

УДК 631.1.51.001.57 : 664 : 663.853.82

Синицкий Л.А., доцент, ДальГАУ

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СОИ В ИНТЕГРИРОВАННОМ ФОРМИРОВАНИИ

Объективной необходимостью на современном этапе развития агропромышленного комплекса является процесс интеграции сельского хозяйства и отраслей, перерабатывающих его продукцию и обслуживающих отрасли. Консолидация производственного потенциала предприятий всех сфер АПК, являющаяся результатом их интегрирования, усилит экономические и производственные возможности, что будет способствовать снижению производственных затрат, повышению производительности труда и увеличению производства продукции.

Агропромышленный комплекс Амурской области является крупнейшим в дальневосточном регионе. Площадь сельскохозяйственных угодий области составляет 1797,9 тыс. га, из них 1192,2 тыс. га – это пашня; количество сельскохозяйственных предприятий – 532, обслуживающих – 81.

Аграрные преобразования отрицательно повлияли на результаты производственной деятельности сельских товаропроизводителей. Сокращение объемов сельскохозяйственного производства в целом привело к снижению производства сои в этом традиционно соесеющем регионе. Площадь посева под культурой в 2005 году по сравнению с 1990 годом сократилась в 1,5 раза, валовой сбор снизился в 2,4 раза. Резкий рост себестоимости продукции и неблагоприятные изменения в структуре затрат привели к тому, что большинство предприятий области оказались убыточными.

Однако для большинства сельскохозяйственных предприятий соя остается единственным источником дохода. Она является выгодной и перспективной культурой в растениеводстве Амурской области. По прогнозным данным планируется довести посевные площади до 600 тыс. га, валовой сбор сои до 900 тыс. тонн. Это, в свою очередь, потребует развития соеперерабатывающей базы и

увеличения ее производственного потенциала.

В настоящее время рынок вывоза сои значительно превышает объем внутренней переработки по причине недостаточно развитой в области соеперерабатывающей отрасли. Значительная часть выращенной сои уходит в те регионы, где имеются крупные перерабатывающие комплексы, при этом отсутствуют, либо недостаточны объемы собственного производства сои. Объемы переработки сои в области растут, однако они не превышают 10% объемов товарной сои.

Исправить ситуацию можно только путем создания на территории области современной соеперерабатывающей базы на основе усовершенствования существующих предприятий и введения в строй новых, обеспечивающих полную комплексную переработку сои и соевых отходов с получением высококачественных недорогих продуктов и кормовых высокобелковых добавок.

Объединение соесеющих сельскохозяйственных, перерабатывающих и обслуживающих предприятий в интегрированное формирование на уровне области позволит решить положительно эти вопросы, поможет повысить отдачу от имеющегося в сельском хозяйстве производственного потенциала, будет способствовать привлечению инвестиций и освоению технологий по выпуску

продукции из сои, обеспечению постоянных рынков сбыта.

Важнейшим становится вопрос определения наивыгоднейшей, оптимальной структуры отраслей сельскохозяйственного производства и их сочетания с возможностями перерабатывающих предприятий.

Оптимальной структуры отраслей и их сочетания в интегрированных формированиях можно достичь с помощью применения экономико-математических методов, используя возможности линейного программирования.

Методология экономико-математических методов позволяет моделировать поведение производственных экономических систем на основе отражения основных процессов производства, технико-экономических показателей данных систем, а так же задаваемых ограничений и критериев оптимальности, что обеспечивает выбор оптимальных вариантов развития производства.

В разрабатываемой экономико-математической модели интегрированного формирования должны быть объединены в единое целое две отрасли - производство и переработка сои. Использование моделирования при решении задач такого характера позволяет учитывать большинство экономических условий и организационно-производственных факторов в отличие от расчетно-конструктивного метода.

Возможны две постановки экономико-математической задачи оптимизации сочетания производства и переработки сои.

В первой постановке составляется и решается задача по фактическим данным. Цель решения такой задачи – экономический анализ фактического размещения производства и выяснение адекватности модели реальным производственным процессам.

Перечисленное выше является целью исследований на 2007 год. Вторая постановка предполагает решение прогнозной или плановой экономико-

математической задачи на основе соответствующей исходной информации.

Задачи исследования на данном этапе: формирование базовой модели задачи, определение состава переменных и ограничений модели; запись развернутой числовой конкретизации и решение ее на ЭВМ, анализ результатов решения. Объект исследования – сельскохозяйственное и перерабатывающее производство Амурской области.

1. Структурная модель задачи

Модель интеграции производства и переработки сои имеет блочную структуру.

Первый блок – сельскохозяйственное производство, второй блок перерабатывающее сою производство. Связующим блоком модели будут служить ограничения по производству и потреблению кормов (балансы по питательным веществам и по группе концентрированных кормов, так как предполагается возврат из переработки кормовой смеси и шрота кормового в животноводство). Сюда же отнесено ограничение по производству сои, ее переработке и реализации сверхнеобходимых объемов перерабатывающих предприятий.

Ограничения первого блока

1. Использование сельскохозяйственных угодий.

Сюда отнесены использование пашни, сенокосов и пастбищ.

В общем виде, допуская, что в некоторых ограничениях коэффициенты a_{ij} могут быть равны нулю условие запишется так:

$$\sum_{j \in J_1} a_{ij} x_j \leq b_i,$$

где $i \in I_1$.

2. Ограничения по структуре использования пашни (формирование севооборотов)

$$\sum_{j \in J_1} a_{ij} x_j \geq K_i \bar{X}_i,$$

где $i = 2, 3 \dots 10$.

3. Производство и использование кормов

$$\sum_{j \in J_1} U_{ij} X_j + \sum_{J \in R} U_{ij2} \geq \sum_{j \in J_2} a_{ij} X_j,$$

где $i \in I_2$.

4. Производственные затраты

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \geq \bar{X}_i,$$

где $i \in I_3$.

5. Объемы производства сельскохозяйственной продукции

$$\sum_{j \in J_{2,3}} U_{ij} X_j = Q_i + X_i,$$

где $i \in I_4$.

Ограничения второго блока

6. Ограничения по производству и переработке сои

$$\sum_{j \in J_2} U_{ij2} X_{j2}^k + \sum_{j \in J} U_{ij2} X_{j2}^{k+1} = Q_i,$$

где $i \in I_5$.

7. Соотношение между первично и вторично перерабатываемой продукцией

$$\sum_{j \in J_2} U_{ij2} X_{j2} \leq \sum_{j \in J_2'} a_{ij2}' X_{j2}',$$

где $i \in I_6$.

8. Ограничения по структуре производства продукции из вторичного сырья

$$\sum X_{j2}'' \geq K_i X_{j2}'.$$

9. Ограничения пропорциональной связи между отдельными видами продукции

$$\sum a_{ij2}'' X_{j2}'' \leq \sum a_{ij2}'' X_{j2}''.$$

Целевая функция задачи максимизирующая чистый доход запишется:

$$F_{\max} = \sum c_j x_j - \sum 3_j x_j.$$

Индексация:

X_j – переменные, определяющие размеры видов деятельности первого блока;

\bar{X}_i и \bar{X}_i – переменные с отраженными величинами;

X_{j2} , X_{j2}' , X_{j2}'' – переменные, определяющие производство различных видов продукции 2 блока;

j – номер отрасли (вида деятельности) растениеводства и животноводства ($j = 1, 2, \dots, n$);

j_2 – номер продукции, вырабатываемой из сои (жмых, масло);

j_2' – номер продукции, выработанной из переработанной сои (мука соевая, белок, фосфотиды);

J – множество, элементы которого – номера видов деятельности;

J_1 – номера видов деятельности в растениеводстве;

J_2 – номера видов деятельности в животноводстве;

i – номера ограничений;

I_1 – номера ограничений по использованию сельскохозяйственных угодий;

I_2 – номера ограничений по использованию кормовых ресурсов;

I_3 – ограничение по производственным затратам;

I_4 – ограничения по объемам производства сельскохозяйственной продукции;

I_5 – ограничения по производству и переработке сои;

I_6 – номера ограничений по балансам переработки соевой продукции.

Принятые обозначения

a_{ij} – коэффициенты затрат ресурсов i -го вида на единицу j -го вида деятельности;

v_i – объем производственного ресурса i -го вида;

U_{ij} – объемы производства i -го ресурса на единицу переменной величины при j -м виде деятельности;

U_{ij2} – объемы выхода i -го ресурса на единицу j_2 вида деятельности в перерабатывающем предприятии;

a_{ij2}' – затраты i -го ресурса на производство вторичной продукции;

K_i – коэффициенты определяющие долю X_{jk}'' - продукции в структуре производства;

Q – гарантированный объем производства i -го вида продукции;

a_{ij}'' - коэффициенты пропорциональной связи.

c_j – стоимость продукции с единицы переменной величины;

z_j – производственные затраты на единицу переменной величины.

2 Формирование развернутой модели задачи

На основании приведенной выше структурной модели задачи разрабатывается развернутая модель.

Эта работа носит поэтапный характер, где в первую очередь формируется состав переменных задачи, затем формируется развернутый состав ограничений и выбирается определенный критерий оптимальности. Далее идет этап подготовки информации и формирование числовой конкретизации модели.

Дадим краткое описание содержания данных этапов.

2.1 Состав переменных задачи

Блочный характер модели предполагает различие групп переменных задачи. Первая группа переменных - это отрасли и технологические способы производства сельскохозяйственной продукции, а вторая группа отражает виды и способы получения продукции переработки сои.

Учитывая разнообразия способов и видов производства сельскохозяйственной продукции первая группа переменных подразделяется на ряд подгрупп, к которым относятся виды и способы производства полевых культур с детализацией их на товарные и фуражные цели.

Это переменные с X_1 по X_{13} . Сюда входят зерновые культуры, соя и многолетние травы с направлением их использования в зеленом конвейере, в производстве сенажа, витаминно-травяной муки и сена.

Переменная с отраженной величиной X_{14} – определяет площадь полевого

севооборота с отражением в ней структуры задаваемых севооборотов.

Аналогично формируется кормовой севооборот с переменными $X_{15} - X_{30}$. В него входят однолетние травы, кукуруза, а также корнеплоды и бахча.

Переменная X_{31} – определяет площадь выращивания картофеля и овощей. Далее идут переменные, определяющие площади использования естественных угодий.

Следующая подгруппа переменных определяет возможное приобретение кормовых ресурсов по группам – концентраты, грубые, сочные и зеленые.

Следующая группа переменных формирует отрасль животноводства $X_{39} - X_{43}$. Сюда введены КРС, свиноводство, птицеводство, коневодство.

Последняя подгруппа первого блока – это переменные, определяющие объемы производства продукции (исключая объемы заданные ранее в модели) – это $X_{43} - X_{50}$ и X_{77} .

Второй блок модели включает следующие подгруппы переменных:

$X_{51} - X_{53}$ – объемы поставляемого и перерабатываемого по различным технологиям соевого сырья;

$X_{54} - X_{72}$ и X_{77} – объемы производства продукции переработки сои;

$X_{73} - X_{74}$ – экономические результаты переработки сои.

Матрица модели образована 77 переменными и 83 ограничениями.

2.2. Перечень ограничений задачи

I блок

1-12 – ограничения по земельным ресурсам и структуре их использования;

13-39 – ограничения по кормовым ресурсам, структуре годовых рационов и зеленый конвейер;

40 – ограничение по материально-денежным затратам;

41-51 – ограничения по объемам производства сельскохозяйственной продукции.

II блок

52-58 – ограничения по переработке сои двумя технологиями и по производству

первичной продукции: кормовой смеси, шротов кормового и пищевого и масла экстракционного;

59-75 – ограничения по производству вторичной и третичной продукции: масла гидротированного, фосфатидов, масла рафинированного и дезодорированного, майонеза и маргарина;

76-77 – ограничения по стоимости продукции и затратам на ее производство.

78-83 – ограничения по объемам производства картофеля и овощей по площади пашни, отводимой под кормовые культуры, по объемам переработки сои по технологии глубокой переработки сои.

3. Экспериментальная часть исследований

Модель интеграции производства и переработки сои свободно реализуется на современных персональных компьютерах по программе решения задач линейного программирования.

Это позволяет имитировать различные состояния и ситуации сельскохозяйственного производства и перерабатывающих предприятий.

Цель исследований 2007 года, состоящая в обосновании адекватности модели факту 2005 года, может быть выполнена при следующих условиях:

1) при достоверной информации вводимой в модель;

2) при разработке сценариев, варианты которых позволят найти наиболее реальное решение проблемы. Должны учитываться основополагающие моменты технологических и экономических процессов производства.

При подготовке информации, определяющей численное заполнение модели, выяснялись на основании статистических отчетов объемы использованных земельных ресурсов: пашни, сенокосов и пастбищ.

Затем определялись объемы произведенной продукции: молока, мяса, яиц, а также поголовье всех видов животных.

Затем формировались данные для расчета технико-экономических коэффициентов задачи.

Здесь в первую очередь исследовались результаты работы растениеводства и

животноводства, то есть выяснялись результативные показатели по урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности скота и птицы. Источником информации послужили данные статотчетности за 2005 год, откорректированные частично на основании научных рекомендаций. На основании указанных показателей рассчитывались коэффициенты удельного выхода кормов (кормовых единиц и протеина) от каждого вида деятельности в растениеводстве. Также при этом были использованы данные ВНИИ сои.

Показатели затрат кормов на производство животноводческой продукции разработаны в соответствии с зональной системой животноводства.

Блок модели по переработке сои был сформирован на основе технологической схемы и экономических показателей проекта завода по глубокой переработке сои на базе ООО «Технолог» (г.Белогорск), разработанного специалистами ЗАО «Амурсоя».

При разработке сценариев процесса оптимизации сочетания отраслей производства при интеграции учитывался наиболее проблемный вопрос технологии размещения растениеводческих культур, то есть выбора наиболее рациональной структуры севооборотов.

Первый вариант сценария предполагал отражение в модели восьмипольного полевого севооборота рекомендуемого системой земледелия Амурской области и четырехпольного кормового.

Второй вариант отразил структуру 13-польного севооборота (4 поля - зерновые, 7 полей - соя и 2 поля - многолетние травы).

Третий вариант сценария дает расчет со структурой 12-польного севооборота (4 поля - зерновые, 7 полей - соя и 1 поле - многолетние травы).

При разработке сценариев для решения задач перспективного планирования в модели могут изменяться большое количество показателей отражающих существенные факторы производства.

Результаты экспериментальных исследований приведены в обобщающих таблицах 1, 2 и 3.

4. Анализ результатов исследования

Анализируя первый вариант таблицы 1, можно сформулировать вывод о том, что структура отраслей сельскохозяйственного производства не отвечает тенденциям приоритетного развития соеводства в области. Соя в структуре использования пашни занимает 34,6%, в то время когда фактически заняла в 2005 году 49,5% площади. Экономические показатели этого варианта, также ниже остальных вариантов. Чистый доход в этом варианте составляет 3891 млн. рублей.

Результаты решения задачи по второму сценарию практически адекватны

фактическим данным за 2005 год. Есть отклонения в структуре использования продукции многолетних трав. По факту многолетние травы на сено должны занимать 48 тысяч гектаров. При решении задачи по второму сценарию площадь сокращается, но при этом все сено идет на реализацию. При наличии больших площадей сенокосов в Амурской области это не рационально экономически и менее выгодно, чем распределение этой пашни под товарные полевые культуры – сою и пшеницу.

Таблица 1

Структура использования пашни

Наименование переменных	Виды угодий и культур	Факт 2005 г.		Аналитические оптимальные планы					
				Вариант 1 (8-польный севооборот)		Вариант 2 (13-польный севооборот)		Вариант 3 (12-польный севооборот)	
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
	Зерновые	166,8	28,46	202,75	34,6	167,43	28,9	180,4	30,7
X1; X4	в т.ч. товарные			150		116,58		130,86	
X2; X5	фуражные			52,73		50,32		49,56	
X6	Соя	289,8	49,5	202,75	34,6	290,6	49,6	314,9	53,6
	Многолетние травы	81	13,8	133,16	22,7	80,64	13,76	42,82	7,2
X10	в т.ч. на ВТМ			5,72		5,72		4,29	
X11	на сенаж	33		38,54		38,54		38,53	
	на сено	48							
X13	на сено (реализация)			88,9		36,38			
	Пашня в полевом севообороте	537,6	91,7	540,67	92,2	540,17	92,1	540,17	92,1
	Однолетние травы	7,8		6,16		6,16		6,16	
X22	в т.ч. на сенаж			6,16		6,16		6,16	
	на ВТМ	0,4							
	на зел. корм	7,4							
	Кукуруза всего	4,1		3,02		3,02		3,02	
X25	в т.ч. на зел. корм	0,5							
X26	на силос	3,6		3,02		3,02		3,02	
	Корнеплоды	0,16							
	Бахча	0,72		3,140		3,140		3,140	
X30	Пашня в кормовом севообороте	12,78	2	12,32	1,9	12,32	1,9	12,32	1,9
X31	Картофель+овощи	35	6	36	6	36	6	36	6
	Всего пашни	586	100	586	100	586	100	586	100
	Сенокосы			144		144		144	
	Пастбища	260		150		150		150	

Третий сценарий с сокращением одного поля трав обеспечивает увеличение объемов производства сои и зерновых культур.

При этом 12-польный севооборот может быть интерпретирован как трехпольный:

1 поле – зерновые;

1 поле – соя 85% + многолетние травы первого года 15%;

1 поле – соя 85% и травы второго года 15%.

Выбор вариантов естественно остается за специалистами производства и технологами.

Таблица 2 отражает сравнительные показатели производства соевой продукции.

Таблица 2

Оптимальные размеры результатов переработки сои (конечные продукты)

Виды продукции		Оптимальный план, тыс. тонн	План завода	Отклонение от проекта
Кормосмесь	X55	1,23	1,23	0
Кормовой шрот	X60	54,5	52,49	+2,01
Мука обезжиренная	X58	3,82	15,83	-12
Соевый белок и изоляты	X57	0,93	-	+0,93
Фосфатиды	X63	1,3	1,03	+1,27
Масло рафинированное	X65	3,18	2,06	+1,12
Масло дезодорированное	X69	9,3	10,93	-1,63
Маргарин	X70	3,48	5,32	-1,84
Майонез	X71	1,5	3,55	-2,05

Таблица 3

Экономические показатели вариантов оптимального планирования на 2005 г.

	Вариант 2			Вариант 3		
	Стоимость продукции, млн.р.	Затраты, млн.р.	Чистый доход, млн.р.	Стоимость продукции, млн.р.	Затраты, млн.р.	Чистый доход, млн.р.
Растениеводство	6084	3689	2395	6137	3721	2415
в т.ч.						
зерновые	804	549	255	899	612	287
Соя (реализация)	912	650	262	1036	736	300
соя (переработка)	920	739	181	920	739	181
картофель+овощи	2520	855	1655	2520	855	1655
сено многол. трав (реализация)	147	102	45			
кормопроизводство	780	780	-	780	780	-
Животноводство	4019	2520	1499	4019	2520	1499
в т.ч.						
молоко	1303	1255	48	1303	1255	48
мясо КРС	1180	363	817	1180	363	817
свинина	397	234	163	474	234	163
птица	968	455	513	1155	455	513

Таблица 3 дает представление об экономической эффективности наиболее рациональных решений 2-го и 3-го вариантов.

Объемы производства зерновых по всем сценариям удовлетворяют потребности населения (145 кг в год на душу) и животноводство в концентрированных кормах.

По нашему мнению решение перспективных планов должно выполняться по вариантам второго и третьего сценариев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Кравченко, Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Р.Г. Кравченко. – М.: Колос, 1982. – 552 с.

2.Черепанов, П.Ф. Агропромышленная интеграция производства сои в Амурской области / П.Ф. Черепанов, И.Г. Шелевой // Достижения науки и техники в АПК. – 2003. – №4. – 46 – 47 с.

3.Синицкий, Л.А. Экономико-математическое моделирование сочетания отраслей в сельскохозяйственном производстве / Л.А. Синицкий. – Благовещенск: ДальГАУ, 1994. – 42 с.

4.Амурский статистический ежегодник.
Благовещенск, 2006. – 407 с.

