

Исходные данные

для построения экономико-математической модели задачи на тему: «Оптимизация структуры кормопроизводства предприятия»

Постановка задачи по оптимизации структуры кормопроизводства

В сельскохозяйственном предприятии требуется рассчитать оптимальный план кормопроизводства, чтобы материально–денежные затраты, которые необходимы для организации кормовой базы, были минимальными.

- 1 В процессе решения задачи определяются:
- 2 Посевные площади возделываемых в хозяйстве кормовых культур, га.
- 3 Площади естественных кормовых угодий, га.
- 4 Количество покупных кормов, ц.
- 5 Отходы товарных отраслей (зерновые и овощные отходы), ц.
- 6 Количество соломы, ц.
- 7 Количество кормов животного происхождения (молоко, обрат), ц.
- 8 поголовье крупного рогатого скота (коров и молодняка на откорме), гол.

Для организации кормопроизводства в хозяйстве используются производственные ресурсы, которые представлены в таблице 1. Урожайность сельскохозяйственных культур, затраты труда на 1 га, себестоимость 1 ц с.-х. продукции представлены в таблицах 2-4. Информация об отрасли животноводства дана в таблицах 5-10.

Задание

На основе исходной информации предложенного варианта необходимо:

- 1 Составить числовую экономико-математическую модель задачи.
- 2 Решить задачу с помощью надстройки Microsoft Excel «Поиск решения».
- 3 Выполнить анализ результатов решения задачи.
- 4 Провести анализ оптимального плана с использованием двойственных оценок.
- 5 Выполнить корректировку оптимального плана.

Методические указания к выполнению задания

Для составления оптимального плана кормопроизводства предлагается следующая структурная экономико-математическая модель.

1. Ограничение по площади пашни:

$$\sum_{j \in N'} x_j \leq S_i \quad (i \in M_1)$$

где S_i – площадь пашни;

i – индекс (номер) ограничения;

N' – подмножество, включающее номера переменных или корма, произведенные на пашне;

x_j – искомая переменная величина, обозначающая площадь j -ой кормовой сельскохозяйственной культуры, или объем производства j -го вида корма, либо количество кормов j -го вида, приобретаемых со стороны;

j – индекс (номер) искомой переменной величины;

M_1 – множество, включающее номера ограничений по площади пашни.

2. Ограничения по площади природных кормовых угодий:

$$\sum_{j \in N''} x_j \leq S_i (i \in M_2)$$

где N'' – подмножество, включающее номера переменных (видов кормов), полученных с природных кормовых угодий;

S_i – площадь i -го вида природных кормовых угодий;

M_2 – множество, включающее номера ограничений по природным кормовым угодьям и культурным пастбищам.

3. Ограничения по использованию производственных ресурсов:

$$\sum_{j \in N} d_{ij} x_j \leq A_i (i \in M_3)$$

где N – множество, включающее номера переменных по всем видам производимых и покупных кормов;

d_{ij} – норма расхода i -го вида ресурса на единицу j -ой переменной величины;

A_i – наличие i -го вида ресурса;

M_3 – множество, включающее номера ограничений по производственным ресурсам.

4. Ограничения по приобретению покупных кормов:

$$x_j \leq Q_i (j \in N''', i \in M_4)$$

где N''' – подмножество, включающее номера переменных, обозначающих покупные корма;

M_4 – множество ограничений по использованию покупных кормов;

Q_i – объем приобретения кормов i -го вида.

5. Ограничения по использованию побочной продукции растениеводства:

$$\sum_{j \in N'''} x_j \leq U_i (i \in M_5)$$

где N''' – подмножество, включающее номера переменных, обозначающих побочную продукцию;

U_i – объем производства i -го вида побочной продукции;

M_5 – множество ограничений по использованию побочной продукции растениеводства.

6. Ограничения по обеспечению животноводства питательными веществами:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i (i \in M_6)$$

где a_{ij} – содержание i -го элемента питания в 1 единице j -го вида корма;

B_i – потребность животноводства в i -ом виде питательных веществ;

M_6 – множество ограничений по обеспечению животноводства питательными веществами.

7. Ограничения по обеспечению животноводства отдельными группами кормов:

$$D_i^{\min} \leq \sum_{j \in N} a_{ij} x_j \leq D_i^{\max} (i \in M_7)$$

где M_7 – множество ограничений по обеспечению животноводства отдельными группами кормов;

D_i^{\min} и D_i^{\max} – соответственно минимальная и максимальная потребность животноводства в отдельных группах кормов.

8. Ограничения по соотношению отдельных видов кормов в группе:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \leq \omega_{ij} \sum_{j \in N} a_{ij} x_j (i \in M_8)$$

где M_8 – множество ограничений по соотношению отдельных видов кормов;

ω_{ij} – коэффициент пропорциональности.

9. Ограничение по поголовью животных:

$$H_i^{\min} \leq \sum_{k \in K} x_{kr} \leq H_i^{\max} (r \in R, i \in M_9)$$

где x_{kr} – поголовье коров k -го вида r -ой половозрастной группы скота;

K – множество видов скота;

k – номера видов скота;

R – множество половозрастных групп скота;

r – номер половозрастной группы скота;

M_9 – множество ограничений по поголовью животных;

H_i^{\min} и H_i^{\max} – соответственно минимальная и максимальная границы содержания

отдельных видов скота.

10. Ограничение по поголовью отдельных половозрастных групп скота:

$$L_i^{\min} \leq x_{kr} \leq L_i^{\max} \quad (k \in K, i \in M_{10})$$

$r \in R$

где M_{10} – множество ограничений по поголовью отдельных половозрастных групп скота;

L_i^{\min} и L_i^{\max} – соответственно минимальная и максимальная границы содержания отдельных половозрастных групп скота в стаде.

11. Ограничения по неотрицательности переменных величин:

$$x_j \geq 0 (j \in N), \quad x_{kr} \geq 0 (k \in K, r \in R)$$

Целевая функция задачи – минимум затрат на производство и приобретение кормов:

$$C = \sum_{j \in N} c_j x_j \rightarrow \min$$

где c_j – материально–денежные затраты на 1 единицу переменной величины.

Исходная информация для выполнения задания

Таблица 1 – Производственные ресурсы предприятия

Показатели	Ед. изм.	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Площадь пашни под кормовые культуры	га	968	770	870	782	1430	1060	1313	1460	1965
Сенокосы естественные	га	90	50	90	90	300	400	150	50	300
Пастбища естественные	га	120	90	120	150	300	200	100	50	200
Пастбища культурные	га	60	80	60	130	80	50	100	50	150
Трудовые ресурсы	чел.-ч.	18680	15060	16940	20670	58420	38600	54880	50740	79340

Таблица 2 – Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Культуры	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Ячмень	17,5	21	16,5	21	18,5	20	21	20,5	21
Овес	18	17	19,5	18	22	23	24	24	25
Картофель	190	205	225	200	220	205	300	280	300
Корнеплоды	320	330	385	380	340	410	450	480	475
Озимая рожь на зеленый корм	100			97	105	100	100	110	120
Однолетние травы на зеленый корм	110	120	100	140	155	115	160	140	150
на силос	125	133	115	140	125	120	160	135	135
на сенаж	95	100	90	115	105	100	130	125	135
Многолетние травы: на зеленый корм	145	140	155	155	140	145	150	145	155
на сено	35	42	35	43	45	37	35	38	35
на силос	150	160	150	165	165	170	130	145	170
на сенаж	135	120	135	140	138	140	120	130	130
Естественные сенокосы	10	25	33	20	23	25	32	30	32
Естественные пастбища	48	45	52	50	52	53	55	48	55
Пастбища культурные	105	120	160	120	180	110	180	200	170

Таблица 3 – Затраты труда на 1 га., чел.-час

Культуры	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Ячмень	14	16	17	18	20	21	20	22	25
Овес	14	15	16	17	19	19	21	23	24
Картофель	200	250	230	310	380	400	420	440	450
Корнеплоды	300	330	350	340	400	420	450	460	470
Озимая рожь на зеленый корм	15			18	21	22	22	23	24
Однолетние травы на зеленый корм	15	17	18	20	20	22	23	24	25
на силос	18	18	19	19	20	21	21	22	23
на сенаж	20	22	22	24	25	26	27	28	30
Многолетние травы: на зеленый корм	8	10	8	12	13	14	16	17	18
на сено	10	12	14	14	16	18	20	22	23
на силос	8	10	13	10	14	15	16	18	19
на сенаж	12	14	19	17	18	20	21	22	23
Естественные сенокосы	8	7	8	9	8	7	9	10	11
Естественные пастбища									
Пастбища культурные	3	2	3	3	3	4	4	4	4

Таблица 4 – Материально-денежные затраты на 1 га, руб.

Культуры	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Ячмень	22608	16579	22608	19594	22608	29541	30144	33158	25622
Овес	16853	19100	16853	20223	20448	17976	22470	21347	15729
Картофель	155625	176375	155625	186750	188825	249000	207500	213725	145250
Корнеплоды	164734	186698	164734	197681	199877	153752	219645	197681	153752
Озимая рожь на зеленый корм	5059			6071	6138	8094	6745	7420	8094
Однолетние травы на зеленый корм	5090	5769	5090	4412	6176	7805	6787	6991	4751
на силос	18915	21437	18915	22698	22950	29003	25220	25977	30264
на сенаж	16172	18329	16172	19407	19622	24797	21563	22210	15094
Многолетние травы: на зеленый корм	4337	4916	4337	5205	5263	5667	5783	6361	6940
на сено	4703	5330	4703	4076	5706	7524	6270	5643	7524
на силос	12875	14592	12875	11159	15622	8584	17167	17682	12017
на сенаж	19404	21991	19404	16817	23544	31046	25872	26648	18110
Естественные сенокосы	1535	1126	1535	1842	1863	1433	2047	2252	1433
Естественные пастбища									
Пастбища культурные	3122	3247	3122	3747	3788	4579	4163	4288	4996

Таблица 5 – Площадь кормовых культур и природных кормовых угодий, га

Культуры	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Ячмень	70	105	90	180	300	200	300	300	500
Овес	140	70	200	50	300	200	400	300	500
Картофель	20	10	5	12	50	15	33	25	40
Корнеплоды	8	5	5	10	30	25	30	15	25
Озимая рожь на зеленый корм	30			30	30	40	30	50	40
Однолетние травы на зеленый корм	50	50	30	60	150	35	80	150	200
на силос	60	50	30	40	30	30	80	50	90
на сенаж	70	40	40	50	40	45	80	200	150
Многолетние травы: на зеленый корм	160	70	80	50	50	140	80	70	120
на сено	120	120	110	100	150	80	50	100	100
на силос	150	150	180	120	150	150	80	150	100
на сенаж	90	100	100	80	150	100	70	50	100
Естественные сенокосы	90	50	90	90	300	400	150	50	300
Естественные пастбища	120	90	120	150	300	200	100	50	200
Пастбища культурные	60	80	60	130	80	50	100	50	150

Таблица 6 – поголовье КРС и удельный вес коров в стаде

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Поголовье крупного рогатого скота, гол., min	800	750	780	800	1050	850	950	830	1200
Поголовье крупного рогатого скота, гол., max	900	850	880	900	1150	950	1050	930	1300
Удельный вес коров в стаде, %, min	30	35	30	45	45	40	45	50	45
Удельный вес коров в стаде, %, max	40	45	40	55	55	50	55	60	55

Таблица 7 – Питательная ценность кормов

Вид корма	Содержится в 1ц корма	
	к. ед., ц	перев. протеин, ц
Ячмень	1,21	0,081
Овес	1,00	0,085
Картофель	0,30	0,016
Корнеплоды	0,12	0,009
Озимая рожь на зеленый корм	0,18	0,022
Однолетние травы на зеленый корм	0,16	0,027
Силос однолетних трав	0,21	0,032
Сенаж однолетних трав	0,33	0,034
Многолетние травы на зеленый корм	0,22	0,019
Сено многолетних трав	0,5	0,052
Силос многолетних трав	0,22	0,03
Сенаж многолетних трав	0,35	0,034
Сено естественных сенокосов	0,42	0,040
Трава естественная пастбищная	0,17	0,014
Трава культурная пастбищная	0,20	0,022
Комбикорм	0,92	0,140
Зерноотходы	0,8	0,075
Овощные отходы	0,12	0,014
Солома	0,36	0,012
Молоко	0,34	0,032
Обрат	0,13	0,031

Нормы высева (посадки) семян на 1 га:

- ячменя – 2 ц;
- овса – 2,2 ц;
- картофеля – 35 ц.

Страховые запасы, отходы и потери при хранении:

- зерновые – 20%;
- картофель и корнеплоды – 30%;
- сено – 10%;
- угар силосных культур– 30%;
- выход сенажа из зеленой массы – 50%.

При разработке модели следует учесть, что в структуре кормовых рационов (по питательности) солома в рационе крупного рогатого скота должна составлять не более 25% от потребности в грубых кормах, картофель – не более 30% от потребности в корнеплодах, а зеленый корм с естественных и культурных пастбищ не более 30% от потребности в зеленых кормах.

Таблица 8 – Наличие и приобретение отдельных видов кормов, ц

Вид корма	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Комбикорм	250	450	550	950	980	1000	1450	1300	200
Зерноотходы	800	850	890	900	1000	950	1100	1100	500
Овощные отходы	85	100	110	120	195	220	200	240	200
Солома ячменя	500	550	650	500	700	780	450	650	450
Молоко	700	850	920	2000	1000	1300	2000	1300	2000
Обрат	700	700	840	1200	1000	900	850	900	500

Таблица 9 – Стоимость кормов, руб./ц

Вид корма	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Комбикорм	675	702	738	909	819	882	900	927	855
Зерноотходы	300	312	328	404	364	392	400	412	380
Овощные отходы	150	156	164	202	182	196	200	206	190
Солома	315	328	344	424	382	412	420	433	399
Молоко	2415	2484	1886	2323	2093	2254	2300	2369	2185
Обрат	563	585	615	758	683	735	750	773	713

Таблица 10 – Потребность в питательных веществах на одну корову в год

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Надой, ц	23	28	30	35	40	45	48	50	55
Потребность, ц.к.ед.	29,62	32,9	34,5	38,5	42	46,35	48,68	51	55,55
Потребность, ц переваримого протеина	3,21	3,68	3,86	4,38	4,84	4,4	5,61	5,77	5,95

Таблица 11 – Потребность в питательных веществах на одну голову молодняка КРС

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Годовой прирост живой массы, ц	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,1	2,4	2,5	2,4
Потребность, ц.к.ед.	16,9	17,4	18	18,6	19,8	20,6	22,6	23,2	22,6
Потребность, ц переваримого протеина	1,66	1,72	1,8	1,88	2,04	2,14	2,42	2,51	2,42

Таблица 12 – Допустимые границы содержания отдельных групп кормов в годовом рационе коров, %

Надой, ц	Концентраты		Стује		Сенаж		Силос		Корнеклубнеплоды		Зеленые	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
23	11	14	10	13	11	14	24	27	1	2	26	30
28	13	16	10	13	11	14	23	26	1	2	25	29
30	15	18	10	13	11	14	21	24	2	3	24	28
35	19	22	10	13	11	14	17	20	2	4	23	27
40	22	25	10	13	11	14	14	17	2	5	22	26
45	27	30	9	12	10	13	11	14	4	6	21	25
48	29	32	8	11	9	12	10	13	5	7	21	25
50	32	35	8	11	10	13	7	10	5	7	20	24
55	34	37	8	11	9	12	5	8	6	8	20	24

Таблица 13 – Допустимые границы содержания отдельных групп кормов в годовом рационе кормления молодняка КРС, %

Годовой прирост живой массы, ц	Концентраты		Сено		Сенаж		Сочные		Животного происхождения		Зеленые	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1,5	19	24	12	16	7	10	14	19	2	4	22	27
1,6	20	25	12	16	7	10	14	19	3	5	20	25
1,7	20	25	12	16	7	10	14	19	3	5	20	25
1,8	20	25	12	16	7	10	14	19	3	5	20	25
2	21	26	10	14	8	11	15	20	3	5	19	24
2,1	22	27	8	12	9	12	15	20	2	6	18	23
2,4	23	28	7	11	9	12	17	22	2	6	16	21
2,5	23	29	7	11	9	12	17	22	2	6	15	20
2,4	24	29	7	11	9	12	17	22	2	6	15	20

Для составления числовой модели задачи необходимо рассчитать распределение продукции растениеводства, выход питательных веществ с 1 гектара и стоимость кормов.

Таблица 14 – Распределение продукции растениеводства и выход питательных веществ с 1 гектара посева кормовых культур

Вид корма	Урожайность, ц/га	Страховые запасы, отходы и потери при хранении, ц	Используется, ц		В 1 ц		Выход с 1 га	
			на семена	на корм	ц.к.ед.	переваримого протеина, ц	ц.к.ед.	переваримого протеина, ц
Озимая пшеница								
Озимая рожь								
Ячмень								
и т.д.								

Таблица 15 – Стоимость кормов

Вид корма	Площадь, га Объем, ц	Затраты материально-денежных средств на 1 га. Цена (себестоимость) 1 ц, руб.	Стоимость кормов, руб.

После расчета экономико-математической модели по оптимизации структуры кормопроизводства на предприятии необходимо рассчитать нижеприведенные таблицы и провести анализ.

Таблица 16 – Структура посевных площадей и природных кормовых угодий

Культуры	Факт		Расчет		Изменения, %
	га	к итогу, %	га	к итогу, %	
Озимая пшеница					
Озимая рожь					
Ячмень					
и т.д.					
Итого		100		100	

Таблица 17 – Производство кормов

Культура	Площадь, га Кол-во, ц		Факт		Расчет	
	Факт	Расчет	кормовых единиц, ц	переваримого протеина, ц	кормовых единиц, ц	переваримого протеина, ц
Озимая пшеница						
Озимая рожь						
Ячмень						
Итого						

Таблица 18 – Структура кормопроизводства

Группа кормов	Факт		Расчет	
	ц к.ед.	к итогу, %	ц к.ед.	к итогу, %
Полевое кормопроизводство				
Природные кормовые угодья				
Побочная продукция растениеводства				
Покупные корма				
Корма животного происхождения				
Итого		100		100

Таблица 19 – Структура рационов кормления животных

Группа кормов	Факт		Расчет	
	ц к.ед.	к итогу, %	ц к.ед.	к итогу, %
Концентраты				
Сено				
Сенаж				
Сочные				
Корнеклубнеплоды				
Зеленые				
Животного происхождения				
Итого		100		100

Таблица 20 – Экономическая оценка кормив

Показатель	Факт	Расчет	Изменения, %
Корма собственного производства: кормовых единиц, ц			
переваримого протеина, ц			
Общая кормовая площадь, га			
Выход кормовых единиц с 1 га, ц			
Выход переваримого протеина с 1 га, ц			
Затраты труда на производство кормов, чел.-час.			
Материально-денежные затраты на корма, руб.			
Себестоимость 1 ц.к.ед., руб.			