

Петрозаводский государственный университет

Кафедра информатики

Моделирование и анализ производства в агрохозяйстве

А. А. Трофимов

Реализация модели в MS Excel содержит 14 листов, в которых содержатся база данных, математическая модель, листы и модели для генерации норм использования ресурсов, листы для анализа плана в различных разрезах. Реализация математической модели линейного программирования в MS Excel содержит 555 строк, 137 переменных, 130 ограничений.

Петрозаводск

15.04.2015

- 1. Рассматривается агрохозяйство, которое занимается кормопроизводством, растениеводством, молочно-мясным и племенным животноводством, переработкой мяса.**
- 2. Задача решается в детерминированной постановке.**
- 3. Горизонт планирования составляет три года.**
- 4. Нормы использования денежных, ручных и механизированных трудовых ресурсов на возделывание культур в расчете на один гектар моделируются в линейной оптимизационной модели из агрегированных отчетных данных. При моделировании основным условием является совпадение денежных затрат на один гектар земли в отчете и в оптимизационных расчетах.**
- 5. Нормы кормления и трудоемкости содержания животных в расчете на одно животное или условное усредненное животное за год также моделируются из агрегированных отчетных данных агрохозяйства за год. Основное условие - потребность стада в кормах для отчетного года, рассчитанная по нормам совпадает с агрегированной отчетной потребностью.**

Введенные допущения

- 1. Равномерная по месяцам года рождаемость телят.**
- 2. Телки второго года покрываются в возрасте 16 месяцев.**
- 3. Для моделирования оборота стада в соответствии с биологическим циклом воспроизводства каждую группу представляет некое абстрактное усредненное животное.**

В данной реализации расчеты построены таким образом, что в первом году горизонта планирования моделируется работа агрохозяйства в отчетном году. Второй год - это искомый план работы, рекомендуемый оптимизатором агрохозяйству. План третьего года, показывает к каким результатам подойдет хозяйство, если будет придерживаться оптимального плана, найденного на второй горизонта планирования.

В расчете учтена дотация на животноводство в сумме 12476 тыс. рублей. Дотация распределяется на увеличение стада коров 1419 тыс. рублей и оставшаяся сумма на молоко.

Схематически процесс роста усредненного племенного теленка текущего года рождения и переходов из группы в группу до состояния коровы изображен на рисунке 1. Предполагается, что в год рождения теленок в среднем вырастает до полуугодового возраста.. Затем он на шесть месяцев переходит в племенного теленка прошлого года (ПТПГ). Следующие четыре месяца животное находится в состоянии телки второго года (Т2Г), потом девять месяцев находится в состоянии нетели, которая после отела становится коровой.

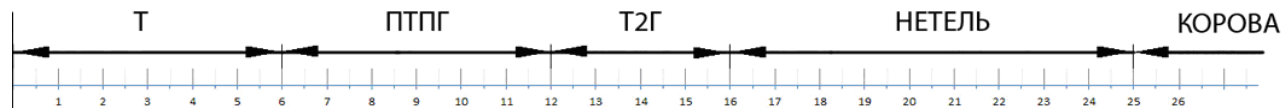


Рисунок 1 - Процесс роста племенного теленка текущего года рождения

Цель решения задачи

Автоматизировать и оптимизировать планирование и анализ производства в агрохозяйстве.

В пределах рыночного спроса требуется найти такой вариант плана производства на каждый год трехлетнего горизонта, чтобы хозяйство получило на этом интервале функционирования максимальную прибыль. При этом, оборот стада на всем горизонте планирования необходимо моделировать исходя из средних биологических циклов воспроизводства животных.

Исходные данные, по которым выполнены оптимизационные расчеты, для рассматриваемого хозяйства приведены ниже в таблицах 1 - 7.

Таблица 1. Справочник земельных участков

<u>Справочник земельных участков</u>			
№	Наименование местности	Класс	Площадь
1	Пахотная 1 класса	1	1045,0
2	Сенокосы	2	51,0
3	Пастбища	3	0,0

Таблица 2. Справочник кормов и сельскохозяйственных культур

№	Наименование культуры	Класс земли	Урожайность т/га	Трудоем. руч. в н-ч	Трудоем мех. в н-ч	Стоим. тонны в руб
10	Однолетние травы	1	11,43	9,30	7,43	1476,93
10	Травы сенокосов	1	7,57	8,81	2,63	1249,59
10	Трава пастбищ					
12	Многолетние травы	1	6,90	3,05	6,11	1249,59
14	Силосные культуры		7,93	28,48	4,85	1680,70
20	Сено многолетних трав	1	1,24	1,93	0,92	2200,00

20	Сено луговое					
30	Силос	1	7,00	0,28	12,00	2238,00
40	Сенаж	1	3,50	1,60	5,83	2300,00
50	Картофель	1	9,60	171,36	95,31	6385,40
170	Овощи	1				
180	Овощи закрытого гр.	1				
130	Зерно	1				
60	Корнеплоды	1				
260	Прочие	1				
190	капуста	1				
200	морковь	1				
210	свекла	1				
220	ячмень	1	0	0	0	0

Красным цветом показаны детальные нормы, полученные моделированием из отчетных данных хозяйства.

Таблица 3. Справочник сельскохозяйственных животных							
№	Наименование	Кол	Вес	Тр. руч.	Тр. мех.	К. рож.	К. выб.
1	коровы	320	490,00	108,30	14,15	0,80	0,22
2	нетели	42	490,00	26,59	3,48	1,00	0,00
3	телки 2 года	95	346,10	62,31	8,14	0,00	0,00
4	Бычки прошл. года на откорме	27	330,00	17,73	2,32	0,00	0,00
5	продажа новорожд.	50	50,00	2,49	0,33	0,00	0,00
6	продажа послемолочных	15	100,00	7,50	0,98	0,00	0,00
7	забой новорожд	0	40,00	0,75	0,10	0,00	0,00
8	откорм бычков тек года	0	300,00	41,52	5,43	0,00	0,00
9	Плем.Тел.Пр.года	140	380,00	47,40	6,19	0,00	0,00
10	Плем. Тел. Тек.года	0	153,00	25,01	3,27	0,00	0,00
11	Куплено нетелей	0				0,00	0,00

Голубым цветом отображены данные используемые при моделировании движения стада (оборота стада).

Таблица 4. Внутригодовые усредненные нормы кормления животных по группам

	№ корма	коровы	нетели	Телки 2 года	бычки прошл. года	Продажа новорож.	продажа послемол.	Забой новор	Откорм тел тек года	Пл. тел. тек года	Плем.тел. прошл.год а
Однолетние травы	10	1,307	0,193	0,453	0,129	0,013	0,039	0,004	0,214	0,129	0,345
Травы сенокосов	12										
Трава пастбищ	14										
Многолетние травы	16	1,000	0,178	0,416	0,118	0,012	0,036	0,004	0,196	0,118	0,316
Сено многолетних	20	1,300	0,505	1,184	0,337	0,034	0,101	0,010	0,559	0,337	0,901
Сено луговое	20										
Силос коров	30	7,967									
Сенаж	40		0,362	0,849	0,242	0,024	0,072	0,007	0,401	0,242	0,646
Картофель	50	0,215									
патока	70	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
комбик молодняка	80		0,336	0,787	0,224	0,022	0,067	0,007	0,372	0,224	0,599
молоко	90					0,074	0,224	0,022	0,746	0,746	0,000
комбикорм	100	2,458									
жмых	110	0,015									
Жом	120	0,429									
мел	140	0,002	0,002	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,004
соль	150	0,005	0,002	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,004
Овощи	170										
морковь	200										
свекла	210										
ячмень	220										
ЗЦМ	240										
кормовая добавка коров	250										
силос молодняка	260		1,279	2,997	0,853	0,085	0,256	0,026	1,416	0,853	2,280
Себестоимость кормов на одну голову		61378	9064	21236	6043	2409	7281	718	28240	24252	16156

Таблица 5-14. Время внутри годового содержания животных и их относительная потребность в кормах с учетом движения в стаде

Состояние в начале года	Время пребывания в стадии, в долях года									Коэффициент относительной потребности в кормах
	Нетели	Телки второго года	Племенные телята прошлого года	Бычки прошлого года на откорме	Племенные телята текущего года	Бычки текущего года на откорме	Послемолочные телята на продажу	Молочные телята на продажу	Молочные телята на забой	
Нетели	0,375									0,3750
Телки второго года	0,75	0,167								0,8786
Племенные телята прошлого года	0,167	0,333	0,5							0,6684
Бычки прошлого года на откорме			0	0,5						0,2500
Племенные телята текущего года					0,5					0,2500
Бычки текущего года на откорме						0,83				0,4150
Послемолочные телята на продажу							0,25			0,0750
Молочные телята на продажу								0,083		0,0249
Молочные телята на забой									0,025	0,0075
Относительная дневная норма	1	0,77	0,49	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	

В расчете учтены средние отчетные цены кормов в рублях за тонну, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5. Среднегодовая стоимость кормов

№ Корма	Стоимость	Название	№ Корма	Стоимость	Название	№ Корма	Стоимость	Название
10	1 476,93	Однолетние травы м	80	11099,00	комбикорм молодняка	200		морковь
11		Травы сенокосов	90	24410,00	молоко	210		свекла
12		Трава пастбищ	100	13104,00	комбикорм	220		ячмень
13	1 249,59	Многолетние травы коров	110	10000,00	жмых	230		Куруруза
14	1680,70	Силосные культуры	120	8 740,00	Жом	240		ЗЦМ
20	2 200,00	Сено многол	130	0,00	Зерно	250		кормовая добавка коров
20	0,00	Сено луговое	140	4 755,97	мел	260	2238,00	силос молодняка
30	2238,00	Силос коров	150	4 700,01	соль			
40	2300,00	Сенаж	160	0,00	Кормовая добавка телят			
50	6385,40	Картофель	170	0,00	Овощи			
60	0,00	Корнеплоды	180	0,00	Овощи закры			
70	0,00	патока	190		Капуста			
80	11099,00	комбикорм молодняка	200		морковь			
90	24410,00	молоко	210		свекла			

Таблица 6. Экономические показатели, коэффициенты и константы

Таблица 6. Коэффициенты и константы	
Доля телят, оставляемых для племенных целей	0,46
Коэффициент выхода мяса из живого веса	0,46
Доля собственной переработки мяса	1
Прибыль на килограмм переработанного мяса	0
Средняя удойность коров	5652
Средняя цена молока за кг с дотацией	24,41
Цена реализации скота в живом весе за кг	68,75
Стоимость нормо-часа ручных работ в растениеводстве	300,22
Стоимость нормо-часа механизиров. работ в растениеводстве	1298,83
Стоимость нормо-часа ручных работ в животноводстве	258,83
Стоимость нормо-часа механизированных. работ в животн.	2123,28
Доля тёлочек прошлого года, годных в нетели к началу следующего года	0,73
Доля тёлочек 2 года, годных в коровы к концу планового года	0,93
Доля бычков текущего года, годных для забоя в этом же году	0,083
Дотация за голову коровы на увеличение стада	47300
<u>Ограничения по ресурсам</u>	
<u>Ограничения по трудовым ресурсам в растениеводстве</u>	
в нормо-часах	
трудовые ресурсы растениеводства ручные	8300
трудовые ресурсы растениеводства механизированные	8700
трудовые ресурсы животноводства ручные	55750
трудовые ресурсы животноводства механизированные	7500
<u>Штрафы за несбалансированность ресурсов с потребностями</u>	
штрафы за деф. руч. трудовых ресурсов в растениеводстве	150
штрафы за деф. механизир. трудовых ресурсов растениевод.	800
штрафы за дефицит трудовых ресурсов животноводства	150
штрафы за дефицит трудовых ресурсов живот-ва механизир.	2400
<u>Штрафы за несбалансированность ресурсов земли с потребностями в них</u>	
штрафы за деф. пахотной земли 1-го класса	30000
штрафы за деф. пахотной земли 2-го класса	12000
штрафы за деф. пахотной земли 3-го класса	8000
штрафы за деф. луговой земли	12000
штрафы за деф. астбищ	8000

Таблица 7. Ограничения на переменные (в тоннах, поголовье, га) на горизонт планирования

Обозн. перем-й	Наименование переменной	Нижняя Граница1	Верхняя Граница1	Нижняя Граница2	Верхняя Граница2	Нижняя Граница3	Верхняя Граница3
o010	Запас травы	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
o020	Запас сена	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
o030	Запас силоса	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
o040	Запас сеножа	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
o012	Трава многолетних	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
p050	Картофель	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p060	Овощи	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p070	Овощи закр.гр	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
j01	Количество коров	320,00	500,00	320,00	500,00	320,00	500,00
j02	Количество нетелей	42,00	42,00	0,00	900,00	0,00	900,00
j03	Телки второго года	95,00	95,00	0,00	900,00	0,00	900,00
j04	Бычки прошл года на откорме	27,00	27,00	0,00	800,00	0,00	800,00
j05	Прод. новорожд.	0,00	200,00	0,00	300,00	0,00	300,00
j06	Продажа послемолочных	0,00	130,00	0,00	150,00	0,00	150,00
j07	Забой новорожд	0,00	1000,00	0,00	1000,00	0,00	1000,00
pj01+j08	Забой10мес.	0,00	500,00	0,00	750,00	0,00	750,00
p080	Зерно			0		0	
o090	Запас корнеплодов	0		0		0	
p100	Прочие	0		0		0	
j09	Племенные телята прошлого года	140	140	0	1000	0	1000

Таблица 8. Фрагмент реализации математической модели в MS Excel в первом варианте планов

Целевая функция:			Растениеводство	Животноводство	Штрафы
-3 193 252,93		Доход	31989795,83	169701468,91	0
		Расход	35741741,34	169089390,52	
		Прибыль	-3751945,51	612078,40	-3139867,11
			320,00		
коэффициент	Переменная	нижняя граница	оптимальное значение	верхняя граница	комментарий
12960,32	J011	320,00	333,91	343,00	Коровы на начало 1 года
25920,64	J012	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 2-го года
25920,64	J013	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 3-го года
12960,32	J014	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 4-го года
-23325,55	J021	42,00	42,00	42,00	Нетели на начало 1 года
-23325,55	J022	0,00	58,99	900,00	Нетели на начало 2-го года
-23325,55	J023	0,00	57,64	900,00	Конец 2-го - начало 3-го Нетели
0,00	J024	0,00	60,59	900,00	Нетели конец 3-го года
0,00	Z1	0	100,40	500	Нетелей введем в стадо 1 г
0,00	Z2	0	77,00	500	Нетелей введем в стадо 2 г
0,00	Z3	0	77,00	500	Нетелей введем в стадо 3 г
88200,00	JP21	0	29,95	500	Продажа нетелей 1 год
88200,00	JP22	0	0,00	500	Продажа нетелей 2 год
88200,00	JP23	0	0,00	500	Продажа нетелей 3 год
-54649,58	J031	95,00	95,00	95,00	Телки 2 года на начало 1 года
-54649,58	J032	0,00	19,36	900,00	Телки 2 года на начало 2-го года
-54649,58	J033	0,00	20,82	900,00	Телки 2 года на начало 3-го года

Таблица 9. Экономические показатели отчета и планов

Наименование показателя	2013	2014	2015
Товарная продукция растений и переходящий запас кормов	4 194 105	3 000 855	3 025 391
Передано животноводству на текущий год	6 228 093	7 774 869	7 766 483
Доход растениеводства	10 422 198	10 775 724	10 791 874
Затраты растениеводства	12 905 523	11 416 884	11 419 334
Прибыль/убытки растен.	-2 483 325	-641 160	-627 460
Полные затраты живот-ва	60 134 969	54 357 138	54 597 284
Доход животноводства	61 639 839	53 998 345	54 063 285
Прибыль/убытки животн.	1 504 870	-358 793	-533 998
Итого доход	72 062 037	64 774 069	64 855 159
Итого затраты	73 040 492	65 774 022	66 016 618
Итого прибыль	-978 455	-999 953	-1 161 459

Убыток хозяйства, приведенный в отчете хозяйства и не зависящий от работы растениеводства и животноводства в отчетном году, как показано в таблице 10 составляет 6587 тыс. рублей. Вместе с убытком кормопроизводства и животноводства убыток хозяйства составляет $6587+978=7565$ тыс. рублей, который согласуется с отчетным убытком хозяйства, указанным в размере **7658** тыс. рублей.

Таблица 10. Убытки и доходы, не зависящие от производства

	Убытки	Доходы
Прочие расходы всего	-9365	
В том числе, не связанные с производст-м	-3870	
В том числе проценты за кредиты	-5495	
Убытки свиноводства	-2359	
Убытки столовой и гостиницы	-435	
Прочие доходы		923
Дотация на кредиты, корма, кормопроизводство и прочие не учтенные в модели		4649
Убытки всего	-12159	
Доходы всего		5572
Независимый от производства убыток	-6587	

Таблица 11. Оптимальный оборот стада на трехлетнем горизонте планирования в первом варианте планов

	Первый год-2013				Второй год-2014				Третий год-2015			
	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние
Поголовье в начале г.	320	42	95	140	350	52	19	77	350	56	21	81
Выбраковано за год	70				77				77			
Ост.на конец года	250				273				273			
Введено первотелок	100				77				77			
Поголовье в конце г.	350				350	7			350	1		
Переведено из телок		88				18				19	1	
Перевед. из прошл.												
Наличие в году		130	95			77	0			77	1	
Перевод в коровы		100				77				77		
Продано нетелей		30				0				0		
Осталось нетелей		0				0				0		
Бычки на откорме				27				0				0
Продажа ПТПГ				68				0				0
На племя ПТПГ				72				77				81
Перевод в ПТПГ				77				81				81
от коров за год	267				280				280			
Рожд. от нетел. за год		100				77				77		
Новорожденн. телят	368				357				357			
Продажа новорожд.	50				193				193			
Прод. послемолочн.	15				0				0			
Забой новорожден.	133				0				0			
Забой тел. тек.года	0				0				0			
Годны в ПТПГ	169				169				164			
Оставлено ПТПГ	77				81				81			
Продано ПТПГ	92				83				83			
Забой ПТПГ	0				0				0			
На откорм в след.г.	0				0				0			
Распределено телят	368				357				357			

Таблица 12. Раскладка затрат на содержание усредненных животных и их себестоимости в различных стадиях

Внутригодовые затраты на содержание усредненного животного								
	Животное	Зарплата	Корма	Прямые затраты	Накладные расходы	Управленческие	ИТОГО	Продолжительность периода кормл. в мес.
1	корова	24348,98	61377,50	85726,48	26384,96	7344,49	119455,93	12,00
2	нетель	5979,15	9063,78	15042,93	6479,10	1803,52	23325,55	4,50
3	телка 2-го года	14008,59	21235,58	35244,17	15179,94	4225,47	54649,58	11,00
4	Бычек прошл. года на отк.	3986,10	6042,52	10028,62	4319,40	1202,34	15550,36	6,00
5	продажа новорожденного	560,17	2409,43	2969,60	607,01	168,97	3745,58	10 дней
6	продажа послемолочного	1687,27	7280,60	8967,86	1828,35	508,94	11305,15	3,50-4,00
7	забой новорожденного	168,73	718,30	887,02	182,84	50,89	1120,75	3 дня
8	откорм бычка тек года	9336,21	28240,44	37576,65	10116,87	2816,12	50509,64	10,00
9	Плем.Тел.Пр.года	10657,39	16155,52	26812,91	11548,53	3214,64	41576,08	12
10	Плем. Тел. Тек.года	5624,22	24252,38	29876,60	6094,50	1696,46	37667,56	6,00
	Плем. Тел. Тек.года	В том числе молоко	18209,86					
	Плем. Тел. Тек.года	без мол.	6042,52	11666,74				

Таблица 13. Усредненная себестоимость животных по стадиям

Животное в возрасте	Себестоимость в начале стадии	Себестоимость в конце стадии	Себестоимость в середине стадии
ПТТГ 0-6 мес		37668	
ПТПГ 6-12 мес	37668	58756	48212
Т2Г 12-16 месящ.	58756	78629	68693
Нетель 16-25 месяцев	78629	125280	101955
Первотелка 25 месяцев	125280		

Анализ отчетного и оптимальных планов

1. На выращивание 30 проданных в первом году нетелей по стоимости телок второго года было затрачено $30 \cdot 68693 = 2060790$ рублей еще до начала горизонта планирования.
2. На выращивание 68 проданных в первом году нетелей было затрачено $68 \cdot 48212 = 3278416$ рублей.
3. Тогда по себестоимостям животных в середине предшествующей стадии $2060790 + 3278416 = 5339206$ хозяйство затратило на выращивание проданного в первом году горизонта планирования племенного молодняка порядка **5339** тыс. рублей до начала горизонта планирования.
4. Тогда расчетный убыток хозяйства в первом году составляет $5339 + 978 = 6316$ тыс. рублей. Частично, он был компенсирован дотацией предшествующего периода.
5. За счет сокращения выращиваемых нетелей и телок второго года со 137 до 71 – 77 во втором и третьем годах соответственно, и племенных телят прошлого года со 140 до 77-80, то есть до того минимума, который необходим для восстановления стада коров оптимизатор снизил убытки хозяйства на $6316 - 978 = 5339$ тыс. рублей. Это косвенные расчеты.

Моделирование текущей работы хозяйства или второго варианта планов

Приблизим суммарное поголовье нетелей и телок второго года в оптимизационном расчете во втором и третьем годах горизонта планирования настолько это возможно, к поголовью, выращенному хозяйством в отчетном году, то есть к **137**. Потребуем, чтобы в племенной скот переводилось не меньше 137 животных.и Экономические результаты этого расчета приведены в таблице 15.

Таблица 15. Некоторые экономические показатели

Наименование показателя	2013	2014	2015
Товарная продукция растениеводства	4 206 976	3 013 351	3 044 910
Передано животноводству	6 034 268	8 990 172	8 953 221
Доход растениеводства	10 241 244	12 003 522	11 998 131
Затраты растениеводства	12 718 052	12 519 692	12 502 184
Прибыль/убытки растениеводства	-2 476 809	-516 170	-504 053
Затраты растениеводства за минусом продукции, переданной животноводству	6 683 785	3 529 521	3 548 964
Полные затраты животноводства	59 116 435	58 700 721	58 851 991
Доход животноводства	54 780 416	57 599 384	57 772 658
Полные прибыль/убытки животноводства	-4 336 020	-1 101 336	-1 079 333
Итого доход	65 021 659	69 602 907	69 770 789
Итого затраты	71 834 488	71 220 413	71 354 175
Итого прибыль	-6 812 828	-1 617 506	-1 583 386

Убыток первого года в **6813** тыс. руб. подтверждает наши выкладки, о том, что на выращивание нетелей, телок второго года еще до начала горизонта планирования было затрачено не меньшем, чем **5339** тыс. рублей и общий убыток первого года в сумме не меньше **6316** тыс. рублей полученный выше.

Ожидалось, что убытки второго и третьего годов тоже будут высокие. Однако, оптимизатор и в этом случае нашел план работы хозяйства на $6813-1618=5195$ тыс. рублей менее убыточный.оборот стада представлен в таблице 16.

Таблица 16.оборот стада КРС

	Первый год-2013				Второй год-2014				Третий год-2015			
	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние
Поголовье в начале г.	320	42	95	140	350	100	37	137	350	100	37	143
Выбраковано за год	70				77				77			
Ост. на конец года	250				273				273			
Введено первотелок	100				77				77			
Поголовье в конце г.	350				350	7			350	3		
Переведено из телок		88				34				34	3	
Перевед. из прошл.												
Наличие в году		130	95			141	0			137	3	
Перевод в коровы		100				77				77		
Продано нетелей		30				64				60		
Осталось нетелей		0				0				0		
Бычки на откорме				27				0				0
Продажа ПТПГ				3				0				6
На племя ПТПГ				137				137				137
Перевод в ПТТГ				137				143				137
от коров за год	256				280				280			
Рожд. от нетел. за год		100				77				77		
Новорожденн. телят	357				357				357			
Продажа новорожд.	50				50				50			
Прод. послемолочн.	15				15				15			
Забой новорожден.	128				128				128			
Забой тел. тек. года	0				0				0			
Годны в ПТТГ	164				164				164			
Оставлено ПТТГ	137				143				137			
Продано ПТТГ	27				21				27			
Забой ПТТГ	0				0				0			
На откорм в след. г.	0				0				0			
Распределено телят	357				357				357			

Убытки второго и третьего годов сокращены за счет двухкратного увеличения поголовья продаваемых нетелей и сокращения продажи племенного скота младших возрастов. Фрагмент результатов решения задачи в MS Excel приведен в таблице 17.

Таблица 17. Фрагмент решения соответствующий текущей работе хозяйства

Целевая функция:			Растение-водство	Животно-водство	Штрафы
-10 166 954,52		Доход	34242896,88	170152458,26	0
		Расход	37739928,89	176669147,00	
		Прибыль	-3497032,01	-6516688,74	
			320,00		
коэффициент	Переменная	нижняя граница	оптимальное значение	верхняя граница	комментарии
12960,32	J011	320,00	320,16	343,00	Коровы на начало 1 года
25920,64	J012	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 2-го года
25920,64	J013	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 3-го года
12960,32	J014	350,00	350,00	500,00	Коровы на начало 4-го года
-23325,55	J021	42,00	42,00	42,00	Нетели на начало 1 года
-23325,55	J022	42,00	106,66	900,00	Нетели на начало 2-го года
-23325,55	J023	42,00	102,60	900,00	Конец 2-го - начало 3-го Нетели
0,00	J024	0,00	102,60	900,00	Нетели конец 3-го года
0,00	Z1	0	100,40	500	Нетелей введем в стадо 1 г
0,00	Z2	0	77,00	500	Нетелей введем в стадо 2 г
0,00	Z3	0	77,00	500	Нетелей введем в стадо 3 г
88200,00	JP21	0	29,95	500	Продажа нетелей 1 год
88200,00	JP22	0	64,06	500	Продажа нетелей 2 год
88200,00	JP23	0	60,00	500	Продажа нетелей 3 год

Сравнение двух планов

1. Планы второго и третьего года в обоих решениях не сильно отличаются.
2. Оба они обеспечивают существенное снижение убытков по сравнению с отчетной работой хозяйства.

Таблица 18. Сравнение убытков двух планов в тыс. рублей

Вариант плана	Убыток первого года	Убыток второго года	Убыток третьего года
Первый оптимальный план	-978	-1000	-1 161
Второй оптимальный план	-6 813	-1 618	-1 583

3. Все расчеты в обоих планах выполнены при одних и тех же исходных данных, полученных из отчета агрохозяйства.
4. В первом случае при поиске оптимального плана без дополнительных условий оптимизатор ориентирует нас на выращивание минимально необходимого для восстановления стада коров количества ремонтного молодняка и на молочное направление производства. Экономия не менее **5339 тыс. руб.**
5. Во втором случае оптимизатор ориентирует хозяйство на молочное и племенное направление развития.
6. Первый план имеет то преимущество, что хотя и на пределе, но может обойтись имеющимися площадями земли.
7. Второй план требует при заданной урожайности 170 га дополнительных площадей пашни и сенокосов.
8. Оба направления не выводят из убыточной области, хотя в предлагаемых оптимизатором планах убыток сокращен более, чем на 5 млн. рублей.

Поиск путей повышения эффективности производства

Улучшим некоторые показатели, которые фактически не выходят за рамки отчетных или доступных хозяйству.

- 1. Выращивание картофеля принесло хозяйству 3,5 млн. убытка. Откажемся от его выращивания.**
- 2. Стоимость одного кг живого веса нетели была на рынке 210 рублей. Хозяйство продало нетелей по 180 рублей за килограмм через посредников.**
- 3. Средний по Карелии коэффициент выбраковки коров составляет 0,23. Рассматриваемое хозяйство в отчетный год достигло хорошего показателя в 0,17, но попросило провести расчеты с показателем 0,22. Снизим его до 0,19.**

- 4. Сбор сена многолетних трав с одного га пашни и сенокосов в хозяйстве чрезвычайно низок и составляет по отчету всего 1,238 т/га. В хозяйстве расположенном в 25 км этот показатель почти в три раза выше. В среднем по Карелии 2 т/га. Земли хозяйству катастрофически не хватает. Выполним расчеты при урожайности 2 т/га. При отчетной урожайности многолетних трав в 6,9 т/га расчетная урожайность сена составляет 1,7 т/га, поэтому показатель в 1,238 на наш взгляд занижен.**
- 5. Хозяйство продает скот живым весом своему же мясокомбинату по цене 68,75 руб./кг. В пересчете на мясо цена килограмма мяса составит 149,19 руб./кг. Фактически мясо продавалось по цене порядка 180 рублей за кг, а фарш 200 рублей за кг. Поэтому к 149,19 за переработку прибавим на килограмм мяса еще 20 руб.**
- 6. Норма выпойки молока на теленка в хозяйстве 746 кг. По зоотехническим нормам для этого достаточно 400 кг. Снизим норму выпойки до 400 кг.**
- 7. Из противоречивых цен на корма в отчете возьмем наименьшие. Предшествующие расчеты выполнены по наибольшему.**

Выполним оптимизационные расчеты и получим третий вариант планов

Таблица 19. Некоторые экономические показатели оптимистического плана.

Наименование показателя	2013	2014	2015
Товарная продукция растениеводства	2 174 404	2 081 669	2 081 669
Передано животноводству	4 660 566	7 286 133	7 259 132
Доход растениеводства	6 834 970	9 367 802	9 340 801
Затраты растениеводства	7 076 508	10 126 892	10 108 640
Прибыль/убытки растениеводства с затратами на животноводство	-241 538	-759 090	-767 839
Затраты растениеводства за минусом продукции, переданной животноводству	2 415 942	2 840 759	2 849 508
Полные затраты животноводства	56 319 262	57 098 459	57 597 196
Доход животноводства	55 441 664	60 112 794	63 413 846
Полные прибыль/убытки животноводства	-877 598	3 014 335	5 816 650
Итого доход	62 276 634	69 480 597	72 754 647
Итого затраты	63 395 770	67 225 352	67 705 836
Итого прибыль	-1 119 136	2 255 245	5 048 811

Из таблицы 19 следует, что при выполнении перечисленных выше условий хозяйство может перейти из убыточной зоны в прибыльную. Особое внимание обратим на план третьего года и сделаем его позднее стационарным оптимальным. Оборот стада для третьего плана представлен в таблице 20.

Таблица 20. Оптимальный оборот стада для третьего плана

	Первый год-2013				Второй год-2014				Третий год-2015			
	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние
Поголовье в начале г.	320	42	95	140	350	102	38	160	350	116	43	159
Выбраковано за год	61				67				67			
Ост.на конец года	259				284				284			
Введено первотелок	91				67				67			
Поголовье в конце г.	350				350	7			350	3		
Переведено из телок		88				35				40	3	
Перевед. из прошл.												
Наличие в году		130	95			144	0			159	3	
Перевод в коровы		91				67				67		
Продано нетелей		40				78				93		
Осталось нетелей		0				0				0		
Бычки на откорме				27				0				0
Продажа ПТПГ				0				0				19
На племя ПТПГ				140				160				140
Перевод в ПТТГ				160				159				140
от коров за год	256				280				280			
Рожд. от нетел. за год		91				67				67		
Новорожденн. телят	347				347				347			
Продажа новорожд.	50				187				187			
Прод. послемолочн.	15				0				0			
Забой новорожден.	122				0				0			
Забой тел. тек.года	0				0				0			
Годны в ПТТГ	160				160				159			
Оставлено ПТТГ	160				159				140			
Продано ПТТГ	0				0				19			
Забой ПТТГ	0				0				0			
На откорм в след.г.	0				0				0			
Распределено телят	347				347				347			

- 1. Оптимизатор поддержал молочное и племенное направление.**
- 2. Возьмем план третьего года из таблицы 19 за эталонный, а оборот стада из третьего года таблицы 20 и промоделируем работу хозяйства по этому плану в каждый год горизонта планирования. Так как в этом случае план практически не будет меняться из года в год назовем его оптимальным стационарным.**

Стационарный оптимальный план

Под стационарной работой будем понимать работу по одному и тому же плану из года в год, то есть практически неизменному. Для данного хозяйства эта задача может быть поставлена еще и в силу ограниченности ресурсов земли при данной технологии производства и урожайностях культур. Результаты моделирования четвертого плана приведены в таблице 21.

Таблица 21.

Наименование показателя	2013	2014	2015
Товарная продукция растениеводства	2 174 404	2 081 669	2 081 669
Передано животноводству	4 886 627	7 380 694	7 314 284
Доход растениеводства	7 061 031	9 462 364	9 395 953
Затраты растениеводства	7 332 564	10 227 746	10 167 462
Прибыль/убытки растениеводства	-271 534	-765 382	-771 509
Затраты растениеводства за минусом продукции, переданной животноводству	2 445 937	2 847 051	2 853 179
Затраты животноводства без стоимости молока на выпойку телят	54 648 474	54 348 813	54 364 366
Полные затраты животноводства	56 360 651	56 243 081	56 254 826
Доход животноводства	61 339 762	61 656 387	61 730 285
Полные прибыль/убытки животноводства	4 979 111	5 413 306	5 475 459
Прибыль/убытки животноводства без стоимости молока на выпойку телят	6 691 288	7 307 574	7 365 919
Итого доход	68 400 793	71 118 751	71 126 238
Итого затраты	63 693 215	66 470 827	66 422 288
Итого прибыль	4 707 578	4 647 924	4 703 950

Таблица 22.

	Первый год-2013				Второй год-2014				Третий год-2015			
	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние	коровы	нетели	телки	прошло- годние
Поголовье в начале г.	350	116	43	159	350	116	43	159	350	116	43	159
Выбраковано за год	67				67				67			
Ост.на конец года	284				284				284			
Введено первотелок	67				67				67			
Поголовье в конце г.	350				350	3			350	3		
Переведено из телок		40				40				40		
Перевед. из прошл.												
Наличие в году		156	43			159	43			159	43	
Перевод в коровы		67				67				67		
Продано нетелей		89				93				93		
Осталось нетелей		0				0				0		
Бычки на откорме				27				0				0
Продажа ПТПГ				0				0				0
На племя ПТПГ				159				159				159
Перевод в ПТТГ				159				159				159
от коров за год	280				280				280			
Рожд. от нетел. за год		67				67				67		
Новорожденн. телят	347				347				347			
Продажа новорожд.	50				187				187			
Прод. послемолочн.	15				0				0			
Забой новорожден.	122				0				0			
Забой тел. тек.года	0				0				0			
Годны в ПТТГ	159				159				159			
Оставлено ПТТГ	159				159				159			
Продано ПТТГ	0				0				0			
Забой ПТТГ	0				0				0			
На откорм в след.г.	0				0				0			
Распределено телят	347				347				347			

- 1. Для реализации данного плана при сделанных допущениях земли достаточно. Возник дефицит ручного труда в животноводстве на 250 нормо-часов и дефицит механизированных нормо-часов в первом году на 337 часов по отношению к ресурсам отчетного года. Этот дефицит можно считать несущественным. Второй и третий год уместились в первоначально заданные ресурсы.**
- 2. Исходные данные растениеводства те же, что и приведенные выше, за исключением урожайности многолетних трав, предназначенных для получения сена.**

Итоги

Таблица 23. Сравнительный анализ вариантов планов производства

N	Варианта	Годы горизонта планиров.			Снижение убытка	Наличие ресурсов
		2013	2014	2015		
1.	Первый год отчетный, другие оптимальные	-978	-1000	-1 161		Ресурсов достаточно. Молочное животноводство. Продажа племенного молодняка в раннем возрасте.
	Косвенный анализ работы хозяйства в отчетном году	-6316	-1000	-1 161	5339	Ресурсов достаточно. Молочное животноводство.
2.	Директивно выращиваем во втором и третьем году 137 нетелей и телок как в отчетном плане	-6 813	-1 618	-1 583	5195	Дефицит земли 170 га. Молочное и племенное животноводство Продажа племенного молодняка в раннем возрасте.
3.	Улучшение некоторых параметров в пределах реализуемых и допустимых	-1 119	2 255	5 049	3374	Небольшой дефицит механизированных трудовых ресурсов. Молочное и племенное животноводство.
4.	Стационарный оптимальный план	4 708	4 648	4 704		Ресурсов достаточно. Молочное и племенное животноводство
	Возможный рост прибыли порядка	11,5 млн. рублей				

- 1. В первом варианте затраты хозяйства на выращивание племенного молодняка до начала горизонта планирования превышали 5,3 млн. рублей, а косвенно рассчитанный убыток отчетного года составил порядка 6,3 млн. рублей.**
- 2. На последующие два года оптимизатор находит варианты планов более чем на пять млн. рублей снижающие убыток.**
- 3. Второй вариант планов моделирует текущую работу хозяйства на трехлетнем интервале. При этом убыток отчетного года составил порядка 6,8 млн. рублей и подтвердил косвенные расчеты.**
- 4. Оптимизатор и в этом случае нашел на два последующих года варианты планов более чем на 5 млн. менее убыточные. Этот вариант плана имеет ежегодный дефицит земли по 170 гектаров.**
- 5. Оба варианта планов получены по отчетным данным хозяйства.**
- 6. Хозяйство не в полной мере использовало свои возможности. Изменив некоторые показатели, были найдены два более безубыточных плана.**
- 7. Третий вариант плана вывел хозяйство из убыточной в безубыточную зону. При этом план третьего года этого варианта обеспечивает положительную прибыль, превышающую 5 млн. рублей.**

- 8. Четвертый вариант плана моделирует работу хозяйства по третьему году третьего варианта расчета - наиболее прибыльному плану в каждый год горизонта планирования. Его мы назвали стационарным оптимальным.**
- 9. Работа по этому плану при дотации в 11 млн. рублей, на 1,4 млн. рублей меньше выделенного на животноводство обеспечивает устойчивую ежегодную прибыль в сумме не меньшей 4600 тысяч рублей.**
- 10. Во всех случаях оптимизатор улавливает направление улучшающее эффективность производства.**
- 11. Модель целесообразно использовать для планирования и анализа производства на сельскохозяйственных предприятиях экономистами хозяйств, и студентами и специалистами аграрного профиля в процессе обучения.**

Основные публикации по теме:

1. Трофимов А.А. Разработка математических моделей и АРМ для оптимального планирования и прогнозирования производства на многоотраслевом сельскохозяйственном предприятии: учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. - .84 с.
2. 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.: Ленанд, 2006. С. 212 – 225. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.econ.asu.ru/lib/sborn/model2006/index.html> свободный.
3. 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»: междунар. науч. конф. Ч. 2. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009. - С. 61 – 67.
4. Трофимов А. А., Заболотских Е.В. Анализ производственной деятельности агрохозяйства с использованием оптимизационной модели //Дистанционное и виртуальное обучение (ISSN 1561-2449). – М., 2012. № 2. - С. 64 – 76. Журнал из списка ВАК.

5. 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. Серия Экономика. 2013 № 32, стр. 189-196. Журнал из списка ВАК.
6. Трофимов А.А. Моделирование норм кормления молодняка с учетом его внутригодового движения в стаде. // Теория и практика общественного развития: науч. журн. 2014. N 9. С. 202-206. Журнал из списка ВАК.
7. Пойкалайнен В. В., Трофимов А. А. Алгоритм определения коэффициентов для решения задачи оптимального планирования оборота особей. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. N 1(72) 2009 года. Стр. 159-163. Журнал из списка ВАК.
8. Трофимов А. А. Влияние себестоимости молодняка КРС на показатели оптимального плана производства агрохозяйства // Теория и практика общественного развития: науч. журн. 2014. N 5. С. 202-206. Журнал из списка ВАК.
9. Трофимов А. А., Пойкалайнен В.В., Пранкатьева Т. И. Математическая поддержка принятия решений по финансовому обеспечению бюджетов агрохозяйства. //Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009, №4(82). С. 200 – 204. Журнал из списка ВАК.

Спасибо за внимание

trofimov@cs.karelia.ru