

Построение оптимизационной экономико-математической модели инвестиционного проекта реконструкции животноводческого комплекса

Одной из основных проблем инвестиционного проектирования является оптимизация управления проектами, которая предполагает анализ предельных величин основных показателей инвестиционного проекта адаптации предприятий (оптимальный объем производства, оптимальные издержки, оптимальная заработная плата, оптимальная прибыль). В условиях активизации инвестиционного процесса в животноводстве, обусловленного приоритетным направлением российской экономики «Развитие АПК», определение оптимальных показателей инвестиционных проектов животноводства приобретает особую актуальность.

Развитие животноводства в настоящее время представляется в основном за счет инвестирования его интенсификации, главным условием которой является всемерная и полная механизация и автоматизация трудоемких процессов в животноводстве в сочетании с новой технологией производства, дальнейшая электрификация ферм, улучшение породных и продуктивных качеств скота, а также реконструкция существующих помещений и оборудования.

Вложение финансовых средств в реализацию инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения всех животноводческих комплексов и ферм позволяет значительно увеличить производство животноводческой продукции. [1]

В настоящее время многие животноводческие комплексы, представляют собой плохо отремонтированные помещения, в которых нет необходимого микроклимата для животных, система кормления вручную приводит к большим потерям корма, система очистки помещений ввиду своей морально устаревшей технологии приводит к антисанитарным условиям содержания животных [2]. Именно в таком состоянии находятся современные свиноводческие помещения СХК "Моногарово" Орловской области Ливенского района, на примере которого рассмотрим оптимизационную экономико-математическую модель инвестиционного проекта реконструкции свиноводческих комплексов.

СХК «Моногарово» располагает следующими животноводческими сооружениями: свиноводческий комплекс 320 кв. м., свиноводческий комплекс 710 кв. м. с маточным отделением 230 кв. м. Площадь помещений позволяет содержать до 1500 голов свиней, когда в настоящее время содержится только 620 голов свиней.

Реконструкция свиноводческих комплексов позволит:

- увеличить поголовье свиней выращиваемых и на откорме до 1500 голов, за счет более рационального использования площадей свиноводческих комплексов;
- снизить заболеваемость свиней;
- уменьшить падеж с 15% до 5%;
- улучшить качество свинины;

- довести производство свинины на начальную голову как минимум до 130-140 кг в живой массе;
- увеличить среднесуточный привес по стаду – до 450-480 г;
- снизить продолжительность выращивания и откорма свиней с 260 до 230-245 дней;
- снизить затраты корма на единицу продукции – с 10,1 к.ед. до 3,6-4 к.ед.

Предприятию необходимо наращивать производство до достижения полной загрузки имеющихся производственных мощностей – таблица 1.

Таблица 1 – Прогноз среднегодового поголовья свиней в СХК «Моногарово»

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Среднегодовое поголовье свиней, гол	620	800	1000	1300	1500	1500
Привес на 1 гол, гр	224	250	320	450	470	480
Валовой привес, ц	354,74	520	800	1460	1690	1700
Приплод свиней, гол/ц	999 / 9,9 ц	1100 / 11,0 ц	1300 / 13 ц	1650 / 16,5 ц	2016 / 20,2 ц	2100 / 21 ц
Падеж, гол/ц	149 / 19,75 ц	220 / 20 ц	169 / 15 ц	165 / 14 ц	160 / 14 ц	105 / 9 ц

Из таблицы 1 видно, что поголовье свиней, содержащихся в двух свинарниках, в настоящее время составляет 620 голов, а к 2009 году проектом запланировано постепенно довести поголовье до той мощности, которую позволяют содержать свинарники – 1500 голов. При этом, за счет улучшения условий содержания, кормления произойдет увеличение привеса на 1 голову с 224 гр до 480 гр. Соответственно валовой привес должен будет увеличиться до 1700 центнеров в год. Показатели приплода свиней на центнер изменятся от 999/9,9 ц до 2100 / 21 ц. Падеж при оптимистическом прогнозе снизится с 15% до 5% в 2010 г.

В таблице 2 приводится прогноз продаж продукции свиноводства.

Таблица 2 – Прогноз продаж продукции свиноводства СХК «Моногарово»

Показатель	2005 г	2006 г	2007 г	2008 г	2009 г	2010 г
Реализация мяса свиней, ц	8,55	15	20	25	40	50
Реализация свиньи живой вес, гол/ц	731 / 288,54	760 / 350	954 / 500	1343 / 700	1701 / 850	1934 / 950

Получено выручки от реализации, т.р.- всего	1468	1935,40	2975,86	4476,39	5950,70	7230,42
в т.ч. от мяса свиней, т.р.	52,3	99,08	142,67	192,61	332,83	449,32

Из таблицы 2 видно, что прогнозируется продавать большей частью свиней в живом весе – продажи должны достигнуть 1934 головы, общим весом 950 центнеров. Много будет продаваться молодняка, возрастом до 4 мес. Мясом будет продаваться до 50 ц в год. Такие прогнозы продажи позволят получать выручку от реализации 7230,42 тыс. руб. в 2010 году, в том числе от мяса свиней – 449,32 тыс. руб. при средней цене реализации – мяса свиней 8986,41 руб/ц, свиньи в живом весе – 7138,00 руб/ц. В настоящее время цена реализации мяса свиней составляет 6116,00 руб/ц, свиньи в живом весе – 4858,00 руб/ц. Изменение цены реализации свиней в живом весе и мяса свиней отражено в таблице 3.

Таблица 3 - Изменение цены реализации свиней в живом весе и мяса свиней

Средняя цена реализации	Единица измерения	Годы реализации					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
мяса свиней	руб/ц	6116	6605,28	7133,70	7704,40	8320,75	8986,41
свиньи живой вес	руб/ц	4858	5246,64	5666,37	6119,68	6609,26	7138,00

Из таблицы 3 видно, что прогнозируется на всем протяжении реализации инвестиционного проекта (с 2006 г до 2010 г) увеличение цены свиней, как в живом весе, так и мяса свиней, что обусловлено ежегодным темпом инфляции, в среднем 8%.

С помощью таблицы 4 можем проследить изменение себестоимости на выпуск свиноводческой продукции СХК «Моногарово».

Таблица 4 – Прогноз изменения себестоимости на выпуск свиноводческой продукции СХК «Моногарово»

Показатель	Ед. изм.	2005 год	2006 год	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год
Себестоимость 1 ц привеса	руб/ц	5594	4760,91	3857,09	2514,67	2283,32	2261,36
1 ц живого веса	руб/ц	4998	6314,24	7870,06	9363,99	9841,97	9804,99
Себестоимость 1 ц к ед	руб/ц	248,57	261,00	274,05	287,75	302,14	317,25

Расход к.ед. на 1 ц.прод.	ц.к.ед.	10,1	9,5	7	4,5	4	3,6
------------------------------	---------	------	-----	---	-----	---	-----

Из таблицы 4 видно, что прогнозируется снижение себестоимости как на 1 центнер привеса, так и на 1 центнер живого веса. Снижение себестоимости произойдет за счет сокращения падежа – на 10% к 2010 г, сокращения затрат корма с 10,1 ц.к.ед в 2005 г до 3,6 ц.к.ед. в 2010 г. Себестоимость же 1 центнера кормоединицы будет возрастать за счет увеличения стоимости корма.

В результате увеличения себестоимости, цены реализации, увеличения производства и продаж, изменятся доходы СХК "Моногарово", что отражено в таблице 5.

Таблица 5 – Таблица доходов и затрат (руб.)

Наименование статьи	2006	2007	2008	2009	2010
Валовый объем продаж	1935,40	2975,86	4476,39	5950,70	7230,42
Корма	1289,33	1534,67	1890,52	2042,456	1941,54
Сдельная заработная плата	294	326	474	490	604
Суммарные прямые из- держки	1583,33	1860,67	2364,52	2532,46	2545,54
Валовая прибыль	352,07	1115,19	2111,86	3418,24	4684,88
Суммарные постоянные издержки	843,8	1164,5	1234,9	1250,7	1223,4
Суммарные калькуля- ционные издержки	2427,13	3025,17	3599,42	3783,16	3768,94
Прочие операционные доходы	300,00	440,00	675,00	910,00	1100,00
Прочие операционные расходы	64,50	76,12	128,25	182,00	215,60
Прибыль до выплаты налога	-256,23	314,57	1423,71	2895,54	4345,88
Налоги	236,44	363,73	547,08	727,38	883,79
Чистая прибыль	-492,37	-49,16	876,64	2168,16	3462,09

В таблице 5 показан рост доходов и затрат СХК «Моногарово» в процессе реализации инвестиционного проекта реконструкции свинарников. Чистая прибыль в результате реализации проекта сменится положительным значением уже в 2008 году.

На этапе экономико-математического моделирования оптимальных показателей инвестиционного проекта, а в данном случае инвестиционного проекта реконструкции свинарников СХК "Моногарово", необходимо определить резервы роста доходов хозяйства через анализ предельных величин основных показателей инвестиционного проекта.

Система операционного анализа является одним из атрибутов рыночной экономики. В данной системе достигнута высокая степень интеграции учета, анализа, а также принятия решений. В ней главное внимание уделяется изучению поведения затрат ресурсов в зависимости от изменения объемов производства. Это позволяет гибко и оперативно принимать решения по нормализации финансового состояния предприятия. [3]

При разработке мероприятий, целью которых является увеличение прибыли предприятия, необходимо учитывать предполагаемые величины предельного дохода и предельных издержек.

Под предельным доходом подразумевается прирост выручки от реализации на единицу прироста количества производимого продукта.

Чтобы прибыль была максимальной, необходимо равенство предельных издержек и предельного дохода.

Построим экономико-математическую модель для данной задачи, введя следующие условные обозначения:

Q – количество произведенной продукции;

P – цена единицы продукта;

$P \times Q$ – выручка от реализации продукта;

C – издержки производства, т.е. затраты;

R – прибыль от реализации.

Тогда стремление получить максимум прибыли может быть представлено в формальном виде следующей функцией:

$$R = (P \times Q) - C, \quad (1)$$

Так как цель хозяйствования предприятий – максимизации прибыли, то (2).

$$R = (P \times Q) - C \rightarrow \max \quad (2)$$

Далее необходимо найти производную по Q , и приравнять ее к нулю (3).

$$\frac{\partial R}{\partial Q} = \frac{\partial(P \times Q)}{\partial Q} - \frac{\partial C}{\partial Q} = 0 \Rightarrow \frac{\partial(P \times Q)}{\partial Q} = \frac{\partial C}{\partial Q}, \quad (3)$$

где $\frac{\partial C}{\partial Q}$ – предельные издержки,

$\frac{\partial(P \times Q)}{\partial Q}$ – предельный доход.

Найти оптимальный объем производства позволяет соотношение равенства предельных издержек и предельных доходов.

Обозначим $P = a_0 + a_1Q$, $C = b_0 + b_1Q$ и найдем аналитическое выражение этих функций, используя методы построения аналитических зависимостей – таблица 6.

Таблица 6 – Показатели производства продукции свиноводства в СХК «Моногарово»

Показатели	Годы			Оптимальные значения
	2006	2008	2010	
Производство, Q - мяса свиней, ц - живой вес, ц	15 350	25 700	50 950	1010
Цена 1 ц, Р - мяса свиней, тыс руб - живой вес, тыс руб	6,605 5,247	7,704 6,102	8,986 7,138	7,17
Выручка, тыс руб $P \times Q$	1935	4476	7230	7242
Затраты, тыс руб, С	2427	3599	3769	4500
Прибыль, тыс руб R	-492	877	3462	2742

По методу наименьших квадратов определяются неизвестные параметры a_0 и a_1 .

Составим и решим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum Q_i = \sum P_i, \\ a_0 \cdot \sum Q_i + a_1 \cdot \sum Q_i^2 = \sum P_i \cdot Q_i, \end{cases}$$

где n – число наблюдений (лет);

P_i – цена единицы продукта;

Q_i – количество продукции в натуральном выражении.

Параметры a_0 и a_1 находим средствами Microsoft Excel с помощью метода наименьших квадратов. Для этого, представим данные из рабочей таблицы 1 и получим систему нормальных уравнений в числовой форме:

$$\begin{cases} 3 \cdot a_0 + a_1 \cdot 2090 = 18,705, \\ a_0 \cdot 2090 + a_1 \cdot 1658850 = 13641, \end{cases}$$

Решив систему относительно a_0 и a_1 , получим: $a_0 = 4,14$, $a_1 = 0,003$. Следовательно, функция цены примет вид:

$$P = 4,14 + 0,03 \times Q.$$

Неизвестные параметры b_0 и b_1 также находим по методу наименьших квадратов на основе составления и решения системы нормальных уравнений вида:

$$\begin{cases} n \cdot b_0 + b_1 \cdot \sum Q_i = \sum C_i, \\ b_0 \cdot \sum Q_i + b_1 \cdot \sum Q_i^2 = \sum C_i \cdot Q_i, \end{cases}$$

Подставив данные из рабочей таблицы 6, и воспользовавшись средствами Microsoft Excel, находим: $b_0 = -5802$, $b_1 = 10,2$.

Эмпирическая функция издержек примет вид:

$$C = -5802 + 10,2 \times Q, \\ P \times Q = 4,14Q + 0,003Q^2.$$

Вычислим предельный доход как частную производную от $P \times Q$ по Q :

$$\frac{\partial(P \times Q)}{\partial Q} = 4,14 + 0,006Q.$$

Вычисляя предельные издержки как частную производную от C по Q , имеем $\frac{\partial C}{\partial Q} = 10,2$.

Для определения оптимального объема прибыли необходимо приравнять предельный доход к предельным издержкам:

$$4,14 + 0,006Q = 10,2,$$

Следовательно,

$$Q_{\text{опт}} = (10,2 - 4,14) / 0,006 = 1010 \text{ (ц)}; \\ P_{\text{опт}} = 4,14 + 0,003 \times 1010 = 7,170 \text{ (тыс руб)}; \\ C_{\text{опт}} = -5802 + 10,2 \times 1010 = 4500 \text{ (тыс руб)}.$$

Оптимальный объем производства составит 1010 ц/год, оптимальная цена – 7170 руб., оптимальная себестоимость – 4500 руб. В таблице 7 приводится анализ оптимизационных расчетов предельных доходов и издержек за 2007-2009 гг.

Таблица 7 – Анализ оптимизационных расчетов предельных доходов и издержек

Показатели	2007	2008	2009	В сред- нем за 3 года	Опти- мальное значе- ние	Абсолютный прирост к среднему показателю за 3 года	Темп роста, %

Производство, ц	520	725	890	712	1010	298	142
Цена 1 ц, тыс руб	5,723	6,174	6,690	6,196	7,170	0,974	116
Выручка, тыс руб	2976	4476	5951	4468	7242	2774	162
Затраты, тыс руб	3025	3599	3783	3469	4500	1031	130
Прибыль, тыс руб	-49	877	2168	998	2742	1744	275

Оптимизационные расчеты показали, что в СХК «Моногарово» имеются резервы увеличения денежных доходов на 175% по сравнению с средним показателем. Произойдет это в результате увеличения производства мяса свиньи и свиней в живом весе на 42% и цены реализации продукции – на 16%. При этом затраты хозяйства возрастут на 1031 тыс руб или 30%. Оптимальная цена продукции составит 7,170 тыс руб за один центнер.

Следовательно, в хозяйстве имеется необходимость увеличения собственных средств, которые можно было бы использовать для увеличения рентабельности хозяйства в целях обеспечения расширенного производства.

Рассмотрим динамику основных показателей хозяйства при увеличении производства до 1500 ц в период с 2004 по 2010 гг. – таблица 8.

Таблица 8 – Динамика производства продукции свиноводства СХК «Моногарово»

Годы	2004	2005	2006	2007	2008
Объем производства, ц	265	297	365	520	725
Периоды	1	2	3	4	5

Из таблицы 8 видно неуклонное увеличение производства продукции свиноводства СХК «Моногарово» на протяжении 2004-2008 гг.

Так как абсолютные приросты не являются постоянными, то попробуем аппроксимировать данный ряд параболой второго порядка. Для этого используем метод избранных точек.

Возьмем три уровня $t = 1, t = 3, t = 5$.

Составим и решим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 + 1 \cdot a_1 + 1 \cdot a_2 = 265, \\ a_0 + 3 \cdot a_1 + 9 \cdot a_2 = 365, \\ a_0 + 5 \cdot a_1 + 25 \cdot a_2 = 725 \end{cases}$$

Решая систему, получим: $a_0 = 312,5$; $a_1 = -80$; $a_2 = 32,5$.

Регрессивной моделью ряда будет парабола:

$$y = 312,5 - 80t + 32,5t^2$$

Экстраполируя для $t = 7$ (2010 год), получим:

$$y = 312,5 - 80 \times 7 + 32,5 \times 49 = 1345 \text{ (ц)}.$$

Это значит, что ожидаемое прогнозное значение производства продукции свиноводства СХК «Моногарово» в 2010 году будет 1345 центнеров.

Увеличение объема производства, а также прибыли, приведет к увеличению заработной платы работников СХК «Моногарово», повышению уровня жизни.

Проведем анализ динамики заработной платы свиноводов СХК «Моногарово» – таблица 9.

Таблица 9 - Динамика заработной платы свиноводов СХК «Моногарово»

Годы	2004	2005	2006	2007	2008
Заработная плата, руб	1820	1870	2000	3000	5000
Периоды	1	2	3	4	5

В таблице 9 приведен прогноз заработной платы свиноводов, основанный на экспертной оценке тенденции увеличения оплаты труда рабочих сельского хозяйства в России. Для экономико-математического прогноза заработной платы свиноводов СХК «Моногарово» воспользуемся методом наименьших квадратов и средствами Microsoft Excel. Составим и решим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t = \sum y, \\ a_0 \cdot \sum t + \sum t^2 = \sum ty, \end{cases}$$

где n – число наблюдений (лет);

t – периоды;

y – средняя заработная плата.

Представим данные из рабочей таблицы и получим систему нормальных уравнений в числовой форме:

$$\begin{cases} 5a_0 + 15a_1 = 13690, \\ 15a_0 + 55a_1 = 48560, \end{cases}$$

Решив систему относительно a_0 и a_1 , получим: $a_0 = 491$, $a_1 = 749$.

Следовательно, уравнение модели регрессии имеет вид:

$$y = 491 + 749t$$

Имеем линейный тренд. Экстраполируя, получаем прогноз на 2010 год, $t = 7$:

$$y = 491 + 749 \times 7 = 5734 \text{ (руб.)}.$$

Графически прогноз заработной платы свиноводов СХК «Моногарово» представлен на рисунке 2.

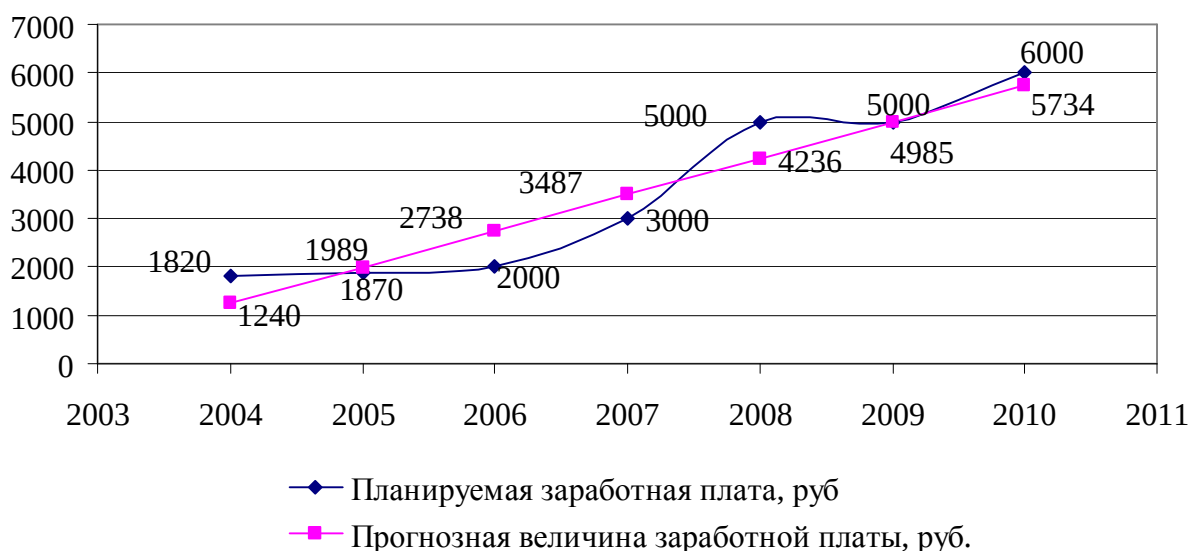


Рисунок 2 – Прогноз заработной платы свиноводов СХК «Моногарово»

Из рисунка 2 видно, что ожидаемое прогнозное значение заработной платы свиновода СХК «Моногарово» в 2008 году составит 4236 руб., она будет отличаться от запланированной – будет меньше на 764 руб. Такое отклонение более эффективно для хозяйства, так как наблюдается снижение затрат на оплату труда по сравнению с запланированным. В 2010 запланирована зарплата свиновода 6000 руб., и она близка к прогнозной – 5734 руб. В 2010 году хозяйство может себе позволить увеличение затрат на оплату труда, так как значительно возрастет прибыль.

Таким образом, прогнозирование основных показателей (объем производства, себестоимость, заработная плата, прибыль), характеризующих инвестиционный проект, а в данном случае инвестиционный проект реконструкции животноводческих помещений, целесообразно проводить, используя оптимизационную экономико-математическую модель, основанную на анализе предельных величин основных показателей инвестиционного проекта. Кроме того, в целях экономико-математического прогнозирования показателей, следует применять метод наименьших квадратов. Оперативное и точное моделирование можно достичь, используя прикладные программы ПК, в данном случае Microsoft Excel. Использование оптимизационной модели позволяет точнее прогнозировать тенденцию достижения запланированных результатов инвестиционного проекта, определить резервы их улучшения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиличев Н. А. Управление агропромышленным производством. — М.: Колос, 2001. — 296 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. Зверев В., Мальцев Ю., Федоров А. «Что дала реконструкция сви-нарника-откормочника» // Животноводство России. №5. 2004 г. С. 39
3. Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С. Экономико-математические модели управления развитием отраслевого производства. М.: ИПУ РАН, 1997. — 64 с.
4. Бизнес-план инвестиционного проекта: Отечественный и зарубеж-ный опыт. Современная практика и документация: Учеб. пособие. — 5-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.М. Попова. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 432 с.: ил.
5. Семишин Е.В. «Необходимость инвестирования новых проектов и программ. Критерии и показатели их эффективности» // Материалы всерос-сийской научно практической конференции «Управление инновациями и ин-вестиционной деятельностью». Воронеж. 2003 г.