

УДК 519.863:636.084.41

Виктор Викторович Конончук

канд. экон. наук, доц., ст. науч. сотрудник

Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

Viktor Kononchuk

PhD in Economics, Associate Professor, Senior Research Fellow

of the Polesie Agrarian and Environmental Institute of the National Academy of Sciences of Belarus

e-mail: victorkon@mail.ru

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ ЖИВОТНОВОДСТВА РЕГИОНАЛЬНОГО АПК

Рассматриваются методические подходы по моделированию оптимальных параметров развития отраслей животноводства регионального АПК на основе системного применения методов экономико-математического моделирования. Использование точных количественных методов позволяет определить оптимальные значения качественных и количественных показателей развития отраслей животноводства, обеспечивающих максимальную экономическую эффективность сельскохозяйственных предприятий АПК. На примере модельного сельскохозяйственного предприятия, специализирующегося на производстве животноводческой продукции, раскрыта возможность практического применения методов экономико-математического моделирования по определению оптимальных параметров функционирования и развития ведущих отраслей в целях достижения максимальных показателей экономической эффективности.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, оптимизация рационов, эффективность отраслей животноводства, региональный АПК.

Economic and Mathematical Modeling of Optimal Parameters for the Development of Livestock Industries in the Regional Agro-Industrial Complex

Methodological approaches to modeling the optimal parameters of the development of livestock industries of the regional agro-industrial complex are considered on the basis of the systematic application of economic and mathematical modeling methods. The use of accurate quantitative methods allows us to determine the optimal values of qualitative and quantitative indicators of the development of livestock industries that ensure maximum economic efficiency of agricultural enterprises of the agro-industrial complex. Using the example of a model agricultural enterprise specializing in the production of livestock products, the possibility of practical application of economic and mathematical modeling methods to determine the optimal parameters of the functioning and development of leading industries in order to achieve maximum economic efficiency indicators is revealed.

Key words: economic and mathematical modeling, optimization of rations, efficiency of livestock industries, regional agro-industrial complex.

Введение

Производство продукции животноводства учитывает большое количество факторов, которые в конечном итоге и определяют ее экономическую эффективность. Одновременно учесть все факторы и определить оптимальные параметры развития отраслей животноводства регионального АПК позволяют методы экономико-математического моделирования. С помощью точных количественных методов можно определить такие параметры функционирования отраслей регионального АПК, которые позволяют достичь оптимальных значений качественных и количественных по-

казателей развития отраслей животноводства регионального АПК, а также максимальной экономической эффективности всего аграрного производства.

Высокие показатели эффективности развития отраслей животноводства, как в странах Западной Европы, в значительной степени определяются внедрением прогрессивных систем нормирования питания животных и оценки питательности кормов, что позволяет более точно, с учетом физиологических и биохимических особенностей организма каждого вида животных, моделировать и организовывать их полноценное кормление [1].

Важнейшей составляющей в функционировании и развитии животноводческих отраслей регионального АПК является определение оптимальных рационов кормления животных. Моделирование рационов кормления животных на основе научно обоснованной системы рационального кормления и точной потребности в питательных веществах позволяет не только максимально реализовать потенциальную продуктивность и улучшить эффективность использования кормов, но и повысить экономическую эффективность развития всех отраслей животноводства. С учетом специализации и большой значимости молочно-мясного направления в развитии сельского хозяйства можно утверждать, что эффективность функционирования отраслей животноводства напрямую сказывается на экономической эффективности всего аграрного сектора.

Результаты и обсуждение

Модельным объектом исследований для апробации методов и методик экономико-математического моделирования по определению оптимальных параметров развития отраслей животноводства регионального АПК стало типичное сельскохозяйственное предприятие юго-запада Беларуси с молочно-мясной специализацией. При этом под типичным модельным объектом понимают сельхозпредприятие с имеющимися объемами важнейших производственных ресурсов и значениями производственно-экономических показателей функционирования и развития, близкими к средним по региональному АПК. Специализация хозяйства выражается структурой товарной продукции.

Структура товарной продукции модельного объекта характеризуется следующими данными (таблица 1).

Таблица 1. – Структура товарной продукции модельного объекта, %

Вид продукции	Год		
	2017	2018	2019
Растениеводство	7,2	9,8	10,4
Животноводство, всего	83,7	87,4	86,3
мясо крупного рогатого скота	16,4	14,4	14,1
молоко	66,5	72,7	71,7
Работы и услуги	4,4	0,6	0,6
Прочие виды реализации	4,7	2,3	2,7
Итого	100,0	100,0	100,0

Специализация модельного объекта – производство продукции животноводства на промышленной основе. Удельный вес отрасли животноводства в структуре товарной продукции за 2017–2019 гг. составляет 83,7–87,4 %, в том числе мясо крупного рогатого скота (КРС) (в живой массе) – 14,1–16,4 %, молоко 66,5–72,7 %, продукция растениеводства (всего) – 7,2–10,4 %, работы и услуги – 0,6–4,4 %.

Финансовое состояние предприятия является следствием достижения уровня

важнейших производственно-экономических показателей, как правило, ведущих отраслей хозяйства, и, наоборот, получение высоких производственно-экономических показателей ведущих отраслей возможно лишь при условии высоких показателей финансового состояния предприятия в целом. Важнейшие производственно-экономические показатели модельного объекта в сравнении со средними районными значениями по АПК характеризуются следующими данными (таблица 2).

Таблица 2. – Сравнительные данные о важнейших производственно-экономических показателях модельного объекта

Показатели	Региональный АПК			Модельный объект		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Землепользование всего (в среднем на хозяйство), га	5 307	5 323	5 313	4 770	4 769	5 185
площадь с.-х. угодий	4 602	4 618	4 601	3 730		4 134
площадь пашни	2 174	2 181	2 177	1 280		1 392
Балл пашни	25,2			29,4		
Урожайность зерновых (бункерный вес), ц/га	26,9	26,3	26,2	38,3	34,6	28,5

Продолжение таблицы 2

Среднегодовой удой на 1 корову, ц	55,23	57,59	59,84	57,55	58,32	61,45
Среднесуточный привес КРС, г	567	521	618	542	571	570
Произведено зерна на 100 га пашни, ц	1 719,9	1 465,1	1 393,2	2 795,3	2 570,3	1 951,1
Произведено на 100 га с.-х. угодий, ц						
молока	1 521,1	1 589,9	1 672,5	1 796,0	1 896,5	1 831,2
говядины	105,7	112,6	119,9	131,6	141,2	130,6
Уровень рентабельности, %	3,2	30,5	9,2	14,5	12,0	14,2
Преференции, руб/га	95,64	79,62	70,81	95,44	26,00	26,37

Анализ важнейших производственно-экономических показателей в целом и по отраслям животноводства модельного объекта в сравнении с показателями по районному АПК свидетельствует о положительных тенденциях. При меньших значениях количественных показателей (площадь землепользования всего, в т. ч. площадь сельхозугодий, пашни) качественные показатели характеризуются существенным превышением среднерегиональных значений при значительно меньшем уровне государственной поддержки предприятия. Это говорит о том, что эффективность использования бюджетных средств и всего производства модельными объектами является более высокой в сравнении со средними районными значениями. При этом следует отметить что, несмотря на более чем трехкратное снижение уровня государственной поддержки уровень рентабельности остается устойчивым и положительным (на районном уровне данный показатель существенно колеблется). В целом на модельном объекте за последние годы наблюдается устойчивый рост как количественных, так и качественных показателей уровня производства и экономической эффективности основных отраслей.

Наличие неустойчивости производства сельскохозяйственной продукции по годам и природно-климатическим условиям оказывает дестабилизирующее влияние на результаты хозяйствования. Тесная взаимосвязь между объемами производства растениеводческой продукции и кормов и отраслями животноводства особенно проявляется в неблагоприятные погодные исходы и выражается в недопроизводстве продукции животноводства. При этом потери животноводческой продукции в неблагоприятные годы существенно превышают процент необеспеченности кормами. Восстановление утраченной продуктивности требует значительного временного периода. Обеспечен-

ность животных кормами в неблагоприятные годы примерно на 18–27 % ниже среднего уровня. При этом снижение уровня кормления на 1 ц к. ед. ведет к снижению продуктивности на 1,5–1,7 ц, а для восстановления продуктивности на 1 ц требуется увеличение расхода кормов на 1,6–1,8 ц к. ед., т. е. количественная взаимосвязь между уровнем кормления и продуктивностью в скотоводстве является низкоэластичной. Поэтому стабильный и устойчивый уровень кормления обеспечивает высокую результативную экономическую эффективность животноводческой отрасли в целом.

Усиливающееся действие «магистрального эффекта» в условиях природной и экономической неопределенности ограничивает устойчивость прогнозного периода до трех–пяти лет. Обоснование модельной программы оптимизации параметров развития животноводческих отраслей модельного объекта реализуется на 2021 г. К прогнозируемому периоду имеется возможность адаптировать программу оптимизации развития животноводческих отраслей модельного объекта на основе методов экономико-математического моделирования, для минимизации агроэкологических рисков, проявляющимся главным образом в кормопроизводстве.

Моделирование оптимальных параметров развития отраслей животноводства начинают с обоснования показателей исходной информации на основе системы эконометрических моделей нижнего уровня. Главным показателем в исходной информации является перспективная продуктивность сельскохозяйственных животных, которую рассчитываем на основе эконометрической модели вида [2, с. 89]:

$$Y_x = Y_0 \cdot e^{\frac{\Delta U}{Y_0 \sqrt{a \cdot \lg t}}}$$

где Y_x – перспективная продуктивность животных (среднегодовой удой на 1 корову, ц; среднесуточный привес молодняка КРС, г); Y_0 – фактическая продуктивность на начало прогнозного периода; ΔU – приращение урожайности зерновых культур ($Y_x - Y_i$), ц;

t – период прогноза, лет; a – параметр эконометрической модели.

Величину приращения урожайности зерновых культур ΔU учитываем при прогнозировании качественных показателей в животноводстве, как показатель, выражающий темпы развития кормовой базы.

Таблица 3. – Расчет перспективной продуктивности животных модельного объекта

Виды с.-х. животных	Вид продукции	Фактическая продуктивность (Y_0)	Параметр КМ (a)	Расчетная продуктивность
Коровы	среднегодовой удой, ц	59,89	2,6	64,37
Крупный рогатый скот	среднесуточный привес, г	571	0,0054	673

Приплод на одну среднегодовую корову рассчитываем по эконометрической модели в зависимости от продуктивности коров: $Y_x = 1.11 - \frac{8.99}{x}$, $R = 0.954$, где x – перспективный удой, ц.

Расход питательных веществ (ц к. ед.) на 1 ц продукции определяем по эконометрической модели в зависимости от продуктивности животных:

1) молоко: $Y_x = 0.63 + \frac{20.7}{x}$, $R = 0.921$, где x – перспективный удой, ц;

2) привес крупного рогатого скота: $Y_x = 4.3 + \frac{3.03}{x}$, $R = 0.937$, где x – среднесуточный привес, кг.

Расход переваримого протеина определяем по установленным соотношениям между кормовыми единицами и переваримым протеином. В молочном скотоводстве расход переваримого протеина на 1 ц к. ед. составляет 0,105 ц, в мясном скотоводстве – 0,101 ц.

Годовые затраты труда на голову животных определяем по многофакторной эконометрической модели в зависимости от фактических затрат за последние годы и продуктивности животных:

$$Y_x = a_0 + a_1 \cdot x_1 - a_2 \cdot x_2$$

где Y_x – перспективные затраты труда на 1 голову животного, чел.-ч; a_0 , a_1 , a_2 – параметры КМ; x_1 – фактические затраты труда, чел.-ч/гол.; x_2 – перспективная продуктивность, ц.

Предельные нормы скармливания отдельных видов кормов животным в расчете на 1 голову определены исходя из перспективной продуктивности животных. Питательность отдельных видов кормов планируется на основе усредненных данных лабораторного анализа Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. При обосновании предельных норм скармливания исходим из положения, что питательность кормового рациона по минимальной и максимальной нормам соответствует 85 и 120 % обеспеченности животных основными видами питательных веществ. Если фактическая норма или нормы скармливания ряда кормов противоречат физиологически допустимым, эти нормы корректируем до физиологически допустимых. Рационы кормления рабочего скота планируем на основе рекомендуемых. Основные показатели исходной информации по определению оптимальных параметров развития животноводческих отраслей представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Обоснование исходной информации по животноводству модельного объекта

Виды с.-х. животных	Вид продукции	Выход продукции, ц/гол.	Затраты кормов, ц		Параметры КМ для расчета затрат труда			Затраты труда, чел.-ч/гол.	
			к. ед.	переваримый протеин	a_0	a_1	a_2	Годовые	в т. ч. в напряженный период
Коровы	молоко	64,37	62,81	6,595	60,2	0,85	1,62	11,521	2,880
	приплод	0,97	0,37	0,04	–	–	–	–	–
Крупный рогатый скот	привес	2,459	23,637	2,482	26,6	0,6	0,7	40,892	10,223
Лошади	–	–	31,9	3,18	–	–	–	67,2	23,4

Наличие пастбищного периода в животноводстве предполагает рациональную и эффективную организацию зеленого конвейера с целью непрерывного и бесперебойного обеспечения животных зеленым кормом.

На основе исходной информации показателей разработана развернутая оптимизационная экономико-математическая модель верхнего уровня для расчета оптимальных параметров развития отраслей животноводства по критерию оптимальности максимум стоимости товарной продукции. Решение задачи осуществлено с использованием пакета прикладных программ LРХ88.

Оптимизация параметров развития отраслей животноводства предполагает:

1) определение оптимальных рационов кормления животных сбалансирован-

ным по важнейшим питательным веществам, учитывающих физиологические потребности и биохимические особенности каждого вида животных;

2) учет наличия и возможности ресурсов кормовой базы;

3) достижение прогнозируемой продуктивности и выполнение договорных обязательств поставок животноводческой продукции партнерам.

По результатам решения экономико-математической модели обоснования оптимальных параметров развития животноводческих отраслей по модельному объекту оптимальные расчетные рационы кормления в молочном и мясном скотоводстве характеризуются следующими данными (таблицы 5, 6).

Таблица 5. – Рационы кормления для коров по модельному объекту

Корма	Факт в среднем за два года			Оптимальный расчетный рацион		
	ц	ц к. ед.	%	ц	ц к. ед.	%
Концентраты	9,8	9,8	20,0	16,1	16,1	25,3
Травяная мука	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Силос	33,2	6,6	13,5	12,9	2,6	4,0
Корнеплоды	28,7	3,4	7,0	25,7	3,1	4,8
Картофель	4,9	1,5	3,0	12,9	3,9	6,1
Зеленый корм	85,4	16,2	33,0	59,3	11,3	17,7
Сенаж	19,3	5,4	11,0	31,5	8,8	13,9
Сено	8,7	3,9	8,0	38,6	17,4	27,3
Солома	8,8	2,2	4,5	2,5	0,6	1,0
Итого	0,0	49,2	100,0	0,0	63,7	100,0

Оптимальные рационы кормления в молочном скотоводстве по модельному объекту предполагают незначительные изменения в структуре кормления в сторону снижения доли сочных кормов и увеличе-

ния удельного веса грубых и концентрированных кормов.

Схожие изменения наблюдаются в сравнении расчетных оптимальных рационов с фактическими и в мясном скотоводстве (таблица 6).

Таблица 6. – Рационы кормления для молодняка КРС на откорме по модельному объекту

Корма	Факт в среднем за два года			Оптимальный расчетный рацион		
	ц	ц к. ед.	%	ц	ц к. ед.	%
Концентраты	5,22	5,22	22,00	4,69	4,69	19,75
Травяная мука	0,00	0,00	0,00	0,95	0,65	2,72
Силос	13,04	2,61	11,00	6,95	1,39	5,85
Корнеплоды	3,95	0,47	2,00	4,73	0,57	2,39
Картофель	2,37	0,71	3,00	2,36	0,71	2,98
Зеленый корм	37,44	7,11	30,00	18,91	3,59	15,13
Сенаж	11,01	3,08	13,00	11,82	3,31	13,94
Солома	7,59	1,90	8,00	2,54	0,64	2,68
Сено	3,69	1,66	7,00	15,36	6,91	29,12
Молоко	1,58	0,47	2,00	1,20	0,36	1,52
Обрат	3,65	0,47	2,00	2,50	0,33	1,37
ЗЦМ	0,00	0,00	0,00	0,30	0,61	2,55
Итого:	0,00	23,71	100,00	0,00	23,74	100,00

В структуре кормления скота мясного направления для достижения прогнозируемой продуктивности и удовлетворения потребности животных в питательных веществах (таблица 4) необходимо уменьшить долю сочных кормов и концентрированных и увеличить долю грубых.

В целом расчетные рационы кормления являются сбалансированными по кормовым единицам и переваримому протеину, пропорционально увязаны с развитием кормовой базы и обеспечивают имеющееся по-

головье качественными кормами, а также максимальную окупаемость имеющихся производственных ресурсов.

Учитывая молочно-мясную специализацию модельного объекта оптимизация параметров развития отраслей животноводства позволяет обеспечить не только устойчивость в функционировании и развитии животноводческих отраслей, но и рост показателей уровня производства и экономической эффективности по модельному объекту в целом (таблица 7).

Таблица 7. – Основные показатели уровня производства при реализации оптимальных параметров развития отраслей животноводства модельного объекта

Показатели	Факт в среднем за два года	Расчет	Расчет к факту, %
Произведено на 100 га с.-х. угодий, ц			
молока	1 771,6	1 919,9	108,4
говядины	123,7	148,4	120,0
Произведено товарной продукции, тыс. руб.	135,7	140,65	103,7
Произведено зерна на 100 га пашни, ц.:	1 796,2	1 692,0	94,2
Произведено товарной продукции на 1 чел.-ч, руб.	17,16	18,14	105,8

Реализация оптимальных параметров развития животноводческих отраслей позволяет при сохранении сложившегося поголовья и росте продуктивности животных увеличить уровень производства молока и говядины соответственно на 8,4 и 20,0 %. При этом предполагается незначительное снижение (на 5,8 %) уровня производства зерна вследствие изменения оптимальной структуры посевных площадей модельного объекта в сторону увеличения доли площадей кормовых культур для обеспечения животных качественными кормами. На основе двойственных экономико-математических

оценок это объясняется более высокой стоимостью земельных сельскохозяйственных ресурсов при использовании их для производства животноводческой продукции по сравнению с производством растениеводческой продукции.

Заключение

Использование методов экономико-математического моделирования позволяет определить оптимальные параметры функционирования и развития животноводства регионального АПК основе научно обоснованной системы рационального кормления

и точной потребности животных в питательных веществах и обеспечивает максимальную реализацию потенциальной продуктивности, а также повышение эффективности использования кормов. Достижение оптимальных значений качественных и количественных показателей развития отраслей животноводства проявляется непосредственно на экономической эффективности всего регионального АПК.

Проведенные расчеты на примере модельного объекта с молочно-мясной специализацией свидетельствуют о том, что при сложившемся поголовье скота и трендовом росте продуктивности можно существенно увеличить производительность труда и уровень производства животноводческой продукции в натуральном и стоимостном выражении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дурст, Л. Кормление основных видов сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман ; пер. с нем. А. А. Чигрин, А. Дягилев. – Винница : НОВА КНИГА, 2003. – 384 с.
2. Ленков, И. И. Моделирование и прогнозирование экономики агропромышленного комплекса / И. И. Ленков. – Минск : БГАТУ, 2011. – 228 с.
3. Лукьянов, П. Б. Информационные технологии экономической оптимизации оперативных управленческих решений в животноводстве (методическое, математическое и программное обеспечение) : монография / П. Б. Лукьянов. – М. : Палеотип, 2010. – 162 с.

REFERENCES

1. Durst, L. Kormlienije osnovnykh vidov siel'skokhoziajstviennykh zhivotnykh / L. Durst, M. Vittman ; pier. s niem. A. A Chigrin, A. Diagiliev. – Vinnica : NOVA KNYHA, 2003. – 384 s.
2. Lien'kov, I. I. Modelirovanije i prognozirovanije ekonomiki agropromyshliennogo kompleksa / I. I. Lien'kov. – Minsk : BGATU, 2011. – 228 s.
3. Lukjanov, P. B. Informacionnyje tiekhnologii ekonomichieskoj optimizacii opierativnykh upravlienchieskikh rieshenij v zhivotnovodstvie (mietodichieskoje, matiematichieskoje i programmnoe obiespiechienije) : monografija / P. B. Lukjanov. – M. : Palieotip, 2010. – 162 s.

Рукапіс надруковано у редакцію 23.09.2021