

6. Gosudarstvennaya programma Altayskogo kraya «Razvitie melioratsii zemel Altayskogo kraya selskokhozyaystvennogo naznacheniya na 2014-2020 gg.». Utv. Postanovleniem administratsii Altayskogo kraya ot 22 yanvarya 2014 g. № 18.

7. Gosudarstvennyy vodnyy reestr [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://textual.ru/gvr/index.php> (data obrashcheniya 24.03.2017 g.).



УДК 631.15:338.431.6:658.5

Т.В. Ноженко, Е.В. Некрасова  
T.V. Nozhenko, Ye.V. Nekrasova

## ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

### OPTIMIZATION MODEL OF AGRICULTURAL PRODUCTION SPECIALIZATION

**Ключевые слова:** модель, целевая функция, ограничения, земельные угодья, факторы производства, эффективность, сельскохозяйственная организация, трудовые ресурсы, сельскохозяйственное производство.

Представлена модель специализации сельскохозяйственного производства закрытого акционерного общества «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области Западной Сибири. Основным видом производственной деятельности ЗАО «Нива» является производство сельскохозяйственной продукции. В отрасли растениеводства занимается выращиванием зерновых, зернобобовых, масличных культур, в отрасли животноводства – выращиванием скота в живой массе, а также производством продукции молоко. Общая земельная площадь хозяйства составляет 39919 га. Доля сельскохозяйственных угодий высока (94,21%), наибольший удельный вес имеет пашня 35583 га (89,14%). В структуре поголовья крупного рогатого скота коровы молочного направления занимают 32,74%, остальную часть стада составляет молодняк на выращивании и откорме. Оптимизационная модель специализации сельскохозяйственного производства ЗАО «Нива», направленная на получение максимальной прибыли от товарной продукции отраслей растениеводства и животноводства в стоимостном выражении, свидетельствует об эффективном использовании имеющихся ресурсов предприятием в настоящее время. Структура использования земельных угодий в целом, соотношения поголовья КРС стада соответствуют рекомендованным для степной зоны Омской области. Небольшой корректировки, до предложенной в рекомендациях, требует только структура использования пашни. Так, площадь пара необходимо довести до рекомендуемых минимальных 18%, площадь под зерновыми и зернофуражными культурами – до 48%, под зернобобовыми культурами – до 2%, площади посева однолетних и многолетних трав перераспределить: однолетних снизить до 4,5%, а многолетних повысить до 16%. Такая структура использования земельных угодий и поголовья стада КРС дает возможность обеспечения животных необходимыми кормами с учетом рекомендованных норм кормления по группам животных и видам кормов, пол-

ного вовлечения в сельскохозяйственное производство имеющихся земельных и трудовых ресурсов и повышения прибыли предприятия.

**Keywords:** model, criterion function, restrictions, lands, production factors, efficiency, agricultural organizations, labor resources, agricultural production.

The paper deals with the model of agricultural production specialization of the ZAO (Closed Joint-Stock Company) "Niva" of the Pavlogradskiy municipal district of the Omsk Region of West Siberia. The main type of production activity at the ZAO "Niva" is agricultural production. As for crop production, the company is engaged in growing cereals, legumes, and oil-bearing crops; as for livestock sector, the company fattens cattle and produces milk. The total land area of the farm amounts to 39919 ha. The percentage of agricultural lands is high (94.21%), and the largest part belongs to arable lands of 35583 ha (89.14%). In the cattle herd, dairy cows account for 32.74%, the rest of the herd are growing and fattening young animals. The optimization model of the agricultural production specialization at the ZAO "Niva", aimed at obtaining maximum profit from marketable products of the crop and livestock sectors in value terms, indicates the effective use of available resources by the enterprise at the present time. The structure of land use in general, and the ratio of cattle herd correspond to the recommended patterns for the steppe zone of the Omsk Region. A small adjustment, as proposed in the recommendations, is required for the use pattern of arable lands only. Thus, the area of fallow land should be increased to the recommended minimum of 18%, the area under grain and fodder-grain crops – to 48%; under leguminous crops – to 2%; the areas under annual and perennial grasses should be redistributed: annual grasses should be reduced to 4.5%, and perennial grasses be increased to 16%. Such pattern of land use and cattle herd enables supplying the animals with the necessary feeds taking into account recommended feeding standards for groups of animals and forage species, and full involvement in the agricultural production of available land and labor resources and increasing the profit of the enterprise.

**Ноженко Татьяна Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, каф. землеустройства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org.

**Некрасова Екатерина Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрономии, селекции и семеноводства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org.

**Nozhenko Tatyana Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Management, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org.

**Nekrasova Yekaterina Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Plant Breeding and Seed Production, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org.

### Введение

В настоящее время основной задачей общества является организация рационального использования и охраны земли, в связи с этим моделирование приобретает особое значение [1].

Модель специализации сельскохозяйственного производства неразрывно связана с использованием земельных, трудовых и других ресурсов и является одним из путей развития предприятий.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования является территория сельскохозяйственной организации ЗАО «Нива» Павлоградского муниципального района, расположенного в степной зоне на юге Омской области.

Основным видом производственной деятельности ЗАО «Нива» является производство сельскохозяйственной продукции [2]. Специализация в сельскохозяйственной организации растениеводческо-животноводческая. Оптимизационная модель специализации сельскохозяйственного производства составлялась с применением метода экономико-математического моделирования [3, 4].

### Экспериментальная часть

ЗАО «Нива» располагает следующими ресурсами: площадь угодий (табл. 1); поголовье животных (коровы молочного направления занимают 32,74% (2000 гол.), молодняк на выращивании и откорме – 67,26% (4108 гол.), лошади 149 гол.); трудовые ресурсы (общая численность 567 чел., из них работников в сельскохозяйственном производстве 464 чел.) [5].

При составлении модели важно выдерживать определенные условия: использование площади пашни в полном объеме; увеличение поголовья животных или сохранение на существующем уровне; соблюдение рекомендованной с учетом зональных особенностей структуры пашни: удельный вес пара в структуре пашни – от 18 до 22%; зерновых и зернобобовых – 50-58%; кормовых – 24-30%, в т.ч. силосные – 6-10%; однолетние травы – 4-8%; многолетние травы – 12-16%; обеспечение отрасли животноводства собственными кормами [6].

Таблица 1

Состав и структура земельных угодий

Вид угодий	Площадь, га	Структура, %
Пашня	35583	89,14
Сенокосы, в том числе улучшенные	1120 168	2,81
Пастбища	903	2,26
Итого с.-х. угодий	37606	94,21
Несельскохозяйственные угодья	2313	5,79
Общая земельная площадь	39919	100

Оптимизационная модель учитывает сложившийся состав сельскохозяйственных угодий в хозяйстве, а также достигнутый уровень урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности кормовых угодий, продуктивность животных, нормы удельных затрат труда, объемы имеющихся ресурсов и нормы кормления по группам животных и видам кормов [7].

Для составления экономико-математической модели в качестве переменных приняты следующие:  $x_1$  – площадь пашни, занятая паром, га;  $x_2$  – площадь товарных зерновых (пшеница) культур, га;  $x_3$  – площадь фуражных зерновых культур, га;  $x_4$  – площадь зернобобовых культур, га;  $x_5$  – площадь рапса, га;  $x_6$  – площадь подсолнечника, га;  $x_7$  – площадь кукурузы, га;  $x_8$  – площадь однолетних трав на зеленый корм, га;  $x_9$  – площадь многолетних трав на зеленый корм, га;  $x_{10}$  – площадь многолетних трав на сено, га;  $x_{11}$  – площадь естественных сенокосов, га;  $x_{12}$  – площадь улучшенных сенокосов, га;  $x_{13}$  – площадь пастбищ, га;  $x_{14}$  – поголовье коров, гол.;  $x_{15}$  – поголовье животных на откорме, гол.;  $x_{16}$  – поголовье на выращивании, гол.;  $x_{17}$  – поголовье лошадей, гол.;  $x_{18}$  – излишки зернофуража для реализации продукции, ц.

**В качестве ограничений выступают следующие блоки:**

**I. Ограничения по использованию земельных ресурсов**

1. Ограничение по площади пашни, га:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = 35583.$$

2. Ограничение по площади сенокосов, га  $x_{11} + x_{12} \leq 1120$ .

3. Ограничение по площади сенокосов улучшенных, га  $x_{12} \geq 168$ .

4. Ограничение по площади пастбищ, га  $x_{13} \leq 903$ .

**II. Ограничения по поголовью сельскохозяйственных животных**

5. Ограничения по поголовью крупного рогатого скота, гол.

$$x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 6108.$$

6. Ограничение по поголовью лошадей, гол.  $x_{17} = 149$ .

**III. Ограничения пропорциональных связей**

7. Ограничение по удельному весу пара:

- в первом случае при  $x_1 \geq 18\%$

$$0,82x_1 - 0,18x_2 - 0,18x_3 - 0,18x_4 - 0,18x_5 - 0,18x_6 - 0,18x_7 - 0,18x_8 - 0,18x_9 - 0,18x_{10} \geq 0;$$

- во втором случае при  $x_1 \leq 22\%$

$$0,78x_1 - 0,22x_2 - 0,22x_3 - 0,22x_4 - 0,22x_5 - 0,22x_6 - 0,22x_7 - 0,22x_8 - 0,22x_9 - 0,22x_{10} \leq 0.$$

8. Ограничение по удельному весу зерновых

- в первом случае на уровне не более 58%

$$-0,58x_1 + 0,42x_2 + 0,42x_3 + 0,42x_4 - 0,58x_5 - 0,58x_6 - 0,58x_7 - 0,58x_8 - 0,58x_9 - 0,58x_{10} \leq 0;$$

- во втором случае на уровне не менее 50 %

$$-0,5x_1 + 0,5x_2 + 0,5x_3 + 0,5x_4 - 0,5x_5 - 0,5x_6 - 0,5x_7 - 0,5x_8 - 0,5x_9 - 0,5x_{10} \geq 0.$$

9. Ограничение по удельному весу кукурузы на силос

- в первом случае не менее 6%

$$-0,06x_1 - 0,06x_2 - 0,06x_3 - 0,06x_4 - 0,06x_5 - 0,06x_6 + 0,94x_7 - 0,06x_8 - 0,06x_9 - 0,06x_{10} \geq 0;$$

- во втором случае не более 10 %

$$-0,1x_1 - 0,1x_2 - 0,1x_3 - 0,1x_4 - 0,1x_5 - 0,1x_6 + 0,9x_7 - 0,1x_8 - 0,1x_9 - 0,1x_{10} \leq 0.$$

10. Ограничение по удельному весу однолетних трав

- в первом случае не менее 4%

$$-0,04x_1 - 0,04x_2 - 0,04x_3 - 0,04x_4 - 0,04x_5 - 0,04x_6 - 0,04x_7 + 0,96x_8 - 0,04x_9 - 0,04x_{10} \geq 0;$$

- во втором случае не более 8%

$$-0,08x_1 - 0,08x_2 - 0,08x_3 - 0,08x_4 - 0,08x_5 - 0,08x_6 - 0,08x_7 + 0,92x_8 - 0,08x_9 - 0,08x_{10} \leq 0.$$

11. Ограничение по удельному весу многолетних трав

- в первом случае не менее 12%

$$-0,12x_1 - 0,12x_2 - 0,12x_3 - 0,12x_4 - 0,12x_5 - 0,12x_6 - 0,12x_7 - 0,12x_8 + 0,88x_9 + 0,88x_{10} \geq 0;$$

- во втором случае не более 16 %

$$-0,16x_1 - 0,16x_2 - 0,16x_3 - 0,16x_4 - 0,16x_5 - 0,16x_6 - 0,16x_7 - 0,16x_8 + 0,84x_9 + 0,84x_{10} \leq 0.$$

12. Ограничение по удельному весу коров молочного стада

- в первом случае не менее 30%  $-0,7x_{15} - 0,7x_{16} + 0,3x_{14} \geq 0;$

- во втором случае не более 40%  $-0,6x_{15} - 0,6x_{16} + 0,4x_{14} \leq 0.$

**IV. Ограничения по балансу кормов**

13. Ограничение по производству зернофуража для животноводческой отрасли, ц

$$20,8x_3 + 22,5x_4 - 10x_{14} - 9x_{15} - 4,5x_{16} - 7x_{17} - x_{18} = 0.$$

14. Ограничение по производству сена, ц

$$18,7x_{10} + 7x_{11} + 15x_{12} - 5x_{14} - 6,5x_{15} - 3x_{16} - 5,5x_{17} \geq 0.$$

15. Ограничение по производству силоса, ц

$$139,9x_7 - 43x_{14} - 23x_{15} - 20x_{16} \geq 0.$$

16. Ограничение по производству зеленого корма, ц

$$30x_{13} + 28,3x_8 + 32,2x_9 - 42x_{14} - 35x_{15} - 22x_{16} - 30x_{17} \geq 0.$$

**V. Ограничения по объему производства продукции**

17. Ограничение по объему производства зерна, ц  $20,8x_2 \geq 330694$ .

18. Ограничение по объему производства рапса на семена, ц

$$10,2x_5 \geq 10000.$$

19. Ограничение по объему производства подсолнечника на зерно

$$23,2x_6 \geq 23000.$$

20. Ограничение по объему производства молока, ц  $48,5x_{14} \geq 96800$ .

21. Ограничение по объему производства говядины, ц  $2,7x_{15} \geq 2189$ .

**VI. Ограничения по трудовым ресурсам**

$$6,6x_1 + 18x_2 + 12x_3 + 17,2x_4 + 21,5x_5 + 20x_6 + 26,5x_7 + 23x_8 + 28,2x_9 + 28,2x_{10} + 10,3x_{11} + 12,0x_{12} + 12,6x_{13} + 190x_{14} + 22x_{15} + 45x_{16} + 10x_{17} + 12x_{18} \leq 876960.$$

Целевой установкой в модели будет максимальный объем прибыли от товарной продукции в стоимостном выражении.

$$Z = 800 \cdot 22,8x_2 + 600 \cdot 22,8x_{18} + 1500 \cdot 45,1x_{14} + 1700 \cdot 22,7x_{15} + 1500 \cdot 23,2x_6 + 2000 \cdot 10,2x_5 \rightarrow \max.$$

**Результаты и их обсуждение**

Результатом решения задачи является оптимальный план, который определяет соотношение переменных, обеспечивающих выполнение функции цели. Анализ решения задачи показывает оптимальную структуру использования пашни в сравнении с существующей (табл. 2). Принимая во внимание рекомендуемую структуру использования пашни в хозяйствах степи Омской области, модель использования пашни отличается от существующей в предприятии в настоящее время. Так, площадь пара необходимо увеличить на 2572 га (довести до рекомендуемых минимальных 18%), площадь под зерновыми и зернофуражными культурами – на 1935 га (довести до рекомендуемых 48%), под зернобобовыми культурами – на 112 га (минимально рекомендованные 2%), площадь посева однолетних трав можно

снизить до 1587 га, многолетних трав увеличить до 5693 га.

Площади, занятые сенокосами и пастбищами, остаются без изменения. Оптимальное поголовье животных в результате анализа данных математической модели следующее: коров – 1995 гол., животных на откорме – 2760 гол. и выращивании – 1351 гол., поголовье лошадей остается без изменений. Такая структура использования земельных угодий и поголовья стада КРС дает возможность обеспечения животных необходимыми кормами и повышения прибыли предприятия (696,384 тыс. руб.). Излишки зернофуражных культур возможные для реализации 13680 ц. Трудовые ресурсы предприятия, составляющие 1271000 чел.-дн., используются в полном объеме.

Таблица 2

*Структура использования пашни*

Наименование сельскохозяйственных культур	Существующая площадь		Оптимальная площадь	
	га	%	га	%
Пашня, всего	35583	100	35583	100
в т.ч. пар	3833	10,8	6405	18,0
Зерновые (пшеница)	15145	42,6	16911	47,5
Фуражные (ячмень)			169	0,5
Зернобобовые культуры	600	1,7	712	2,0
Рапс	1500	4,2	980	2,8
Подсолнечник (семена)	500	1,4	991	2,8
Кукуруза	2005	5,6	2135	6,0
Однолетние травы на зеленый корм	8200	23,0	1587	4,5
Многолетние травы на зеленый корм	3800	10,7	4430	12,4
Многолетние травы на сено			1263	3,5

### Заключение

Оптимизационная модель специализации сельскохозяйственного производства ЗАО «Нива» свидетельствует об эффективном использовании имеющихся ресурсов предприятием в настоящее время. Структура использования земельных угодий в целом, соотношения поголовья КРС стада соответствуют рекомендованным для степной зоны Омской области. Небольшой корректировки требует только структура использования пашни (увеличение площади, занятой паром, зерновыми и зернобобовыми культурами, а также перераспределение площадей под многолетними и однолетними травами).

### Библиографический список

1. Экономика-математические методы и моделирование в землеустройстве: учебно-метод. пособие / В.Н. Щерба, Т.В. Ноженко, Е.В. Некрасова. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2012. – 92 с.
2. Ноженко Т.В., Некрасова Е.В. Расчет потребности в органических удобрениях в ЗАО «Нива» Павлоградского района Омской области с учетом баланса гумуса в почве // Земельные и водные ресурсы: мониторинг эколого-экономического состояния и модели управления: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию Института землеустройства, кадастров и мелиорации (23-25 апреля 2015 г.). – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. Филиппова, 2015. – С. 244-248.
3. Спектор М.Д. Экономика-математические методы и модели землеустройства. – Астана, 2006. – 175 с.
4. Волков С.Н. Землеустройство. Экономика-математические методы и модели: в 6 т. – М.: Колос, 2001. – Т. 4. – 696 с.
5. Формы отчетности о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса // Приложение к приказу Минсельхоза России. – 2015. – 52 с.
6. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Земледелие» / В.Л. Ершов, Н.А. Рендов, А.А. Калошин. – Омск, 2004. – 19 с.
7. Экономика-математические методы и моделирование: учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы для студентов бакалавров, обучающихся по

направлению подготовки 120700.62 «Землеустройство и кадастры» профиль «Кадастр недвижимости» и «Землеустройство» / Н.П. Шалдунова, А.Л. Желясков, Н.В. Осокина, Д.Э. Сетуридзе; М-во с/х РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь, 2015. – 50 с.

### References

1. Ekonomiko-matematicheskie metody i modelirovanie v zemleustroystve: ucheb.-metod.posobie / V.N. Shcherba, T.V. Nozhenko, E.V. Nekrasova. – Omsk: Izd-vo FGBOU VPO OmGAU im. P.A. Stolypina, 2012. – 92 s.
2. Nozhenko T.V., Nekrasova E.V. Raschet potrebnosti v organicheskikh udobreniyakh v ZAO «Niva» Pavlogradskogo rayona Omskoy oblasti s uchetom balansa gumusa v pochve // Zemelnye i vodnye resursy: monitoring ekologo-ekonomicheskogo sostoyaniya i modeli upravleniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 10-letiyu Instituta zemleustroystva, kadastrov i melioratsii (23-25 aprelya 2015 g.). – Ulan-Ude: Izd-vo BGSKhA im. Filippova, 2015. – S. 244-248.
3. Spektor M.D. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli zemleustroystva. – Astana, 2006. – 175 s.
4. Volkov S.N. Zemleustroystvo. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli: v 6 t. – T. 4. – M.: Kolos, 2001. – 696 s.
5. Formy otchetnosti o finansovo-ekonomicheskom sostoyanii tovaroproizvoditeley agropromyshlennogo kompleksa // Prilozhenie k prikazu Minselkhoza Rossii. – 2015. – 52 s.
6. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu kursovoy raboty po kursu «Zemledelie» / V.L. Ershov, N.A. Rendov, A.A. Kaloshin. – Omsk, 2004. – 19 s.
7. Ekonomiko-matematicheskie metody i modelirovanie [Elektronnyy resurs]: uchebno-metodicheskoe posobie dlya vypolneniya kursovoy raboty dlya studentov bakalavrov, obuchayushchikhsya po napravleniyu podgotovki 120700.62 «Zemleustroystvo i kadastry» profil «Kadastr nedvizhimosti» i «Zemleustroystvo» / N.P. Shaldunova, A.L. Zhelyaskov, N.V. Osokina, D.E. Seturidze; M-vo s.-kh. RF, FGBOU VPO Permskaya GSKhA. – Perm, 2015. – 50 s.

