	800	
г. Самара	750	950	800	
г. Уфа	1150	650	1000	

Необходимо найти решение транспортной задачи с ориентацией на спрос СК и минимизацией транспортных суммарных затрат.

РЕШЕНИЕ.

Находим тарифы перевозки бензина и спирта.

Тип вагона 

☐ Соб. ваг. ☐ Поиск по вхождению ☒ Особый порядок расчета

Ст. отправления (наимен.) Код Дорога

ОРЕНБУРГ	811905	ОКТЯБРЬСКАЯ
----------	--------	-------------

Ст. назначения (наимен.) Код Дорога

САМАРА	657907	ОКТЯБРЬСКАЯ
--------	--------	-------------

Груз 10-01 (наименование) Код Опасный

БЕНЗИН	21100	<input type="checkbox"/>
--------	-------	--------------------------

Вес отправки на вагон тонны

Число вагонов Число осей

Число охр. вагонов Число проводников

РОССИЯ [RUR]		
Расстояние	418 км.	
Срок доставки	5 сут.	
Сумма	За вагон	За тонну
Сумма	28075	28075
Скидка за вагон	306	
Охрана	3477	
Сумма с НДС	37231.36	37231.36

Стоимость перевозки 1 тонны бензина без НДС = 28075 руб.

Округляем до тысяч – 28,1 тыс. руб.

Груз 10-01 (наименование) Код Опасный

СПИРТ ЭТИЛОВЫЙ СИНТЕ 59407 ☐

Вес отправки на вагон тонны

Число вагонов Число осей

Число охр. вагонов Число проводников

РОССИЯ [RUR]		
Расстояние	418 км.	
Срок доставки	5 сут.	
Сумма	За вагон	За тонну
Сумма	37394	37394
Скидка за вагон	306	
Охрана	3477	
Сумма с НДС	48227.78	48227.78

Стоимость перевозки 1 тонны спирта без НДС = 37394 руб.

Округляем до тысяч – 37,4 тыс. руб.

Рассчитываем тарифы перевозки 1 тонны продукта по направлениям.

Стоимость перевозки бензина	28,1			
Стоимость перевозки спирта	37,4			
НПЗ	Спиртовые заводы			
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа
г. Кириши	44960	28100	33720	61820
г. Нижнекамск	19670	11802	9835	8430
г. Оренбург	6744	16860	11240	10116
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль	
г. Орск	48620	43010	52360	
г. Пенза	21318	41140	29920	
г. Самара	28050	35530	29920	
г. Уфа	43010	24310	37400	

Далее рассчитываем фактические производственные мощности предприятий (умножаем номинальную мощность на коэффициент использования).

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					1317200
г. Кириши			0,85	410	348500
г. Нижнекамск			0,8	560	448000
г. Оренбург			0,82	635	520700
Спиртовые заводы					527875
г. Орск	2,625		0,85	190	161500
г. Пенза	2,65		0,875	155	135625
г. Самара	2,7		0,825	120	99000
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750
Заводы по производству СК					278750
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250

Таким образом, спрос на СК = 278 750 тонн.

Из них 94 500 тонн производится в Воронеже, 88 000 тонн - в Перми, 96 250 тонн – в Ярославле.

Спиртовые заводы могут произвести 527 875 тонн спирта, нефтеперерабатывающие заводы могут произвести 1 317 200 тонн бензина.

Далее находим, сколько спирта нужно каждому заводу для производства СК (умножаем спрос производство СК на норму расхода спирта).

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					1317200	
г. Кириши			0,85	410	348500	
г. Нижнекамск			0,8	560	448000	
г. Оренбург			0,82	635	520700	
Спиртовые заводы					527875	
г. Орск	2,625		0,85	190	161500	
г. Пенза	2,65		0,875	155	135625	
г. Самара	2,7		0,825	120	99000	
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750	
Заводы по производству СК					278750	771768,75
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75

Заводам по производству СК требуется 771 768,75 тонн спирта, спиртовые заводы такого количества предложить не могут, поэтому спрос на СК полностью не будет удовлетворен. Пока же мы вводим фиктивный спиртовой завод с фактической производственной мощностью $771\,768,75 - 527\,875 = 243\,893,75$ тонн и минимальной нормой расхода бензина 2,625.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					1317200	
г. Кириши			0,85	410	348500	
г. Нижнекамск			0,8	560	448000	
г. Оренбург			0,82	635	520700	
Спиртовые заводы					771768,75	
г. Орск	2,625		0,85	190	161500	
г. Пенза	2,65		0,875	155	135625	
г. Самара	2,7		0,825	120	99000	
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750	
Фиктивный	2,625				243893,75	
Заводы по производству СК					278750	771768,75
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75

Далее находим, сколько бензина нужно каждому спиртовому заводу.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.	Требуется бензина, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					1317200		
г. Кириши			0,85	410	348500		
г. Нижнекамск			0,8	560	448000		
г. Оренбург			0,82	635	520700		
Спиртовые заводы					771768,75		2045272,34
г. Орск	2,625		0,85	190	161500		423937,5
г. Пенза	2,65		0,875	155	135625		359406,25
г. Самара	2,7		0,825	120	99000		267300
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750		354407,5
Фиктивный	2,625				243893,75		640221,09
Заводы по производству СК					278750	771768,75	
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600	
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000	
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75	

Спиртовым заводам требуется 2 045 272,34 тонн бензина.

НПЗ могут предложить только 1 317 200 тонн.

Вводим фиктивный НПЗ с мощностью $2\,045\,272,34 - 1\,317\,200 = 728\,072,34$ тонны.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.	Требуется бензина, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					2045272,344		
г. Кириши			0,85	410	348500		
г. Нижнекамск			0,8	560	448000		
г. Оренбург			0,82	635	520700		
Фиктивный					728072,34		
Спиртовые заводы					771768,75		2045272,34
г. Орск	2,625		0,85	190	161500		423937,5
г. Пенза	2,65		0,875	155	135625		359406,25
г. Самара	2,7		0,825	120	99000		267300
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750		354407,5
Фиктивный	2,625				243893,75		640221,09
Заводы по производству СК					278750	771768,75	
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600	
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000	
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75	

Таким образом для полного удовлетворения спроса СК введены фиктивные НПЗ и спиртовые заводы.

Отображаем фиктивные предприятия в таблицах транспортных затрат.

Стоимость перевозки бензина (тариф РЖД) между НПЗ и спиртовыми заводами

НПЗ	Спиртовые заводы				
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный
г. Кириши	44960	28100	33720	61820	0
г. Нижнекамск	19670	11802	9835	8430	0
г. Оренбург	6744	16860	11240	10116	0
Фиктивный	0	0	0	0	0

Стоимость перевозки спирта (тариф РЖД) между спиртовыми заводами и заводами по производству СК

Спиртовые заводы	Заводы по производству СК		
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль
г. Орск	48620	43010	52360
г. Пенза	21318	41140	29920
г. Самара	28050	35530	29920
г. Уфа	43010	24310	37400
Фиктивный	0	0	0

Переходим к непосредственному решению транспортной задачи.

Создаем матрицу переменных.

Матрица переменных					
НПЗ	Спиртовые заводы				
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный
г. Кириши					
г. Нижнекамск					
г. Оренбург					
Фиктивный					
г. Воронеж					
г. Пермь					
г. Ярославль					

Данная матрица представляет собой комбинацию 2 матриц:

верхняя часть (4 x 5) – перевозка бензина от поставщиков в строках к потребителям в столбцах.

нижняя часть (3 x 5) – перевозка спирта от поставщиков в столбцах к потребителям в строках.

Нижняя часть матрицы – транспонированный вариант.

Далее отдельно выделяем перевозку бензина и спирта.

Перевозка бензина					
НПЗ	Спиртовые заводы				
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный
г. Кириши	0	0	0	0	0
г. Нижнекамск	0	0	0	0	0
г. Оренбург	0	0	0	0	0
Фиктивный	0	0	0	0	0
Перевозка спирта					
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК				
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль		
г. Орск	0	0	0		
г. Пенза	0	0	0		
г. Самара	0	0	0		
г. Уфа	0	0	0		
Фиктивный	0	0	0		

Составляем ограничения задачи и считаем стоимость перевозки.

		Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы					ВСЕГО		Ограничение	
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный				
г. Кириши	0	0	0	0	0	0	=	348500	
г. Нижнекамск	0	0	0	0	0	0	=	448000	
г. Оренбург	0	0	0	0	0	0	=	520700	
Фиктивный	0	0	0	0	0	0,00	=	728072,34	
ВСЕГО	0	0	0	0	0,00				
	=	=	=	=	=				
Ограничение	423937,5	359406,25	267300	354407,5	640221,09			2045272,344	
Стоимость перевозки бензина		0							
Перевозка спирта									
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО		Ограничение			
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль						
г. Орск	0	0	0	0	=	161500			
г. Пенза	0	0	0	0	=	135625			
г. Самара	0	0	0	0	=	99000			
г. Уфа	0	0	0	0	=	131750			
Фиктивный	0	0	0	0	=	243893,75			
ВСЕГО	0	0	0						
	=	=	=						
Ограничение	264600	242000	265168,75			771768,75			
Стоимость перевозки спирта		0							
Суммарная стоимость перевозки		0							

Решаем задачу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
53	НПЗ	Спиртовые заводы							
54		г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный			
55	г. Кириши								
56	г. Нижнекамск								
57	г. Оренбург								
58	Фиктивный								
59	г. Воронеж								
60	г. Пермь								
61	г. Ярославль								
62									
63									
64	НПЗ								
65		г. Орск							
66	г. Кириши	0							
67	г. Нижнекамск	0							
68	г. Оренбург	0							
69	Фиктивный	0							
70	ВСЕГО	0							
71		=							
72	Ограничение	423937,5							
73									
74	Стоимость перевозки бензина								
75									
76									
77	Спиртовые								
78	заводы	г. Воронеж							
79	г. Орск	0							
80	г. Пенза	0							
81	г. Самара	0							
82	г. Уфа	0							
83	Фиктивный	0							
84	ВСЕГО	0							
85		=							
86	Ограничение	264600							
87									
88	Стоимость перевозки спирта	0							
89									
90	Суммарная стоимость перевозки	0							

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

\$C\$90

До:

☐ Максимум
☒ Минимум
☐ Значения:

0

Изменяя ячейки переменных:

\$B\$55:\$F\$61

В соответствии с ограничениями:

\$B\$70:\$F\$70 = \$B\$72:\$F\$72

\$B\$84:\$D\$84 = \$B\$86:\$D\$86

\$E\$79:\$E\$83 = \$G\$79:\$G\$83

\$G\$66:\$G\$69 = \$I\$66:\$I\$69

Добавить

Изменить

Удалить

Сбросить

Загрузить/сохранить

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Поиск решения линейных задач симплекс-методом

Параметры

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ,

для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Найти решение

Закрыть

Получаем решение.

Матрица переменных							
НПЗ	Спиртовые заводы						
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный		
г. Кириши	0	0	0	0	348500		
г. Нижнекамск	0,00	0	0	253041,41	194958,59		
г. Оренбург	423937,5	0	0	0	96762,5		
Фиктивный	0,00	359406,25	267300	101366,09	0		
г. Воронеж	51250	135625	77725	0	0		
г. Пермь	110250	0	0	131750	0		
г. Ярославль	0	0	21275	0	243893,75		

Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы					ВСЕГО	Ограничение
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	Фиктивный		
г. Кириши	0	0	0	0	348500	348500	= 348500
г. Нижнекамск	0	0	0	253041,41	194958,59	448000	= 448000
г. Оренбург	423937,5	0	0	0	96762,5	520700	= 520700
Фиктивный	0	359406,25	267300	101366,09	0	728072,34	= 728072,34
ВСЕГО	423937,5	359406,25	267300	354407,5	640221,09		
	=	=	=	=	=		
Ограничение	423937,5	359406,25	267300	354407,5	640221,09		2045272,344

Стоимость перевозки бензина	4992173555						
-----------------------------	------------	--	--	--	--	--	--

Перевозка спирта					
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО	Ограничение
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль		
г. Орск	51250	110250	0	161500	= 161500
г. Пенза	135625	0	0	135625	= 135625
г. Самара	77725	0	21275	99000	= 99000
г. Уфа	0	131750	0	131750	= 131750
Фиктивный	0	0	243893,75	243893,75	= 243893,75
ВСЕГО	264600	242000	265168,75		
	=	=	=		
Ограничение	264600	242000	265168,75		771768,75

Стоимость перевозки спирта	16144458000				
----------------------------	-------------	--	--	--	--

Суммарная стоимость перевозки	21136631555				
-------------------------------	-------------	--	--	--	--

Минимальная стоимость перевозки = 21 136 631 555 руб.

Теперь распределить фиктивные перевозки на реальные предприятия.

Начнем со спирта.

Фиктивное предприятие производит и перевозит 243893,75 тонн спирта, все – в Ярославль. В Ярославль кроме фиктивного предприятия перевозит еще завод из Самары в объеме 21275 тонн.

Распределяем нехватку спирта на те предприятия, откуда выгодно возить.

По идее транспортная задача говорит, что производство в Самаре необходимо расширить на 243893,75 тонн спирта.

Но мы еще проведем анализ.

Смотрим на транспортные тарифы и норму расхода спирта.

Спиртовые заводы				
г. Орск	2,625		0,85	190
г. Пенза	2,65		0,875	155
г. Самара	2,7		0,825	120
г. Уфа	2,69		0,85	155
Фиктивный	2,625			
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль	
г. Орск	1300	1150	1400	
г. Пенза	570	1100	800	
г. Самара	750	950	800	
г. Уфа	1150	650	1000	

Тариф перевозки в Самару такой же как и в Пензу, но при этом в Самаре технология хуже (на 1 тонну СК нужно больше спирта), поэтому производство необходимо расширить на 243893,75 тонн спирта не в Самаре а в Пензе.

Новые данные.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.	Требуется бензина, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					2051369,69		
г. Кириши			0,85	410	348500		
г. Нижнекамск			0,8	560	448000		
г. Оренбург			0,82	635	520700		
Фиктивный					734169,69		
Спиртовые заводы					771768,75		2051369,69
г. Орск	2,625		0,85	190	161500		423937,5
г. Пенза	2,65		0,875	433,74	379518,75		1005724,69
г. Самара	2,7		0,825	120	99000		267300
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750		354407,5
Заводы по производству СК					278750	771768,75	
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600	
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000	
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75	

Решаем данную задачу.

НПЗ	Матрица переменных			
	Спиртовые заводы			
	Уфа	Самара	Орск	Пенза
Оренбург				
Нижнекамск				
Кириши				
Фиктивный				
Воронеж				
Ярославль				
Пермь				

Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы				ВСЕГО		Ограничение
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа			
г. Кириши	0	0	0	0	0	=	348500
г. Нижнекамск	0	0	0	0,00	0	=	448000
г. Оренбург	0	0	0	0	0	=	520700
Фиктивный	0	0	0	0,00	0,00	=	734169,69
ВСЕГО	0	0	0	0			
	=	=	=	=			
Ограничение	423937,5	1005724,69	267300	354407,5			2051369,688
Стоимость перевозки бензина	0						
Перевозка спирта							
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО			Ограничение
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль				
г. Орск	0	0	0	0	=		161500
г. Пенза	0	0	0	0	=		379518,75
г. Самара	0	0	0	0	=		99000
г. Уфа	0	0	0	0	=		131750
ВСЕГО	0	0	0				
	=	=	=				
Ограничение	264600	242000	265168,75				771768,75
Стоимость перевозки спирта	0						
Суммарная стоимость перевозки	0						

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Добавить

Изменить

Удалить

Получаем.

Матрица переменных							
НПЗ	Спиртовые заводы						
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа			
г. Кириши	0	348500	0	0			
г. Нижнекамск	0,00	0	93592,5	354407,50			
г. Оренбург	423937,5	0	96762,5	0			
Фиктивный	0,00	657224,69	76945	0,00			
г. Воронеж	0	264600	0	0			
г. Пермь	110250	0	0	131750			
г. Ярославль	51250	114918,75	99000	0			
Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы				ВСЕГО		Ограничение
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа			
г. Кириши	0	348500	0	0	348500	=	348500
г. Нижнекамск	0	0	93592,5	354407,50	448000	=	448000
г. Оренбург	423937,5	0	96762,5	0	520700	=	520700
Фиктивный	0	657224,69	76945	0,00	734169,69	=	734169,69
ВСЕГО	423937,5	1005724,69	267300	354407,5			
	=	=	=	=			
Ограничение	423937,5	1005724,69	267300	354407,5			2051369,69
Стоимость перевозки бензина					17647632463		
Перевозка спирта							
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО		Ограничение	
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль				
г. Орск	0	110250	51250	161500	=	161500	
г. Пенза	264600	0	114918,75	379518,75	=	379518,75	
г. Самара	0	0	99000	99000	=	99000	
г. Уфа	0	131750	0	131750	=	131750	
ВСЕГО	264600	242000	265168,75				
	=	=	=				
Ограничение	264600	242000	265168,75			771768,75	
Стоимость перевозки спирта					22669336800		
Суммарная стоимость перевозки					40316969263		

Теперь распределяем увеличение производства бензина.

Перевозка бензина					
НПЗ	Спиртовые заводы				ВСЕГО
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа	
г. Кириши	0	348500	0	0	348500
г. Нижнекамск	0	0	93592,5	354407,50	448000
г. Оренбург	423937,5	0	96762,5	0	520700
Фиктивный	0	657224,69	76945	0,00	734169,69
ВСЕГО	423937,5	1005724,69	267300	354407,5	

Фиктивный НПЗ производит и перевозит 657224,69 тонн в Пензу и 76945 тонн в Самару. Смотрим матрица транспортных тарифов и нормы расхода бензина.

НПЗ	Спиртовые заводы			
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа
г. Кириши	1600	1000	1200	2200
г. Нижнекамск	700	420	350	300
г. Оренбург	240	600	400	360
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)				
г. Кириши			0,85	410
г. Нижнекамск			0,8	560
г. Оренбург			0,82	635

В Самару лучше всего производить и возить из Нижнекамска, в Пензу – из тоже, что и делаем. Фактическая производственная мощность Нижнекамска теперь равна $= 448000 + 734169,69 = 1\,182\,169,69$ тонн.

Пересчитываем номинальную производственную мощность, получаем новую задачу.

Предприятия	Норма расхода бензина на 1т. спирта, тонн	Норма расхода спирта на 1т. СК, тонн	Коэффициент использования производственной мощности	Производственная мощность, тыс. тонн.	Фактическая производственная мощность, тонн.	Требуется спирта, тонн.	Требуется бензина, тонн.
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)					2051369,69		
г. Кириши			0,85	410	348500		
г. Нижнекамск			0,8	560	1182169,69		
г. Оренбург			0,82	635	520700		
Спиртовые заводы					771768,75		2051369,69
г. Орск	2,625		0,85	190	161500		423937,5
г. Пенза	2,65		0,875	433,74	379518,75		1005724,69
г. Самара	2,7		0,825	120	99000		267300
г. Уфа	2,69		0,85	155	131750		354407,5
Заводы по производству СК					278750	771768,75	
г. Воронеж		2,8	0,9	105	94500	264600	
г. Пермь		2,75	0,88	100	88000	242000	
г. Ярославль		2,755	0,875	110	96250	265168,75	

Матрица переменных							
НПЗ	Спиртовые заводы						
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа			
г. Кириши							
г. Нижнекамск							
г. Оренбург							
Фиктивный							
г. Воронеж							
г. Пермь							
г. Ярославль							
Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы				ВСЕГО		Ограничение
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа			
г. Кириши	0	0	0	0	0	=	348500
г. Нижнекамск	0	0	0	0,00	0	=	1182169,688
г. Оренбург	0	0	0	0	0	=	520700
ВСЕГО	0	0,00	0	0			
	=	=	=	=			
Ограничение	423937,5	1005724,69	267300	354407,5			2051369,69
Стоимость перевозки бензина		0					
Перевозка спирта							
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО		Ограничение	
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль				
г. Орск	0	0	0	0	=	161500	
г. Пенза	0	0	0	0	=	379518,75	
г. Самара	0	0	0	0	=	99000	
г. Уфа	0	0	0	0	=	131750	
ВСЕГО	0	0	0				
	=	=	=				
Ограничение	264600	242000	265168,75			771768,75	
Стоимость перевозки спирта		0					
Суммарная стоимость перевозки		0					

Решаем задачу.

	A	B	C	D	E	F	G
48		Матрица переменных					
49	НПЗ	Спиртовые заводы					
50		г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа		
51	г. Кириши						
52	г. Нижнекамск						
53	г. Оренбург						
54	Фиктивный						
55	г. Воронеж						
56	г. Пермь						
57	г. Ярославль						
58							
59		Перевозка спирта					
60	НПЗ	Заводы по производству спирта					
61		г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа		
62	г. Кириши	0					
63	г. Нижнекамск	0					
64	г. Оренбург	0					
65	ВСЕГО	0	0				
66		=					
67	Ограничение	423937,5	1005				
68							
69	Стоимость перевозки бензина						
70							
71		Перевозка спирта					
72	Спиртовые заводы	Заводы по производству спирта					
73		г. Воронеж	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа		
74	г. Орск	0					
75	г. Пенза	0					
76	г. Самара	0					
77	г. Уфа	0					
78	ВСЕГО	0					
79		=					
80	Ограничение	264600	240				
81							
82	Стоимость перевозки спирта		0				
83							
84	Суммарная стоимость перевозки		0				

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

$\$B\$65:\$E\$65 = \$B\$67:\$E\67
 $\$B\$78:\$D\$78 = \$B\$80:\$D\80
 $\$E\$74:\$E\$77 = \$G\$74:\$G\77
 $\$F\$62:\$F\$64 = \$H\$62:\$H\64

☒ Сделайте переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом - эволюционный поиск решения.

Получаем.

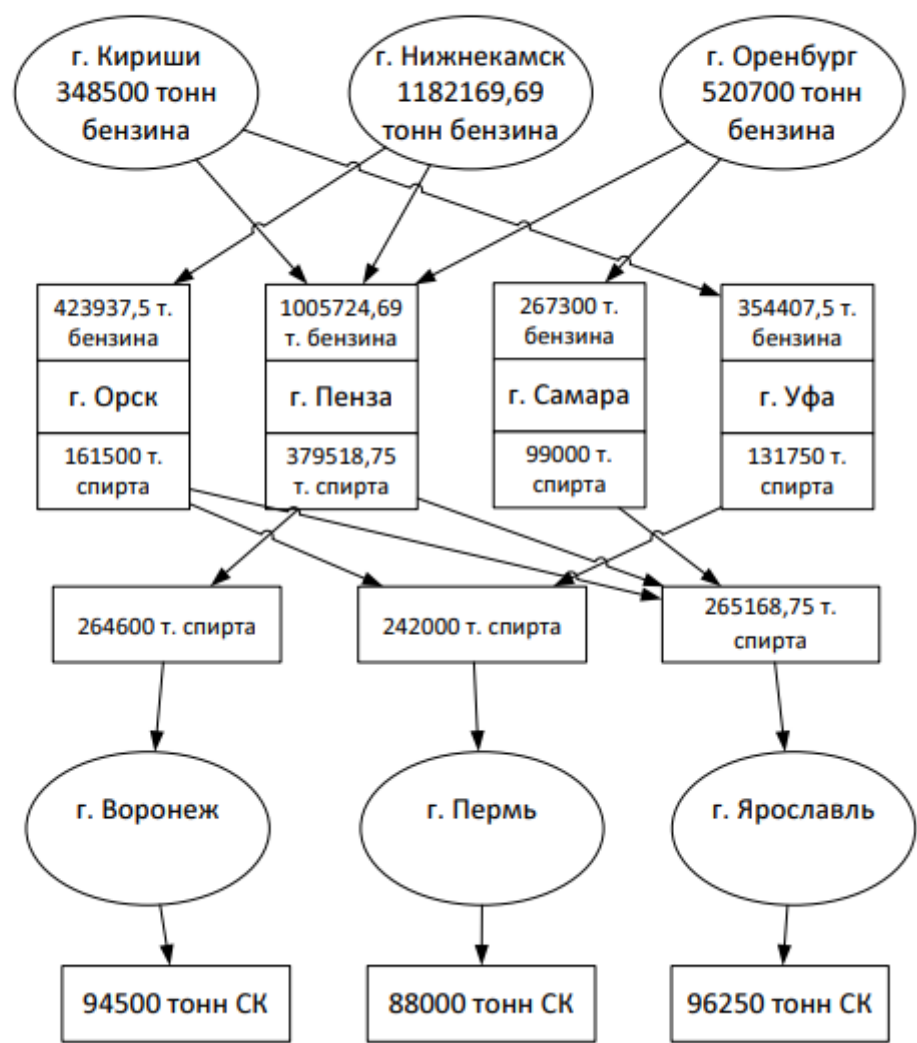
		Матрица переменных							
НПЗ	Спиртовые заводы								
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа					
г. Кириши	0	348500	0	0					
г. Нижнекамск	0,00	657224,69	170537,5	354407,50					
г. Оренбург	423937,5	0	96762,5	0					
Фиктивный	0,00	0,00	0	0,00					
г. Воронеж	0	264600	0	0					
г. Пермь	110250	0	0	131750					
г. Ярославль	51250	114918,75	99000	0					
		Перевозка бензина							
НПЗ	Спиртовые заводы				ВСЕГО		Ограничение		
	г. Орск	г. Пенза	г. Самара	г. Уфа					
г. Кириши	0	348500	0	0	348500	=	348500		
г. Нижнекамск	0	657224,69	170537,5	354407,50	1182169,688	=	1182169,688		
г. Оренбург	423937,5	0	96762,5	0	520700	=	520700		
ВСЕГО	423937,5	1005724,69	267300	354407,5					
	=	=	=	=					
Ограничение	423937,5	1005724,69	267300	354407,5			2051369,69		
Стоимость перевозки бензина		26160952299							
		Перевозка спирта							
Спиртовые заводы	Заводы по производству СК			ВСЕГО		Ограничение			
	г. Воронеж	г. Пермь	г. Ярославль						
г. Орск	0	110250	51250	161500	=	161500			
г. Пенза	264600	0	114918,75	379518,75	=	379518,75			
г. Самара	0	0	99000	99000	=	99000			
г. Уфа	0	131750	0	131750	=	131750			
ВСЕГО	264600	242000	265168,75						
	=	=	=						
Ограничение	264600	242000	265168,75			771768,75			
Стоимость перевозки спирта		22669336800							
Суммарная стоимость перевозки		48830289099							

Суммарная минимальная стоимость всех перевозок =
= 48 830 289 099 руб.

Составляем сводную таблицу.
Здесь дополнительный объем производства мы для наглядности полностью относим на «введение новых мощностей».

Предприятия кооперированных отраслей	Действующие мощности предприятия? тыс. тонн.	Коэффициент использования мощности	Объем производства на действующих мощностях, тонн	Дополнительный объем производства после проведения мероприятий, связанных с:			Итоговый объём производства
				повышением	реконструкцией	введением новых мощностей	
Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)							
г. Кириши	410	0,85	348500				348500
г. Нижнекамск	560	0,8	448000			734169,69	1182169,69
г. Оренбург	635	0,82	520700				520700
Спиртовые заводы							
г. Орск	190	0,85	161500				161500
г. Пенза	155	0,875	135625			243893,75	379518,75
г. Самара	120	0,825	99000				99000
г. Уфа	155	0,85	131750				131750
Заводы по производству СК							
г. Воронеж	105	0,9	94500				94500
г. Пермь	100	0,88	88000				88000
г. Ярославль	110	0,875	96250				96250

Составляем сводную схему.



ЗАДАНИЕ 2. Свести задачу к виду ТЗ и решить с помощью надстройки «Поиск решения».

Четыре ремонтные мастерские могут за год отремонтировать соответственно 400, 500, 450 и 550 машин при себестоимости ремонта одной машины в 500, 700, 650 и 600 рублей. Планируется годовая потребность в ремонте пяти автобаз: 550, 350, 300, 375 и 400 машин.

Ремонт машин с 1 автобазы должен осуществляться в 100% случаев силами ремонтных мастерских.

На 4 АБ возможно самостоятельное проведение ремонтных работ (бесплатное) в объеме, не превышающем 8% от планируемой годовой потребности этой мастерской. Платное (на стороне) - совсем невозможно.

Вторая, третья и пятая АБ могут «ремонтироваться» на стороне, стоимость ремонта +трансп.расходы каждой машины в таком случае составит 695 руб.

Дана матрица, характеризующая транспортные расходы на доставку машины с j-й автобазы в i-ю ремонтную мастерскую. Определить минимальную годовую потребность в кредитах на выполнение указанного объема работ по всем автобазам.

Составить программу ремонтных работ, имеющую минимальную стоимость.

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} 40 & 20 & 60 & 10 & 20 \\ 10 & 80 & 30 & 40 & 30 \\ 70 & 30 & 30 & 50 & 10 \\ 50 & 10 & 40 & 50 & 40 \end{bmatrix}$$

РЕШЕНИЕ.

Составим матрицу расходов (включающих расход на транспортировку и ремонт):

	1	2	3	4	5
1	40+50 0=540	20+50 0=520	56 0	51 0	52 0
2	10+70 0=710	80+70 0=780	73 0	74 0	73 0
3	70+65 0=720	30+65 0=680	68 0	70 0	66 0
4	50+60 0=650	10+60 0=610	64 0	65 0	64 0

Возможности («запасы») мастерских: $400 + 500 + 450 + 550 = 1900$. Потребности автобаз: $550 + 350 + 300 + 375 + 400 = 1975$. Это означает, что 75 машин придется ремонтировать платно на стороне (для автобаз 2, 3, 5) или своими силами бесплатно (для автобазы 4). Автобаза 4 может своими силами бесплатно отремонтировать до 8% от своей планируемой потребности в 375 машин, то есть до 30 машин. Остальные 45 машин придется ремонтировать платно на стороне.

Введем дополнительных «поставщиков»: ремонт на стороне («запас» 45 машин) и ремонт своими силами («запас» 30 машин).

Тарифы на ремонт на стороне (расход на транспортировку и ремонт) для автобаз 2, 3, 5 равен 695 рублей, для автобаз 1 и 4 «перевозка» запрещена, тариф примем равным сколь угодно большому числу M . Тарифы на ремонт своими силами для автобаз 1, 2, 3, 5 примем равным сколь угодно большому числу M («перевозка» запрещена), для автобазы 4 тариф равен 0 (машину куда не везут, ремонт бесплатный).

Получим транспортную задачу:

Решим ее с помощью надстройки «Поиск решения». Создадим табличную модель:

Мастерская	База						Стоимость ремонта
		1	2	3	4	5	
1		40	20	60	10	20	500
2		10	80	30	40	30	700
3		70	30	30	50	10	650
4		50	10	40	50	40	600

Мастерская	База					
		1	2	3	4	5
1		540	520	560	510	520
2		710	780	730	740	730
3		720	680	680	700	660
4		650	610	640	650	640
Ремонт на стороне		10000	695	695	10000	695
Своими силами		10000	10000	10000	0	10000

	База						
Мастерская	1	2	3	4	5	факт	запас
1						0	400
2						0	500
3						0	450
4						0	550
Ремонт на стороне						0	45
Своими силами						0	30
факт	0	0	0	0	0		1975
запас	550	350	300	375	400		
						1975	
Стоимость работ:		0					

В качестве сколь угодно большого числа M , означающего запрет «перевозки», взяли число 10000.

Аналогично прошлой задаче, в столбце «факт» - суммарные перевозки по строкам, в строке «факт» - суммарные перевозки по столбцам.

В целевой ячейке «Стоимость работ» формула: =СУММПРОИЗВ(К4:О9;С14:G19)

Вызовем надстройку «Поиск решения». Заполним появившееся диалоговое окно:

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:

☐ максимальному значению

☐ значению:

☒ минимальному значению

Изменяя ячейки:

Предположить

Ограничения:

\$C\$14:\$G\$19 >= 0

\$C\$20:\$G\$20 = \$C\$21:\$G\$21

\$H\$14:\$H\$19 = \$I\$14:\$I\$19

Добавить

Изменить

Удалить

Выполнить

Закреть

Параметры

Восстановить

Справка

Получим решение:

	База						
Мастерская	1	2	3	4	5	факт	запас
1	50	0	0	345	5	400	400
2	500	0	0	0	0	500	500
3	0	0	55	0	395	450	450
4	0	350	200	0	0	550	550
Ремонт на стороне	0	0	45	0	0	45	45
Своими силами	0	0	0	30	0	30	30
факт	550	350	300	375	400		1975
запас	550	350	300	375	400		
						1975	
Стоимость работ:		1231425					

Итак, оптимальная программа работ:

	База				
Мастерская	1	2	3	4	5
1	50	0	0	345	5
2	500	0	0	0	0
3	0	0	55	0	395
4	0	350	200	0	0
Ремонт на стороне	0	0	45	0	0
Своими силами	0	0	0	30	0

Ее стоимость составит 1 231 425 рублей.