

# ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ПОСТАВОК ЗЕРНА НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



**АРТЕМ  
ЛАНКИН,**  
ФГОУ ВПО  
«Саратовский  
ГАУ»

В настоящее время основная роль в развитии общегосударственного зернового рынка принадлежит региональным рынкам зерна и организации их межрегионального взаимодействия. Однако межрегиональные связи носят бессистемный характер. Необходимо сформировать такую систему товародвижения сельскохозяйственной про-

дукции от ее производителя к конечному потребителю, которая привела бы к минимальным издержкам, и при этом способствовала максимальному удовлетворению потребности населения в основных видах продовольствия. Поэтому оптимизация межрегиональных поставок зерна на примере производящего региона является актуальной задачей.

Саратовская область по зерновым и зернобобовым традиционно является вывозящим регионом. Вывозится зерно в 25 регионов, в том числе в субъекты Центрального федерального округа (ЦФО) — 13 регионов, Северо-западного ФО — 5 регионов, Южного ФО — 4 региона, Приволжского — 3 региона. В 2008 году выручка от всего вывезенного зерна составила 366,5 млн руб. (Таблица 1).

Однако из Саратовской области зерно не только вывозится, но и завозится на ее территорию из других субъектов РФ (Таблица 2.), что осуществляется не всегда обоснованно и эффективно.

Таблица 1

**География продаж зерновых и зернобобовых культур Саратовской области в 2008 г**

Территория	Реализовано тыс.руб.
Всего	366500,3
Российская Федерация	366500,3
Центральный федеральный округ	124969,0
Белгородская область	1416,0
Брянская область	7503,0
Владимирская область	5670,0
Ивановская область	7170,0
Калужская область	1819,0
Липецкая область	997,0
Московская область	54998,0
Смоленская область	1006,0
Тамбовская область	2982,0
Тверская область	3159,0
Тульская область	13350,0
Ярославская область	3971,0
г. Москва	20928,0
Северо-Западный федеральный округ	70034,5

Территория	Реализовано тыс.руб.
Вологодская область	6464,0
Ленинградская область	36072,0
Новгородская область	4620,0
Псковская область	6676,0
г. Санкт-Петербург	16202,5
Южный федеральный округ	96705,0
Республика Северная Осетия — Алания	5997,0
Краснодарский край	61155,0
Волгоградская область	16969,0
Ростовская область	12584,0
Приволжский федеральный округ	74791,8
Удмуртская Республика	776,0
Пензенская область	43986,0
Самарская область	30029,8
Кроме того, продано на территории Саратовской области	191150,2

## АННОТАЦИЯ:

Проведен анализ ввоза-вывоза зерновой продукции на примере Саратовской области. Разработана математическая транспортная модель межрегиональных поставок зерна, которая является информационно-методической основой для создания межрегиональных товаропроводящих сетей, а также для оптимизации параметров и местоположения оптовых продовольственных рынков, и может применяться также и на внутреннем рынке области, для любого вида сельскохозяйственной продукции. Оптимизация выполнялась пятью этапами, каждый из которых дополняет предыдущий и является отдельной транспортной моделью.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Математическая транспортная модель оптимизации, межрегиональные поставки зерна, система товародвижения, вывозящий регион.

## ANNOTATION:

Import and export of grain has been conducted basing on the example of Saratov region. A mathematical model of transportation of interregional supplies of grain has been developed, that serves as a basis for creation and development of interregional supply network of consumer goods, and moreover for optimizing location and parameters of grocery markets. The model can be applied also on the internal market of the region for any type of agricultural goods. Optimization has been worked out with five steps, each of the steps supplements the previous one and turns out to be a separate transport model.

## KEYWORDS:

Mathematical transport model of optimization, interregional grain supplies, supply network of consumer goods, commodity turnover, exporting region

Таблица 2  
География закупок зерновых и зернобобовых культур в Саратовскую область в 2008 г

Территория	Закуплено тыс.руб.
Российская Федерация	58865,8
Центральный федеральный округ	12997,5
Тамбовская область	12997,5
Южный федеральный округ	26535,3
Волгоградская область	25563,3
Ростовская область	972,0
Приволжский федеральный округ	11709,6
Республика Татарстан	6765,0
Пензенская область	489,6
Самарская область	4455,0
Уральский федеральный округ	7623,4
Челябинская область	7623,4

Закупка зерновых и зернобобовых проведена в семи субъектах РФ из Центрального (1), Южного (2), Приволжского (3), Уральского федерального округа — один регион (Челябинская область). Стоимость закупленного зерна составила 58,9 млн руб., сальдо в пользу вывоза — 307,6 млн руб.

Сложившаяся ситуация с точки зрения экономики нуждается в корректировке. В процессе исследования была создана экономико-математическая модель оптимизации процесса товародвижения на основе решения транспортной задачи линейного программирования.

При решении определялись такие значения  $X_{ij}$  (объем поставок товара (продукции)  $i$ -того поставщика  $j$ -тому потребителю), при которых сумма транспортных расходов или объемов грузоперевозок, будет минимальной.

Целевая функция оптимального закрепления поставщиков за потребителями имеет следующий вид:

$$S = c_{1,1} \cdot x_{1,1} + c_{1,2} \cdot x_{1,2} + \dots + c_{n,m} \cdot x_{n,m} =$$

$$= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min, \text{ где}$$

$S$  — сумма всех затрат на реализацию плана перевозок зерна, тыс. руб.;

$c_{ij}$  — себестоимость перевозки 1 тонны зерна от  $i$ -того поставщика до  $j$ -того потребителя, руб.;

$x_{ij}$  — искомый объем поставок зерна  $i$ -тым поставщиком  $j$ -тому потребителю, тонн;

$i$  — символ поставщика ( $i=1 \dots n$ );

$j$  — символ потребителя ( $j=1 \dots m$ ).

Определение расстояния перевозок между регионами как расстояние между их городами-центрами, а также расчет оптимального пути осуществлялись с помощью программы, «система автоматизации транспортно-экспедиционных предприятий» (<http://www.sit-trans.com>). Себестоимость 1 тонно-километра принималась по данным Федеральной службы по тарифам (ФСТ) (<http://marev.info/index.php>). Цены реализации и закупок зерна в 2008г. взяты из информации Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main>).

Объемы реализации и закупок зерна получены расчетным путем с использованием соответствующих цены.

В данном случае решалась значительно более сложная задача. Во-первых, нужно было оптимизировать двойственные процессы (ввоз и вывоз), во-вторых, следовало учесть конкурентоспособность вывозимой продукции и определить эффективность закупок. Поэтому в модель задачи наряду с себестоимостью грузоперевозок введены показатели себестоимости реализованной продукции, цены продажи и закупки зерна. Установлены ограничения на единичные объекты ввоза-вывоза в пределах от 70% до 130% от фактических значений.

Задача решалась в несколько этапов, каждый из которых может иметь самостоятельное значение. В первой задаче (на первом этапе) целевой функцией являлась максимизация прибыли с учетом транспортных расходов (Таблица 3).

В ходе решения полностью выбыли объемы (в пределах ограничения) не только с высокими ценами закупки, но и с меньшими расстояниями транспортировки. Это обеспечило получение прибыли в сумме 39,6 млн руб., что на 6,2 млн руб. или на 18,6% выше исходного показателя. Разумеется, ослаб-

Таблица 3

Оптимизация поставок зерна из Саратовской области с учетом транспортных расходов

№ п/п	Потребители зерна	Объем поставок, тонн (фактически)	Выручка от реализации, тыс.руб.				Прибыль, тыс.руб.				Объем поставок по решению		
			фактически	по решению	отклонения		фактическая	по решению	отклонения		Всего	отклонения от фактического	
					±	%			±	%		±	%
1	2	6	7	8	9	9а	9б	9в	9г	10	11	12	
1	Российская федерация	67843	329369,80	324111,86	-5257,94	-1,60	33359,82	39574,26	6214,43	18,63	67843,40	0,00	0,00
2	Центральный федеральный округ	19693	104041,00	89010,70	-15030,30	-14,45	8768,60	8704,57	-64,03	-0,73	17051,87	-2641,25	-13,41
3	Белгородская область	342,03	1416,00	991,20	-424,80	-30,00	76,48	53,53	-22,94	-30,00	239,42	-102,61	-30,00
4	Брянская область	1753,04	7503,00	5252,10	-2250,90	-30,00	293,81	205,67	-88,14	-30,00	1227,13	-525,91	-30,00
5	Владимирская область	964,29	5670,00	7371,00	1701,00	30,00	668,83	869,48	200,65	30,00	1253,57	289,29	30,00
6	Ивановская область	1360,53	7170,00	5019,00	-2151,00	-30,00	-21,22	-14,86	6,37	-30,00	952,37	-408,16	-30,00
7	Калужская область	336,85	1819,00	1273,30	-545,70	-30,00	155,90	109,13	-46,77	-30,00	235,80	-101,06	-30,00
8	Липецкая область	204,30	997,00	1296,10	299,10	30,00	201,77	262,30	60,53	30,00	265,59	61,29	30,00
9	Московская область	9648,77	54998,00	38498,60	-16499,40	-30,00	4160,55	2912,39	-1248,17	-30,00	6754,14	-2894,63	-30,00
10	Смоленская область	174,35	1006,00	704,20	-301,80	-30,00	80,76	56,53	-24,23	-30,00	122,05	-52,31	-30,00
11	Тамбовская область	780,63	2982,00	3876,60	894,60	30,00	521,46	677,90	156,44	30,00	1014,82	234,19	30,00
12	Тверская область	633,07	3159,00	2211,30	-947,70	-30,00	-255,25	-178,68	76,58	-30,00	443,15	-189,92	-30,00
13	Тульская область	2816,46	13350,00	17355,00	4005,00	30,00	2192,33	2850,03	657,70	30,00	3661,39	844,94	30,00
14	Ярославская область	678,80	3971,00	5162,30	1191,30	30,00	693,19	901,15	207,96	30,00	882,44	203,64	30,00

15	Северо-Западный федеральный округ	9058	53832,00	40454,40	-13377,60	-24,85	-1299,49	-578,80	720,68	-55,46	6749,90	-2307,88	-25,48
16	Вологодская область	1181,72	6464,00	4524,80	-1939,20	-30,00	-466,54	-326,58	139,96	-30,00	827,20	-354,52	-30,00
17	Ленинградская область	6384,42	36072,00	25250,40	-10821,60	-30,00	-490,32	-343,23	147,10	-30,00	4469,10	-1915,33	-30,00
18	Новгородская область	682,42	4620,00	6006,00	1386,00	30,00	551,40	716,82	165,42	30,00	887,15	204,73	30,00
19	Псковская область	809,21	6676,00	4673,20	-2002,80	-30,00	-894,02	-625,81	268,21	-30,00	566,45	-242,76	-30,00
20	Южный федеральный округ	21368	96705,00	114567,90	17862,90	18,47	13519,87	17753,78	4233,91	31,32	24879,16	3511,65	16,43
21	Республика Северная Осетия — Алания	1620,81	5997,00	4197,90	-1799,10	-30,00	-856,44	-599,51	256,93	-30,00	1134,57	-486,24	-30,00
22	Краснодарский край	12304,83	61155,00	79501,50	18346,50	30,00	10434,49	13564,84	3130,35	30,00	15996,28	3691,45	30,00
23	Волгоградская область	4231,67	16969,00	22059,70	5090,70	30,00	3381,95	4396,54	1014,59	30,00	5501,17	1269,50	30,00
24	Ростовская область	3210,20	12584,00	8808,80	-3775,20	-30,00	559,86	391,90	-167,96	-30,00	2247,14	-963,06	-30,00
25	Приволжский федеральный округ	17725	74791,80	80078,86	5287,06	7,07	12370,84	13694,72	1323,87	10,70	19162,48	1437,48	8,11
26	Удмуртская Республика	161,00	776,00	543,20	-232,80	-30,00	6,38	4,46	-1,91	-30,00	112,70	-48,30	-30,00
27	Пензенская область	10754,52	43986	57181,8	13195,80	30,00	8074,50	10496,84	2422,35	30,00	13980,88	3226,36	30,00
28	Самарская область	6809,48	30029,8	22353,86	-7675,94	-25,56	4289,97	3193,41	-1096,56	-25,56	5068,90	-1740,58	-25,56

ление ограничений позволит получить существенно больший эффект.

Целью второй задачи было найти такой вариант закупок, при котором были бы, не самые низкие цены, но и не самые высокие транспортные расходы. Такой вариант был найден (Таблица 4). Он позволил сократить общие затраты на закупку зерна на 1,5 млн руб. или на 2,4%.

Третья задача (Таблица 5) вобрала в себя предыдущие, приобрета статус обобщающей экономико-математической модели.

Окончательным эффектом оптимизации ввоза-вывоза зерна Саратовской области являлось сокращение отрица-

тельного сальдо финансовых операций в сумме 7,8 млн руб., что составляет 24,8% от исходного результата.

Разработанные модели могут с успехом применяться и на внутреннем рынке регионов, причем не только для зерна, но и любого другого вида продукции. Они являются информационно-методической основой для создания межрегиональных товаропроводящих сетей, а также для оптимизации параметров и местоположения оптовых продовольственных рынков.

Оптимизация межрегиональных поставок при помощи рассмотренных моделей будет способствовать решению следующих задач: восстановлению масштабов регионального производства сельскохозяйственной продукции; максималь-

Таблица 4

**Оптимизация поставок зерна из Саратовской области с учетом транспортных расходов**

№	Потребители зерна	Расстояние, км.	Объем закупок, тонн (фактически)	Ограничения (тонн)		Цена закупок, руб/т	Стоимость закупленной продукции всего, тыс. руб.	Стоимость грузо-перевозок, тыс. руб.	Всего затрат с доставкой, тыс.руб.				Объем закупок по решению		
				по min	по max				фактическая	по решению	отклонения		Всего	отклонения от фактического	
											±	%		±	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	нормативы						0,8								
1	Российская федерация	X	14059,37	14059,37	14059,37	4105,32	57718,21	5452,76	64707,29	63170,97	-1536,33	-2,37	14059,37	0,00	0,00
2	Центральный федеральный округ	X	3402,49	2381,74	4423,23	3820,00	16896,75	1380,05	14059,08	18276,80	4217,72	30,00	4423,23	1020,75	30,00
3	Тамбовская область	390	3402,49	2381,74	4423,23	3820,00	16896,75	1380,05	14059,08	18276,80	4217,72	30,00	4423,23	1020,75	30,00
4	Южный федеральный округ	X	6622,85	4635,99	8609,70	4005,74	27288,36	2205,42	28647,66	29493,78	846,12	2,95	6812,31	189,47	2,86
5	Волгоградская область	376	6374,89	4462,42	8287,35	4010,00	26024,76	1952,18	27480,87	27976,94	496,08	1,81	6489,97	115,08	1,81
6	Ростовская область	982	247,96	173,57	322,35	3920,00	1263,60	253,24	1166,80	1516,84	350,04	30,00	322,35	74,39	30,00
7	Приволжский федеральный округ	X	2660,45	1862,32	3458,59	4401,35	8196,72	862,70	12942,03	9059,42	-3882,61	-30,00	1862,32	-798,14	-30,00
8	Республика Татарстан	692	1530,54	1071,38	1989,71	4420,00	4735,50	593,12	7612,31	5328,62	-2283,69	-30,00	1071,38	-459,16	-30,00
9	Пензенская область	224	119,71	83,79	155,62	4090,00	342,72	15,02	511,05	357,74	-153,32	-30,00	83,79	-35,91	-30,00
10	Самарская область	450	1010,20	707,14	1313,27	4410,00	3118,50	254,57	4818,67	3373,07	-1445,60	-30,00	707,14	-303,06	-30,00
11	Уральский федеральный округ	X	1373,59	961,51	1785,66	5550,00	5336,38	1004,59	9058,52	6340,97	-2717,56	-30,00	961,51	-412,08	-30,00
12	Челябинская область	1306	1373,59	961,51	1785,66	5550,00	5336,38	1004,59	9058,52	6340,97	-2717,56	-30,00	961,51	-412,08	-30,00

## Оптимизация межрегиональных товарных операций Саратовской области по ввозу-вывозу зерна

№	потребители (регионы)	Поставщики (вывоз)				Закупки (ввоз)				Результаты оптимизации			
		Финансовый результат: прибыль, тыс. руб.				Финансовый результат: совокупные затраты, тыс.руб.				сальдо финансовых результатов ввоза-вывоза			
		фактически	по решению	отклонения от фактического		фактически	по решению	отклонения от фактического		фактически	по решению	отклонения от фактического	
				±	%			±	%			±	%
1	6	7	8	9	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Российская федерация	33359,82	39537,46	6177,64	18,52	64707,29	63112,23	-1595,06	-2,47	-31347,47	-23574,77	7772,70	-24,80
2	Центральный федеральный округ	8768,60	8303,27	-465,33	-5,31	14059,08	18276,80	4217,72	30,00	-5290,48	-9973,53	-4683,05	88,52
3	Белгородская область	76,48	53,53	-22,94	-30,00					76,48	53,53	-22,94	-30,00
4	Брянская область	293,81	205,67	-88,14	-30,00					293,81	205,67	-88,14	-30,00
5	Владимирская область	668,83	468,18	-200,65	-30,00					668,83	468,18	-200,65	-30,00
6	Ивановская область	-21,22	-14,86	6,37	-30,00					-21,22	-14,86	6,37	-30,00
7	Калужская область	155,90	109,13	-46,77	-30,00					155,90	109,13	-46,77	-30,00
8	Липецкая область	201,77	262,30	60,53	30,00					201,77	262,30	60,53	30,00
9	Московская область	4160,55	2912,39	-1248,17	-30,00					4160,55	2912,39	-1248,17	-30,00
10	Смоленская область	80,76	56,53	-24,23	-30,00					80,76	56,53	-24,23	-30,00
11	Тамбовская область	521,46	677,90	156,44	30,00	14059,08	18276,80	4217,72	30,00	-13537,62	-17598,90	-4061,28	30,00
12	Тверская область	-255,25	-178,68	76,58	-30,00					-255,25	-178,68	76,58	-30,00
13	Тульская область	2192,33	2850,03	657,70	30,00					2192,33	2850,03	657,70	30,00
14	Ярославская область	693,19	901,15	207,96	30,00					693,19	901,15	207,96	30,00
15	Северо-Западный федеральный округ	-1299,49	-578,80	720,68	-55,46					-1299,49	-578,80	720,68	-55,46
16	Вологодская область	-466,54	-326,58	139,96	-30,00					-466,54	-326,58	139,96	-30,00
17	Ленинградская область	-490,32	-343,23	147,10	-30,00					-490,32	-343,23	147,10	-30,00
18	Новгородская область	551,40	716,82	165,42	30,00					551,40	716,82	165,42	30,00
19	Псковская область	-894,02	-625,81	268,21	-30,00					-894,02	-625,81	268,21	-30,00
20	Южный федеральный округ	13519,87	17753,78	4233,91	31,32	28647,66	29435,04	787,38	2,75	-15127,79	-11681,27	3446,53	-22,78
21	Республика Северная Осетия — Алания	-856,44	-599,51	256,93	-30,00					-856,44	-599,51	256,93	-30,00
22	Краснодарский край	10434,49	13564,84	3130,35	30,00					10434,49	13564,84	3130,35	30,00
23	Волгоградская область	3381,95	4396,54	1014,59	30,00	27480,87	28618,29	1137,42	4,14	-24098,91	-24221,75	-122,83	0,51
24	Ростовская область	559,86	391,90	-167,96	-30,00	1166,80	816,76	-350,04	-30,00	-606,94	-424,86	182,08	-30,00
25	Приволжский федеральный округ	12370,84	14059,22	1688,37	13,65	12942,03	9059,42	-3882,61	-30,00	-571,19	4999,79	5570,98	-975,33
26	Республика Татарстан					7612,31	5328,62	-2283,69	-30,00	-7612,31	-5328,62	2283,69	-30,00
27	Удмуртская Республика	6,38	4,46	-1,91	-30,00					6,38	4,46	-1,91	-30,00
28	Пензенская область	8074,50	10496,84	2422,35	30,00	511,05	357,74	-153,32	-30,00	7563,44	10139,11	2575,66	34,05
29	Самарская область	4289,97	3557,91	-732,06	-17,06	4818,67	3373,07	-1445,60	-30,00	-528,70	184,84	713,54	-134,96
30	Уральский федеральный округ					9058,52	6340,97	-2717,56	-30,00	-9058,52	-6340,97	2717,56	-30,00
31	Челябинская область					9058,52	6340,97	-2717,56	-30,00	-9058,52	-6340,97	2717,56	-30,00

ному удовлетворению потребности населения в жизненно важных продуктах питания (по количеству, качеству и потребительским свойствам) и предприятий в исходном сырье для производства продуктов потребления; осуществлению межрегионального обмена.

#### Библиографический список:

1. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций Саратовской области: стат. Сборники за 2001—2008 гг. — Саратов, 2002—2009.
2. Семин, А. Стратегическое планирование и управление в системе регионального агропромышленного комплекса // АПК : экономика и управление. — 2008. — №1. — с.18-23.
3. Суханова, И.Ф. Амангалиева, З.К. Опыт государственного регулирования рынка зерна в развитых странах мира. // Вестник СГАУ им. Н.И.Вавилова, № 02. 2011. — с. 66 — 73.
4. Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области на 2008—2012 годы: Областная целевая программа (с изменениями от 3 июня 2009 г.) // СПС «Гарант».
5. Россия в цифрах. 2009 : крат. стат. сб / Росстат. — М., 2009. — 525 с.
6. <http://www.sit-trans.com>.
7. <http://marev.info/index.php>
8. <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main>.