

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Степкина Александра Александровна,**

*студентка 5 курса экономического факультета,*

*e-mail: SashaStepkina35@rambler.ru*

**Зубкова Наталья Викторовна**

*студентка 5 курса экономического факультета,*

*e-mail: natali-zubkova20@rambler.ru*

*Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева,  
г. Саранск*

*В статье рассматривается возможность использования экономико-математических моделей в сельском хозяйстве. В качестве примера составлена модель оптимизации структуры посевных площадей конкретного предприятия. По результатам анализа предложены возможные пути максимального извлечения прибыли от оптимального использования посевных площадей.*

Ключевые слова: сельское хозяйство, экономико-математические методы, модель оптимизации, моделирование, эффективность, посевные площади.

В условиях рыночной экономики сельскохозяйственные товаропроизводители сталкиваются с постоянными изменениями в аграрном секторе. Растущий уровень конкуренции побуждает руководителей искать новые способы улучшения своих позиций на рынке, причем в кратчайшие сроки. К таким способам относятся и методы экономико-математического моделирования. По определению известного академика В. С. Немчиновой, экономико-математическая модель – это концентрированное выражение существующих закономерностей и взаимосвязей экономического явления в математической форме.

Моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве (АПК) – процесс воспроизведения и имитации математическими методами параметров, характеристик, состояния и поведения экономических объектов (процессов в них) на их аналогах – экономико-математических моделях. Современное развитие агропромышленного комплекса требует более совершенного и современного подхода к определению приоритетов, позволяющих выявить потенциальные возможности развития предприятия, производства продукции, ее переработки и реализации. [2]

Сельское хозяйство – наиболее подходящая отрасль для применения моделей оптимизации, так как в ней уже имеются ограничения (по ресурсам, времени, территории), выбор экономических решений – свободный, имеются целевые установки и определены показатели эффективности производства. Особен-

ностью применения экономико-математических моделей в сельском хозяйстве является то, что имеется больше возможностей использовать те или иные ресурсы для различных целей в целях более эффективного их использования. К примеру, одни и те же ресурсы могут применяться для производства разнородной продукции, или одни и те же продукты могут производиться при использовании различных сочетаниях ресурсов. Экономическую проблему всегда определяют конкретные условия, которые должны найти свое отражение в модели. В данный перечень условий, помимо экономических, должны быть включены биологические, агротехнические, технические, зоотехнические и другие. Полнота и правильность информации позволяют достаточно точно описать на языке математики все зависимости, связи между изучаемыми экономическими явлениями.

Моделирование производственно-экономических процессов в сельском хозяйстве, которое адаптировано к складывающимся природно-климатическим условиям, позволяет обосновать производителям сельскохозяйственной продукции рыночную стратегию на основе увеличения достоверности кратко- и среднесрочного прогнозирования изменения урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием предполагаемых событий и решений. Использование для решения данной проблемы математических методов и ЭВМ значительно повышает эффективность планово-экономической работы, оно дает возможность не только значительно сократить время вычислений, но и обеспечить получение оптимальных результатов [6].

К экономико-математическим моделям, используемым в сельском хозяйстве можно отнести модели: модель кормовой базы хозяйства, оптимизации структуры посевных площадей, оптимизации структуры стада КРС, оптимизации кормового рациона, оптимизации использования машинно-тракторного парка.

Для наглядного примера рассмотрим модель оптимизации структуры посевных площадей. Одним из главных показателей агроэкономического обоснования проектов внутрихозяйственного землеустройства является структура посевных площадей. Она оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, состояние кормовой базы, динамику почвенного плодородия.

При традиционной модели растениеводства значительную часть прибыли «съедают» производственные затраты. Успешный производитель тот, кто собирает оптимальный урожай с наименьшими затратами.

Земля – основное средство сельскохозяйственного производства. С площадью и качеством земельных угодий, прежде всего пашни, связаны объемы производимой продукции, потребность в рабочей силе, размеры капитальных вложений на производственные цели, а так же обеспеченность животных кормами. Таким образом, плодородие земель следует поддерживать на должном уровне, чтобы использовать ее с максимально экономическим эффектом. Успешное решение задачи рационального использования земли в значительной степени зависит от обоснованной структуры посевных площадей [3].

В основном все сельскохозяйственные предприятия имеют в качестве основных две отрасли – растениеводство и животноводство. Поэтому при планировании производства необходима взаимосвязка развития этих отраслей. Оптимальную структуру посевных площадей в сельскохозяйственных предприятиях целесообразно определять по экономико-математическим моделям развития сельскохозяйственного производства по предприятию с учетом животноводства. Выбор оптимальной модели зависит также от конкретного предприятия.

В условиях самостоятельности сельскохозяйственных предприятий определение оптимальной структуры посевных площадей превращается в особо актуальную задачу, так как из возможных вариантов развития полеводства надо выбрать наиболее эффективные, с тем, чтобы повысить экономическую, социальную и экологическую, значимость принимаемых решений по развитию и поиску резервов повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

При установлении рациональной структуры посевных площадей основной задачей является достижение высокой продуктивности пашни, разработка программы хозяйства в области производства товарной продукции полеводства и кормов с высокими экономическими результатами при неуклонном повышении плодородия почв [5].

Рассмотрим одну из экономико-математических моделей – модель оптимизации структуры посевных площадей на примере конкретного предприятия ЗАО «Агро-Козловка», характеристика которого приведена в таблице 1 [6].

Т а б л и ц а 1

**Основные показатели размеров ЗАО «Агро-Козловка»**

Показатель	
Общая площадь сельскохозяйственных угодий, га:	4729
в том числе пашни	3642
Поголовье свиней, гол.	1284
Количество работающих, чел.	77
в том числе занятых в сельском хозяйстве	77
занятых в свиноводстве	20

Юридический адрес ЗАО «Агро-Козловка»: Республика Мордовия, Атяшевский район, село Козловка, улица Гагарина, 12А.

Визитной карточкой экономической политики ЗАО «Агро-Козловка» является максимальная прозрачность в производственной, финансовой и налоговой сферах.

ЗАО «Агро-Козловка» строит свою политику в двух направлениях:

- развитие производства путем введения новых современных экономических технологий для создания конкурентоспособной продукции.
- создание максимально комфортных условий труда и жизни для своих работников.

На базе этих двух направлений и строится вся деятельность предприятия. В настоящее время это современное сельскохозяйственное предприятие с развитой материально-технической базой.

Животноводческие помещения бывших сельскохозяйственных кооперативов полностью реконструированы, построены новые зерносклады, комплекс по выращиванию свиней на 12 тыс. голов, полностью возобновлена сельскохозяйственная техника.

Основными видами деятельности предприятия являются:

- производство и реализация зерна;
- производство и реализация сахарной свеклы;
- производство и реализация свинины;
- выполнение агротехнических мероприятий по повышению плодородия собственных почв;
- оказание автотранспортных услуг [4].

Ежегодное производство зерна свыше 5 тыс. тонн, сахарной свеклы свыше 9 тыс. тонн. Урожайность зерновых и зернобобовых культур за 2011 год – 22 ц/га. Урожайность сахарной свеклы -302,4 ц/га.

Так как основной отраслью «Агро-Козловка» является растениеводство, то, на наш взгляд, целесообразнее составление экономико-математической модели оптимизации структуры посевных площадей.

Необходимо определить оптимальное сочетание посевных площадей сельскохозяйственных культур, обеспечивающих максимум прибыли.

Производство: озимая пшеница, ячмень, сахарная свекла. Площадь пашни – 3642 га. Посевная площадь озимой пшеницы более 30% от всей площади. Посевная площадь сахарной свеклы более 8% от всей площади.

Необходимо поставить: зерна на элеватор не более 20% от валового сбора, сахарную свеклу на переработку не менее 90% от валового сбора. Оставить на семена зерна не менее 3% от валового сбора.

Стоимость поставленной продукции пшеницы, ячменя, сахарной свеклы составляет соответственно 110, 90, 120% от стоимости товарной продукции.

Затраты на производство не должны превышать 200000 чел./час. Страховой сбор зерна составляет 5 %.

Для составления ЭММ по данной задаче необходима следующая информация [6]:

Т а б л и ц а 2

**Основные технолого-экономические показатели.**

№	Культура	Затраты труда на 1 га, чел./час	Урожайность, ц/га	Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	Цена реализации 1 ц., руб.
1	Озимая пшеница	18	20,6	3007	386
2	Ячмень	30	23,3	5322	371
3	Сахарная свекла	370	302,4	18452	157

Т а б л и ц а 3

**Дозы внесения минеральных удобрений.**

№	Культура	Урожай- ность, ц/га	Внесение минеральных удобрений в ц на 1 га		
			N	P	K
1	Озимая пшеница	20,6	0,2	0,4	0,6
2	Ячмень	23,3	0,25	0,48	0,65
3	Сахарная свекла	302,4	0,9	0,7	0,5

Т а б л и ц а 4

**Стоимость 1 ц минеральных удобрений.**

№	Наименование минеральных удобрений	Стоимость
1	N	953
2	P	1489
3	K	886

Построение ЭММ.

Переменные:

За основные переменные принимаются:

$x_1$  – посевная площадь озимой пшеницы, га;

$x_2$  – посевная площадь ячменя, га;

$x_3$  – посевная площадь сахарной свеклы, га .

Ограничения:

Определим основные виды ограничений в данной ЭММ:

1. Ограничение по пашне.
2. Введение севооборотов.
3. Введение ограничений по ресурсам: материально-денежные или человеческим.
4. Введение балансовых уравнений по каждой культуре.
5. Введение проводок для каждого балансового уравнения (условий поставок).
6. Расчет потребности в минеральных удобрениях.
7. Определить стоимость товарной продукции исходя из балансовых уравнений каждой культуры.
8. Определить все затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Согласно выше приведенным условиям, введем следующие ограничения:

- площадь пашни – 3642 га;
- посевная площадь озимой пшеницы более 30% от всей площади (севооборот 1);
- посевная площадь сахарной свеклы более 8% от всей площади (севооборот 2);
- затраты на производство не должны превышать 200000 чел./час.

Запишем эти ограничения.

1. Ограничение по пашне:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 3642$$

2. Условие по севообороту 1:

$$x_1 \leq 0,3 * (x_1 + x_2 + x_3)$$

Перенесем переменные из правой части в левую, получим окончательный вид ограничения:

$$0,7x_1 - 0,3x_2 + 0,3x_3 \leq 0;$$

3. Условие по севообороту 2:

$$x_2 \leq 0,08 * (x_1 + x_2 + x_3),$$

*Следовательно*  $-0,08x_1 - 0,08x_2 + 0,92x_3 \leq 0;$

4. Ограничение по затратам труда:

$$18x_1 + 30x_2 + 370x_3 \leq 200000.$$

Дальнейшее построение ЭММ зависит от целевой функции. В нашем примере критерий ЭММ – максимум прибыли. Значит, для её определения необходимо найти выручку от товарной продукции и затраты на её производство. Для определения стоимости товарной продукции надо составить балансовые уравнения по каждому её виду, в левой части которых – поступление продукции, а правой – расход продукции. Левая часть представляет собой валовую продукцию плюс остаток продукции прошлого года. В условии задачи ничего не сказано об остатке. Поэтому будем считать его равным нулю, тогда для записи левой части балансового уравнения необходимо ввести новую переменную  $x_4$  – валовая продукция озимой пшеницы или записать это выражение через произведение  $20,6x_1$ . Для записи правой расходной части балансового уравнения необходимо проанализировать условие задачи и определить «статьи» расхода продукции. Для каждого вида расхода вводим переменную. Тогда из условий задачи следует:

$x_4$  – озимая пшеница на семена, ц;

$x_5$  – озимая пшеница в страховой фонд, ц;

$x_6$  – озимая пшеница на элеватор, ц;

$x_7$  – озимая пшеница на рынок, ц.

После ввода переменных запишем балансовое уравнение по озимой пшенице:

1. Условие по балансу озимой пшеницы:

$$20,6x_1 = x_4 + x_5 + x_6 + x_7,$$

$$20,6x_1 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 = 0;$$

2. Условие по семенному фонду озимой пшеницы:

$$x_4 \geq 0,03 * 20,6x_1,$$

*Следовательно*  $-0,618x_1 + x_4 \geq 0.$

3. Условие по страховому фонду озимой пшеницы:

$$x_5 = 0,05 * 20,6x_1,$$

*Следовательно*  $-1,03x_1 + x_5 = 0.$

4. Условие по поставке озимой пшеницы на элеватор:

$$x_6 \leq 0,2 * 20,6x_1,$$

*Следовательно*

$$-4,12x_1 + x_6 \leq 0.$$

Поставки на рынок «увяжутся» уравнением по товарной продукции, которое мы введем после построения всех балансовых уравнений по сельскохозяйственным культурам.

Затем можно перейти к построению балансового уравнения по ячменю. Введем его левую часть, для этого необходимо определить валовой сбор данной культуры. В нашем случае он равен  $23,3x_2$ .

Введем переменные:

$x_8$  – ячмень на семена, ц;

$x_9$  – ячмень в страховой фонд, ц;

$x_{10}$  – ячмень на элеватор, ц;

$x_{11}$  – ячмень на рынок, ц.

1. Условие по балансу ячменя:

$$23,3x_2 = x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11},$$

$$23,3x_2 - x_8 - x_9 - x_{10} - x_{11} = 0$$

2. Условие по семенному фонду ячменя:

$$x_8 \geq 0,03 * 23,3x_2,$$

*Следовательно*

$$-0,699x_2 + x_8 \geq 0.$$

3. Условие по страховому фонду ячменя:

$$x_9 = 0,05 * 23,3x_2,$$

*Следовательно*

$$-1,165x_2 + x_9 = 0.$$

4. Условие по поставке ячменя на элеватор:

$$x_{10} \leq 0,2 * 23,3x_2,$$

*Следовательно*

$$-4,66x_2 + x_{10} \leq 0.$$

Перейдем к построению балансового уравнения сахарной свеклы. Определим его левую часть. Валовой сбор сахарной свеклы будет равен  $302,4x_3$ .

$x_{12}$  – сахарная свекла на переработку, ц;

$x_{13}$  – сахарная свекла на рынок, ц;

1. Условие по балансу сахарной свеклы:

$$302,4x_3 = x_{12} + x_{13};$$

$$302,4x_3 - x_{12} - x_{13} = 0;$$

2. Условие поставки сахарной свеклы на переработку:

$$x_{12} \geq 0,9 * 302,4x_3,$$

*Следовательно*

$$-272,16x_3 + x_{12} \geq 0.$$

Последним ограничением ЭММ заканчиваем рассмотрение балансовых уравнений. Теперь приступим к определению основных элементов по минеральным удобрениям:

$x_{14}$  – N, ц;

$x_{15}$  – P, ц;

$x_{16}$  – K, ц.

1. Расчет потребности в N:

$$x_{14} = 0,2x_1 + 0,25x_2 + 0,9x_3,$$

$$0,2x_1 + 0,25x_2 + 0,9x_3 - x_{14} = 0$$

2. Расчет потребности в P:

$$0,4x_1 + 0,48x_2 + 0,7x_3 - x_{15} = 0$$

3. Расчет потребности в K:

$$0,6x_1 + 0,65x_2 + 0,5x_3 - x_{16} = 0$$

Введем оставшуюся переменную для целевой функции:

$x_{17}$  – общие затраты на производство, руб.

4. Условие по затратам на производство продукции:

$$x_{17} = 3007x_1 + 5322x_2 + 18452x_3 + 953x_{14} + 1489x_{15} + 886x_{16}$$

$$3007x_1 + 5322x_2 + 18452x_3 + 953x_{14} + 1489x_{15} + 886x_{16} - x_{17} = 0.$$

Целевая функция.

Критерий ЭММ - максимум прибыли, величина равная товарной продукции с вычетом затрат.

Определение товарной продукции. Для определения правой части ограничения, необходимо воспользоваться правыми частями балансовых уравнений условиями 5, 9, 13. Из балансовых переменных по каждой культуре необходимо включать только те, по которым производится выручка от реализации. После определения переменных необходимо установить стоимость единицы реализуемой продукции.

Для переменной  $x_6$  (поставка озимой пшеницы на элеватор, ц) стоимость поставленной продукции составляет 110% от стоимости товарной продукции. Это значит, что стоимость реализованной продукции на элеватор будет составлять:

$$386 * 110\% / 100\% = 386 * 1,1 = 424,6 \text{ руб за 1 ц,}$$

Соответственно для переменной  $x_7$  (озимая пшеница на рынок)  $100\% = 386$  руб;

Для остальных переменных аналогично:

$x_{10}$  (ячмень на элеватор) стоимость составляет 90% от стоимости товарной продукции  $371 * 0,9 = 333,9$  руб;

$x_{11}$  (ячмень на рынок)  $100\% = 371$  руб;

$x_{12}$  (сахарная свекла на переработку) стоимость составляет 120% от стоимости товарной продукции  $157 * 1,2 = 188,4$  руб;



$x_{13}$  (сахарная свекла на рынок) 100%= 157 руб.

Так как общие затраты определяет переменная  $x_{17}$ , следовательно целевая функция запишется в следующем виде:

$$424,6x_6 + 386x_7 + 33,9x_{10} + 371x_{11} + 188,4x_{12} + 157x_{13} - x_{17} \rightarrow \max$$

Для построения развернутой ЭММ использовались ранее введенные переменные, построенные ограничения и целевая функция. В результате развернутая схема ЭММ имеет следующий вид:

Анализ полученного решения и выводы: решение ЭММ изображено в таблице 5, следует, что значения переменных:

$x_1$  – 1092,6 – посевная площадь озимой пшеницы, га;

$x_2$  – 2258,04 – посевная площадь ячменя, га;

$x_3$  – 291,36 – посевная площадь сахарной свеклы, га ;

$x_4$  – 675,2268 – озимая пшеница на семена, ц;

$x_5$  – 1125,378 – озимая пшеница в страховой фонд, ц;

$x_6$  – 4501,512 – озимая пшеница на элеватор, ц;

$x_7$  – 16205,44 – озимая пшеница на рынок;

$x_8$  – 1578,37 – ячмень на семена, ц;

$x_9$  – 2630,617 – ячмень в страховой фонд, ц;

$x_{10}$  – 0 – ячмень на элеватор, ц;

$x_{11}$  – 48403,35 – ячмень на рынок, ц.

$x_{12}$  – 88107,264 – сахарная свекла на переработку, ц;

$x_{13}$  – 0 – сахарная свекла на рынок, ц;

$x_{14}$  – 1045,254 – N, ц;

$x_{15}$  – 1724,851 – P, ц;

$x_{16}$  – 2268,966 – K, ц.

$x_{17}$  – 26253646 – общие затраты на производство, руб.

Z max=16470046,591 – прибыль, руб.

По результатам решения проведем экономический анализ (таблица 5).

Т а б л и ц а 5

Анализ основных экономических показателей

№ п.п	Показатель	Пшеница озимая	Ячмень	Сахарная свекла	Итого
1	2	3	4	5	6
1	посевная площадь, га	1092,6	2258,04	291,36	3642
2	посевная площадь, %	30	62	8	100
3	валовый сбор, ц	22507,56	52612,332	88107,264	163227,156
4	на семена, ц	675,2268	1578,36996		2253,59676
5	страховой фонд, ц	1125,378	2630,6166		3755,9946
6	на элеватор, ц	4501,512			4501,512
7	на переработку, ц			88107,264	88107,264
8	на рынок, ц	16205,4432	48403,34544		64608,7886

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6
9	потр. Удоб., N, ц	218,52	564,51	262,224	1045,254
10	потр. Удоб., P, ц	437,04	1083,8592	203,952	1724,8512
11	потр. Удоб., K, ц	655,56	1467,726	145,68	2268,966
12	затраты тыс. чел.-час	19666,8	67741,2	107803,2	195211,2
13	товарная продукция, руб	8166643,07	17957641,16	16599408,54	42723692,8
14	затраты, руб	4725276,48	15469538,49	6058831,2	26253646,2
15	в т.ч. N, руб	208249,56	537978,03	249899,472	996127,062
16	P, руб	650752,56	1613866,349	303684,528	2568303,44
17	K, руб	580826,16	1300405,236	129072,48	2010303,88
18	убыток, руб				0
19	прибыль, руб	3441366,59	2488102,663	10540577,34	16470046,6
Экономический эффект производства с.х продукции, руб					16470046,6

Анализируя таблицу 5, необходимо отметить, что возделываемые культуры (озимая пшеница, ячмень, сахарная свекла) предприятия ЗАО «Агро-Козловка» являются прибыльными, наибольшую прибыль приносит сахарная свекла (10540,577 тыс. руб.). Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что в структуре посевных площадей имеется возможность уменьшить площадь ячменя и озимой пшеницы и увеличить площадь сахарной свеклы (таблица 6).

Т а б л и ц а 6

#### Структура посевных площадей

Показатель	Фактическая		Планируемая	
	га	%	га	%
Пшеница озимая	1092,6	30	1000,6	27
Ячмень	2258,04	62	2100,04	58
Сахарная свекла	291,36	8	541,36	15
Итого:	3642	100	3642	100

Проделанная нами работа может иметь свое применение на предприятии, что позволит улучшить деятельность и приведет к повышению его эффективности. Таким образом, модель оптимизации структуры посевных площадей способствует более рациональному распределению занимаемых культурами площадей. С площадью и качеством земельных угодий связано количество производимой продукции, а, следовательно, и доходы, получаемые от ее реализации. Оптимальная структура посевных площадей обеспечивает все потребности предприятия при максимальном экономическом эффекте.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Кравченко Р. Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Р. Г. Кравченко. – М. : Колос, 2009. - 424 с.
2. Орлова И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. – ИНФРА-М, 2012. – 389 с.
3. Привалов Ф. И. Оптимизация структуры посевных площадей — важный резерв эффективности зернового производства / Ф. И. Привалов, И. К. Коптик // Белорусское сельское хозяйство, 2008. – № 3 (71). – С. 28 – 30.

4. Устав ЗАО «Агро-Козловка» Атяшевского района Республики Мордовия.
5. Федякова Н. Н.. Моделирование производственных процессов: учеб. пособие / Н. Н. Федякова – Саранск: МГУ им. Н. П. Огарева, 2011. – 100 с.
6. Формы отчетности о финансово – экономическом состоянии ЗАО «Агро-Козловка» Атяшевского района Республики Мордовия за 2011 год.

## **MODELING OF THE PROCESSES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

**Stepkina Aleksandra,**

*5th year student, Department of Economics,  
e-mail: SashaStepkina35@rambler.ru*

**Zubkova Natalya,**

*5th year student, Department of Economics,  
e-mail: natali-zubkova20@rambler.ru  
Ogarev Mordovia State University,  
Saransk*

*The article considers the possibility of the use of economic-mathematical models in agriculture. As an example was compiled by a model of optimization of the structure of the sown areas of a particular enterprise. By results of the analysis were the possible ways of maximizing the profit from the optimal use of sown areas.*

**Keywords:** agriculture, economic-mathematical methods, optimization model, simulation, efficiency, acreage.