УДК 338.984

Трофимов Александр Александрович

**кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры информатики и математического обеспечения
Петрозаводского государственного университета**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЬНЫХ ГОДОВЫХ НОРМ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА КРС С УЧЕТОМ ЕГО ВНУТРИГОДОВОГО ОБОРОТА В СТАДЕ

Аннотация:
В работе разрабатывается алгоритм вычисления усредненных внутригодовых детальных норм кормления племенного молодняка КРС с учетом его движения из группы в группу на годовом интервале (из агрегированных данных отчета). Детальные нормы необходимы для вычисления себестоимости содержания молодняка при определении оптимальной структуры и оборота стада в процессе моделирования оптимального плана производства агрохозяйства. В теории и на практике в хозяйствах эти нормы не разрабатываются.

Ключевые слова:
планирование, моделирование, оптимизация, агрохозяйство, нормы содержания животных, план производства.

Trofimov Alexander Aleksandrovich

**PhD in Economics,
Assistant Professor, Computer Science and Mathematical Support Department,
Petrozavodsk State University**

MODELING OF DETAILED ANNUAL NORMS FOR YOUNG LIVESTOCK'S FEEDING TAKING INTO ACCOUNT THE INTRA ANNUAL HERD TURNOVER

Summary:
The research develops an algorithm of calculation of average intra annual detailed norms for feeding of pedigree young livestock taking into account its movement from one group to another on an annual interval according to the aggregated reporting. The detailed norms are necessary for calculation of cost value of young livestock when determining the optimum structure and the herd turnover in the course of modeling of the optimum production plan in an agricultural economy. These norms aren't developed in the theory and practice of agricultural enterprises.

Keywords:
planning, modeling, optimization, agricultural enterprise, norms of livestock management, production plan.

Применение экономико-математических методов и моделирования для планирования производства на сельскохозяйственных предприятиях требует адекватных поголовных норм расхода ресурсов на выращивание КРС на годовом интервале. К сожалению, предприятия зачастую располагают только агрегированными данными о потребленных за год кормах. Поэтому имеющееся большое количество разнообразных оптимизационных моделей планирования сельскохозяйственного производства, ориентированных на использование нормативного метода, используется эпизодически.

В работе «Моделирование оборота стада крупного рогатого скота и оптимальное планирование производства в агрохозяйстве» [1] нами предлагается один из вариантов модели оптимального планирования производства для предприятия, занимающегося молочным животноводством, кормопроизводством и товарным растениеводством в их взаимосвязи. В ней максимизируется прибыль хозяйства на трехлетнем горизонте планирования.

Алгоритм получения детальных норм использования трудовых и денежных ресурсов на один га земли из агрегированных данных годового бухгалтерского отчета для этой модели приведен в работе «Алгоритм моделирования норм использования ресурсов для оптимального планирования производства в агрохозяйстве» [2]. Один из вариантов алгоритма моделирования детальных внутригодовых норм кормления и трудоемкости содержания различных групп КРС на годовом интервале приведен в работе «Алгоритм моделирования норм содержания животных из агрегированных данных годового отчета агрохозяйства» [3]. Под внутригодовыми нормами понимаются затраты кормов на выращивание молодняка либо за весь год, либо до перехода племенного молодняка в первотелку-корову в зависимости от группы нахождения в начале года.

Недостатком последней работы является то, что нормы содержания молодняка в ней моделируются без учета внутригодовых переходов молодняка из одних групп – в другие. Нормы кормления в ней отнесены на одну голову той группы, в которой животные находились в начале года.

Целью данной работы является устранение указанного недостатка и уточнение алгоритма, а также оценка влияния норм содержания молодняка, рассчитанных рассматриваемыми двумя способами на прибыль хозяйства.

Для оценки затрат на выращивание племенного молодняка необходимо рассмотреть процесс его роста от новорожденного теленка до коровы. Для этого разработаем усредненные абстрактные

схемы роста животных за год для групп молодняка, в которых они находились в начале планируемого года. Ввод первотелок в стадо коров предполагается одновременно с выбраковкой старых коров. Поэтому содержание новых коров в год ввода предполагается по нормам старых и за счет старых при отсутствии роста стада, иначе затраты вычисляются по среднегодовому поголовью.

Предполагается, что стадо содержит следующие группы животных: коровы, нетели, телки второго года (Т2Г), племенные телята прошлого года рождения (ПТПГ), телята (Т) текущего (планируемого) года рождения. Оборот стада на всем горизонте планирования моделируется исходя из биологических циклов воспроизводства животных.

Исходными данными для моделирования оборота стада являются поголовья коров, нетелей, телок второго года и племенных телят прошлого года в начале горизонта планирования. Для телят текущего года рождения моделируется поголовье по направлениям их будущего использования. Рассматриваются следующие направления: племенные телята текущего года рождения (ПТТГ); бычки для откорма и забоя в текущем году (БТГ); бычки текущего года рождения, переходящие для откорма на следующий год (БПГ), послемолочные телята на продажу (ПМТП); молочные телята на продажу (МТП); молочные телята на забой (МТЗ), если откорм убыточен.

Моделирование детальных норм кормления телят текущего года по всем направлениям использования выполняется по общей схеме и представляется в таблицах работы [4], поэтому ниже рассмотрим только изменения в моделировании норм кормления племенного молодняка.

В процессе роста молодняка от состояния теленка до состояния первотелки теленок текущего года рождения проходит через стадии-группы: племенной теленок текущего года рождения, племенной теленок прошлого года рождения, телка второго года, нетель, первотелка-корова.

Предполагается равномерная рождаемость телят внутри года. Неравномерный случай нами рассматривается в работе «Алгоритм определения коэффициентов для решения задачи оптимального планирования оборота особей» [5], где модель значительно усложняется.

В случае равномерного распределения некоторые телята рождаются в начале года, другие в конце. Можно сделать допущение, что средний возраст телят текущего года рождения по окончании года составляет полгода. Следовательно, в среднем племенных телят текущего года рождения нужно кормить и обслуживать полгода. В среднем племенной теленок текущего года рождения еще полгода растет до состояния телки второго года в состоянии племенного теленка прошлого года.

В состоянии телки второго года животное находится от четырех до шести месяцев и больше в зависимости от хозяйства. В рассматриваемом хозяйстве этот период составляет примерно четыре месяца от двенадцати до шестнадцати. В состоянии нетели животное пребывает девять месяцев. Схематически процесс роста племенного теленка текущего года рождения и переходов из группы в группу до состояния коровы изображен на рисунке 1.

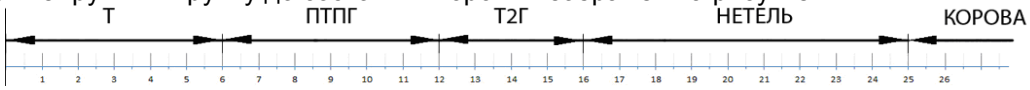

Рисунок 1 – Процесс роста племенного теленка текущего года рождения

Движение племенного теленка прошлого года изображено на рисунке 2.

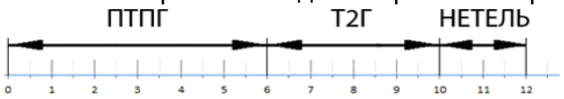

Рисунок 2 – Развитие племенного теленка прошлого года рождения

При равномерной рождаемости можно предположить, что в нашем случае средний возраст телки второго года в начале планового года составляет примерно четырнадцать месяцев. Схема дальнейшего внутригодового роста изображена на рисунке 3.

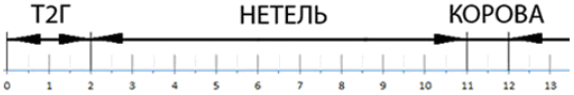

Рисунок 3 – Движение телки второго года в течение года

Будем считать, что нетель в начале планового периода находится в состоянии середины стельности или в возрасте 20,5 мес. Поэтому длительность ее кормления и содержания до перехода в первотелки составляет 4,5 мес. Схему развития нетели на годовом интервале можно представить рисунком 4.

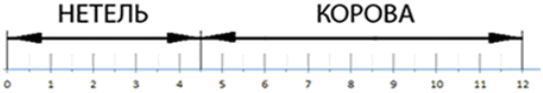

Рисунок 4 – Движение нетели в течение года

Рассчитаем годовые нормы кормления молодняка исходя из схем пребывания молодняка в группах, приведенных выше и экспертных оценок зоотехника о соотношениях дневных норм кормления животных разных групп. Возьмем за единицу суточную норму кормления нетели. Экспертная оценка средних дневных норм кормления молодняка в кормовых единицах (к. е.) сделанная зоотехником приведена во второй колонке таблицы 1.

Таблица 1 – Суточные нормы потребления кормов молодняком

Животное	В кормовых единицах	Относительная дневная норма
Нетели	7,50	1,00
Телки второго года	5,80	0,77
ПТПГ	3,70	0,49
ПТТГ	3,75	0,50

Вычислим внутригодовые коэффициенты потребности в кормах групп молодняка как сумму произведений времени пребывания в группах в течение года на соотношение дневных норм кормления групп. Исходные данные представлены в таблице 2. В последнем столбце для сравнения приведены эти же коэффициенты, ранее вычисленные в работе [6].

Таблица 2 – Внутригодовые коэффициенты потребности молодняка в кормах

Состояние в начале года	Время пребывания в стадии, в долях года				Коэфф. потребности в кормах	Коэфф. потребности в кормах
	Теленок	ПТПГ	Т2Г	Нетель		
ПТТГ	0,5	-			0,250	0,250
ПТПГ	-	0,500	0,333	0,167	0,668	0,490
Т2Г	-	-	0,167	0,750	0,879	0,706
Нетель	-	-	-	0,375	0,375	0.375
Относительная дневная норма	0,5	0,490	0,770	1	-	-

Как следует из таблицы 2, удельный расход кормов существенно повысился у племенных телят прошлого года и у телок второго года.

Дальнейший процесс вычисления детальных норм кормления молодняка совпадает с алгоритмом, приведенным в работе [7]. Для целостности изложения приведем алгоритм полностью, но без параллельных табличных иллюстраций. В обоих алгоритмах нормы обеспечивают в отчетном году ровно отчетное количество потребленных кормов.

Формула (1) в работе [8], определяющая внутригодовой усредненный коэффициент потребности в кормах одной условной головы молодняка имеет вид: $v_f = t_f * n_f$. Здесь $f = 2,...10$ – группы молодняка в начале года, а t_f – длительность в долях года пребывания молодняка f-й группы в стаде за год, n_f – относительная дневная норма кормления молодняка f-й группы. f = 1 – относится к коровам.

В данной работе последняя формула, в соответствии с таблицей 2, принимает вид:

$$v_f = \sum_{i=1}^{fI} t_{fi} * n_{fi},$$

где t_{fi} – длительность пребывания молодняка в i-й группе, а n_{fi} – относительная дневная норма кормления молодняка i-й группы, если в начале года он находился в f-й группе. fI – количество групп, в которых успевает побывать за год молодняк, находившийся в начале года в f-й группе. Так племенные телята прошлого года в течение года пребывают в трех группах: ПТПГ, Т2Г и частично нетель, а телки второго года в своей группе и в нетелях.

Исходные данные об объеме потребленных молодняком за год кормов и их стоимости берутся из годового бухгалтерского отчета.

Пусть J_f – количество голов в группе животных f в начале отчетного года, $f = 2,...10$. Тогда условное количество поголовье-лет кормления молодняка группы f равно: $U_f = J_f * v_f$, $f = 2,...10$.

Расчеты по последней формуле представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Вычисление условного количества поголовье-лет кормления

Группы животных	Поголовье планового года	Коэффициенты потребности в кормах	Количество условных поголовье-лет кормления за год
ПТТГ	163	0,250	44,500
ПТПГ	192	0,668	128,256
Телки второго года	102	0,879	89,658
Нетели	98	0,375	36,750

Положим $l \in L$ – множество видов кормов, потребляемых молодняком, K_l – количество корма l -го вида потребленное стадом молодняка за год. Норму кормления условной головы молодняка находим по формуле: $N_l = K_l / U$, $\forall\, l \in L$, где $U = \sum_{f=2}^{10} U_f$. Детальную норму кормления одной головы молодняка – FN_{lf} вычислим как норму на условную голову молодняка, умноженную на усредненный коэффициент потребности в кормах на одну условную голову в группе, то есть $FN_{lf} = N_l * v_f$, $f = 2,...10$, $\forall l \in L$.

По алгоритму, приведенному в работе [9] в данном случае получены детальные нормы кормления на год в тоннах, показанные в таблице 4.

Таблица 4 – Усредненные детальные внутригодовые нормы кормления

Корм	Нетели	Т2Г	ПТПГ	БПГ	ПТТГ	БТГ	ПМТП	МТП	МТЗ
Комбикорм	0,506	0,953	0,662	0,338	0,338	0,506	0,135	0,017	0,010
Кормовая добавка	0,008	0,015	0,010	0,005	0,005	0,008	0,002	0,000	0,000
Сено	0,388	0,730	0,507	0,259	0,259	0,388	0,103	0,013	0,008
Силос	2,726	5,130	3,561	1,817	1,817	2,726	0,727	0,091	0,055
Соль	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000
Сыворотка	1,228	2,311	1,604	0,818	0,818	1,228	0,327	0,041	0,025
Мел	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000
Меласса	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Зеленая масса	0,277	0,522	0,362	0,185	0,185	0,277	0,074	0,009	0,006
Кукуруза	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

В таблице 5 приведены детальные нормы, полученные по алгоритму, рассматриваемому в данной работе.

Таблица 5 – Усредненные детальные внутригодовые нормы кормления

Корм	Нетели	Т2Г	ПТПГ	БПГ	ПТТГ	БТГ	ПМТП	МТП	МТЗ
Комбикорм	0,418	0,980	0,762	0,279	0,279	0,418	0,111	0,014	0,008
Кормовая добавка	0,006	0,015	0,012	0,004	0,004	0,006	0,002	0,000	0,000
Сено	0,320	0,751	0,584	0,213	0,213	0,320	0,085	0,011	0,006
Силос	2,250	5,274	4,104	1,500	1,500	2,250	0,600	0,075	0,045
Соль	0,002	0,004	0,003	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000
Сыворотка	1,013	2,375	1,848	0,676	0,676	1,013	0,270	0,034	0,020
Мел	0,002	0,004	0,003	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000
Меласса	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Зеленая масса	0,229	0,536	0,417	0,153	0,153	0,229	0,061	0,008	0,005
Кукуруза	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000

Сравнение показывает, что расход кормов сократился у всех групп животных, кроме племенных телят прошлого года и телок второго года, которые теперь половину года и больше кормятся по более высоким нормам соответственно телки второго года и нетели.

По модели [10] выполнены оптимизационные расчеты на три года горизонта планирования (2012–2014 гг.) с использованием старых и новых норм кормления молодняка. Поскольку в первый год просчитывается отчет хозяйства практически без оптимизации с фиксацией основных показателей на отчетных данных для оценки адекватности модели, а количество съеденных животными кормов в обоих расчетах совпадало, то на прибыль первого года результаты не повлияли. В обоих оптимальных планах структура оптимального стада в два последних года совпадает и существенно отличается от структуры отчетного года. Фрагмент оптимального плана для старых норм приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Фрагмент оптимального плана в MS Excel для старых норм

Целевая функция			**Растение-водство**	**Животно-водство**	**Штрафы**
7527190		Доход	19766701	190084894	0
		Расход	19242549	183081856	Контрольная сумма
		Прибыль	524152	7003038	7527189,78
Коэффициент	Переменная	Нижняя граница	Оптимальное знач.	Верхняя граница	Комментарий
19302,82	J011	400,00	400,00	400,00	Коровы на начало 1-го года
38605,63	J012	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 2-го года
38605,63	J013	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 3-го года
19302,82	J014	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 4-го года
-33207,42	J021	98,00	98,00	98,00	Нетели на начало 1-го года

Тот же фрагмент для новых норм кормления приведен в таблице 7.

Стоимости годового содержания молодняка в модельных расчетах для старых и новых норм за год, вычисленные по методике, описанной в работе [11], изменились для племенных телят прошлого года с 54,4 тыс. руб. до 56,2 тыс. руб., а для телок второго года с 69,6 тыс. руб. до 70,1 тыс. руб. за голову. Итоговая прибыль агрохозяйства для нового алгоритма увеличилась с 7527,2 тыс. руб. до 7703,1 тыс. руб., или на 2,3 %. Некоторое увеличение прибыли связано с тем, что удельный вес племенных телят прошлого года и телок второго года в оптимальном плане сократился.

Таблица 7 – Фрагмент оптимального плана в MS Excel для новых норм

Целевая функция			**Растение-водство**	**Животно-водство**	**Штрафы**
7 703 081		Доход	19791169	190084894	0
		Расход	19242549	182930432	
		Прибыль	548620	7154462	7703081,38
Коэффициент	Переменная	Нижняя граница	Оптимальное значение	Верхняя граница	Комментарий
19301,12	J011	400,00	400,00	400,00	Коровы на начало 1-го года
38602,25	J012	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 2-го года
38602,25	J013	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 3-го года
19301,12	J014	400,00	400,00	500,00	Коровы на начало 4-го года
-31660,63	J021	98,00	98,00	98,00	Нетели на начало 1-го года

Таким образом, уточнение алгоритма расчета детальных норм кормления молодняка несущественно повлияло на прибыль хозяйства и не изменило оптимальную структуру стада. Но прибыль каждого из двух последних лет горизонта планирования возросла примерно на 88 тыс. р. в год. В случае отсутствия детальных годовых норм кормления молодняка, для объемных оптимизационных расчетов они могут быть смоделированы из агрегированных данных бухгалтерского отчета, который разрабатывается всеми хозяйствами.

Ссылки:

1. Трофимов А.А., Чугин И.В. Моделирование оборота стада крупного рогатого скота и оптимальное планирование производства в агрохозяйстве // Моделирование инновационных процессов и экономической динамики : сб. науч. тр. М., 2006. С. 212–225.
2. Трофимов А.А., Пойкалайнен В.В., Пранкатьева Т.И. Алгоритм моделирования норм использования ресурсов для оптимального планирования производства в агрохозяйстве // Системы и модели в информационном мире : материалы междунар. науч. конф. Ч. 2. Таганрог, 2009. С. 61–67.

3. Заболотских Е.В., Трофимов А.А., Суетина Н.В. Алгоритм моделирования норм содержания животных из агрегированных данных годового отчета агрохозяйства // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. Сер. Экономика. 2013. № 32. С. 189–196.
4. Там же.
5. Пойкалайнен В.В., Трофимов А.А. Алгоритм определения коэффициентов для решения задачи оптимального планирования оборота особей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. № 1 (72). С. 159–163.
6. Заболотских Е.В., Трофимов А.А., Суетина Н.В. Указ. соч.
7. Там же.
8. Там же.
9. Там же.
10. Трофимов А.А., Чугин И.В. Указ. соч.
11. Трофимов А.А. Влияние себестоимости молодняка КРС на показатели оптимального плана производства агрохозяйства // Теория и практика общественного развития : науч. журн. 2014. № 5. С. 202–206.

References:

1. Trofimov, AA & Chugin, IV 2006, ‘Modeling turnover herds of cattle and optimal production planning of farms’, *Simulation of innovation processes and economic dynamics*: sat scientific. tr., Moscow, pp. 212-225.
2. Trofimov, AA, Poykalaynen, VV & Prankateva, TI 2009, ‘Simulation algorithm standards for optimal use of resources in production planning of farms’, *Systems and models in the virtual world*: materials Intern. scientific. conf., part 2, Taganrog, p. 61-67.
3. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
4. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
5. Poykalaynen, VV & Trofimov, AA 2009, ‘Algorithm for determining the coefficients for the problem of optimal planning turnover individuals’, *Scientific and technical statements STU. Computer. Telecommunications. Management*, № 1 (72), pp. 159-163.
6. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
7. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
8. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
9. Zabolotskikh, EV, Trofimov, AA & Suetina, NV 2013, ‘Simulation algorithm norms Pet of the aggregated data of the annual report agroeconomy’, *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. *Ser. Economy*, no. 32, pp. 189-196.
10. Trofimov, AA & Chugin, IV 2006, ‘Modeling turnover herds of cattle and optimal production planning of farms’, *Simulation of innovation processes and economic dynamics*: sat scientific. tr., Moscow, pp. 212-225.
11. Trofimov, AA 2014, ‘Cost impact on the performance of young cattle optimal production plan agroeconomy’, *Theory and Practice of Social Development: scientific journal*., no. 5, pp. 202-206.