

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

И. В. Шафранская

МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*Практикум
для студентов, обучающихся по специальности
1-26 02 03 Маркетинг*

Горки
БГСХА
2020

УДК 330.115:339.13

ББК 56В6

Ш30

*Одобрено методической комиссией
факультета бизнеса и права 24.01.2020 (протокол № 5)
и Научно-методическим советом БГСХА 26.02.2020 (протокол № 6)*

Автор:

кандидат экономических наук, доцент *И. В. Шафранская*

Рецензенты:

доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой экономики и организации производства
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»
А. Г. Ефименко;

кандидат экономических наук, доцент,
декан факультета предпринимательства и управления
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
В. М. Синельников

Шафранская, И. В.

Ш30 Моделирование в маркетинговых исследованиях : практи-
кум / И. В. Шафранская. – Горки : БГСХА, 2020. – 197 с.
ISBN 978-985-7231-13-3.

Приведены информация и методика составления и решения развернутых
экономико-математических моделей по темам курса. Рекомендуются для под-
готовки и проведения научных исследований с применением экономико-
математических методов и персональных компьютеров.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-26 02 03 Маркетинг.

УДК 330.115:339.13

ББК 56В6

ISBN 978-985-7231-13-3

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Рыночные отношения усиливают роль маркетинга в производственной и коммерческой деятельности предприятий. В условиях конкуренции успешными будут те предприятия, которые применяют эффективные методы анализа и планирования, что требует использования экономико-математических моделей в маркетинговых исследованиях.

При обосновании маркетинговых решений большое значение имеют методы и модели, позволяющие определить оптимальный ассортимент и объемы выпускаемых предприятием товаров, построение эффективных каналов сбыта, применение наиболее эффективных методов рекламы и т. д. Предприятие должно предвидеть, в каком направлении развивается рынок, производить и продавать то, что востребовано потребителями, максимизировать прибыль, повышать конкурентоспособность товаров и предприятия.

В этих условиях важное значение имеет обучение студентов основам моделирования и использованию полученных знаний в практической деятельности для анализа сложившейся экономической ситуации и обработки поступающей информации, отыскания оптимальных решений задач, связанных с планированием использования земельных, материальных, трудовых и денежных ресурсов, определения нормативных экономических показателей, обоснования ассортимента, объемов и каналов товародвижения продукции сельскохозяйственных, перерабатывающих, торговых организаций с целью наиболее полного удовлетворения потребностей покупателей, а также для приобретения навыков самостоятельного моделирования экономических процессов, протекающих в организациях АПК.

Задания ориентированы на учет реальных производственных ситуаций, предполагают широкое использование персональных компьютеров и учитывают современные достижения в развитии экономико-математического моделирования.

Порядок размещения материала предполагает переход от простых к более сложным темам.

Тема 1 включает задания, направленные на обоснование оптимальной рецептуры выпускаемой продукции.

Материал темы 2 ориентирован на изучение ассортиментной загрузки производственных мощностей организации.

Выполнение задания темы 3 помогает студенту освоить методику распределения рекламного бюджета организации.

Материал темы 4 нацелен на изучение методики распределения ра-

ботников по торговым точкам, выбора наилучшего маршрута коммивояжером.

Темы 5 и 6 посвящены обоснованию ассортимента выпуска, объемов и каналов сбыта товаров сельскохозяйственных и перерабатывающих организаций.

Изучение материала темы 7 позволяет обосновать оптимальные объемы и структуру товарооборота торговой организации.

Тема 8 посвящена анализу формирования экономических показателей сельскохозяйственной организации, анализу работы маркетинговой службы организации.

Моделированию основных параметров маркетинговой системы сельскохозяйственной организации посвящена тема 9. Приведенная в теме дополнительная информация позволяет составить условия линейно-динамической модели.

Вопросам моделирования программы развития фермерского хозяйства посвящен материал темы 10.

Материал темы 11 посвящен обоснованию оптимальных размеров производства в перерабатывающей промышленности с помощью статистико-экономического метода.

Данные задания темы 12 используются для изучения методики обоснования объемов договорных поставок продукции сельскохозяйственным организациям районного АПК.

Обоснованию программы развития продуктового подкомплекса посвящена тема 13. Перечень исходной информации включает большинство экономических ситуаций, с которыми сталкиваются организации в современных условиях.

Тема 14 посвящена вопросам обоснования сырьевых зон перерабатывающих предприятий регионального уровня.

Вопросам анализа эффективности инвестиционных проектов посвящена тема 15.

Информация темы 16 используется для обоснования рекомендаций с целью формирования оптимального портфеля ценных бумаг.

Условия задач формируются на основе структурных экономикоматематических моделей.

Порядок выполнения заданий предусматривает индивидуальную работу каждого студента. Содержание индивидуального задания формирует студент. Чтобы получить исходные данные заданий, необходимо в формулы, имеющиеся в задании, подставить значение N (равное последней цифре шифра зачетной книжки) и значение K (равное 1, если фамилия студента начинается с букв А, Б, В, Г; 2 – Д, Е, Ж, З, И, Н; 3 – К, Л, М, П; 4 – С, Т, О, Р; 5 – Ш, Щ, Э, У, Ф, Ц, Ч, Х, Ю, Я).

Т е м а 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ВЫПУСКАЕМЫХ ТОВАРОВ

Задание 1. Составить рецептуру смеси молочного мороженого, обеспечивающую минимальную его себестоимость.

Исходная информация.

1. В 100 кг смеси молочного мороженого должно содержаться $3,5 + 0,2K$ % жира, $10 + 0,1K$ % сухих обезжиренных веществ, $17,5 + 0,3K$ % сахара.

2. Данные о расходе сырья для производства молочного мороженого приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Расход сырья для производства молочного мороженого

Сырье	Содержание, %			Цена 1 кг сырья, у. д. е.
	жира	сухих обезжиренных веществ	сахара	
Молоко: натуральное	3,2	$8 + 0,1N$	–	$0,25 + 0,1K$
сухое обезжиренное	–	93	–	0,80
Сливки сухие	42	51	–	2,46
Сахар	–	–	100	1,25
Ванилин	–	–	–	$70,00 + 2K$
Агар	–	–	–	2,85
Вода	–	–	–	0,10

3. Согласно рецептуре, для производства молочного мороженого должно быть не более $3 + 2K$ % сухого обезжиренного молока, не более 4,5 % сухих сливок, не более $75 + 0,05N$ % натурального молока.

4. На 100 кг смеси мороженого должно приходиться 0,2 кг агара и 0,015 кг ванилина.

Задание 2. Составить рецептуру смеси сливочного мороженого, обеспечивающую минимальную его себестоимость.

Исходная информация.

1. В 100 кг смеси сливочного мороженого должно содержаться $9 + 2K$ % жира, $10 + 0,1K$ % сухих обезжиренных веществ, 16 % сахара.

2. Данные о расходе сырья для производства сливочного мороженого приведены в табл. 2.

3. Согласно рецептуре, для производства сливочного мороженого должно быть не более $4 + 0,1K$ % сухого обезжиренного молока, не более $3 + 0,1N$ % сухого молока.

4. На 100 кг смеси мороженого должно приходиться 0,2 кг агара и 0,015 кг ванилина.

Т а б л и ц а 2. Расход сырья для производства сливочного мороженого

Сырье	Содержание, %			Цена 1 кг сырья, у. д. е.
	жира	сухих обезжиренных веществ	сахара	
Молоко:				
натуральное	3,2	8 + 0,1N	–	0,25 + 0,1K
сухое обезжиренное	–	93	–	0,80
сухое цельное	26	68	–	1,25
Масло сливочное	83	1	–	5,20 + 0,1N
Сахар	–	–	100	1,25
Ванилин	–	–	–	70,00 + 2K
Агар	–	–	–	2,86
Вода	–	–	–	–

Задание 3. Составить рецептуру смеси сливочного мороженого, обеспечивающую минимальную его себестоимость.

Исходная информация.

1. В 100 кг смеси мороженого должно содержаться $10 + 0,05K$ % жира, $9 + 0,06N$ % сухих обезжиренных веществ, $16 + 0,1K$ % сахара.

2. Данные о расходе сырья для производства сливочного мороженого приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Расход сырья для производства сливочного мороженого

Сырье	Содержание, %			Цена 1 кг сырья, у. д. е.
	жира	сухих обезжиренных веществ	сахара	
Молоко:				
натуральное	3,2	8 + 0,1N	–	0,25 + 0,1K
сухое цельное	26	28	–	1,25
сгущенное с сахаром	8,5	20	42	0,99
сгущенное обезжиренное с сахаром	–	26	42	0,80
Масло сливочное	83	1	–	5,20 + 0,1N
Сливки:				
сухие	42	51	–	2,05
натуральные	20+2K	7	–	1,30
Сахар	–	–	100	1,25
Ванилин	–	–	–	70,00 + 2K
Агар	–	–	–	2,86
Вода	–	–	–	–

3. Согласно рецептуре, для производства сливочного мороженого должно быть не более 4 % сухого цельного молока и не более 4 % сухих сливок, порошкообразных молочных продуктов (сухого молока и сухих сливок) должно быть не более 7 %.

4. На 100 кг смеси мороженого должно приходиться 0,2 кг агара и 0,015 кг ванилина.

Задание 4. Составить рецептуру смеси колбасного изделия, обеспечивающую минимальную его себестоимость.

Исходная информация.

1. В 100 кг смеси колбасного изделия должно содержаться от 9 до 13 + 0,05K % белка, от 25 до 29 + 0,06N % жира.

2. Данные о расходе сырья для производства колбасного изделия приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Расход сырья для производства колбасного изделия

Сырье	Содержание, %		Цена 1 кг сырья, у. д. е.
	белков	жира	
Говядина	18	15 – 0,05K	2,85 + 0,1K
Свинина мясная	12	30 + 0,06K	3,20 + 0,1N
Свинина жирная	10	48 – 0,04K	3,50 – 0,05N
Молоко сухое обезжиренное	37	2	0,55

3. Согласно рецептуре, для производства 100 кг колбасного изделия должно быть не более 30 кг говядины, от 30 до 42 кг свинины жирной и не более 6 кг молока сухого обезжиренного.

4. На 100 кг смеси колбасного изделия должно приходиться 2,0 кг соли, 2,3 кг крахмала, 0,2 кг чеснока и 0,005 кг нейтрита.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти минимум затрат:

$$F_{\min} = \sum_{j \in J_0} c_j x_j.$$

При условиях:

1. По содержанию питательных веществ

$$\sum_{j \in J_0} a_{ij} x_j \leq (\geq, =) A_i, i \in I_0.$$

2. По предельным нормам продуктов (сырья)

$$\tilde{M}_j \leq x_j \leq M_j, j \in J_0.$$

3. По весу рецептурной смеси

$$\sum_{j \in J_0} x_j = 100.$$

4. Неотрицательность переменных

$$x_j \geq 0.$$

Индексация:

i – номер вида питательного вещества;

I_0 – множество видов питательных веществ;

j – номер вида продукта (сырья);

J_0 – множество видов продуктов (сырья).

Неизвестные величины:

x_j – количество единиц продукта (сырья) вида j , входящего в рецептурную смесь.

Известные величины:

a_{ij} – содержание питательного вещества вида i в единице продукта (сырья) вида j ;

A_i – количество питательного вещества вида i в рецептурной смеси;

$\tilde{M}_j, M_j$ – соответственно минимальное и максимальное количество продукта (сырья) вида j в рецептурной смеси;

c_j – цена единицы продукта (сырья) вида j ;

3) решить экономико-математическую задачу на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его.

Т е м а 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТНОЙ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

Задание 1. Обосновать ассортимент колбасного цеха с целью получения максимальной прибыли.

Исходная информация.

1. Колбасный цех перерабатывающей организации специализируется на производстве «Столовой», «Любительской», «Докторской», «Отдельной» и «Чайной» колбас.

2. Данные о расходе сырья для производства колбас приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5. Расход сырья для производства колбас

Сырье	Расход на 1 ц колбасы, ц					Ресурсы жилованного мяса, т
	«Столовая»	«Любительская»	«Докторская»	«Отдельная»	«Чайная»	
Говядина:						
высшего сорта	—	0,35	0,25	—	—	27 + 1,0N
1-го сорта	0,40	—	—	0,55	—	32 + 0,5K
2-го сорта	—	—	—	—	0,63	16 + 0,3K
Свинина:						
полужирная	0,60	—	0,74	—	0,18	48 – 0,1N
нежирная	—	0,40	—	0,21	—	27 + 0,7K
Шпик	—	0,25	—	0,14	0,07	24 – 0,2N
Прибыль, полученная от производства 1 ц колбас, у. д. е.	480 – K	520 + 2N	380 – N	450 + N	350 + K	

3. Мощность термического цеха равна 1600 ц.

4. Исследование спроса на колбасные изделия путем анкетирования покупателей позволило обосновать предельные объемы производства колбас (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Предельные объемы производства колбас

Колбасы	Удельный вес, %	
	минимальный	максимальный
«Столовая»	5	12
«Любительская»	26	39
«Докторская»	21	32
«Отдельная»	12	18
«Чайная»	15	26

Задание 2. Обосновать ассортимент цеха по производству пива с целью максимизации прибыли.

Исходная информация.

1. Цех может производить следующие сорта пива: «Жигулевское», «Жигулевское любительское», «Нахимовское», «Старый тракт», «Белый берег», «Старая крепость», «Былинное», «Форштадт».

2. Данные о расходе сырья для производства пива приведены в табл. 7.

Таблица 7. Расход сырья для производства пива

Сорт	Расход на 1 тыс. далл			Прибыль, получае- мая от производ- ства 1 тыс. далл, тыс. у. д. е.
	солода, т	хмеля, кг	рисовой сечки, кг	
«Жигулевское»	1,811	19,98	–	280 + 1N
«Жигулевское лю- бительское»	1,800	25,01	–	260 – 0,4K
«Нахимовское»	1,797	35,26	–	270 – 0,2K
«Старый тракт»	1,798	41,13	–	265 – 0,1K
«Белый берег»	1,722	29,38	71,77	268 – 0,3K
«Старая крепость»	1,811	29,38	–	387 + 0,2N
«Форштадт»	1,720	35,21	90,50	310 + 1,5N
«Былинное»	1,715	19,98	90,24	324 + 0,8N
Ресурсы сырья	786	51500	25000	

3. Мощности по производству пива составляют 2500 тыс. даллов.

4. Согласно ранее проведенному маркетинговому исследованию спроса на различные сорта пива, предельные объемы производства его могут колебаться в следующих пределах (табл. 8).

Таблица 8. Предельные объемы производства пива

Сорт	Удельный вес, %	
	минимальный	максимальный
«Жигулевское»	1,0	5,0
«Жигулевское любительское»	43,0 – N	72,0 – N
«Нахимовское»	12,0 + N	18,0 + N
«Старый тракт»	8,0 – K	14,0 – K
«Белый берег»	6,0 + K	12,0 + K
«Старая крепость»	1,0	4,0
«Форштадт»	1,0	3,0
«Былинное»	1,0	2,0

Задание 3. Обосновать ассортимент цеха по производству плавленных сырков с целью максимизации прибыли.

Исходная информация.

1. Цех может производить следующие наименования плавленных сырков: «Здоровье», «Смак», «Гурман», «Люкс».

2. Данные о расходе сырья для производства плавленных сырков приведены в табл. 9.

3. Мощности по производству плавленных сырков составляют 2800 т.

Т а б л и ц а 9. Расход сырья для производства плавленных сырков

Сырье	Расход сырья на 1 т плавленных сырков, кг				Ресурсы
	«Здоровье»	«Смак»	«Гурман»	«Люкс»	
Творог	54	49	–	–	110 + 1N
Молоко сухое	–	20	–	–	30 – 0,4К
Масло животное	135	155	50	30	320 – 0,2К
Сыр твердый	610	580	750	825	2315 – 0,1К
Сыр из обезжиренного молока	–	–	100	65	95 – 0,3К
Прибыль, получаемая от производства 1 т продукции, у. д. е.	750 + 0,1К	710 + 0,2К	860 – 0,3К	920 – 0,5К	

4. Согласно ранее проведенному маркетинговому исследованию спроса на различные сорта пива, предельные объемы производства его могут колебаться в следующих пределах (табл. 10).

Т а б л и ц а 10. Предельные объемы производства плавленных сырков

Сорт	Удельный вес, %	
	минимальный	максимальный
«Здоровье»	17,0	25,0
«Смак»	43,0 – N	75,0 – N
«Гурман»	12,0 + N	22,0 + N
«Люкс»	8,0 – K	18,0 – K

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{i=1} \sum_{i' \in I_1} \sum_{n \in N_0} p_{ii'n} x_{i'n} .$$

При условиях:

1. По использованию сырья

$$x_i \leq E_i, i \in I_0 .$$

2. По распределению сырья по направлениям переработки

$$x_i = \sum_{n \in N_0} x_{in}, i \in I_0 .$$

3. По производству товаров промышленной выработки в ассортименте

$$x_{ii'n}^{\sim} = d_{ii'n}^{\sim} x_{in}, n \in N_0, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, i \in I_0 .$$

4. По производству ассортиментных групп товаров

$$\sum_{i' \in I_1} x_{ii'n}^{\sim} = x_{in}^{\sim}, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0 .$$

5. По предельным объемам производства товаров промышленной выработки в ассортименте

$$\text{а) } \tilde{D}_{ii'n}^{\sim} \leq x_{ii'n}^{\sim} \leq D_{ii'n}^{\sim}, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0 ;$$

$$\text{б) } \tilde{d}_{ii'n}^{\sim} x_{in}^{\sim} \leq x_{ii'n}^{\sim} \leq d_{ii'n}^{\sim} x_{in}^{\sim}, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0 .$$

6. По использованию мощностей перерабатывающего цеха –

$$\text{а) } \sum_{i' \in I_1} x_{ii'n}^{\sim} \leq M_{in}^{\sim}, n \in N_0, \tilde{i} \in I_2 ;$$

$$\text{б) } \sum_{i' \in I_1} \sum_{\tilde{i} \in I_2} x_{ii'n}^{\sim} \leq M_n, n \in N_0 .$$

7. Неотрицательность переменных

$$x_i, x_{in}, x_{i'n}, x_{ii'n}^{\sim} \geq 0 .$$

Индексация:

i – номер вида ресурса;

i' – номер вида товара промышленной выработки;

$\tilde{i}$ – номер вида ассортиментной группы товаров;

$i=1$ – номер вида ресурса (денежных средств);

I_0 – множество видов сырья;

I_1 – множество видов товаров промышленной выработки;

I_2 – множество видов ассортиментных групп товаров;

n – номер направления переработки сырья;

N_0 – множество направлений переработки сырья.

Неизвестные величины:

x_i – количество сырья вида i ;

x_{in} – количество сырья вида i , направленное на переработку вида n ;

$x_{i'n}$ – количество товара промышленной выработки вида i' , полученного в результате переработки сырья по направлению вида n ;

$x_{\tilde{i}'n}$ – количество товара промышленной выработки вида i' (относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$), полученного в результате переработки сырья по направлению вида n .

Известные величины:

E_i – количество сырья вида i ;

$d_{\tilde{i}'n}$ – выход товара промышленной выработки вида i' (относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$) с единицы сырья вида i при переработке вида n ;

$\tilde{D}_{\tilde{i}'n}, D_{\tilde{i}'n}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы товара промышленной выработки вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$, произведенного при переработке вида n ;

$\tilde{d}_{\tilde{i}'n}, d_{\tilde{i}'n}$ – соответственно минимальная и максимальная доли товара промышленной выработки вида i' , произведенного при переработке вида n , в ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$;

M_n – мощность перерабатывающего цеха вида n ;

$M_{\tilde{i}'n}$ – мощность перерабатывающего цеха вида n по производству ассортиментной группы товаров вида $\tilde{i}$;

$p_{ii'n}$ – количество (денежных) средств вида i , полученных от производства единицы товара промышленной выработки вида i' , произведенного при переработке вида n ;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Т е м а 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕКЛАМНОГО БЮДЖЕТА

Задание 1. Необходимо обосновать распределение средств по различным источникам рекламы с целью максимизации прибыли.

Исходная информация.

1. Организация рекламирует свою продукцию с использованием следующих средств массовой информации: телевидения, радио, газет, журналов, афиш.

2. Из проведенных за прошлые периоды маркетинговых исследований известно, что эти средства приводят к увеличению прибыли соответственно на $0,5 - 0,1K$; $0,2 + 0,2K$; $0,3 + 0,1K$; $0,4 + 0,1N$; $0,1 + 0,3K$ у. д. е. в расчете на 1 у. д. е. затраченных средств.

3. Рекламный бюджет не должен быть более выделенной суммы, равной $50 + 2N$ тыс. у. д. е.

4. На афиши следует расходовать не менее 10 % рекламного бюджета.

5. На рекламу на телевидении должно быть выделено не более 40 % рекламного бюджета.

6. На рекламу на радио целесообразно расходовать не менее половины той суммы, которую планируется использовать на рекламу на телевидении.

7. Затраты на рекламу в газетах должны составить $\frac{2}{3}$ от средств, выделяемых на рекламу в газетах и журналах.

Задание 2. Требуется обосновать распределение средств по различным источникам рекламы с целью максимизации прибыли предприятия.

Исходная информация.

1. Организация рекламирует свою продукцию с использованием следующих видов рекламы: в СМИ (телевидения, радио, газеты, журналы), печатная (проспекты, плакаты, листовки, каталоги), прямая почтовая (рассылка по почте, факсу), наружная (афиши, щиты, панно, на транспорте и др.), в Интернете (сайт предприятия).

2. Из проведенных за прошлые периоды маркетинговых исследований известно, что эти средства приводят к увеличению прибыли соответственно на $0,8 - 0,1K$; $0,5 + 0,2K$; $0,4 + 0,1K$; $0,3 + 0,1N$; $0,7 + 0,3K$ у. д. е. в расчете на 1 у. д. е. затраченных средств.

3. Рекламный бюджет не должен быть более выделенной суммы, равной $100 + 2N$ тыс. у. д. е.

4. На наружную рекламу следует расходовать не менее 10 % рекламного бюджета.

5. На рекламу в СМИ должно быть выделено не более 35 % рекламного бюджета.

6. На печатную рекламу целесообразно расходовать не менее 1/3 от средств, выделяемых на рекламу в СМИ.

7. Затраты на рекламу в Интернете должны составить не менее половины той суммы, которую планируется использовать на прямую почтовую и печатную рекламы.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести неизвестные величины задачи;

2) составить условия экономико-математической задачи, записать целевую функцию, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли от рекламы:

$$F_{\max} = \sum_{n \in N_0} \sum_{i=1} p_{in} x_{in}.$$

При условиях:

1. По использованию рекламного бюджета

$$\sum_{n \in N_0} x_{in} \leq R_i, \quad i = 1.$$

2. По предельным объемам средств, выделяемых для рекламы

$$\tilde{d}_{in} R_i \leq x_{in} \leq d_{in} R_i, \quad i = 1, n \in N_0.$$

3. По соотношению различных видов рекламы

$$x_{in} = f_{in} x_{in}, \quad i = 1, n \in N_1.$$

4. Неотрицательность переменных

$$x_{in} \geq 0.$$

Индексация:

i – номер вида ресурса;

$i = 1$ – номер вида ресурса (денежных средств);

n – номер вида рекламы;

N_0 – множество видов рекламы;

N_1 – множество видов рекламы, находящейся в пропорциональной зависимости, $N_1 \in N_0$.

Неизвестные величины:

x_{in} – количество ресурса (денежных средств) вида i , выделяемого для рекламы вида n .

Известные величины:

R_i – объем рекламного бюджета, т. е. количество ресурса (денеж-

ных средств) вида i , выделяемого для рекламы;

$\tilde{d}_{in}, d_{in}$ – соответственно минимальная и максимальная доли ресурса (денежных средств) вида i , выделяемого для рекламы вида n ;

f_{in} – коэффициент соотношения ресурса (денежных средств) вида i , выделяемого для рекламы вида n , находящейся в пропорциональной зависимости;

p_{in} – количество ресурса (денежных средств, прибыли) вида i , получаемого от рекламы вида n ;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) обосновать наилучший вариант использования рекламного бюджета.

Т е м а 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТНИКОВ ПО ДОЛЖНОСТЯМ. ЗАДАЧА О КОММИВОЯЖЕРЕ

Задание 1. Составить оптимальный план закрепления работников по отдельным видам работ с целью максимизации производительности труда в коллективе.

Исходная информация.

1. В магазине имеется 8 работников, каждый из которых может выполнять один из 8 видов работ.

2. Показатели производительности труда каждого работника на рабочих местах приведены в табл. 11–14.

Т а б л и ц а 11. Производительность труда работников, у. д. е.

Работники	Виды работы							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	0,98	1,20	1,24	1,69	1,56	1,17	1,50	1,40
2-й	1,46	1,85	1,02	1,30	1,84	1,82	1,22	1,13
3-й	1,32	1,56	1,34	1,47	1,20	1,48	1,16	1,83
4-й	0,84	1,30	1,19	1,45	1,86	1,71	1,56	1,44
5-й	1,96	1,47	1,80	1,70	1,49	1,40	1,62	1,78
6-й	1,17	1,37	1,20	1,38	1,57	1,60	1,15	1,23
7-й	0,95	0,83	1,17	1,21	1,73	1,49	1,43	1,54
8-й	1,14+ +0,1N	1,18+ +0,1K	1,90	1,53	1,33	1,91– –0,1N	1,87– –0,1K	1,38

Т а б л и ц а 12. Производительность труда работников, у. д. е.

Работники	Виды работы							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	0,55	0,81	1,06	0,73	0,69	1,05	1,16	0,64
2-й	0,78	1,07	0,56	0,82	1,12	0,84	0,68	0,75
3-й	1,02	0,57	0,80	0,97	0,76	0,66	0,85	1,04
4-й	0,94	0,67	0,95	0,58	0,98	1,01	0,74	0,99
5-й	0,79	–	0,72	0,89	0,61	0,91	1,00	0,86
6-й	–	0,88	1,08	1,14	1,03	0,62	0,93	0,92
7-й	0,87	0,96	0,90	0,65	0,83	1,09	0,60	1,10
8-й	0,63+ +0,1K	0,77	0,70– –0,1N	1,13	1,15	0,71+ +0,1N	1,11– –0,1K	0,59

Т а б л и ц а 13. Производительность труда работников, у. д. е.

Работники	Виды работы							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	1,48	1,41	1,63	1,61	1,59	1,21	1,57	1,06
2-й	1,09	1,18	1,26	1,12	1,44	1,37	1,05	1,55
3-й	1,40	1,49	1,42	1,51	1,04	1,52	1,38	1,39
4-й	1,32	1,10	1,01	1,27	1,36	1,14	1,30	1,16
5-й	–	1,02	1,50	1,19	1,13	1,29	1,22	1,47
6-й	1,24	1,33	1,11	1,35	1,28	1,07	1,46	1,31
7-й	1,03	1,25	1,34	1,43	1,20	1,45	1,15	1,56
8-й	1,17+ +0,1N	1,62– –0,1N	1,60	1,08+ +0,1K	1,53– –0,1K	1,58	1,54	1,23

Т а б л и ц а 14. Производительность труда работников, у. д. е.

Работники	Виды работы							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	1,25	1,26	1,62	1,71	1,59	1,31	1,27	1,56
2-й	1,18	1,21	1,36	1,62	–	1,47	1,35	1,35
3-й	1,22	1,53	1,41	1,38	1,34	1,32	–	1,29
4-й	1,16	–	1,21	1,29	1,06	1,54	1,40	1,46
5-й	1,13	1,64	1,19	–	1,23	1,39	1,62	1,17
6-й	1,31	1,38	1,15	1,45	1,48	–	1,46	1,21
7-й	1,33	1,29	1,24	1,33	1,50	1,25	1,25	–
8-й	1,27+ +0,1N	1,52– –0,1N	1,47	1,18+ +0,1K	1,63– –0,1K	1,48	1,64	1,73

Используя приведенную информацию, необходимо:

- 1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;
- 2) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум стоимости реализованной продукции, прибыли, суммарную производительность труда работников:

$$F_{\max} = \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_0} p_{ij} x_{ij}.$$

При условиях:

1. По использованию работников

$$\sum_{j \in J_0} x_{ij} = 1, \quad i \in I_0.$$

2. По выполнению работ

$$\sum_{i \in I_0} x_{ij} = 1, \quad j \in J_0.$$

3. Неотрицательность и целочисленность переменных

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{ij} \in \{0;1\}.$$

Индексация:

i – номер работника;

I_0 – множество работников;

j – номер работы;

J_0 – множество работ.

Неизвестные величины:

x_{ij} – переменная, характеризующая назначение работника вида i на работу вида j ;

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если работник вида } i \text{ выполняет работу вида } j, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Известные величины:

p_{ij} – стоимость реализованной продукции, прибыли, производительность труда работника вида i при выполнении работы вида j ;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере и применив метод Фогеля;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) обосновать оптимальное распределение работников по должностям.

Задание 2. Требуется составить самый короткий маршрут коммивояжера.

Исходная информация.

1. Имеется 8 городов. Коммивояжер, выезжая из первого города, должен побывать в каждом городе один раз и вернуться в исходный пункт.

2. Расстояние между городами приведено в табл. 15–18.

Т а б л и ц а 15. Расстояние между городами, км

Города	Города							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	–	8+0,1K	27	18	14	33	41	23
2-й	8+0,1K	–	16	30	28	13	47	12
3-й	27	16	–	14	17	55–0,1N	34	29
4-й	18	30	14	–	25	53	22	38
5-й	14	28	17	25	–	31	42	7+0,1N
6-й	33	13	55– –0,1N	53	31	–	49	37
7-й	41	47	34	22	42	49	–	40
8-й	23	12	29	38	7+0,1N	37	40	–

Т а б л и ц а 16. Расстояние между городами, км

Города	Города							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	–	6+2K	7	13	9+2N	10	26	58–2K
2-й	6+2K	–	8	22	15	32	25	26
3-й	7	8	–	20	42	23	44	46
4-й	13	22	20	–	40	24	26	50
5-й	9+2N	15	42	40	–	52–N	28	48
6-й	10	32	23	24	52–N	–	30	32
7-й	26	25	44	26	28	30	–	27
8-й	58–2K	26	45	50	48	32	27	–

Т а б л и ц а 17. Расстояние между городами, км

Города	Города							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-й	–	50	45	12	16	4+2K	29	57–K
2-й	50	–	26	58	10	15	5	56
3-й	45	26	–	30	36	8	18	23
4-й	12	58	30	–	28	42	9	21
5-й	16	10	36	28	–	40	64	7+N

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-й	4+2K	15	8	42	40	–	32	6+K
7-й	29	5	18	9	64	32	–	20
8-й	57–K	56	23	21	7+N	6+K	20	–

Т а б л и ц а 18. Расстояние между городами, км

Города	Города							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1-й	–	7+0,1K	21	28	14	33	21	23
2-й	9+0,1K	–	36	20	28	43	37	12
3-й	27	16	–	14	17	23–0,1N	34	29
4-й	18	30	14	–	24	53	26	38
5-й	12	28	17	25	–	31	42	17+0,1N
6-й	37	13	55– –0,1N	53	31	–	46	37
7-й	44	47	32	27	42	49	–	41
8-й	25	12	29	38	7+0,1N	37	40	–

Используя приведенную информацию, необходимо:

- 1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;
- 2) ввести дополнительные переменные задачи u_i ($i = 1...n$), принимающие только целые неотрицательные значения;
- 3) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти такой маршрут коммивояжера, который минимизирует следующую целевую функцию:

$$F_{\min} = \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_0} c_{ij} x_{ij}.$$

При условиях:

1. По въезду в города

$$\sum_{i \in I_0} x_{ij} = 1, \quad j \in J_0.$$

2. По выезду из городов

$$\sum_{j \in J_0} x_{ij} = 1, \quad i \in I_0.$$

3. По формированию маршрута коммивояжера

$$u_i - u_j + n \cdot x_{ij} \leq n - 1, \quad i, j = 1...n, \quad i \neq j.$$

4. Неотрицательность и целочисленность переменных

$$x_{ij} \geq 0, x_{ij} \in \{0;1\}.$$

Индексация:

i – номер города, в который въезжает коммивояжер;

j – номер города, из которого выезжает коммивояжер;

I_0 – множество городов, в которые въезжает коммивояжер;

J_0 – множество городов, из которых выезжает коммивояжер.

Неизвестные величины:

x_{ij} – переменная, характеризующая переезд коммивояжера из города вида i в город вида j ;

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если в маршрут входит переезд из города вида } i \\ \text{в город вида } j, \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Известные величины:

c_{ij} – расстояние между городом вида i и городом вида j ;

- 4) решить экономико-математическую задачу на персональном компьютере, применив алгоритм «ближайшего соседа»;
- 5) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;
- 6) обосновать самый короткий маршрут коммивояжера.

Т е м а 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ВЫПУСКА И ОБОСНОВАНИЕ КАНАЛОВ СБЫТА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Задание 1. Определить оптимальные объемы производства и обосновать каналы и сроки реализации овощей, обеспечивающие максимальную прибыль.

Исходная информация.

В результате маркетинговых исследований была получена приведенная ниже информация.

1. Овощеводческая организация может заниматься производством следующих видов овощей: столовая свекла, столовая морковь, капуста.

2. Для производства овощей может быть выделено: пашни – 400 + 2N га, труда – 26500 + 10N чел.-дн.

3. Основные показатели, характеризующие производство овощей, приведены в табл. 19.

Т а б л и ц а 19. Экономические показатели производства овощей

Наименование	Урожайность, ц/га	Затраты труда, чел.-дн/га	Себестоимость, у. д. е/ц
Столовая свекла	240 + 0,3K	60	7,6 – 0,2N
Столовая морковь	220 + 0,5K	65	7,8 – 0,3N
Капуста	290 + 0,1K	50	7,0 – 0,1N

4. Реализация овощей может осуществляться государству и через собственную торговую сеть. Объемы договорных поставок овощей государству должны составить: столовая свекла – 13500 ц, столовая морковь – 9400, капуста – 17200 ц. Ежемесячные объемы продаж должны находиться в следующих пределах (табл. 20).

Т а б л и ц а 20. Предельные ежемесячные объемы сбыта овощей, ц

Наименование	Государству		Фирменная торговля	
	минималь- ный	максималь- ный	минималь- ный	максималь- ный
Столовая свекла	850	1700	190	650 + 3K
Столовая морковь	700	1500+2N	160	580
Капуста	950	1900	200	800 + N

5. Цены реализации приведены в табл. 21.

Т а б л и ц а 21. Цены реализации 1 ц овощей, у. д. е.

Месяцы	Столовая свекла		Столовая морковь		Капуста	
	Государ- ство	Фирмен- ная тор- говля	Государ- ство	Фирмен- ная тор- говля	Государ- ство	Фирмен- ная тор- говля
Октябрь	9,6	12,0	10,5	12,9	9,0	11,4
Ноябрь	9,9	12,3	10,7	13,2	9,3	11,7
Декабрь	10,3	12,5	10,9	13,8	9,6	12,0
Январь	10,5	12,9	11,2	14,0	9,9	12,3
Февраль	10,7	13,2	11,4	14,4	10,1	12,5
Март	10,8	13,5	11,5	14,6	10,3	12,7
Апрель	11,1	13,8	11,7	14,7	10,5	12,9
Май	11,4	14,4	12,0	15,0	10,7	13,5
Июнь	12,0	15,0	12,9	15,9	11,4	14,4
Июль	11,8	14,6	12,6	15,7	11,0	14,0
Август	11,0	14,0	12,0	15,0	10,7	13,5
Сентябрь	9,6	12,0	10,5	12,9	9,0	11,4

6. Возможна закладка овощей на хранение. Мощность хранилища – 79000 ц. Ежемесячная норма естественной убыли – 1 %. Затраты по хранению – 0,3 у. д. е/ц.

Задание 2. Определить оптимальные объемы производства и обособить каналы и сроки реализации овощей, обеспечивающие максимальную прибыль.

Исходная информация.

1. Сельскохозяйственная организация занимается садоводством.

2. Для производства яблок выделяется: пашни – $1500 + 2N$ га, труда – $3600 + 10N$ тыс. чел.-ч. На период уборки возможно привлечение рабочей силы со стороны в количестве до $450 + 5K$ тыс. чел.-ч.

3. Яблони на карликовых подвоях не могут превышать 50 % от общей площади плодоносящего сада. Яблони осенних сортов должны составлять не менее 60 % от общей площади многолетних насаждений.

4. Основные показатели, характеризующие производство яблок, приведены в табл. 22.

Т а б л и ц а 22. Экономические показатели по яблоневому саду

Многолетние насаждения	Урожай-ность, т/га	Затраты на 1 га		Сроки	
		у. д. е.	чел.-ч	вступление в плодоношение и эксплуата-цию, лет	созрева-ние и хранение, месс.
Плодоносящий сад					
На сильнорослом подвое:					
зимние сорта	20+0,3K	1315	1030	15	10 и 4
осенние сорта	24+0,1K	1160	980	12	9 и 2
На карликовых подвоях:					
зимние сорта	22+0,5K	865	985	8	10 и 3
осенние сорта	26+0,2K	725	720	8	9 и 1
Молодой сад					
На сильнорослом подвое:					
зимние сорта	—	190	225	7	—
осенние сорта	—	190	225	6	—
На карликовых подвоях:					
зимние сорта	—	180	215	4	—
осенние сорта	—	180	215	3	—

4. В сельскохозяйственной организации имеется плодохранилище общей мощностью 18000 т. Информация по распределению продукции приведена в табл. 23.

Заказ по реализации яблок составляет 15000 т. Цены реализации яблок в каждом месяце различны (табл. 24).

Т а б л и ц а 23. Информация по распределению продукции

Показатели	Каналы распределения и движения продукции	
	Хранение (в месяц)	Реализация в свежем виде
Затраты на 1 т яблок:		
у. д. е.	0,020	0,004
чел.-ч	20	8
Норма естественной убыли, %	1	—

Ежемесячные объемы реализации яблок на белорусский рынок должны находиться в следующих пределах (табл. 24).

Т а б л и ц а 24. Предельные объемы сбыта и цены реализации 1 т яблок, у. д. е.

Месяцы	Средняя цена реализации 1 т, у. д. е.	Предельные объемы реализации, т	
		min	max
Сентябрь	200–0,5K	800	1500–0,5N
Октябрь	230+0,1K	900	1700+N
Ноябрь	260–0,4K	1000	2000–0,3N
Декабрь	290+0,2K	1200	2300+N
Январь	310–0,3K	1300	2500–0,2N
Февраль	340+0,3K	1200	2400+N
Март	370–0,2K	1100	2200–0,1N
Апрель	400+0,4K	1000	2100+N

Используя приведенную информацию, необходимо:

- 1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;
- 2) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{k \in K_0} \sum_{i \in I_3} \sum_{t \in T_0} p_{ikt} x_{ikt} - \sum_{i \in I_3} \sum_{j \in J_0} \sum_{t \in T_0} c_{ijt} x_j - \\ - \sum_{k \in K_0} \sum_{i \in I_3} \sum_{t \in T_0} c_{ikt} x_{ikt} - \sum_{n \in N_0} \sum_{i \in I_3} \sum_{t \in T_0} c_{int} x_{int}.$$

При условиях:

1. По использованию земельных угодий

$$\sum_{j \in J_1} a_{ij} x_j \leq A_i, i \in I_1.$$

2. По использованию трудовых ресурсов

$$\sum_{j \in J_0} b_{ij} x_j + \sum_{n \in N_0} \sum_{t \in T_0} \sum_{i \in I_3} b_{iint} x_{int} + \sum_{k \in K_0} \sum_{t \in T_0} \sum_{i \in I_3} b_{iikt} x_{ikt} \leq B_i, i \in I_2.$$

3. По производству и распределению продукции по каналам сбыта:

$$\sum_{j \in J_0} d_{ijt} x_j = \sum_{n \in N_0} x_{int} + \sum_{k \in K_0} x_{ikt}, i \in I_3, t \in T_0.$$

4. По хранению и распределению продукции по каналам сбыта:

$$d_{int} x_{int} = \sum_{k \in K_0} x_{ikt} + x_{int+1}, t \in T_0, i \in I_3, n \in N_0.$$

5. По мощностям хранилищ:

$$\sum_{t=1} \sum_{i \in I_3} x_{int} \leq E_n, n \in N_0.$$

6. По предельным объемам сбыта сельскохозяйственной продукции в ассортименте и по каналам:

$$\tilde{D}_{ikt} \leq x_{ikt} \leq D_{ikt}, i \in I_3, t \in T_0, k \in K_0.$$

7. По реализации продукции государству:

$$\sum_{t \in T_0} x_{ikt} \geq P_{ik}, i \in I_3, k = 1.$$

8. Неотрицательность переменных:

$$x_j, x_{int}, x_{ikt} \geq 0.$$

Индексация:

i – номер ресурса;

I_1 – множество видов земельных угодий;

I_2 – множество видов труда;

I_3 – множество видов товарной продукции;

j – номер отрасли;

J_0 – множество сельскохозяйственных культур и отраслей;

J_1 – множество отраслей растениеводства, $J_1 \subset J_0$;

t – номер месяца (года) планируемого периода;

$t + 1$ – номер последующего месяца (года) планируемого периода;

T_0 – множество месяцев (года) планируемого периода;

n – номер канала хранения продукции;

N_0 – множество каналов хранения продукции;

k – номер канала сбыта продукции;

K_0 – множество каналов сбыта продукции.

Неизвестные величины:

x_j – размер отрасли вида j ;

x_{int} – количество продукции вида i , направленное по каналу хранения вида n в период времени вида t ;

x_{ikt} – количество продукции вида i , реализованное по каналу вида k в период времени вида t .

Известные величины:

a_{ij} – расход земельного угодья вида i на единицу отрасли растениеводства вида j ;

A_i – наличие земельного угодья вида i ;

b_{ij} – расход труда вида i на единицу отрасли вида j ;

b_{iint} – расход труда вида i на единицу продукции вида i при хранении ее по каналу вида n в период времени вида t ;

b_{iikt} – расход труда вида i на единицу продукции вида i , реализованной по каналу сбыта вида k в период времени вида t ;

B_i – наличие труда вида i ;

d_{ijt} – выход товарной продукции вида i с единицы отрасли вида j в период времени вида t ;

d_{int} – коэффициент, характеризующий естественную убыль продукции вида i при хранении ее по каналу вида n в период времени вида t ;

E_n – мощность хранилища вида n ;

$\tilde{D}_{ikt}, D_{ikt}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы сбыта продукции вида i по каналу реализации вида k в период времени вида t ;

P_{ik} – объем договорных поставок продукции вида i по каналу вида k ;

p_{ikt} – стоимость единицы продукции вида i , реализованной по каналу сбыта вида k в период времени вида t ;

c_{ijt} – затраты материально-денежных средств на продукцию вида i , полученную с единицы отрасли вида j в период времени вида t ;

c_{ikt} – затраты материально-денежных средств на единицу продукции вида i , реализованной по каналу вида k в период времени вида t ;

C_{int} – затраты материально-денежных средств на единицу продукции вида i при хранении ее по каналу вида n в период времени вида t ;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Т е м а 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ВЫПУСКА И ОБОСНОВАНИЕ КАНАЛОВ СБЫТА ТОВАРОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Задание 1. Определить ассортимент производства товаров перерабатывающего модуля сельскохозяйственной организации с целью максимизации прибыли.

Исходная информация.

1. Планируемые объемы заготовки сырья составят $35000 + 10N$ т.

2. Расход сырья на производство 1 т товара: масла – 23 т, сыра – 12, цельномолочной продукции – 0,95 т (прил. А).

3. Среднегодовые мощности перерабатывающего модуля равны: по производству масла – $1200 + N$ т, сыра – 100, цельномолочной продукции – 15000 т.

4. Предельные объемы сбыта товаров приведены в табл. 25.

Т а б л и ц а 25. **Объемы сбыта товаров, т**

Вид продукции	Каналы сбыта					
	государству		за рубеж		фирменная торговля	
	мини-мальный	макси-мальный	мини-мальный	макси-мальный	min	max
Масло	470	685	230	370	75	145
Сыр	62	90+K	–	–	8	12+K
Цельномолочная продукция	11000	14000	–	–	960	1500

5. Затраты материально-денежных средств на производство 1 т товара составят: масло – $9100 - N$ у. д. е., сыр – $5400 - K$, цельномолочная продукция – $1250 + K$ у. д. е. Затраты на сбыт 1 т масла: государству – 120 у. д. е., за рубеж – $240 + K$, фирменной торговле – 10 у. д. е. Затраты на сбыт 1 т сыра: государству – 110 у. д. е., фирменной торговле – 20. Затраты на сбыт 1 т цельномолочной продукции: государ-

ству – 50, фирменной торговле – 10 у. д. е.

6. Предполагается реализовывать товары по следующим ценам (табл. 26).

Т а б л и ц а 26. Цены реализации 1 т товаров, у. д. е.

Вид продукции	Каналы сбыта		
	государству	за рубеж	фирменная торговля
Масло	10300–N	10500+0,5K	9300–2N
Сыр	7400+K	–	6300+0,5N
Цельномолочная продукция	1500+0,2K	–	1100+0,2K

Задание 2. Определить ассортимент производства товаров перерабатывающего модуля сельскохозяйственной организации с целью получения максимума прибыли.

Исходная информация.

1. В организации имеется перерабатывающий модуль по производству колбасных изделий. Планируемые объемы заготовки сырья составят $600,0 + 2N$ т.

2. Расход сырья на производство 1 т товара: вареных колбас – 0,85 т, сосисок и сарделек – 0,90, полукопченых колбас – 1,25, твердокопченых колбас – 1,40, копченостей – 1,05 т (прил. В).

3. Предельные объемы производства товаров в ассортименте приведены в табл. 27.

Т а б л и ц а 27. Предельные объемы производства товаров

Колбасные изделия	Производство колбасных изделий, %	
	минимальный	максимальный
Вареные колбасы	30 – N	50 – N
Сосиски и сардельки	20 + N	25 + N
Полукопченые колбасы	15 – K	20 – K
Твердокопченые колбасы	5	10
Копчености	10 + K	15 + K
И т о г о...	80	120

4. Затраты материально-денежных средств на производство 1 т колбасных изделий составят: вареные колбасы – $4150 - 0,5N$ у. д. е., сосиски и сардельки – $4600 + K$, полукопченые колбасы – 7260, твердокопченые – $10150 + N$, копчености – $13500 + 2K$ у. д. е. Затраты на сбыт 1 т колбасных изделий в разрезе каналов реализации составят: управление торговли – 95 у. д. е., облпотребсоюз – 70, фирменная тор-

говля – 15, прочая реализация – 30 у. д. е.

5. Предполагается реализовывать товары перерабатывающего модуля по следующим ценам (табл. 28).

Т а б л и ц а 28. Цены реализации 1 т колбасных изделий, у. д. е.

Вид продукции	Каналы сбыта			
	управление торговли	облпотреб-союз	фирменная торговля	прочая реализация
Вареные колбасы	4870	4875	4880	4890
Сосиски и сардельки	5215 + N	5220 + N	5225 + K	5230 + K
Полукопченые колбасы	9640	9645	9650	9660
Твердокопченые колбасы	14280	14285	14290	14350
Копчености	17900	17805	19500	19650

6. Предельные объемы сбыта колбасных изделий приведены в табл. 29.

Т а б л и ц а 29. Предельные объемы сбыта колбасных изделий

Каналы сбыта	Сбыт колбасных изделий от общей реализации, %	
	минимальный	максимальный
Управление торговли	50 – N	75 – N
Облпотребсоюз	5 – K	10 – K
Фирменная торговля	25 + N	30 + N
Прочая реализация	0 + K	5 + K
И т о г о...	80	120

Задание 3. Определить ассортимент производства товаров организации молочной промышленности с целью максимизации маржинальной прибыли.

Исходная информация.

1. Проанализировав динамику поступления сырья, необходимо спланировать поступление сырья на 2–3 года вперед, предварительно определив среднегодовой прирост закупок сырья (табл. 30).

2. Планируется производить следующие виды продукции: масло животное, сыр жирный, цельное молоко, кефир, сметану, творог жирный, нежирную продукцию, казеин.

3. Выход готовой продукции промышленной выработки в ассортименте с единицы сырья принимают по нормативной информации перерабатывающей организации в соответствии с принятой технологией производства выпускаемых товаров (прил. А) (табл. 31).

Т а б л и ц а 30. Динамика поступления сырья на завод, т

Вид сырья	Годы				Данные 2020 г. к данным 2017 г., %	Среднегодовой прирост закупок сырья, %	На перспективу
	2017	2018	2019	2020			
Молоко	27447+ +20N	32600	29500	37739+ +20K			

Т а б л и ц а 31. Расход сырья (основного и вторичного) на производство 1 т готовой продукции промышленной выработки, т

Наименование продукции	Использование сырья		Выход вторичного сырья
	молоко	вторичное сырье	
Масло животное	21,98	–	20,96
Сыр жирный	8,33	–	6,72
Молоко 3,2%-ной жирности	0,96	–	–
Кефир 3,2%-ной жирности	0,95	0,06	–
Сметана 20%-ной жирности	5,97	–	4,97
Творог жирный 5%-ной жирности	1,60	4,73	–
Нежирная продукция	–	1,12	–
Казеин	–	32,50	–

4. Разделить затраты перерабатывающей организации на постоянные и переменные. Как известно, постоянные затраты (амортизация, арендная палата, повременная зарплата административно-управленческого персонала и т. д.) не зависят от объема производства (при условии сохранения производственной мощности организации). Переменные затраты (сдельная зарплата промышленного персонала, сырье, топливо, вспомогательные материалы и т. д.) возрастают при росте объема производства продукции (табл. 32).

Провести сравнительный анализ прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат, и маржинальной прибыли на единицу продукции (табл. 33).

5. Показатели производственных мощностей производственных цехов организации приведены в табл. 34.

6. Целесообразно производить ту продукцию, которая обеспечивает безубыточную работу предприятия. Рассчитать точку безубыточности продукции (табл. 35). Точка безубыточности – это такой объем продукции, при реализации которого выручка равна затратам и прибыль равна нулю ($P = 0$).

Т а б л и ц а 32. Структура затрат на производство основных видов продукции

Статьи затрат	Масло животное, уд.е.	Сыр жирный, уд.е.	Молоко цельное, уд.е.	Кефир жирный, уд.е.	Сметана, уд.е.	Творог жирный, уд.е.	Нежирная продукция, уд.е.	Казеин, уд.е.	Всего по орга- низации мо- лочной про- мышленности	
									Тыс.	%
Сырье	5620+5N	4742+4N	2022+3K	413+2K	724+4N	836+3N	2466+2N	2533+4K		
Основные и вспомога- тельные материалы	87	20	210	20	112	80	50	30		
Топливо	288	34	92	26	62	82	280	230		
Транспортные расходы	480	170	76	18	47	32	–	–		
Заработная плата с начис- лениями	74	150	64	4	60	65	135	40		
Амортизация	72	150	72	5	18	42	240	39		
Общепроизводственные расходы	27	58	188	2	20	14	48	14		
Общехозяйственные расхо- ды	734	745	360	28	85	17	100	176		
Прочие нематериальные затраты	21	17	3	1	3	4	20	10		
И т о г о...	7397+5N	6086+4N	3087+3K	517+2K	1131+4N	1172+3N	3339+2N	3072+4K		
В т. ч.: переменные затраты	6543+5N	5116+4N	2464+3K	481+2K	1005+4N	1095+3N	2931+2N	2833+4K		
постоянные затраты	854	970	623	36	126	77	408	239		

Т а б л и ц а 33. Сравнительный анализ маржинальной прибыли на единицу продукции и прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат

Показатели	Масло живот- ное	Сыр жирный	Молоко цельное	Кефир жирный	Сметана	Творог жирный	Нежир- ная про- дукция	Казеин	Все- го по за- воду
Постоянные затраты, у. д. е.	854	970	623	36	126	77	408	239	3333
Переменные затраты, у. д. е.	6543+5N	5116+4N	2464+3K	481+2K	1005+4N	1095+3N	2931+2N	2833+4K	–
Объем реализации, т	1065+N	882–K	4020+2N	761–N	278+2K	463+2N	1824+K	332+3K	–
Удельные перемен- ные затраты, у. д. е.									
Цена реализации 1 т продукции, у. д. е.	6885+0,8N	238+0,7N	781+0,3K	749+0,2K	4224+0,4N	521+0,3N	815+0,2N	3390+0,4N	–
Выручка, у. д. е.									
Маржинальная при- быль, у. д. е.									
Маржинальная при- быль на единицу продукции, у. д. е.									
Прибыль (убыток) от сбыта продукции, у. д. е.									
Прибыль (убыток) от сбыта единицы про- дукции									

**Т а б л и ц а 34. Производственные мощности производственных цехов
организации**

Наименование продукции	Установленная мощность, т/см	Число смен работы	Среднегодовая мощность, т
Масло животное	6,0	250	1500
Сыр жирный	4,8	250	1200
Молоко цельное	22,0	250	5500
Кефир жирный	4,4	250	1100
Сметана	2,0	250	500
Творог жирный	2,4	250	600
Нежирная продукция	12,0	250	3000
Казеин	3,6	250	900

Т а б л и ц а 35. Расчет точки безубыточности продукции

Показатели	Масло животное	Сыр жирный	Молоко цельное	Кефир жирный	Сметана	Творог жирный	Нежирная продукция	Казеин
Удельные пере- менные затраты, у. д. е.								
Цена реализации, у. д. е.	6885+ +0,8N	7238+ +0,7N	781+ +0,3K	749+ +0,2K	4224+ +0,4N	2521+ +0,3N	1815+ +0,2N	13390+ +0,4N
Разница между ценой сбыта и удельными пере- менными затра- тами, у. д. е.								
Постоянные зат- раты, у. д. е.	854	970	623	36	126	77	408	239
Точка безубыточ- ности, т								
Фактический объем, т	1065+ N	882- K	4020+ +2N	761- N	278+ +2K	463+ +2N	1824+ K	332+ +3K

Известно, что

$$P = Ц \cdot V - Z_{\text{пост}} - Z_{\text{уд. пер}} \cdot V, \quad (1)$$

где P – прибыль от реализации продукции, тыс. у. д. е.;

$Ц$ – цена реализации продукции, тыс. у. д. е.;

V – количество товара, т;

$Z_{\text{пост}}$ – постоянные затраты, тыс. у. д. е.;

$Z_{\text{уд. пер}}$ – переменные затраты на единицу продукции, тыс. у. д. е.

Так как точка безубыточности определяет объем продукции, при реализации которого выручка равна затратам и прибыль равна нулю, то выше приведенную формулу перепишем следующим образом:

$$0 = \Pi \cdot V - Z_{\text{пост}} - Z_{\text{уд. пер}} \cdot V,$$

отсюда

$$\Pi \cdot V = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{уд. пер}} \cdot V.$$

Сгруппируем выражения, содержащие V .

Следовательно,

$$\Pi \cdot V - Z_{\text{уд. пер}} \cdot V = Z_{\text{пост}},$$

отсюда получим:

$$V = \frac{Z_{\text{пост}}}{\Pi - Z_{\text{уд. пер}}}. \quad (2)$$

7. Предельные объемы производства товаров в ассортименте должны обеспечивать безубыточную работу перерабатывающей организации и удовлетворять спрос покупателей на внутреннем и внешнем рынках (табл. 36).

Т а б л и ц а 36. Предельные объемы производства продукции промышленной выработки в ассортименте, т

Вид продукции	Фактический объем	Предельные объемы	
		минимальный	максимальный
Масло животное	1065 + N	759 + N	1371 + N
Сыр жирный	882 – K	628 – K	1136 – K
Молоко цельное	4020 + 2N	4020 + 2N	5176 + 2N
Кефир жирный	761 – N	761 – N	980 – N
Сметана	278 + 2K	278 + 2K	358 + 2K
Творог жирный	463 + 2N	463 + 2N	596 + 2N
Нежирная продукция	1824 + K	1824 + K	2349 + K
Казеин	332 + 3K	237 + 3K	427 + 3K

8. Необходимо рассчитать предельные объемы реализации товаров в ассортименте по каналам сбыта (это может быть сбыт через райпотребсоюз, фирменную торговлю, коммерческие структуры или город и район, область (без учета района), республика (без учета области) и т. д.). Фактические объемы сбыта продукции приведены в табл. 37.

Предельные объемы реализации продукции необходимо обосновать через удельный вес сбыта каждого товара в разрезе каналов реа-

лизации. Например, предельные доли сбыта масла животного по каналам реализации приведены в табл. 38.

Т а б л и ц а 37. Реализация продукции по каналам сбыта, т

Каналы сбыта	Масло животное	Сыр жирный	Молоко цельное	Кефир жирный	Сметана	Творог жирный	Нежирная продукция	Казеин
Фирменная торговля	80,9	60,0	1061,3	184,9	68,9	75,0	516,2	–
В пределах района и области	242,9	145,5	2958,7+ +2N	576,1– –N	209,1+ +2K	388,0+ +2N	1307,8+ +K	–
По каналам внутри республики	608,1+ +N	567,1– –K	–	–	–	–	–	–
На экспорт	131,1	109,4	–	–	–	–	–	332+ +3K
И т о г о...	1065+ +N	882– –K	4020+ +2N	761– –N	278+ +2K	463+ +2N	1824+ +K	332+ +3K

Т а б л и ц а 38. Предельные объемы сбыта масла животного

Каналы сбыта	Фактический объем, т	Удельный вес		
		фактический	минимальный	максимальный
Фирменная торговля	80,9	7,6	4,6	10,6
В пределах района и области	242,9	22,8	14,0	31,6
По каналам внутри республики	608,1+N	57,1	35,0	79,3
На экспорт	133,1	12,5	7,6	17,3
И т о г о...	1065+N	100,0	61,2	138,8

Задание 4. Определить ассортимент производства товаров хлебокомбината с целью максимизации маржинальной прибыли.

Исходная информация.

1. Проанализировав динамику поступления сырья и учитывая информацию перспективных планов перерабатывающей организации, необходимо спланировать поступление сырья по видам на 2 года (табл. 39).

2. Проанализировав широту и глубину ассортимента производимой продукции, необходимо выделить ассортиментные группы товаров, которые получат развитие в перспективе (табл. 40).

3. Выход готовой продукции промышленной выработки в ассортименте с единицы сырья принимают по фактической информации перерабатывающей организации в соответствии с принятой технологией производства выпускаемых товаров (прил. С) (табл. 41).

Т а б л и ц а 39. Поступление сырья, т

Вид сырья	2019 г.	2020 г.	Данные 2020 г. к 2019 г., %	На пер- спективу
Мука пшеничная высшего сорта	215,7+2N	254,2+2N	117,8	279,6+2N
Мука пшеничная первого сорта	290,8+3K	307,2+3K	105,6	337,9+3K
Мука пшеничная второго сорта	1,0	1,2	120,0	1,3
Мука ржаная обдирная	250,1+N	365,3+N	146,4	401,8+N
Мука ржаная сеяная	280,1+2K	256,3+2K	91,5	281,9+2K
Сахар	21,0	22,9	109,0	25,2
Солод ржаной	35,0	36,6	104,6	40,3
Дрожжи	14,0	14,6	104,3	16,1
Маргарин	14,0	15,4	110,0	16,9
Соль	19,0	20,4	107,4	22,4
Масло подсолнечное и рапсовое	1,9	2,0	105,3	2,2

Т а б л и ц а 40. Ассортимент производимой продукции

Наименование	Широта ассортимента	Глубина ассортимента (количество наименований)
Хлебобулочные изделия	Хлеба	12
	Булочные изделия	15
	Пироги	5
	Сухарные изделия	3
	Сдобные изделия	6
Кондитерские изделия	Торты	13
	Пирожные	5
	Кексы, бабы, рулеты	3
	Ковриги	1

4. Производственные мощности цехов организации приведены в табл. 42.

5. Необходимо разделить затраты перерабатывающей организации на постоянные и переменные (табл. 43).

6. Провести сравнительный анализ прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат и сумм покрытия на единицу продукции (табл. 44).

**Т а б л и ц а 41. Расход сырья на производство 1 т готовой продукции
промышленной выработки, т**

Наименование товара	Сырье										
	Мука пшенич- ная высшего сорта	Мука пшенич- ная первого сорта	Мука пшенич- ная второго сорта	Мука ржаная обдирная	Мука ржаная сеяная	Сахар	Солод ржаной	Дрожжи	Маргарин	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло
Хлеба:											
«Веселовский»		0,267		0,400		0,007		0,003		0,012	0,001
«Климовичский»		0,277		0,415		0,002		0,004		0,012	0,001
«Лесной»		0,256		0,285	0,142	–	0,028	0,007		0,013	0,001
«Димитровский»		–		0,286	0,393	0,007	0,036	0,005		0,013	0,001
«Бородинский»		–	0,100	0,531	–	0,040	0,033	0,001		0,007	0,001
«Лучесской»		0,216			0,505	0,004	0,036	0,007		0,011	0,001
«Мартовский»		0,214		0,107	0,364	–	0,029	0,004		0,011	0,001
«Отменный»		0,140		0,349	0,174	0,056	0,035	0,006		0,013	0,001
«Чигиринский»		0,214			0,463	0,043	0,036	0,009		0,012	0,001
«Сонейка»	0,752	–			–	–		0,013		0,011	0,001
«Липеньский»	0,725	–			–	0,015	–	0,013		0,011	0,008
«Паланга темная»		0,313			0,313	0,038	0,025	0,019		0,013	0,001
Булочные изделия	0,746					0,030		0,015	0,026	0,011	0,001
Пироги	0,658					0,066		0,020	0,055	0,007	0,001
Сдобные изделия	0,719					0,070		0,022	0,057	0,008	0,001
Сухарные изделия	0,783					0,126		0,031	0,034	0,008	0,004
Кондитерские изде- лия	0,503					0,186		–	0,179	0,002	0,001

Т а б л и ц а 42. Производственные мощности цехов организации

Наименование продукции	Установленная мощность, т/см.	Число смен работы	Среднегодовая мощность, т
Хлебобулочные изделия	8	250	2000
Кондитерские изделия	1	250	250

Т а б л и ц а 43. Структура затрат на производство основных видов продукции хлебокомбината

Статьи затрат	Хлеба		В том числе											
			«Веселовский»	«Климовичский»	«Лесной»	«Димитровский»	«Бородинский»	«Луческой»	«Мартовский»	«Отменный»	«Чигиринский»	«Сонейка»	«Липеньский»	«Паланга темная»
	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.	тыс. у.д.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сырье	906+N	59,4	83	18	427+N	98	9	5	110	20	16	38	53	29
Основные и вспомогательные материалы	175+K	11,5	13	3	94+K	15	2	1	19	3	3	7	10	5
Топливо	64	4,2	5	1	35	6	1	–	7	1	1	2	3	2
Прочие материальные затраты	44	2,9	3	1	23	5	–	–	5	1	1	2	2	1
Заработная плата с начислениями	159	10,4	13	3	81	16	1	1	19	3	3	6	8	5
Амортизация	46	3,0	1	1	32	5	–	–	5	–	–	–	1	1
Общепроизводственные расходы	16	1,0	3	–	10	1	–	–	2	–	–	–	–	–
Общехозяйственные расходы	109	7,1	9	2	63	9	1	1	13	2	2	3	3	1
Прочие нематериальные затраты	7	0,5	1	–	4	1	–	–	1	–	–	–	–	–
И т о г о...	1526+N+K	100,0	131	29	769+N+K	156	14	8	181	30	26	58	80	44
В т. ч.:														
переменные затраты	1348+N+K	88,3	117	26	660+N+K	140	13	7	160	28	24	55	76	42
постоянные затраты	178	11,7	14	3	109	16	1	1	21	2	2	3	4	2

Статьи затрат	Булочные изделия		Пироги		Сухарные изделия		Сдобные изделия		Кондитерские изделия		Всего	
	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Сырье	89+0,8K	45,4	31+0,5N	58,5	3+0,4K	50,0	132+0,3N	42,3	25+0,7N	33,8		
Основные и вспомогательные материалы	25+0,2N	12,8	7+0,3K	13,2	1+0,1N	16,7	59+0,2K	18,9	12+0,2K	16,2		
Топливо	9	4,6	2	3,8	–	–	16	5,1	4	5,4		
Прочие материальные затраты	5	2,6	1	1,9	–	–	12	3,8	3	4,1		
Заработная плата с начислениями	25	12,8	2	3,8	1	16,7	33	10,6	8	10,8		
Амортизация	6	3,0	2	3,8	–	–	10	3,2	2	2,7		
Общепроизводственные расходы	22	11,2	4	7,5	1	16,8	22	7,1	15	20,3		
Общехозяйственные расходы	14	7,1	4	7,5	–	–	24	7,7	5	6,8		
Прочие нематериальные затраты	1	0,5	–	–	–	–	4	1,3	–	–		
И т о г о...	196+0,8K+ +0,2N	100,0	53+0,5N+ +0,3K	100,0	6+0,4K+ +0,1N	100,0	312+0,3N+ +0,2K	100,0	74+0,7N+ +0,2K	100,0		
В т. ч.: переменные затраты	153+0,8K+ +0,2N	78,1	43+0,5N+ +0,3K	81,1	5+0,4K+ +0,1N	83,3	252+0,3N+ +0,2K	80,8	52+0,7N+ +0,2K	70,3		
постоянные затраты	43	21,9	10	18,9	1	16,7	60	19,2	22	29,7	314	

Т а б л и ц а 44. Сравнительный анализ сумм покрытия на единицу продукции и прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат

Показатели	Хлеба	В том числе							
		«Веселовский»	«Климовичский»	«Лесной»	«Димитровский»	«Бородинский»	«Луческой»	«Мартовский»	«Отменный»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.	178	14	3	109	16	1	1	21	2
Переменные затраты, тыс. у.д.е.	1348+N+K	117	26	660+N+K	140	13	7	160	28
Объем реализации, т	1423	89	20	896	126	11	4	173	16
Удельные переменные затраты, у.д.е.									
Выручка, тыс. у.д.е.									
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.									
Маржинальная прибыль на единицу продукции, у.д.е.									
Прибыль (убыток) от сбыта продукции, тыс. у.д.е.									
Прибыль (убыток) от сбыта единицы продукции, у.д.е.									

Показатели	В том числе				Булочные изделия	Пироги	Сухарные изделия	Сдобные изделия	Кондитерские изделия	Всего
	«Чигиринский»	«Сонейка»	«Липеньский»	«Паланга темная»						
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.	2	3	4	2	43	10	1	60	22	314
Переменные затраты, тыс. у.д.е.	24	55	76	42	153+0,8K+ +0,2N	43+0,5N+ +0,3K	5+0,4K+ +0,1N	252+0,3N+ +0,2K	52+0,7N+ +0,2K	
Объем реализации, т	14	24	33	17	113	20	2	147	17	
Удельные переменные затраты, у.д.е.										
Выручка, тыс. у.д.е.										
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.										
Маржинальная прибыль на единицу продукции, у.д.е.										
Прибыль (убыток) от сбыта продукции, тыс. у.д.е.										
Прибыль (убыток) от сбыта единицы продукции, у.д.е.										

7. Рассчитать точку безубыточности производства продукции (табл. 45).

$$V = \frac{З_{\text{пост}}}{Ц - З_{\text{уд. пер}}}, \quad (3)$$

где V – количество товара, т;

$З_{\text{пост}}$ – постоянные затраты, у. д. е.;

$Ц$ – цена реализации продукции, у. д. е.;

$З_{\text{уд. пер}}$ – переменные затраты на единицу продукции, у. д. е.

Т а б л и ц а 45. Расчет точки безубыточности продукции

Показатели	Хлеба	В том числе							
		«Веселовский»	«Климовичский»	«Лесной»	«Димитровский»	«Бородинский»	«Лучесской»	«Мартовский»	«Отменный»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Удельные переменные затраты, у.д.е.									
Цена реализации, у.д.е.	1073+ +0,5N	1394	1447	858+ +0,5N	1234	1323	1832	1052	2041
Разница между ценой сбыта и удельными переменными затратами, у.д.е.									
Постоянные затраты, у.д.е.	178	14	3	109	16	1	1	21	2
Точка безубыточности, т									
Фактический объем, т	1423	89	20	896	126	11	4	173	16
Удельные переменные затраты, у.д.е.									
Цена реализации, у.д.е.	1936	2605	2430	2577	2198+ +K	3372– –K	5450+ +2N	2583– –N	5389+ +2K

Показатели	В том числе				Булочные изделия	Пироги	Сухарные изделия	Сдобные изделия	Кондитерские изделия
	«Чигиринский»	«Сонейка»	«Липеньский»	«Палага темная»					
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Удельные переменные затраты, у.д.е.									
Цена реализации, у.д.е.	1936	2605	2430	2577	2198+ +К	3372– –К	5450+ +2N	2583– –N	5389+ +2K
Разница между ценой сбыта и удельными переменными затратами, у.д.е.									
Постоянные затраты, у.д.е.	2	3	4	2	43	10	1	60	22
Точка безубыточности, т									
Фактический объем производства, т	14	24	33	17	113	20	2	147	17

8. Предельные объемы производства товаров в ассортименте должны обеспечивать безубыточную работу перерабатывающей организации и удовлетворять спрос покупателей на внутреннем и внешнем рынках (табл. 46).

Таблица 46. Предельные объемы производства продукции промышленной выработки в ассортименте

Вид товара	Факт, т	Удельный вес, %	Минимальный		Максимальный	
			%	т	%	т
1	2	3	4	5	6	7
Хлеба:	1423	100,0	–	1423	–	1707
«Веселовский»	89	6,2	5,0	–	7,4	–
«Климовичский»	20	1,4	1,2	–	1,8	–
«Лесной»	896	63,0	50,4	–	75,6	–
«Димитровский»	126	8,9	7,0	–	10,6	–
«Бородинский»	11	0,8	0,6	–	1,0	–
«Лучесской»	4	0,3	0,2	–	0,4	–
«Мартовский»	173	12,2	9,7	–	14,5	–

1	2	3	4	5	6	7
«Отменный»	16	1,1	1,0	–	1,4	–
«Чигиринский»	14	1,0	0,7	–	1,1	–
«Сонейка»	24	1,7	1,4	–	2,0	–
«Липеньский»	33	2,3	1,8	–	2,8	–
«Паланга темная»	17,0	1,2	1,0	–	1,4	–
Булочные изделия	113	–	–	113	–	136
Пироги	20	–	–	16	–	23
Сухарные изделия	2	–	–	1	–	3
Сдобные изделия	147	–	–	117	–	176
Кондитерские изделия	17	–	–	13	–	20

9. Рассчитать предельные объемы реализации товаров в ассортименте по каналам сбыта (это может быть сбыт через райпотребсоюз, фирменную торговлю, коммерческие структуры или город и район, область (без учета района), республика (без учета области) и т. д.). Фактические объемы сбыта продукции приведены в табл. 47.

Таблица 47. Реализация товаров промышленной выработки

Вид товара	Организации торговли						Всего, т
	Райпо		Фирменная торговля		Прочие		
	т	%	т	%	т	%	
Хлебобулочные изделия, всего	849	49,8	390	22,9	465	27,3	1704
В т. ч.: хлеба	731	51,3	324	22,8	368	25,9	1423
Из них «Веселовский»	47	52,8	21	23,6	21	23,6	89
«Климовичский»	12	60,0	3	15,0	5	25,0	20
«Лесной»	469	52,3	212	23,7	215	24,0	896
«Димитровский»	60	47,6	23	18,3	43	34,1	126
«Бородинский»	5	45,5	2	18,2	4	36,4	11
«Лучесской»	2	50,0	1	25,0	1	25,0	4
«Мартовский»	83	48,0	37	21,4	53	30,6	173
«Отменный»	8	50,0	3	18,7	5	31,2	16
«Чигиринский»	7	50,0	4	28,6	3,0	21,4	14
«Сонейка»	12	50,0	5	20,8	7	29,2	24
«Липеньский»	17	51,5	8	24,2	8	24,3	33
«Паланга темная»	8	47,1	4	23,5	5	29,4	17,0
Булочные изделия	26	23,0	31	27,4	56	49,6	113
Пироги	10	50,0	5	25,0	5	25,0	20
Сдобные изделия	82	55,8	29	19,7	36	24,5	147
Сухарные изделия	—	—	1	50,0	1	50,0	2
Кондитерские изделия	1	5,8	8	47,1	8	47,1	17

Например, предельные объемы реализации булочных изделий приведены в табл. 48.

Т а б л и ц а 48. Предельные объемы сбыта булочных изделий

Каналы сбыта	Факт, т	Удельный вес, %	Минимальный		Максимальный	
			т	%	т	%
Райпо	26	23,0	18,1	16	33,8	30,0
Фирменная торговля	31	27,4	21,7	19,2	40,4	35,6
Прочие получатели	56	49,6	39,2	34,7	72,8	64,4
И т о г о ...	113	100,0	79	70,0	147	130,0

Задание 5. Определить ассортимент производства товаров мясокомбината с целью максимизации маржинальной прибыли.

Исходная информация.

1. Проанализировав динамику поступления сырья, учитывая информацию перспективных планов перерабатывающей организации, необходимо спланировать поступление сырья по видам на 2 года (табл. 49).

Т а б л и ц а 49. Поступление сырья, т

Вид сырья	2019 г.	2020 г.	Данные 2020 г. к 2019 г., %	На перспективу
Говядина	6276+4N	6763+4N	107,8	8115,6+4N
Свинина	8907+2K	11696+2K	131,3	14035+2K
Шпик	1024–N	1263–N	123,3	1515,6–N
Субпродукты I категории	684	810	118,4	972,0
Кровь	423	472	111,5	566,4
Субпродукты II категории	1354	1493	139,0	1791,6

2. Проанализировав широту и глубину ассортимента производимой продукции, необходимо выделить ассортиментные группы товаров, которые получат развитие в перспективе (табл. 50).

3. Выход готовой продукции промышленной выработки в ассортименте с единицы сырья принимают по фактической информации перерабатывающей организации в соответствии с принятой технологией производства выпускаемых товаров (прил. В) (табл. 51).

Т а б л и ц а 50. Ассортимент производимой продукции

Наименование	Широта ассортимента	Глубина ассортимента (количество наименований)
1	2	3
Колбасные изделия	Колбасы вареные	71
	Сосиски, сардельки	24
	Колбасы твердокопченые	66
	Колбасы полукопченые	20

1	2	3
Копчености	Продукты из говядины	12
	Продукты из свинины	55
	Шпикачки	6
Прочие колбасные изделия	Паштеты	11
	Ливерные колбасы	16
	Кровяные колбасы	9
	Зельц	3
	Субпродукты	6
Полуфабрикаты	Рулеты	7
	Говяжьи	33
	Свинные	46
	Фарши	29
	Котлеты	16
	Пельмени	42
	Прочие	16

Т а б л и ц а 51. Расход сырья на производство 1 т готовой продукции промышленной выработки, т

Вид товара	Сырье				
	Говядина	Свинина	Шпик	Субпродукты	Кровь
Колбасные изделия:					
вареная колбаса	0,402	0,640	0,172	—	—
сосиски и сардельки	0,400	0,770	—	—	—
полукопченые	0,600	0,630	—	—	—
твердокопченые	0,761	0,300	0,330	—	—
копчености	0,604	0,560	0,090	—	—
прочие (субпродукто- вые)	—	—	—	0,912	0,238
Полуфабрикаты	0,230	0,699	—	—	—

4. Данные о производственных мощностях производственных цехов приведены в табл. 52.

5. Затраты на производство продукции приведены в табл. 53.

6. Провести сравнительный анализ прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат, и маржинальной прибыли на единицу продукции (табл. 54).

Т а б л и ц а 52. Производственные мощности производственных цехов организации

Наименование продукции	Установленная мощность, т/см	Число смен работы	Среднегодовая мощность, т
Колбасные изделия	60	250	15000
Мясные полуфабрикаты	40	250	10000

Т а б л и ц а 53. Структура затрат на производство основных видов продукции мяскокомбината

Статьи затрат	Колбасные изделия			В том числе												Полуфабрикаты		В том числе		Всего	
				вареные		сосиски и сардельки		полукопченые		твердокопченые		копчености		прочие				...			
	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%			
Сырье	62,1+ +N	67,6	11,5+ +N	71,3	9,0	74,2	5,2	76,1	9,8	73,0	22,1	60,0	4,5	69,9	15,5+ +K	65,1	...	...	77,6+ +N+K	67,0	
Основные и вспомогательные материалы	9,8	10,7	1,5	9,3	1,1	9,4	0,3	3,8	0,9	6,4	5,5	15,0	0,5	8,1	3,0	12,5	...	...	12,8	11,1	
Топливо	3,7	4,0	0,5	3,4	0,4	3,6	0,3	3,8	0,4	2,9	1,8	4,9	0,3	4,5	1,1	4,5	...	...	4,8	4,1	
Прочие материальные затраты	2,4	2,6	0,3	1,9	0,2	1,5	0,1	1,5	0,3	2,3	1,2	3,3	0,3	4,5	1,0	4,0	...	...	3,4	2,9	
Заработная плата с начислениями	1,5	1,6	0,2	1,4	0,2	1,5	0,1	1,5	0,2	1,4	0,7	2,0	0,1	1,2	0,3	1,4	...	...	1,8	1,6	
Амортизация	2,7	2,9	0,2	1,1	0,2	1,4	0,2	3,1	0,5	3,7	1,5	4,0	0,1	1,2	0,5	2,2	...	...	3,2	2,8	
Общепроизводственные расходы	2,6	2,8	0,4	2,6	0,3	2,6	0,2	3,1	0,4	2,9	1,1	2,9	0,2	2,4	0,6	2,4	...	...	3,2	2,8	
Общехозяйственные расходы	6,5	7,1	1,4	8,7	0,7	5,8	0,4	6,2	0,9	6,8	2,6	7,0	0,5	8,2	1,8	7,5	...	...	8,3	7,2	
Прочие нематериальные затраты	0,6	0,7	0,1	0,3	–	–	0,1	0,8	0,1	0,6	0,3	0,9	–	–	0,1	0,4	...	...	0,7	0,5	
И т о г о ...	91,9+ +N	100,0	16,2+ +N	100,0	12,2	100,0	6,8	100,0	13,4	100,0	36,9	100,0	6,4	100,0	23,9+ +K	100,0	...	...	115,8+ +N+K	100,0	
В т. ч.: переменные затраты	79,5+ +N	86,5	14,1+ +N	87,3	11,0	90,2	5,9	86,8	11,5	85,0	31,4	85,2	5,6	88,2	20,9+ +K	87,5	...	...	100,4+ +N+K	86,7	
постоянные затраты	12,4	13,5	2,1	12,7	1,2	9,8	0,9	13,2	1,9	14,0	5,5	14,8	0,8	11,8	3,0	12,5	...	...	15,4	13,3	

Т а б л и ц а 54. Сравнительный анализ маржинальной прибыли на единицу продукции и прибыли от реализации на единицу продукции, рассчитанной при полном распределении затрат

Показатели	Колбасные изделия	В том числе						Полу-фабрикаты	В том числе	Всего
		вареные	сосиски и сардельки	полукопченые	твердокопченые	копчености	прочие		...	
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.	12,4	2,1	1,2	0,9	1,9	5,5	0,8	3,0	...	15,4
Переменные затраты, тыс.у.д.е.	79,5+N	14,1+N	11,0	5,9	11,5	31,4	5,6	20,9+K	...	100,4+N+K
Объем реализации, т	12662+3N+2K	4586+3N	2624+2K	632	915	1923	1982	7137+4N	...	100,4+N+K
Удельные переменные затраты, у.д.е.										
Выручка, тыс. у.д.е.										
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.										
Маржинальная прибыль на единицу продукции, у.д.е.										
Прибыль (убыток) от сбыта продукции, тыс. у.д.е.										
Прибыль (убыток) от сбыта единицы продукции, у.д.е.										

7. Рассчитать, используя формулу (3), точку безубыточности товаров (табл. 55).

Т а б л и ц а 55. Расчет точки безубыточности производства товаров

Показатели	Колбасные изделия	В том числе						Полуфабрикаты	В том числе
		вареные колбасы	сосиски и сардельки	полукопченые	твердокопченые	копчености	прочие		...
Удельные переменные затраты, у.д.е.									
Цена реализации, у.д.е.	7310	3640	4696	10149	14545	19500	3120	3430	...
Разница между ценой сбыта и удельными переменными затратами, у.д.е.									
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.	12,4	2,1	1,2	0,9	1,9	5,5	0,8	3,0	...
Точка безубыточности, т									
Фактический объем, т	12662+ +3N+2K	4586+ +3N	2624+ +2K	632	915	1923	1982	7137+ +4N	...

8. Предельные объемы производства товаров в ассортименте должны обеспечивать безубыточную работу перерабатывающей организации и удовлетворять спрос покупателей на внутреннем и внешнем рынках (табл. 56). По социально значимым товарам минимальные объемы производства должны соответствовать достигнутому уровню производства.

Т а б л и ц а 56. Предельные объемы производства продукции промышленной выработки в ассортименте

Вид товара	Факт, т	Удельный вес, %	Минимальный		Максимальный	
			%	т	%	т
Колбасные изделия	12662+ +3N+2K	100,0	100	12662	130,0	16460,6
В т. ч.: вареные колбасы	4586+3N	36,2	36,2	—	47,1	—
сосиски и сардельки	2624+2K	20,7	20,7	—	26,9	—
полукопченые	632	5,0	5,0	—	6,5	—
твердокопченые	915	7,2	7,2	—	9,4	—
копчености	1923	15,2	15,2	—	19,8	—
прочие	1982	15,7	15,7	—	20,3	—
Полуфабрикаты	7137+4N	—	—	7137	—	9278,1
В т. ч. ...	...			...		...

9. Рассчитать предельные объемы реализации товаров в ассортименте по каналам сбыта. Фактические объемы сбыта товаров в ассортименте приведены в табл. 57.

Т а б л и ц а 57. Реализация товаров промышленной выработки

Вид товара	Организации торговли				Всего
	города и района	области (без учета города и района)	республики (без учета области)	фирменной торговли	
Колбасные изделия	9478+3N+2K	2494	203	487	12662+3N+ +2K
В т. ч.: вареные колбасы	3660+3N	798	45	83	4586+3N
сосиски и сардельки	1707+2K	882	20	15	2624+2K
полукопченые	525	65	40	2	632
твердокопченые	792	110	12	1	915
копчености	1415	427	67	14	1923
прочие	1379	212	19	372	1982
Полуфабрикаты	6450+4N	349	70	268	7137+4N
В т. ч. ...	...	...	...	...	...

Например, предельные объемы реализации полуфабрикатов приведены в табл. 58.

Т а б л и ц а 58. Предельные объемы сбыта полуфабрикатов

Каналы сбыта	Факт, т	Удельный вес, %	Минимальный объем, т	Максимальный объем, т
Город и район	6450+4N	90,4	3870,0+4N	9030,0+4N
Область (без учета города и района)	349	4,9	209,4	488,6
Республика (без учета области)	70	1,0	42,0	98,0
Фирменная торговля	268	3,7	160,8	375,2
И т о г о ...	7137+4N	100,0	4282,2+4N	9991,8+4N

Задание 6. Определить ассортимент производства товаров комбикормового завода с целью максимизации маржинальной прибыли.

Исходная информация.

1. Для обоснования исходной информации задачи необходимо определить перспективные объемы закупки сырья (табл. 59).

Т а б л и ц а 59. Поступление сырья, т

Вид сырья	2019 г.	2020 г.	Данные 2020 г. к 2019 г., %	На перспективу
Кукуруза	10053+N	14778+N		
Ячмень	28739	37073		
Пшеница	12419	14530		
Рожь	5462	7647		
Овес	3836	4987		
Зерносмесь	11136+K	12806+K		
Тритикале	1535	2303		
Отруби	7697	7851		
Жиры	636	890		
Белковое сырье	15541	20203		
Витамины и микро-элементы	2662	2928		

2. На комбикормовом заводе планируется производить следующие товары: комбикорма для свиней, крупного рогатого скота, птицы, прочие комбикорма, премиксы и хлопья ячменные.

3. Выход товаров в ассортименте с единицы сырья принимают по нормативам с учетом корректировки на технологию производства выпускаемых товаров (табл. 60).

**Т а б л и ц а 60. Расход сырья на производство 1 т готовой продукции
промышленной выработки, т**

Вид продукта	Вид сырья										
	Кукуруза	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Зерносмесь	Тритикале	Отруби	Жиры	Белковое сырье	Витамины и мик- роэлементы
Комбикорма для свиней		0,217	0,24	0,025	0,064	0,208		0,034		0,190	0,016
Комбикорма для КРС		0,417			0,35	0,09		0,183		0,14	0,086
Комбикорма для птицы	0,262	0,36		0,11			0,041	0,057	0,016	0,56	0,009
Прочие комбикорма	0,05	1,89	0,42					0,56			0,011
Премиксы								0,5			0,32
Хлопья ячменные		1,042									

4. Производственные мощности цехов комбикормового завода составят: по производству комбикорма – 160000 т, премиксов – 800 т, ячменных хлопьев – 5000 т.

5. Проанализировать структуру затрат на производство товаров (табл. 61).

Т а б л и ц а 61. Структура затрат на производство продукции

Статьи затрат	Комбикорма, всего		В том числе								Премиксы		Хлопья ячмен- ные		Всего	
			для свиней		для КРС		для птицы		прочие							
	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%	тыс. у.д.е.	%
Материальные затраты	483,8	76,9	247,3	77,3	13,4	77,5	222,1	76,4	1,0	71,4	150,1	77,7	13,2	77,2	647,1	77,1
Затраты на оплату труда	90,4	14,4	44,8	14,0	2,4	13,9	43,0	14,8	0,2	14,3	23,8	12,3	1,8	10,5	116,0	13,8
Отчисления на соцнужды	11,7	1,9	5,8	1,8	0,3	1,7	5,6	1,9	–	–	3,1	1,6	0,2	1,2	15,0	1,8
Амортизация	23,2	3,7	11,2	3,5	0,6	3,5	11,3	3,9	0,1	7,1	7,0	3,6	0,8	4,7	31,0	3,7
Прочие	20,3	3,2	10,9	3,4	0,6	3,4	8,7	3,0	0,1	7,1	9,3	4,8	1,1	6,4	30,7	3,6
Итого затрат	629,4	100	320,0	100	17,3	100	290,7	100	1,4	100	193,3	100	17,1	100	839,8	100
В т. ч.: постоянные	62,7	10,0	31,1	9,7	1,7	9,8	29,7	10,2	0,2	14,3	21,7	11,2	2,3	13,5	86,7	10,3
переменные	566,7	90,0	288,9	90,3	15,6	90,2	261,0	89,8	1,2	85,7	171,6	88,8	14,8	86,5	53,1	89,7

Провести сравнительный анализ прибыли от реализации на единицу товаров, рассчитанной при полном распределении затрат, и маржинальной прибыли на единицу товара (табл. 62).

Т а б л и ц а 62. Сравнительный анализ маржинальной прибыли на единицу товара и прибыли от реализации на единицу товара, рассчитанной при полном распределении затрат

Показатели	Комбикорма для КРС	Комбикорма для свиней	Комбикорма для птицы	Прочие комбикорма	Премиксы	Хлопья ячменные
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.	311	17	297	2	217	23
Переменные затраты, тыс. у.д.е.	2889	156	2610	12	1716	148
Объем реализации, т	3258	60101	56359	253	3718	1828
Удельные переменные затраты, у.д.е.						
Цена реализации, у.д.е.	55+0,2K	58+0,3N	54+0,2K	60+0,1N	521–0,5K	96–0,3N
Выручка, тыс. у.д.е.						
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.						
Маржинальная прибыль на единицу товара, у.д.е.						
Прибыль (убыток) от сбыта товара, тыс. у.д.е.						
Прибыль (убыток) от сбыта единицы товара, у.д.е.						

6. Рассчитать точку безубыточности товаров (табл. 63).

Т а б л и ц а 63. Расчет точки безубыточности товаров

Показатели	Комбикорма для КРС	Комбикорма для свиней	Комбикорма для птицы	Прочие комбикорма	Премиксы	Хлопья ячменные
1	2	3	4	5	6	7
Удельные переменные затраты, у.д.е.						
Цена реализации, у.д.е.						

1	2	3	4	5	6	7
Разница между ценой сбыта и удельными переменными затратами, у.д.е.						
Разница между ценой сбыта и удельными переменными затратами, у.д.е.						
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.						
Точка безубыточности, т						
Фактический объем, т						

7. Обосновать предельные объемы производства товаров, используя фактическую информацию (табл. 64).

Т а б л и ц а 64. Производство товаров, т

Наименование продукции	Годы		Данные 2020 г. к 2019 г., %
	2019	2020	
Комбикорм, всего	93380+2N	119971+2N	
В т. ч.: для свиней	52234+2N	60101+2N	
КРС	2714	3258	
птицы	38329	56359	
прочие	103	253	
Премиксы	4666	3718	
Хлопья ячменные	1603	1828	

8. Рассчитать предельные объемы реализации товаров в ассортименте по каналам сбыта. Фактические объемы сбыта товаров приведены в табл. 65.

Т а б л и ц а 65. Реализация товаров по каналам сбыта, т

Каналы сбыта	Комбикорма для КРС	Комбикорма для свиней	Комбикорма для птицы	Прочие комбикорма	Премиксы	Хлопья ячменные
Фирменная торговля	442	1335	972	233	939	479
В пределах области	2816	58766	46000	12	2779	731
В пределах республики	–	–	9387	8	–	618
И т о г о ...	3258	60101	56359	253	3718	1828

Например, предельные объемы реализации хлопьев ячменных приведены в табл. 66.

Т а б л и ц а 66. **Предельные объемы сбыта хлопьев ячменных**

Каналы сбыта	Фактически, т	Удельный вес, %	Минимальный удельный вес, %	Максимальный удельный вес, %
Фирменная торговля	479	26,3	15,8	36,8
В пределах области	731	39,9	23,9	55,9
В пределах республики	618	33,8	20,3	47,3
И т о г о...	1828	100	60	140

Задание 7. Определить ассортимент производства товаров консервного завода с целью максимизации маржинальной прибыли.

Исходная информация.

1. Для обоснования исходной информации необходимо определить перспективные объемы закупки сырья (табл. 67).

Т а б л и ц а 67. **Поступление сырья, т**

Вид сырья	Годы		Данные 2020 г. к 2019 г., %	На перспективу
	2019	2020		
Яблоки, т	5500	6120		
Ягоды, т	3800	4510		
Сахар, т	895	990		
Спирт этиловый, тыс. далл	515	590		
Порошок горчичный, т	40	45		
Масло растительное, т	10	12		
Уксус, далл	9,1	10,6		
Соль, т	1,0	1,2		
Яичный порошок, т	2,8	3,0		
СОМ, т	0,9	1,2		
Картофель, т	5660	7820		

2. На консервном заводе планируется производить следующие товары: вино плодое, крахмал картофельный, майонез и горчицу.

3. Выход товаров в ассортименте с единицы сырья принимают по нормативам с учетом корректировки на технологию производства выпускаемых товаров (табл. 68).

4. Производственные мощности цехов консервного завода составят: по производству вина плодое – 1265 тыс. даллов, крахмала картофельного – 2250 т, майонеза – 625 т, горчицы – 1095 т.

Т а б л и ц а 68. Расход сырья на производство единицы товара

Вид сырья	Расход сырья на 1 тыс. далл вина	Расход сырья на 1 т крахмала	Расход сырья на 1 т майонеза	Расход сырья на 1 т горчицы
Яблоки, т	7,3	—	—	—
Ягоды, т	5,2	—	—	—
Сахар, т	1,0	—	—	0,08
Спирт этиловый, тыс. далл	0,7	—	—	—
Порошок горчичный, т	—	—	0,4	0,9
Масло растительное, т	—	—	0,2	0,1
Уксус, даллов	—	—	—	0,3
Соль, т	—	—	0,01	0,02
Яичный порошок, т	—	—	0,07	—
СОМ, т	—	—	0,03	—
Картофель, т	—	8,1	—	—

5. Проанализировать соотношение затрат на производство товаров (табл. 69). Провести сравнительный анализ прибыли от реализации на единицу товаров, рассчитанной при полном распределении затрат, и маржинальной прибыли на единицу товара (табл. 70).

Т а б л и ц а 69. Структура затрат на производство продукции

Затраты	Вид продукции								Итого по предприятию	
	Вино		Крахмал картофельный		Майонез		Горчица			
	тыс. у.д.е.	в % к итогу	тыс. у.д.е.	в % к итогу	тыс. у.д.е.	в % к итогу	тыс. у.д.е.	в % к итогу	тыс. у.д.е.	в % к итогу
Переменные	10397+ +2N	91,3	1657	90,8	67	88,2	55	87,3	12176+ +2N	91,2
Постоянные	991	8,7	168	9,2	9	11,8	8	12,7	1176	8,8
Итого ...	11388+ +2N	100,0	1825	100,0	76	100,0	65	100,0	13352+ +2N	100,0

6. Рассчитать точку безубыточности товаров (табл. 71).

7. Обосновать предельные объемы производства товаров, используя фактическую информацию (табл. 72).

8. Рассчитать предельные объемы реализации товаров в ассортименте по каналам сбыта. Фактические объемы сбыта товаров приведены в табл. 73.

Т а б л и ц а 70. Поступление сырья, т

Показатели	Вид продукции			
	Вино пло- довое, тыс. далл	Крахмал картофель- ный, т	Майонез, т	Горчица, т
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.				
Переменные затраты, тыс. у.д.е.				
Объем реализации	876	1008	40	28
Удельные переменные затраты, у.д.е.				
Цена реализации, у.д.е.	25000+5N	1900–0,5N	1875–K	2000–N
Выручка, тыс. у.д.е.				
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.				
Маржинальная прибыль на единицу товара, у.д.е.				
Прибыль (убыток) от сбыта товара, тыс. у.д.е.				
Прибыль (убыток) от сбыта единицы товара, у.д.е.				

Т а б л и ц а 71. Расчет точки безубыточности товаров

Показатели	Вид продукции			
	Вино	Крахмал карто- фельный	Майонез	Горчица
Удельные переменные затраты, тыс. у.д.е.				
Цена реализации, у.д.е.				
Разница между удельными переменными затратами и ценой реализации, у.д.е.				
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.				
Точка безубыточности, тыс. далл, т				
Фактический объем, тыс. далл, т				

Т а б л и ц а 72. Поступление сырья, т

Наименование товаров	2019 г.	2020 г.
Вино плодovое, тыс. далл	720	876
Крахмал картофельный, т	682	1008
Майонез, т	30	40
Горчица, т	27	28

Т а б л и ц а 73. Расчет точки безубыточности товаров

Наименование товаров	Каналы реализации			
	Управле- ние тор- говли	Облпо- требсоюз	РУТПП «Воен- сервис»	Предприятия Белорусской железной дороги
Вино, тыс. далл	320	145	205	206
Крахмал картофельный, т	188	549	271	—
Майонез, т	35	5	—	—
Горчица, т	18	10	—	—

Используя приведенную информацию, необходимо:

- 1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;
- 2) составить условия экономико-математической задачи, записать целевую функцию, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли (маржинальной прибыли):

$$F_{\max} = \sum_{i=1} \bar{y}_i - \sum_{i=1} y_i.$$

При условиях:

1. По заготовке сырья

$$x_i \leq E_i, i \in I_0.$$

2. По распределению сырья по направлениям переработки

$$x_j = \sum_{n \in N_0} x_{jn}, i \in I_0.$$

3. По производству товаров в ассортименте

$$x_{\tilde{i}'n}^{\sim} = d_{\tilde{i}'n}^{\sim} x_{in}^{\sim}, n \in N_0, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, i \in I_0 \quad (i \in I_4).$$

4. По выходу вторичного сырья при производстве товаров в ассортименте

$$x_{ii'}^{\sim} = \tilde{d}_{ii'}^{\sim} x_{in}^{\sim}, n \in N_0, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, i \in I_4.$$

5. По использованию вторичного сырья

$$\sum_{i' \in I_1} \sum_{\tilde{i} \in I_2} x_{ii'}^{\sim} = \sum_{n \in N_0} x_{in}^{\sim} + \tilde{x}_i, i \in I_4.$$

6. По производству ассортиментных групп товаров

$$\sum_{i' \in I_1} x_{ii'}^{\sim} = x_{in}^{\sim}, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0.$$

7. По предельным объемам производства товаров в ассортименте:

$$\text{а) } \tilde{D}_{ii'}^{\sim} \leq x_{ii'}^{\sim} \leq D_{ii'}^{\sim}, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0;$$

$$\text{б) } \tilde{d}_{ii'}^{\sim} x_{in}^{\sim} \leq x_{ii'}^{\sim} \leq d_{ii'}^{\sim} x_{in}^{\sim}, i' \in I_1, \tilde{i} \in I_2, n \in N_0.$$

8. По использованию мощности перерабатывающего цеха:

$$\text{а) } \sum_{i' \in I_1} x_{ii'n} \leq M_{in}, \quad \tilde{i} \in I_2, \quad n \in N_0;$$

$$\text{б) } \sum_{i' \in I_1} \sum_{\tilde{i} \in I_2} x_{ii'n} \leq M_n, \quad n \in N_0.$$

9. По связи производства и реализации товаров

$$\sum_{n \in N_0} x_{ii'n} = \sum_{k \in K_0} x_{\tilde{i}'k}, \quad i' \in I_1, \quad \tilde{i} \in I_2.$$

10. По сбыту ассортиментных групп товаров

$$\sum_{i' \in I_1} x_{ii'k} = x_{ik}, \quad \tilde{i} \in I_2, \quad k \in K_0.$$

11. По предельным объемам сбыта товаров в разрезе каналов реализации:

$$\text{а) } \tilde{D}_{ii'k} \leq x_{ii'k} \leq D_{ii'k}, \quad i' \in I_1, \quad \tilde{i} \in I_2, \quad k \in K_0;$$

$$\text{б) } \tilde{d}_{ii'k} x_{ik} \leq x_{ii'k} \leq d_{ii'k} x_{ik}, \quad i' \in I_1, \quad \tilde{i} \in I_2, \quad k \in K_0.$$

12. По формированию затрат (труда, материально-денежных средств, переменных затрат, основных производственных фондов)

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{i' \in I_1} \sum_{n \in N_0} c_{\tilde{i}ii'n} x_{ii'n} + \sum_{i \in I_2} \sum_{i' \in I_1} \sum_{k \in K_0} c_{\tilde{i}ii'k} x_{ii'k} = y_i, \quad i \in I_3.$$

13. По выручке от реализации продукции

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{i' \in I_1} \sum_{k \in K_0} p_{\tilde{i}ii'k} x_{ii'k} = \bar{y}_i, \quad i = 1.$$

14. Неотрицательность переменных

$$x_i, x_{in}, x_{i'n}, x_{i'k}, x_{\tilde{i}i'n}, x_{\tilde{i}i'k}, y_i, \bar{y}_i \geq 0.$$

Индексация:

i – номер вида ресурса (сырья, труда, материально-денежных средств, основных производственных фондов);

i' – номер вида товара;

$i = 1$ – номер вида ресурса (денежных средств);

I_0 – множество видов сырья;

I_1 – множество видов товаров;

I_2 – множество видов ассортиментных групп товаров;

I_3 – множество видов затрат (труда, материально-денежных средств, основных производственных фондов);

I_4 – множество видов вторичного сырья, $I_4 \subset I_0$;

n – номер направления переработки сырья;

N_0 – множество направлений переработки сырья;

k – номер канала реализации товаров;

K_0 – множество каналов реализации товаров.

Неизвестные величины:

x_i – количество сырья вида i ;

$\tilde{x}_i$ – количество вторичного сырья вида i , предназначенного для сельскохозяйственных организаций;

x_{in} – количество сырья (вторичного сырья) вида i , направленного на переработку вида n ;

$x_{ii'\tilde{i}}$ – количество вторичного сырья вида i , полученного при производстве товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$;

$x_{\tilde{i}n}$ – количество товара ассортиментной группы товаров вида $\tilde{i}$, полученного в результате переработки сырья по направлению вида n ;

$x_{\tilde{i}i'n}$ – количество товара вида i' , полученного в результате переработки сырья по направлению вида n , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$;

$x_{\tilde{i}k}$ – количество товара ассортиментной группы товаров вида $\tilde{i}$, реализованного по каналу сбыта вида k ;

$x_{\tilde{i}i'k}$ – количество товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$, реализованного по каналу сбыта вида k ;

u_i – затраты (труда, материально-денежных средств, переменные, основных производственных фондов) вида i ;

$\bar{y}_i$ – выручка от реализации продукции вида i .

Известные величины:

E_i – количество сырья вида i ;

$d_{\tilde{i}i'n}$ – выход товара вида i' (относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$) с единицы сырья вида i при переработке вида n ;

$\tilde{d}_{ii'n}$ – выход вторичного сырья вида i при переработке вида n с единицы товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$;

M_n – мощность перерабатывающего цеха вида n ;

$M_{\tilde{i}n}$ – мощность перерабатывающего цеха вида n по производству ассортиментной группы товаров вида $\tilde{i}$;

$\tilde{D}_{i'in}, D_{i'in}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$, произведенного при переработке вида n ;

$\tilde{D}_{i'k}, D_{i'k}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$, реализованного по каналу сбыта вида k ;

$\tilde{d}_{i'k}, d_{i'k}$ – соответственно минимальная и максимальная доли товара вида i' , реализованного по каналу сбыта вида k в ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$;

$c_{ii'n}$ – затраты вида i на производство единицы товара вида i' (относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$) в результате переработки сырья по направлению вида n ;

$c_{i'k}$ – затраты вида i на реализацию единицы товара вида i' (относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$) по каналу сбыта вида k ;

$p_{i'k}$ – количество (денежных) средств вида i , полученных от реализации единицы товара вида i' , относящегося к ассортиментной группе товаров вида $\tilde{i}$, реализованного по каналу вида k ;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его, используя табл. 74–78.

Требуется сравнить фактические и расчетные показатели перерабатывающей организации. Проанализировать тенденции изменения поступления сырья (табл. 74).

Т а б л и ц а 74. Поступление сырья, т

Вид сырья	Факт	Расчет	Расчет в % к факту
...			
...			

Изучить тенденции использования различных видов сырья по направлениям переработки. Например, макет распределения конкретного вида сырья (в том числе и вторичного сырья) для производства товаров приведен в табл. 75.

Т а б л и ц а 75. Использование конкретного вида сырья для производства товаров в ассортименте

Вид сырья	Факт		Расчет		Расчет в % к факту
	т	%	т	%	
...					
И т о г о...					

Проанализировать производство товаров в ассортименте (табл. 76).

Т а б л и ц а 76. Производство товаров в ассортименте

Вид сырья	Факт		Расчет		Расчет в % к факту
	т	%	т	%	
...					
И т о г о...					

Рассмотреть сбыт товаров в ассортименте по каналам реализации. Например, макет реализации конкретного вида товара приведен в табл. 77.

Т а б л и ц а 77. Реализация конкретного вида товара

Каналы сбыта	Факт		Расчет		Расчет в % к факту
	т	%	т	%	
...					
И т о г о...					

Изучив тенденции производства и сбыта товаров в ассортименте, необходимо проанализировать конечные результаты работы перерабатывающей организации (табл. 78).

Т а б л и ц а 78. Финансовые результаты работы

Показатели	Факт	Расчет	Расчет в % к факту
Выручка, тыс. у.д.е.			
Переменные затраты, тыс. у.д.е.			
Маржинальная прибыль, тыс. у.д.е.			
Постоянные затраты, тыс. у.д.е.			
Прибыль, тыс. у.д.е.			
Уровень рентабельности производства, %			
Уровень рентабельности продаж, %			

Подвести итоги, охарактеризовав систему мероприятий, позволяющую получить запланированные показатели работы перерабатывающей организации;

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Т е м а 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ И СТРУКТУРЫ ТОВАРООБОРОТА ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Задание 1. Обосновать оптимальные объемы и структуру товарооборота торговой организации с целью максимизации прибыли.

Исходная информация.

1. Торговая организация реализует 8 товарных групп товаров.

2. Нормативы затрат ресурсов по сбыту товарных групп и объемы имеющихся ресурсов приведены в табл. 79.

Т а б л и ц а 79. Объемы и нормативы затрат ресурсов по сбыту единицы товаров

Ресурсы	Товарные группы								Объем ресурсов
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я	
Рабочее время продавцов, чел.-ч	1,9	1,1	1,4	1,8	1,7	1,3	1,2	0,9	5460 – –5N
Площадь торговых залов, м ²	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	120 + +2K
Складские площади, м ²	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	80+2K
Издержки обращения, у.д.е.	27	30	28	31	34+ +0,1N	35– –0,1N	25	29	80000+ +10N
Валовой доход, у.д.е.	29,5	34,0	31,5	33,0	37,5+ +0,2K	40,0– –0,2K	27,5	31,0	

3. Товары будут реализованы населению с учетом медицинских норм потребления, маркетингового исследования по спросу на отдельные виды товаров, товарные группы и платежеспособности населения:

- а) товаров первой товарной группы – не менее 100 – не более 300 ц;
- б) товаров второй и третьей товарных групп – не менее 450 – не более 650 ц каждой группы соответственно;
- в) товаров четвертой группы – не менее 200 – не более 400 ц;
- г) товаров пятой и шестой товарных групп – соответственно не менее 700 – не более 850 ц каждой группы;
- д) товаров седьмой и восьмой товарных групп – соответственно не менее 350 – не более 500 ц каждой группы.

Задание 2. Обосновать оптимальные объемы и структуру товарооборота торговой организации с целью максимизации валового дохода.

Исходная информация.

1. Торговая организация реализует следующие групп товаров: мясопродукты, рыбопродукты, молочные продукты, бакалею, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, гастрономию, вино-водочные изделия, безалкогольные напитки, прочие продовольственные и непродовольственные товары.

2. Площади торгового предприятия составят 150 м², годовой запас трудовых ресурсов – 8500 чел.-ч, издержки обращения – 135000 у.д.е.

3. Нормативы затрат ресурсов по реализации товаров товарных групп и объемы имеющихся ресурсов приведены в табл. 80.

Т а б л и ц а 80. Техничко-экономические показатели торгового предприятия

Товары	Расход ресурсов на единицу продажи товаров			Валовой доход от продажи единицы товара, у.д.е.
	торговой площади, м ²	рабочей силы, чел.-ч	издержек обращения, у.д.е.	
Мясопродукты	0,037	1,23	41	46
Рыбопродукты	0,045	1,51	43	47
Молочные продукты	0,042	1,95	39	41 + 0,11K
Бакалея	0,053	1,25	62	63 + 0,13K
Хлебобулочные изделия	0,041	0,71	5	5,5 + 0,15K
Кондитерские изделия	0,058	1,62	28	30 + 0,01 K
Гастрономия	0,079	1,40	21	24 – 0,01K
Вино-водочные изделия	0,035	1,24	19	23 – 0,01 K
Безалкогольные напитки	0,033	1,05	15	17 + 0,12K
Прочие продовольственные товары	0,061	2,61	19	22
Непродовольственные товары	0,890	3,40	30	37

4. Согласно результатам маркетингового исследования по спросу на отдельные виды товаров, товарные группы и платежеспособности населения на товары установлены следующие границы ассортиментной продажи (ед.): 1) мясопродукты – не менее 50 – не более 100; 2) рыбопродукты – не менее 10 – не более 20; 3) молочные продукты – не менее 25; 4) бакалея – не менее 18; 5) хлебобулочные изделия – не менее 15; 6) кондитерские изделия – не менее 5 – не более 10; 7) гастрономия – не менее 12; 8) вино-водочные изделия – не более 35; 9) безалкогольные напитки – не менее 11; 10) прочие продовольственные товары – не менее 10; 11) непродовольственные товары – не менее 7.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) составить условия экономико-математической задачи, записать целевую функцию, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{i=1} \bar{y}_i - \sum_{i=1} y_i.$$

При условиях:

1. По использованию трудовых ресурсов

$$\sum_{\tilde{i} \in I_2} \sum_{i' \in I_1} b_{\tilde{i}i'} x_{\tilde{i}i'} \leq B_i, \quad i \in I_0.$$

2. По использованию торговых, складских площадей

$$\sum_{\tilde{i} \in I_2} \sum_{i' \in I_1} p_{\tilde{i}i'} x_{\tilde{i}i'} \leq P_i, \quad i \in I_3.$$

3. По использованию издержек обращения

$$\sum_{\tilde{i} \in I_2} \sum_{i' \in I_1} m_{\tilde{i}i'} x_{\tilde{i}i'} \leq M_i, \quad i = 1.$$

4. По формированию издержек обращения

$$\sum_{\tilde{i} \in I_2} \sum_{i' \in I_1} m_{\tilde{i}i'} x_{\tilde{i}i'} = y_i, \quad i = 1.$$

5. По предельным объемам сбыта товаров в ассортименте

$$\tilde{D}_{\tilde{i}i'} \leq x_{\tilde{i}i'} \leq D_{\tilde{i}i'}, \quad \tilde{i} \in I_2, \quad i' \in I_1.$$

6. По предельным объемам сбыта товаров товарных групп

$$\tilde{D}_{\tilde{i}} \leq \sum_{i' \in I_1} x_{\tilde{i}i'} \leq D_{\tilde{i}}, \quad \tilde{i} \in I_2.$$

7. По формированию товарооборота

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{i' \in I_1} d_{ii'}^{\tilde{i}} x_{ii'}^{\tilde{i}} = \tilde{y}_i, \quad i = 1.$$

8. По формированию валового дохода

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{i' \in I_1} \tilde{d}_{ii'}^{\tilde{i}} x_{ii'}^{\tilde{i}} = \bar{y}_i, \quad i = 1.$$

9. Неотрицательность переменных

$$x_{ii'}^{\tilde{i}}, y_i, \bar{y}_i, \tilde{y}_i \geq 0.$$

Индексация:

i – номер вида ресурса;

$i = 1$ – номер вида ресурса (денежных средств);

i' – номер вида товара;

$\tilde{i}$ – номер вида товарной группы;

I_0 – множество видов трудовых ресурсов;

I_1 – множество видов товаров;

I_2 – множество видов товарных групп;

I_3 – множество видов площадей (складских, торговых).

Неизвестные величины:

$x_{ii'}^{\tilde{i}}$ – количество товара вида i' , относящегося к товарной группе вида $\tilde{i}$;

y_i – издержки обращения вида i ;

$\bar{y}_i$ – валовой доход вида i (сумма товарных скидок);

$\tilde{y}_i$ – товарооборот (денежные средства) вида i .

Известные величины:

$b_{ii'}^{\tilde{i}}$ – затраты труда вида i , необходимые для осуществления продажи единицы товара вида i' , относящейся к товарной группе вида $\tilde{i}$;

V_i – запас труда вида i ;

$p_{ii'}^{\tilde{i}}$ – расход площадей (склада, торгового зала) вида i , необходимых для осуществления продажи единицы товара вида i' , относящейся к товарной группе вида $\tilde{i}$;

P_i – площадь (склада, торгового зала) вида i ;

$m_{ii'}^{\tilde{i}}$ – расход издержек обращения вида i при реализации единицы товара вида i' , относящейся к товарной группе вида $\tilde{i}$;

M_i – издержки обращения вида i ;

$\tilde{D}_{i'}$, $D_{i'}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы реализации товаров вида i' , относящихся к товарной группе вида $\tilde{i}$;

$\tilde{D}_i$, D_i – соответственно минимальный и максимальный объемы реализации товаров товарной группы вида $\tilde{i}$;

$d_{i'}$ – средняя розничная цена (денежный ресурс) вида i товара вида i' , относящегося к товарной группе вида $\tilde{i}$;

$\tilde{d}_{i'}$ – валовой доход вида i (торговая скидка, составляющая определенный процент от розничной цены товара) на единицу товара вида i' , относящейся к товарной группе вида $\tilde{i}$;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его (табл. 81–84).

Необходимо сравнить фактические и расчетные показатели использования ресурсов торговой организации.

Т а б л и ц а 81. Использование ресурсов

Ресурсы	Факт	Расчет	Расчет в % к факту
Рабочее время продавцов, чел.-ч			
Площадь торговых залов, м ²			
Площадь складских помещений, м ²			

Проанализировать объемы реализации товарных групп (табл. 82).

Т а б л и ц а 82. Реализация товарных групп

Товарные группы	Факт	Расчет	Расчет в % к факту
...			
...			

Изучить тенденции формирования структуры товарооборота (табл. 83).

Т а б л и ц а 83. Структура товарооборота торговой организации

Товарные группы	Факт		Расчет		Расчет в % к факту
	у.д.е.	%	у.д.е.	%	
...					
И т о г о...					

Проанализировать конечные результаты работы торговой организации (табл. 84).

Т а б л и ц а 84. **Финансовые результаты работы**

Показатели	Факт	Расчет	Расчет в % к факту
Товарооборот, у.д.е.			
Валовой доход, у.д.е.			
Издержки обращения, у.д.е.			
Прибыль, у.д.е.			
Уровень рентабельности, %			

Подвести итоги, охарактеризовав систему мероприятий, позволяющую получить запланированные показатели функционирования торговой организации;

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Т е м а 8. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ МАРКЕТИНГОВОЙ СЛУЖБЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Задание 1. По данным фактических показателей работы сельскохозяйственной организации составить и решить экономико-математическую задачу с целью определения оптимальных параметров функционирования организации.

Исходная информация.

1. В организации возделываются озимые, яровые и зернобобовые культуры, картофель, корнеплоды, кукуруза, однолетние и многолетние травы.

Животноводство организации представлено молочным и мясным скотоводством, свиноводством. Для выполнения внутривоспроизводственных работ используются лошади.

2. Производственные ресурсы организации характеризуются следующими данными: пашня – $7468 + 10N$ га, сенокосы – $3422 + 5K$ га, пастбища – $2370 + 10K$ га, запасы трудовых ресурсов составляют: $835 + 10N$ тыс. чел.-ч, в напряженный период (май – сентябрь) – $376 + 10N$ тыс. чел.-ч. В этот период дополнительно используется труд сезонных и привлеченных рабочих в количестве 108 тыс. чел.-ч. Дополнительные затраты в расчете на 1 чел.-ч составляют 0,6 у. д. е.

3. Информация по растениеводству в среднем за 2 года представлена в табл. 85.

Т а б л и ц а 85. Информация по растениеводству

Сельскохозяй- ственные культуры и отрасли	Урожайность, ц/га					Затраты труда на 1 га, чел.-ч		Себестои- мость 1 ц produc- ции, у.д.е.
	Всего	В том числе			Побочная продукция	за год	в напряженный период	
		на семена	на корм скоту	товарная часть				
Озимые:								
продовольственные	42,4	3,0	5,0	34,4	40,0	20,8	9,2	9,1–0,1N
в обмен на фураж	42,4	3,0	5,0	34,4*	40,0	20,8	9,2	9,1–0,1N
Яровые:								
продовольственные	40,6	3,5	4,9	32,2	32,5	19,0	9,8	7,4+0,2K
в обмен на фураж	40,6	3,5	4,9	32,2*	32,5	19,0	9,8	7,4+0,2K
фуражные	40,6	3,5	37,1	–	32,5	19,0	9,8	7,4+0,2K
Зернобобовые:								
продовольственные	34,4	3,5	4,1	26,8	–	24,9	13,3	12,1
фуражные	34,4	3,5	30,9	–	–	24,9	13,3	12,1
Картофель:								
товарный	284	40	–	244,0		140	89,6	8,0
Корнеплоды	480		480	–	–	170	119	2,5
Кукуруза на силос	465		465			10,0	7,8	1,7
Однолетние травы	250		250			7,2	3,7	0,7
Многолетние травы:								
на силос	195		195			16,0	10,4	1,6
сено	60		60			15,1	10,1	1,8
сенаж	120		120			14,5	10,5	1,7
зеленый корм	260		260			9,3	6,2	0,9
семена	6,0	6,0	–			16,0	8,3	30,0
Сенокосы на сено	48		48			9,4	7,0	1,4
Пастбища на зеле- ный корм	208		208			8,5	4,9	0,6

* Продукция, используемая в обмен на фураж.

4. Информация по животноводству в среднем за 2 года представлена в табл. 86.

Т а б л и ц а 86. Информация по животноводству

Показатели	На 1 гол.			
	коров	молодняка КРС	свиней	лоша- дей
Затраты годового труда, чел.-ч	125,8	40,8	12,2	60,0
В т. ч. в напряженный период, чел.-ч	38,5	12,4	3,7	18,6
Расход кормовых единиц, ц	53,8	42,9	11,2	30
Расход переваримого протеина, кг	545,5	436,2	118,4	325,3
Продуктивность, ц	42,5	3,38	2,38	–
Себестоимость 1 ц (без учета стоимо- сти кормов), у.д.е.	8,3+ +0,3К	72–0,2К	65–0,1N	–

5. Фактические размеры отраслей составили:

а) по растениеводству (площадь посева), га: озимые – 1360; яро-
вые – 1320; зернобобовые – 680; картофель – 125; корнеплоды – 100;
однолетние травы – 1150; многолетние травы – 2533, в том числе на
сено – 800, сенаж – 983, силос – 500, семена – 250; кукуруза – 200;

б) по животноводству (поголовье скота), гол.: коровы – 1250; мо-
лодняк КРС – 3840; свиньи – 150; лошади – 8.

6. Многолетние травы используются 2 года. Для посева трав выделя-
ют нормы семян (12 кг/га), для восстановления травостоя выделяет-
ся 4 кг трав в расчете на 1 га сенокосов и пастбищ.

7. Данные о фактических нормах скармливания кормов животным
приведены в табл. 87.

Т а б л и ц а 87. Нормы скармливания кормов за год

Вид корма	Содержится в 1 ц корма		Коровы		Молодняк КРС		Свиньи		Лошади
	к. ед., ц	п.п., кг	ц	%	ц	%	ц	%	
Концентраты	1,0	10,5	16,1	30	12,4	29	9,6	86	6,9
Силос	0,20	1,4	39,0	14,5	27,9	13	1,1	2,0	–
Корнеплоды	0,12	0,9	17,9	4	14,3	4	0,9	1,0	–
Зеленый корм	0,19	2,1	90,6	32	51,9	23	2,9	5,0	56,8
Сенаж	0,28	3,3	22,1	11,5	23,0	15	–	–	10,7
Сено	0,45	5,3	9,6	8	6,7	7	–	–	17,3
Солома	0,25	1,1	–	–	5,1	3	–	–	6,0
Молоко	0,30	3,3	–	–	4,3	3,0	0,4	1,0	–
Обрат	0,13	3,5	–	–	3,3	1	3,0	3,5	–
ЗЦМ	2,02	22,1	–	–	0,4	2,0	0,03	0,5	–
Содержится в рационе:									
к. ед., ц	–	–	53,8	100	42,8	100	11,1	100	30,0
п. п., кг	–	–	553,9	–	442,8	–	122,1	–	325,3

8. Расход кормов на внутрихозяйственные нужды для развития личных подсобных хозяйств населения составляет, ц: концентраты – 1430; солома – 4060; сено – 4940; корнеплоды – 2960; зеленый корм – 13060.

9. При обмене зерна на комбикорм за 1 ц зерна организация получает 1,2 ц комбикорма.

10. Договорные поставки продукции составили, ц: зерно – 52840 – 5N; картофель – 14140 – 4K; молоко – 46705 + 2K, в том числе купленное у населения – 1580; мясо – 13570 + K, в том числе купленное у населения – 50. Цена реализации за 1 ц, у. д. е.: озимые зерновые – 12 + 0,5N; зерно яровых зерновых – 15 + K; зерно зернобобовых – 20 + 2K; картофель – 12 + N; молоко – 20 + K; мясо КРС – 220 + N; мясо свиней – 210 + 2N.

11. Кроме этого, отдел маркетинга организации планирует реализовать сельскохозяйственную продукцию по различным каналам. Исследования рынка показывают, что организация может реализовать от 250 до 620 ц зерна на бирже; от 120 до 380 ц мяса – на мясокомбинат соседней области; от 160 до 750 ц молока – молочному заводу граничащего района; от 25 до 360 ц молока – на рынок районного города; до 240 ц картофеля – на рынок районного города и до 360 ц – торгово-закупочным структурам. Цены выше установленных: на рынке районного города – на 50 %, на бирже – на 25, в перерабатывающих организациях соседнего района и области – на 10, в торгово-закупочных структурах – на 30 %.

12. Согласно достигнутой продуктивности животных (табл. 86) норматив расхода (ц к. ед.) на единицу продукции в год должен составить: на 1 ц молока – 1,07; 1 ц привеса молодняка КРС – 8,0; 1 ц привеса свиней – 4,9. В рационе кормления животных на 1 ц к. ед. должно приходиться следующее количество переваримого протеина, ц: для коров – 0,103; молодняка КРС – 0,101; свиней – 0,109.

13. Предельные нормы скармливания могут колебаться от 80 до 120 % от фактической структуры кормления животных (табл. 87).

14. Для повышения интенсивности использования пашни предлагается использовать озимую рожь на зеленый корм и пожнивны культуры. Урожайность озимой ржи на зеленый корм может составить 220 ц/га, пожнивных культур – 240. Затраты труда (чел.-ч) для озимой ржи на зеленый корм составят 6,8, в том числе в напряженный период – 3,5; для пожнивных культур – соответственно 5,7 и 2,6. Себестоимость 1 ц зеленого корма озимой ржи – 0,7 у. д. е., пожнивных – 0,4.

15. Технологические и производственные ограничения на размеры сельскохозяйственных культур и отраслей могут быть следующие:

а) площадь посева зерновых и зернобобовых – не менее 40 – не более 60 % от площади пашни;

б) площадь посева озимых зерновых – от 30,0 до 45,0 %, яровых зерновых – от 38,4 до 57,6, зернобобовых культур – от 11,6 до 17,4 % от площади культур зернового клина;

в) площадь посева трудоемких культур (картофеля, корнеплодов) – не более 20 % от площади пашни;

г) площадь посева картофеля – не более 600 га;

д) площадь посева пожнивных культур – не более площади посева озимых зерновых культур;

е) площадь посева озимой ржи на зеленый корм – не более 5 % от площади пашни;

ж) площадь посева многолетних трав на семена – не более 15 % от площади посева многолетних трав;

з) площадь посева однолетних трав – не менее 300 – не более 1800 га;

и) минимальное поголовье животных принимаем по фактическому уровню, максимальное – не более 130 % от фактического уровня;

к) поголовье рабочих лошадей останется стабильным.

16. Покупка кормов не должна превышать фактического уровня: концентраты – 13200 ц, обрат – 42268, ЗЦМ – 1541 ц. Хозяйство имеет возможность закупить концентрированные корма по цене 20 у. д. е., обрат – 4, ЗЦМ – 80 у. д. е. Себестоимость 1 ц соломы, используемой на корм скоту, составляет 0,3 у. д. е.

Задание 2. Определить оптимальные параметры функционирования сельскохозяйственной организации.

Исходная информация.

1. В организации возделываются озимые, яровые и зернобобовые культуры, картофель, корнеплоды, кукуруза, однолетние и многолетние травы.

Животноводство организации представлено молочным и мясным скотоводством. Для выполнения внутрихозяйственных работ используются лошади.

2. Производственные ресурсы организации характеризуются следующими данными (табл. 88). В напряженный период года дополнительно используется труд сезонных и привлеченных рабочих в количестве 57 тыс. чел.-ч. Дополнительные затраты в расчете на 1 чел.-ч составляют 1,2 у. д. е.

Таблица 88. Производственные ресурсы сельскохозяйственной организации

Ресурсы	Наличие
Пашня, га	8402
Сенокосы, га	1604
Пастбища, га	889
Запасы годового труда, чел.-ч	928000
Труд в напряженный период, чел.-ч	389760

3. Информация по растениеводству представлена в табл. 89.

4. Информация по животноводству в среднем за 2 года представлена в табл. 90.

Т а б л и ц а 89. Информация по растениеводству

Сельхозкультуры и отрасли	Урожайность, ц/га					Затраты труда на 1 га, чел.-ч		Себесто- имость 1 ц продук- ции, уд.е.
	Всего	В том числе			Побочная продукция	за год	в нап्रा- женный период	
		на семена	на корм скоту	товарная часть				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озимые:								
продовольственные	45,0	3,0	4,5	37,5	40,0	9,8	5,2	15,1–0,1N
в обмен на фураж	45,0	3,0	4,5	37,5*	40,0	9,8	5,2	15,1–0,1N
Яровые:								
продовольственные	43,6	3,5	4,4	35,7	32,5	15,0	7,8	13,4+0,2K
в обмен на фураж	43,6	3,5	4,4	35,7*	32,5	15,0	7,8	13,4+0,2K
фуражные	43,6	3,5	40,1	–	32,5	15,0	7,8	13,4+0,2K
Зернобобовые:								
продовольственные	30,9	3,5	3,1	24,3	–	11,9	7,3	11,1
фуражные	30,9	3,5	27,4	–	–	11,9	7,3	11,1
Кукуруза на зерно	53,4	3,5	5,3	44,6		18,9	9,6	4,7
Сахарная свекла	398	–	–	398		22,1	10,8	4,1
Рапс	10,9	0,2	–	10,7		17,1	9,2	3,7
Многолетние травы:								
на сено	50,0		50,0			21,1	15,3	3,1
сенаж	115,0		115,0			19,2	14,3	2,5
зеленый корм	250,0		250,0			7,3	4,6	1,8
семена	5,0	5,0				28,2	14,8	34,4
Однолетние травы	186,0		186,0			3,8	2,6	1,1
Кукуруза на зеленый корм	315,0		315,0			7,8	6,7	1,6
Кукуруза на силос	236,0		236,0			7,8	6,6	1,8
Сенокосы на сено	40,0		40,0			20,1	15,2	2,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сенокосы на сенаж	72,0		72,0			21,8	17,8	2,3
Пастбища на зеленый корм	150,0		150,0			13,4	8,2	1,6
Пастбища на сенаж	65,4		65,4			20,7	16,3	2,2
Пожнивные культуры	170,0		170,0			8,9	4,7	2,0
Озимая рожь на зеленый корм	160,0		160,0			9,9	5,1	2,4

* Продукция, используемая в обмен на фураж.

Т а б л и ц а 90. Информация по животноводству

Показатели	На 1 гол.		
	коров	молодняка КРС	лошадей
Затраты годового труда, чел.-ч	125,7	45,8	60,0
В т. ч. в напряженный период, чел.-ч	52,5	19,4	18,6
Расход кормовых единиц, ц	62,4	20,7	32,1
Расход переваримого протеина, ц	6,79	2,31	3,25
Продуктивность, ц	65,65	2,24	–
Себестоимость 1 ц (без учета стоимости кормов), у.д.е.	10,1+0,3К	112–0,2К	–

5. Данные о фактических нормах скармливания кормов животным приведены в табл. 91.

Т а б л и ц а 91. Нормы скармливания кормов для среднегодовой головы животного

Вид корма	Коровы			Молодняк КРС			Лошади		
	ц	ц к.ед.	ц п.п.	ц	ц к.ед.	ц п.п.	ц	ц к.ед.	ц п.п.
Концентраты	17,5	17,5	1,84	5,9	5,88	0,62	9,7	9,7	1,02
Сено	8,8	4,0	0,47	6,8	3,07	0,36	24,0	10,8	1,27
Сенаж	35,4	9,9	1,17	14,9	4,18	0,49	12,9	3,6	0,42
Силос	66,5	13,3	0,93	16,0	3,21	0,22	–	7,1	0,5
Солома	3,2	0,8	0,04	–	–	–	0,8	0,2	0,01
Шрот подсолнечниковый	–	–	–	0,4	0,41	0,13	–	–	–
Патока свекловичная	1,1	0,8	0,05	–	–	–	–	–	–
Жмых рапсовый	4,4	4,5	1,01	–	–	–	–	–	–
Зеленый корм	61,0	11,6	1,28	17,9	3,41	0,38	41,1	7,8	0,86
Обрат	–	–	–	2,5	0,33	0,09	–	–	–
ЗЦМ	–	–	–	0,1	0,20	0,02	–	–	–
Итого...	–	62,40	6,79	–	20,68	2,31	–	32,1	3,58

6. Фактические размеры отраслей составляют:

а) по растениеводству (площадь посева), га: озимые – 2280; яровые – 700; зернобобовые – 470; кукуруза на зерно – 140; сахарная свекла – 285; рапс – 625; однолетние травы – 1328; многолетние травы – 1094, в том числе на сено – 100, сенаж – 689, зеленый корм 230, семена – 75; кукуруза на силос – 1480;

б) по животноводству (поголовье скота), гол.: коровы – 2285; молодняк КРС – 6420; лошади – 4.

7. Многолетние травы используются 2 года. Для посева трав выделяют нормы семян (12 кг/га), для восстановления травостоя выделяется 4 кг трав в расчете на 1 га сенокосов и пастбищ.

8. Расход кормов на внутрихозяйственные нужды для развития личных подсобных хозяйств населения составляет, ц: концентраты – 2810; солома – 800; сено – 700; зеленый корм – 2300.

9. При обмене зерна на комбикорм за 1 ц зерна организация получает 1,2 ц комбикорма.

10. Договорные поставки продукции составили, ц: зерно – 86550 – 5N; сахарная свекла – 133230 – 4K; рапс – 7080; молоко – 125500 + 2K, в том числе купленное у населения – 1580; мясо – 13950 + K, в том числе купленное у населения – 50. Цена реализации за 1 ц, у. д. е.: озимые зерновые – 17,5 + 0,5N; зерно яровых зерновых – 18,0 + K; зерно зернобобовых – 20,0 + 2K; сахарная свекла – 3,5 + N; рапс – 32,0 + 0,5K; молоко – 35,0 + K; мясо КРС – 110 + N.

11. Кроме этого отдел маркетинга организации планирует реализовать сельскохозяйственную продукцию по различным каналам. Исследования рынка показывают, что организация может реализовать от 50 до 650 ц зерна на бирже; от 70 до 380 ц мяса – на мясокомбинат соседней области; от 60 до 750 ц молока – молочному заводу граничащего района; от 25 до 360 ц молока – на рынок районного города; до 240 ц сахарной свеклы – на сахарный завод соседней области. Цены выше установленных: на рынке районного города – на 50 %, на бирже – на 25, в перерабатывающих организациях соседней области – на 10 %.

12. Согласно достигнутой продуктивности животных (табл. 90) норматив расхода (ц к. ед.) на единицу продукции в год должен составить: на 1 ц молока – 1,07; 1 ц привеса молодняка КРС – 8,0. В рационе кормления животных на 1 ц к. ед. должно приходиться следующее количество переваримого протеина, ц: для коров – 0,105; молодняка КРС – 0,102.

13. Предельные нормы скармливания могут колебаться от 80 до 120 % от фактической структуры кормления животных (табл. 91).

14. Для повышения интенсивности использования пашни предлагается использовать озимую рожь на зеленый корм и пожнивные культуры (табл. 89).

15. Технологические и производственные ограничения на размеры сельскохозяйственных культур и отраслей могут быть следующие:

а) площадь посева зерновых и зернобобовых – не менее 40 – не более 60 % от площади пашни;

б) площадь посева озимых зерновых – от 50,0 до 80,0 %, яровых зерновых – от 16,0 до 24,5, зернобобовых культур – от 11,0 до 16,5 % от площади культур зернового клина;

в) площадь посева трудоемких культур (сахарной свеклы) – не более 20 % от площади пашни;

г) площадь посева рапса – не менее 600 га;

д) площадь посева пожнивных культур – не более площади посева озимых зерновых культур;

е) площадь посева озимой ржи на зеленый корм – не более 5 % от площади пашни;

ж) площадь посева многолетних трав на семена – не более 15 % от площади посева многолетних трав;

з) площадь посева однолетних трав – не менее 300 – не более 1800 га;

и) минимальное поголовье животных принимаем по фактическому уровню, максимальное – не более 130 % от фактического уровня;

к) поголовье рабочих лошадей останется стабильным.

16. Покупка кормов не должна превышать фактического уровня: концентраты – 10750 ц, шрот подсолнечниковый – 2568 ц; патока свекловичная – 2514 ц; жмых рапсовый – 10054 ц; обрат – 16050, ЗЦМ – 642 ц. Хозяйство имеет возможность закупить концентрированные корма по цене 18 у. д. е., обрат – 3, ЗЦМ – 75 у. д. е. Себестоимость 1 ц соломы, используемой на корм скоту, составляет 0,5 у. д. е.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) составить развернутую экономико-математическую задачу, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{j \in J_1} p_j x_j + \sum_{j \in J_2} \tilde{p}_j x_j - \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hj} x_j c_h - \sum_{h \in H_1} x_h c_h - \\ - \sum_{h \in H_2} \tilde{x}_h c_h - \sum_{i \in I_4} c_i x_i + \sum_{k \in K_0} \sum_{i \in I_3} p_{ik} x_{ik}.$$

При условиях:

1. По использованию земельных угодий

$$\sum_{j \in J_1} a_{ij} x_j \leq A_i, \quad i \in I_1.$$

2. По использованию трудовых ресурсов

$$\sum_{j \in J_0} b_{ij} x_j \leq B_i + x_i, \quad i \in I_2.$$

3. По привлечению трудовых ресурсов

$$x_i \leq \tilde{B}_i, \quad i \in I_4.$$

4. По балансу основных видов кормов

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j - W_h + x_h, \quad h \in H_4.$$

5. По балансу покупных кормов и кормов животного происхождения

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} = \tilde{x}_h, \quad h \in H_2.$$

6. По производству побочных кормов

$$\hat{x}_h \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j - W_h, \quad h \in H_3.$$

7. По покупке кормов

$$x_h \leq E_h, \quad h \in H_1.$$

8. По величине скользящей переменной

$$x_{hj} \leq (W_{hj}^{\max} - W_{hj}^{\min}) x_j, \quad h \in H_0, \quad j \in J_2.$$

9. По балансу питательных веществ

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J_2} W_{ij} x_j \leq & \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hj} x_j k_{ih} + \sum_{h \in H_1} k_{ih} x_h + \sum_{h \in H_2} k_{ih} \tilde{x}_h + \sum_{h \in H_3} k_{ih} \hat{x}_h - \\ & - \sum_{h \in H_5} k_{ih} W_h, \quad i \in I_5. \end{aligned}$$

10. По содержанию питательных веществ в дополнительных кормах, обозначенных скользящими переменными,

$$(W_{ij} - \sum_{h \in H_0} W_{hj}^{\min} k_{ih}) x_j \leq \sum_{h \in H_0} k_{ih} x_{hj}, \quad j \in J_2, \quad i \in I_5.$$

11. Технологические ограничения по площади отдельных сельскохозяйственных культур и размерам отраслей

$$\tilde{D}_j \leq x_j \leq D_j, \quad j \in J_0.$$

12. Технологические ограничения по площади посева однородных сельскохозяйственных культур

$$\bar{r}_{ij} A_i \leq \sum_{j^0 \in J_3} a_{ijj^0} x_j \leq r_{ij} A_i, \quad i = 1, \quad j \in J_4.$$

13. По продаже продукции государству:

$$\text{а) } \sum_{j \in J_0} d_{ij} x_j - \hat{x}_i \geq P_i, \quad i \in I_3;$$

$$\text{б) } \sum_{j \in J_0} d_{ij} x_j - \hat{x}_i = P_i + \sum_{k \in N_0} x_{ik}, \quad i \in I_3;$$

14. По предельным объемам сбыта продукции –

$$\tilde{D}_{ik} \leq x_{ik} \leq D_{ik}, \quad i \in I_3, k \in K_0;$$

15. Неотрицательность переменных –

$$x_j, x_h, \tilde{x}_h, \hat{x}_h, x_i, \hat{x}_i, x_{ik}, x_{hj} \geq 0.$$

Индексация:

j – номер сельскохозяйственных культур и отраслей;

J_0 – множество сельскохозяйственных культур и отраслей;

J_1 – множество отраслей растениеводства, $J_1 \in J_0$;

J_2 – множество отраслей животноводства, $J_2 \in J_0$;

j^0 – номер сельскохозяйственных культур однородной группы,
 $j^0 \in j$;

J_3 – множество сельскохозяйственных культур однородной группы,
 $J_3 \in J_1$;

J_4 – множество групп однородных сельскохозяйственных культур,
 $J_4 \in J_1$;

i – номер ресурса (видов земельных угодий, труда, питательных веществ, видов продукции);

I_1 – множество видов земельных угодий;

I_2 – множество видов труда;

I_3 – множество видов товарной продукции;

I_4 – множество видов привлеченного труда;

I_5 – множество видов питательных веществ;

k – номер вида канала реализации продукции;
 K_0 – множество каналов реализации продукции;
 h – номер вида корма;
 H_0 – множество видов кормов;
 H_1 – множество покупных кормов, $H_1 \in H_0$;
 H_2 – множество кормов животного происхождения, покупных кормов, $H_2 \in H_0$;
 H_3 – множество побочных кормов, $H_3 \in H_2$;
 H_4 – множество собственных основных кормов, $H_4 \in H_0$;
 H_5 – множество собственных основных кормов, выделяемых на внутривладельческие нужды, $H_5 \in H_4$.

Неизвестные величины:
 x_j – размер отрасли вида j ;
 x_h – количество покупных кормов вида h ;
 $\tilde{x}_h$ – количество кормов животного происхождения и покупных вида h ;
 $\hat{x}_i$ – количество товарной продукции вида i , которая одновременно может быть реализована и использована на корм скоту;
 x_{ik} – количество товарной продукции вида i , реализуемой по каналу сбыта вида k ;
 $\hat{x}_h$ – количество побочных кормов вида h ;
 x_i – количество привлеченного труда вида i ;
 x_{hj} – скользящая переменная по корму вида h для животных или половозрастной группы скота вида j .

Известные величины:
 A_i – ресурсы земельного угодья вида i ;
 B_i – ресурсы труда вида i ;
 P_i – план продажи продукции вида i ;
 W_h – расход корма вида h на внутривладельческие нужды;
 $\tilde{B}_i$ – привлеченный труд вида i ;
 $\tilde{D}_j, D_j$ – соответственно минимальный и максимальный размеры отрасли вида j ;

E_h – максимальное количество покупки корма вида h ;
 $\tilde{D}_{ik}, D_{ik}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы
 продукции вида i , реализованной по каналу сбыта ви-да k ;
 a_{ij} – расход земельного угодья вида i на единицу отрасли растение-
 еводства вида j ;
 a_{ijj^0} – расход земельного угодья вида i на единицу сельскохозяй-
 ственной культуры вида j , относящейся к однородной группе сель-
 скохозяйственных культур вида j^0 ;
 b_{ij} – расход труда вида i на единицу отрасли вида j ;
 d_{hj} – выход корма вида h от единицы отрасли (растениеводства)
 вида j ;
 $W_{hj}^{\min}, W_{hj}^{\max}$ – соответственно минимальный и максимальный рас-
 ходы корма вида h на единицу отрасли животноводства вида j ;
 d_{ij} – выход товарной продукции вида i с единицы отрасли вида j ;
 W_{ij} – расход питательного вещества вида i на единицу отрасли
 животноводства вида j ;
 k_{ih} – содержание питательного вещества вида i в единице корма
 вида h ;
 $\tilde{r}_{ij}, r_{ij}$ – соответственно минимальная и максимальная доли культур
 вида j по земельному угодью вида i ;
 p_j – прибыль в расчете на единицу отрасли растениеводства вида j ;
 $\tilde{p}_j$ – прибыль без учета стоимости кормов на единицу отрасли жи-
 вотноводства вида j ;
 c_h – себестоимость (цена) единицы корма вида h ;
 c_i – дополнительные затраты на единицу привлеченного труда ви-
 да i ;
 p_{ik} – превышение цены реализации товарной продукции вида i
 при сбыте ее по каналу вида k ;
 3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты
 прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его, заполнив табл. 92–99;

Т а б л и ц а 92. **Использование производственных ресурсов**

Показатели	Фактическое значение	Расчетное значение	Расчетное значение к фактическому, %
Пашня, га			
Сенокосы, га			
Пастбища, га			
Труд, тыс. чел.-ч: годовой в напряженный период			

Т а б л и ц а 93. **Размер и структура посевных площадей**

Культуры	Фактическое значение		Расчетное значение		Расчетное значение к фактическому, %
	га	%	га	%	
Зерновые, всего					
В т. ч.:					
озимые зерновые					
яровые зерновые					
зернобобовые					
...					
Многолетние травы					
Однолетние травы					
Кукуруза					
Всего посевов					

Т а б л и ц а 94. **Поголовье животных**

Вид животного	Фактическое значение	Расчетное значение	Расчетное значение к фактическому, %
Коровы			
Молодняк КРС			
...			
Лошади			
Итого усл. гол.			

Т а б л и ц а 95. **Объем покупки кормов, ц**

Вид корма	Фактическое значение	Расчетное значение	Расчетное значение к фактическому, %
Концентраты			
Обрат			
ЗЦМ			
...			
Итого ц к. ед.			

Т а б л и ц а 96. Рационы кормления животных (например, молодняка КРС)

Вид корма	На 1 гол. молодняка КРС							
	фактическое				расчетное			
	ц	ц к. ед.	%	кг п. п.	ц	ц к. ед.	%	кг п. п.
Концентраты								
Силос								
...								
Зеленый корм								
Сенаж								
Сено								
Обрат								
ЗЦМ								
Содержится в рационе: к. ед., ц п. п., кг								

Т а б л и ц а 97. Объем реализации продукции, ц

Вид продукции	Фактически реализовано (в среднем за 2 года)	Расчетное значение			Расчетное значение к фактическому, %
		Всего	В том числе		
			государству	рыночный фонд	
Зерно					
...					
Молоко					
КРС (в живом весе)					
...					

Т а б л и ц а 98. Объем и структура товарной продукции (в сопоставимых ценах)

Вид продукции	Фактическое значение				Расчетное значение				Расчетная сумма к фактиче- ской, %
	Коли- чество, ц	Цена 1 ц, уде.	Сумма, тыс. уде.	%	Количество ц	Цена 1 ц, уде.	Сумма, тыс. уде.	%	
Зерно									
...									
Итого по расте- ниеводству									
Молоко									
Говядина									
...									
Итого по живот- новодству									
Всего									

Т а б л и ц а 99. Основные показатели уровня производства

Показатели	Фактическое значение	Расчетное значение	Расчетное значение к фактическому, %
Произведено на 100 га сельхозугодий: молока, ц прироста КРС (живой вес), ц товарной продукции, тыс. у.д.е. прибыли, тыс. у.д.е.			
Произведено на 100 га пашни, ц: зерна сахарной свеклы рапса прироста свиней (живой вес)			
Произведено товарной продукции на 1 чел.-ч, у.д.е.			

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Т е м а 9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАРКЕТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Задание 1. Определить оптимальный ассортимент продукции и обосновать каналы и сроки товародвижения, обеспечивающие максимальную прибыль.

В результате маркетинговых исследований была получена нижеприведенная информация.

1. В организации могут возделываться зерновые продовольственные и фуражные, картофель, кукуруза на силос и зеленый корм, корнеплоды, лен, многолетние и однолетние травы. Для производства зеленого корма, сена и сенажа могут использоваться площади природных угодий. Отрасль животноводства может быть представлена молочным и мясным скотоводством, свиноводством.

2. Собственные производственные ресурсы организации характеризуются следующими данными: пашня – $12200 + 2N$ га, природные угодья – $6150 + N$ га (в том числе $4000 + N$ га – сенокосы, 2150 га – пастбища), труд годовой – $1470 + 2K$ тыс. чел.-ч, труд в напряженный пе-

риод – $660 + 2K$ тыс. чел.-ч. В напряженный период года организация привлекает рабочую силу со стороны в количестве до 2500 чел.-ч. Дополнительные затраты в расчете на 1 чел.-дн. составят 0,5 у. д. е.

3. Расчет показателей начинают с обоснования средней урожайности зерновых культур. Для этих целей лучше всего использовать эконометрическую модель. Исходя из соображения, что в организациях района имеются примерно одинаковые условия для увеличения урожайности зерновых культур, среднегодовое приращение урожайности следует скорректировать в зависимости от достигнутой в организации и однотипных организациях района. Эконометрическая модель будет иметь следующий вид:

$$y_x = y_i + \frac{\lg y_0}{\lg y_i} \cdot a_i t,$$

где y_x – расчетная (планируемая) урожайность зерновых культур организации на перспективу;

y_i – средняя (за 2–3 года) фактическая урожайность зерновых культур на начало планового периода по организации;

y_0 – средняя фактическая (за 2–3 года) урожайность зерновых культур в однотипных организациях района;

a_i – коэффициент регрессии, характеризующий возможное среднегодовое приращение урожайности в организации;

t – номер года, считая, что $t = 1$ в первый год планового периода.

Коэффициент приращения a_i определяется в зависимости от средней фактической урожайности зерновых культур (y_i):

$$a_i = -0,055 + \frac{28,55}{y_i}.$$

Фактическая и нормативная урожайность сельскохозяйственных культур приведена в табл. 100.

4. При планировании урожайности отдельных видов зерновых культур используют коэффициенты соотношения средней урожайности зерновых и отдельных видов зерновых культур в рассматриваемом хозяйстве или в однотипном предприятии с устойчивой специализацией в данном районе (табл. 101).

Т а б л и ц а 100. Информация по растениеводству

Сельскохозяйственные культуры	Фактическая урожайность, ц/га	Нормативная урожайность, ц/га	Планируемая урожайность, ц/га	В том числе				Фактические затраты труда, чел.-ч/га	Планируемые затраты труда, чел.-ч/га		Нормативные затраты труда, чел.-ч/га		Себестоимость 1 ц продукции, у.д.е.
				на семена	на корм	товарная продукция	побочная продукция		за год	в напряженный период	за год	в напряженный период	
Озимые: продовольственные	48,0	46,1		3,0				12,4			10,5	4,9	9,5+0,1N
в обмен на фураж	48,0	46,1		3,0				12,4			10,5	4,9	9,5+0,1N
Яровые: продовольственные	46,0	52,4		3,5				10,2			15,0	7,4	10,5–0,1N
в обмен на фураж	46,0	52,4		3,5				10,2			15,0	7,4	10,5–0,1N
фуражные	46,0	52,4		3,5				10,2			15,0	7,4	10,5–0,1N
Зернобобовые: продовольственные	40,0	41,7		3,5				15,8			13,0	7,1	12,5+0,2K
фуражные	40,0	41,7		3,5				15,8			13,0	7,1	12,5+0,2K
Лен: льносемена	4,0	5,0		1,3				36,1			32,4	22,0	100,0
льнотреста	25,0	25,0											20,0
Картофель: товарный	350,0	370,0		40,0				63,0			56,4	36,0	6,0
Корнеплоды	400,0	500,0						39,0			24,0	16,0	3,5

Кукуруза: на силос	380,0	332,0						11,6			13,8	8,0	2,4
на зеленый корм	360,0	280,0						8,2			8,0	6,7	1,3
Однолетние травы	180,0	230,0						7,7			8,1	5,1	0,8
Многолет- ние травы: на сено	50,0	57,5						8,3			8,7	5,6	3,2
на сенаж	100,0	120,0						7,8			7,8	5,0	3,0
на зеленый корм	220,0	270,0						5,3			4,4	2,8	0,6
на семена	4,0	3,2						13,0			12,2	8,4	120,0
Сенокосы: на сено	40,0	48,0						6,9			6,1	4,2	3,0
на сенаж	90,0	98,0						6,5			7,8	5,8	2,5
Пастбища: на сенаж	80,0	100						6,7			6,7	4,7	2,8
на зеленый корм	200,0	220						5,3			5,1	3,0	0,4
Озимая рожь на зеленый корм	100,0	150						8,2			8,9	4,1	0,8
Пожнивные культуры	130,0	160						7,5			7,9	3,7	0,9

**Т а б л и ц а 101. Планируемая урожайность конкретных зерновых культур
и структура зернового клина**

Зерновые культуры	Фактическая урожайность, ц/га	Коэффициент соотношения урожайностей	Перспективная урожайность, ц/га	Фактическая площадь, га	Удельный вес, %	В том числе	
						min	max
Озимые	48,0			2190	35,3		
Яровые	46,0			2814	45,4		
Зернобобовые	40,0			1196	19,3		
Всего	45,5			6200	100,0		

5. При обосновании урожайности сельскохозяйственных культур используют эконометрические модели соотношений с урожайностью зерновых. После расчета параметров эти эконометрические модели имеют следующий вид:

$$y_x = y_0 + a_0 e^{\frac{a_1 \Delta u}{y_0}},$$

где y_x – перспективная урожайность сельскохозяйственной культуры вида j ;

y_0 – фактическая в среднем за 2–3 года урожайность сельскохозяйственной культуры вида j по организации;

a_0, a_1 – параметры КМ;

e – основание натурального логарифма;

Δu – приращение урожайности зерновых культур организации ($\Delta u = y_x - y_i$).

Для большинства производственных типов сельскохозяйственных предприятий эконометрические модели имеют следующие параметры (табл. 102):

Т а б л и ц а 102. Значение коэффициентов регрессии

Сельскохозяйственные культуры	a_0	a_1
1	2	3
Картофель	18,31	58,6
Сахарная свекла	31,59	76,1
Рапс	1,02	8,7
Кукуруза на зерно	2,99	18,3
Корнеплоды	30,45	75,3
Масса кукурузы на силос (в зеленой массе)	29,28	60,2

1	2	3
Многолетние травы на зеленую массу	12,32	62,0
Льнотреста	1,31	12,5
Однолетние травы на зеленую массу	21,48	17,3
Кормовые угодья на зеленую массу	10,02	29,0

Урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность природных кормовых угодий, распределение продукции, полученной с 1 га, затраты труда, себестоимость продукции растениеводства отражают в табл. 100.

6. Продуктивность среднегодовой коровы, привес молодняка КРС и свиней рассматривают в зависимости от фактической продуктивности животного на начало планового периода, приращения урожайности зерновых культур как мерил развития кормовой базы:

$$y_x = y_0 e^{\frac{\Delta u}{y_0 \sqrt{a \lg t}}},$$

где y_x, y_0 – соответственно перспективная и фактическая (в среднем за 2–3 года) продуктивность коров, молодняка КРС и свиней;

Δu – приращение урожайности зерновых, т. е. разность между перспективной и фактической урожайностью;

a – коэффициент регрессии;

t – продолжительность планового периода.

В результате расчетов получены следующие модели: надой молока на среднегодовую корову, ц:

$$y_x = y_0 e^{\frac{\Delta u}{y_0 \sqrt{1,5 \lg t}}},$$

среднесуточный привес молодняка КРС, г:

$$y_x = y_0 e^{\frac{\Delta u}{y_0 \sqrt{0,0034 \lg t}}},$$

среднесуточный привес свиней, г:

$$y_x = y_0 e^{\frac{\Delta u}{y_0 \sqrt{0,024 \lg t}}}.$$

Фактическая среднегодовая продуктивность коровы составила 50 ц молока. Среднесуточный привес молодняка КРС – 890 г, молодняка свиней – 540 г.

7. Расход питательных веществ (ц к. ед.) на производство 1 ц продукции животноводства определяется по эконометрическим моделям: молоко:

$$y_x = 0,812 + \frac{11,26}{x},$$

где x – перспективный надой молока за год, ц;
привес КРС:

$$y_x = 6,89 + \frac{988,1}{x},$$

где x – перспективный среднесуточный привес, г;
привес свиней:

$$y_x = 4,64 + \frac{159,42}{x},$$

где x – перспективный среднесуточный привес, г.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином для коров планируют по эконометрической модели вида:

$$y_x = 85,8 + 0,407x,$$

где x – перспективный надой молока за год, ц.

На 1 ц к. ед. в рационе молодняка КРС и свиней должно приходиться соответственно 0,102 и 0,106 ц п. п. Данные по животноводству отражают в табл. 103.

Т а б л и ц а 103. Информация по животноводству

Показатели	Коровы	Молодняк КРС	Молодняк свиней	Лошади
Фактические затраты годового труда, чел.-ч	80,6	22,4	14,8	34,0
Планируемые затраты годового труда, чел.-ч				
В т. ч. в напряженный период, чел.-ч				
Продуктивность, ц				
Расход кормов на голову, ц к.ед.				
Расход кормов на голову, кг п.п.				
Себестоимость 1 ц (без учета стоимости кормов), у.д.е.				

8. Структуру рациона кормления животных определяют в зависимости от перспективной продуктивности.

Нормы скармливания отдельных кормов приведены в табл. 104–106 (прил. D).

Т а б л и ц а 104. Нормы кормления коров и лошадей

Корма	Содержится в 1 ц корма		На голову коровы		На голову коровы		На голову лошади
	ц к.ед.	кг п.п.	не менее	не более	не менее	не более	
Концентраты	1,00	10,5	-7,25+ +4,52х	-7,91+ +5,00х			6,9
Силос	0,20	1,4	-2,66+ +8,01х	-4,00+ +12,01х			
Зеленый корм	0,19	2,1	81,80– –3,17х	90,41– –3,51х			56,8
Сенаж	0,28	3,3	-2,34+ +5,51х	-3,50+ +8,27х			10,7
Сено	0,45	5,3	7,15+ +0,39х	7,91+ +0,43х			17,3
Жмых	1,15	0,37	0	2,0			6,0
Шрот	0,97	0,39	0	1,5			
Патока	0,77	0,05	0	2,0			
Содержится: ц к.ед.							30,0
кг п.п.							325,3

П р и м е ч а н и е. х – перспективный удой молока, т.

Т а б л и ц а 105. Нормы кормления молодняка КРС

Корма	Содержится в 1 ц корма		На голову молодняка КРС		На голову молодняка КРС	
	ц к.ед.	кг п.п.	не менее	не более	не менее	не более
Концентраты	1	10,5	0,46х–5,8	0,46х–2,6		
Силос	0,2	1,4	0,74х–6,1	0,74х+0,3		
Корнеплоды	0,12	0,9	0	0,3х+1,8		
Зеленый корм	0,19	2,1	1,65х–29,6	1,65х–17,6		
Сенаж	0,28	3,3	0,71х–7,9	0,71х–1,9		
Сено	0,45	5,3	0,12х+0,28	0,12х+2,28		
Солома	0,25	1,1	126,8/х–1,8	126,8/х–0,4		
Молоко	0,3	3,3	0,1х–0,5	0,1х+0,5		
Обрат	0,13	3,5	0,08х–0,4	0,08х+0,4		
ЗЦМ	2,02	22,1	0,01х–0,05	0,01х+0,05		
Содержится: ц к.ед.						
кг п.п.						

П р и м е ч а н и е. х – перспективный расход ц к. ед. на 1 голову молодняка КРС.

Т а б л и ц а 106. Рацион кормления молодняка свиней

Корма	Содержится в 1 ц корма		На голову свиней		На голову свиней	
	ц к.ед.	кг п.п.	не менее	не более	не менее	не более
Концентраты	1	10,5	$0,82x-1,2$	$0,82x+1,2$		
Силос	0,2	1,4	$0,1x-0,15$	$0,1x+0,15$		
Корнеплоды	0,12	0,9	0	$0,08x+0,13$		
Зеленый корм	0,19	2,1	$0,26x-0,4$	$0,26x+0,4$		
Молоко	0,3	3,3	$0,03x-0,05$	$0,0,3x+0,05$		
Обрат	0,13	3,5	$0,27x-0,4$	$0,27x+0,4$		
ЗЦМ	2,02	22,1	0,02	0,03		
Содержится: ц к.ед.						
кг п.п.						

П р и м е ч а н и е. x – перспективный расход ц к.ед. на 1 голову молодняка свиней.

9. Затраты труда (чел.-ч) на 1 га сельскохозяйственной культуры или среднегодовую (среднюю) голову животного (y_x) рассчитывают по эконометрическим моделям в зависимости от фактических затрат труда на начало планового периода (x_1) и урожайности сельскохозяйственной культуры или среднегодовой продуктивности животного на перспективу (x_2 , ц). Эконометрические модели для большинства типов организаций имеют следующий вид:

яровые зерновые культуры: $y_x = 7,3 + 0,712x_1 - 0,143x_2$;

озимые зерновые культуры: $y_x = 9,6 + 0,712x_1 - 0,143x_2$;

зернобобовые культуры: $y_x = 4,3 + 0,712x_1 - 0,143x_2$;

картофель: $y_x = 18,6 + 0,67x_1 - 0,083x_2$;

корнеплоды: $y_x = 112,3 + 0,42x_1 - 0,031x_2$;

кукуруза на силос: $y_x = 8,6 + 0,55x_1 - 0,012x_2$;

лен-долгунец: $y_x = 30,4 + 0,51x_1 - 2,6x_2$,

где x_2 – перспективная урожайность льносемян, ц;

однолетние травы на зеленый корм: $y_x = 10,8 + 0,65x_1 - 0,05x_2$;

многолетние травы: $y_x = K_i(6,3 + 0,75x_1 - 0,1x_2)$,

где K_i – составляет для трав на сено – 1, семена – 1,36, зеленый корм – 0,85, сенаж – 0,9, силос – 0,95.

Для среднегодовой коровы затраты труда составляют:

$$y_x = 40,2 + 0,85x_1 - 0,62x_2;$$

для среднегодовой головы молодняка КРС:

$$y_x = 17,6 + 0,6x_1 - 0,7x_2;$$

для среднегодовой головы молодняка свиней:

$$y_x = 3,7 + 0,82x_1 - 1,4x_2.$$

По остальным культурам затраты труда определяют по формуле корректировки:

$$y_j = y_0 + 0,5(x_j - x_0) \cdot \frac{y_0}{x_0},$$

где y_j, y_0 – соответственно планируемые и нормативные (данные лучших работающих организаций района) затраты труда на 1 га культуры вида j ;

x_j, x_0 – соответственно планируемая и нормативная (данные лучших работающих организаций) урожайность культуры вида j .

10. Затраты труда по культурам и отраслям в напряженный период определяют по доле этих затрат в общих за год. Для этого необходимо определить по типовой технологической карте соответствующей культуры или отрасли долю труда, израсходованного в напряженный период, в годовых затратах труда. Полученное значение используется в расчетах по рассматриваемой организации.

11. На корм скоту планируется расходовать часть соломы. Выход кормовой соломы с 1 га продовольственных зерновых составит 40 ц, с 1 га фуражных зерновых – 45. Себестоимость 1 ц соломы составит 0,9 у. д. е.

12. Затраты материально-денежных средств (без учета стоимости кормов) на 1 ц молока, прироста молодняка КРС и свиней соответственно составят: $6,3 + 0,1K$, $90 + 0,2N$ и $80 - 0,1K$ у. д. е.

13. Технологические и производственные ограничения на размеры сельскохозяйственных культур и отраслей:

а) зерновые – не менее 40 – не более 60 % от площади пашни;

б) суммарная площадь посева трудоемких культур (лен, картофель, овощи, сахарная свекла и корнеплоды), учитывая, что время уборки совпадает, – не более 20 % от площади пашни;

в) площадь посева картофеля – не более 12 % от площади пашни;

- г) площадь посева льна – не более 15 % от площади пашни;
- д) площадь посева пожнивных культур не должна превышать 30 % от площади озимых зерновых;
- е) площадь посева озимой ржи на зеленый корм не должна превышать 5 % от площади пашни;
- ж) площадь посева однолетних трав – не менее площади посева озимой ржи на зеленый корм и не менее 700 га;
- з) поголовье коров, исходя из максимума возможной мощности скотопомещений, – не менее 2000 и не более 4400 гол.;
- и) поголовье молодняка КРС – не менее 3050 – не более 5350 гол.;
- к) поголовье молодняка свиней – не менее 200 и не более 2500 гол.;
- л) поголовье лошадей равно фактическому – 5 гол.

Планируется двухлетнее использование многолетних трав. Для посева трав необходимо выделить половину нормы высева семян на 1 га (12 кг). Для восстановления травостоя выделяется 4 кг семян трав в расчете на 1 га сенокосов и пастбищ.

14. Организация имеет возможность закупить комбикорма до 3000 ц по цене 10 у. д. е. за 1 ц, обрат – 1,5 у. д. е. за 1 ц, ЗЦМ – 80 у. д. е. за 1 ц.

15. Объем договорных поставок продукции (зерна) составит 80 % от объема товарной продукции (табл. 107).

Т а б л и ц а 107. **Объем договорных поставок продукции**

Продукция	Фактический объем реализации, ц	Куплено у населения	Перспективный объем реализации, ц	Объем договорных поставок, ц
Зерно	80000–5N			
Картофель	96000–8K			
Льнотреста	12000+2N			
Льносемя	2600+K			
Молоко	172000+6N	1500		
Мясо	14000+3K	100		

16. Цена реализации (у. д. е.): молоко – 31,0 + 0,2K, говядина – 155,0 + 0,2N, зерно – 14, картофель – 10, льнотреста – 28, льносемя – 220 + K. Часть зерна планируется реализовать на рынке. Цены реализации на рынке на 30 % выше государственных цен.

17. Расход кормов на внутрихозяйственные нужды составит на одну семью: 8 ц концентратов, 20 ц соломы. Кроме того, на одну корову выделяется 20 ц сена, 65 ц зеленой массы и в ряде случаев 20 ц корнеплодов.

Число семей определяется по формуле:

$$d = \frac{N}{1,8x \cdot 1,4},$$

где N – запасы труда, тыс. чел.-ч;

1,8 – выработка на среднегодового работника, чел.-ч;

1,4 – число среднегодовых работников на одну семью.

Плотность коров в расчете на одну семью составляет 0,4.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) составить ограничения задачи и целевую функцию, используя структурную модель темы 8;

3) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) разработать механизм реализации оптимального решения.

Задание 2. Составить и решить расширенную линейно-динамическую экономико-математическую модель для оптимизации основных параметров маркетинговой системы сельскохозяйственной организации с целью максимизации прибыли:

1) используем вышеизложенную информацию по данной теме (задание 1);

2) экономические показатели, приведенные в данной теме, рассчитаны при минимальных размерах отраслей. Улучшение экономических показателей наблюдается при росте концентрации производства. При увеличении размеров отраслей сверх минимального уровня происходит изменение технологии производства, вследствие которого изменяются экономические показатели. По данным корреляционных моделей рассчитана величина дополнительного эффекта в расчете на 1 га или 1 гол. животного – снижение затрат труда, кормов, увеличение прибыли от превышения размеров отраслей сверх минимального уровня.

Величина изменения показателя отрасли при увеличении размера ее сверх минимального уровня в расчете на единицу приращения отрасли рассчитывается по формуле:

$$\Delta \Theta = \frac{(x_{\max} - x_{\min}) R_{\max}}{R_{\max} - R_{\min}},$$

где $\Delta \Theta$ – величина изменения показателя при увеличении размера отрасли на единицу сверх минимального уровня;

$x_{\max}, x_{\min}$ – соответственно значение показателя при максимальном и минимальном размерах отрасли;

$R_{\max}, R_{\min}$ – соответственно максимальный и минимальный размеры отрасли.

Разность значений показателей при максимальном и минимальном размерах отраслей ($x_{\max} - x_{\min}$) приведена в табл. 108.

Т а б л и ц а 108. Разность значений показателей при разном уровне концентрации в расчете на единицу отрасли

Показатели	Зерновые культуры	Лен	Коровы	Молодняк КРС
Годовые затраты труда, чел.-дн.	-0,3	-0,8	-1,5	-1,2
Труд в напряженный период, чел.-дн.	-0,1	-0,6	-0,7	-0,6
Концентраты, ц	–	–	-0,15	-0,20
Сено, ц	–	–	-0,20	-0,16
Сенаж, ц	–	–	-0,25	-0,25
Силос, ц	–	–	-0,22	-0,30
Зеленый корм, ц	–	–	-0,65	-0,50
Корнеплоды, ц	–	–	-0,10	-0,08
Солома, ц	–	–	-0,05	-0,02
Прибыль, у.д.е.	+2,1	+2,5	+8,0	+10,0

3) ввести переменные задачи, соответствующие неизвестным величинам статической экономико-математической модели данной темы (задание 1);

4) ввести переменные задачи, позволяющие учитывать изменение экономических показателей при росте концентрации: Δx_j – превышение размеров отрасли вида j сверх минимального уровня;

5) составить ограничения задачи и целевую функцию, используя ограничения 1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15 структурной модели темы 8 и нижеизложенные ограничения.

Целевая функция – максимум прибыли:

$$\begin{aligned}
 F_{\max} = & \sum_{k \in K_0} \sum_{i \in I_3} \sum_{t \in T_0} p_{ikt} x_{ikt} + \sum_{j \in J_1} p_j x_j + \sum_{j \in J_2} \tilde{p}_j x_j + \sum_{j \in J_0} \tilde{p}_{ij} \Delta x_j - \\
 & - \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hj} x_j c_h - \sum_{h \in H_1} x_h c_h - \sum_{h \in H_2} \tilde{x}_h c_h - \sum_{i \in I_4} c_i x_i - \sum_{h \in H_3} \hat{x}_h c_h - \\
 & - \sum_{n \in N_0} \sum_{i \in I_3} \sum_{t \in T_0} c_{\text{int}} x_{\text{int}}.
 \end{aligned}$$

При условиях:

2. По использованию трудовых ресурсов

$$\sum_{j \in J_0} b_{ij} x_j - \sum_{j \in J_0} \tilde{b}_{ij} \Delta x_j + \sum_{n \in N_0} \sum_{t \in T_0} \sum_{i \in I_3} b_{iint} x_{int} + \sum_{k \in K_0} \sum_{t \in T_0} \sum_{i \in I_3} b_{iikt} x_{ikt} \leq \leq B_i + x_i, i \in I_2.$$

4. По балансу основных видов кормов

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj} x_j - \sum_{j \in J_2} \tilde{W}_{hj} \Delta x_j \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j - W_h + x_h, h \in H_4.$$

5. По балансу покупных кормов и кормов животного происхождения

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj} x_j - \sum_{j \in J_2} \tilde{W}_{hj} \Delta x_j = \tilde{x}_h, h \in H_2.$$

8. Технологические ограничения по площади отдельных сельскохозяйственных культур и размерам отраслей:

а) по минимальному размеру отраслей:

$$x_j - \Delta x_j = \tilde{D}_j, j \in J_0;$$

б) по максимальному размеру отраслей:

$$x_j \leq D_j, j \in J_0.$$

9. Технологические ограничения по площади посева однородных сельскохозяйственных культур:

а) по минимальной площади посева:

$$\sum_{j \in J_3} a_{ijj^0} x_{jj^0} - \Delta x_j = \tilde{r}_{ij} A_i, i = 1, j \in J_4;$$

б) по максимальной площади посева:

$$\sum_{j \in J_3} a_{ijj^0} x_{jj^0} \leq \tilde{r}_{ij} A_i, i = 1, j \in J_4,$$

где $\tilde{b}_{ij}, \tilde{W}_{hj}, \tilde{p}_{ij}$ – соответственно экономия труда вида i , кормов вида

h , увеличение прибыли вида i от превышения сверх минимального уровня размера отрасли вида j в расчете на единицу;

6) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

7) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

8) разработать механизм реализации оптимального решения.

Задание 3. Составить и решить расширенную экономико-математическую модель основных параметров маркетинговой системы сельскохозяйственной организации в условиях погодно-экономического риска с целью максимизации прибыли:

- 1) используем вышеизложенную информацию по теме 8;
- 2) выделяем три исхода производства: неблагоприятный, средний и благоприятный. Вероятности проявления неблагоприятных, средних и благоприятных погодно-экономических исходов соответственно равны 0,5; 0,3 и 0,2;
- 3) отклонения урожайности зерновых культур в неблагоприятный и благоприятный исходы от среднего исхода соответственно равны $-2,4$ и $+3,4$ ц/га;
- 4) сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на одни и те же метеорологические условия, что связано с биологическими особенностями их выращивания. Так, с повышением урожайности зерновых культур происходит уменьшение урожайности картофеля, корнеплодов, кукурузы на силос. Связь между колебаниями урожайности зерновых и других культур можно выразить через эконометрические модели следующего вида:

$$y_x = a_0 x^{a1},$$

где y_x – урожайность сельскохозяйственных культур на перспективу, ц/га;

x – перспективная урожайность зерновых культур в конкретном погодном исходе, ц/га.

Для производственных условий сельхозорганизаций района получены следующие эконометрические модели:

картофель: $y_H = 5,974x^{1,090}$, $\eta = 0,893$, $F = 44,0$;

$$y_C = 10,960x^{0,883}, \eta = 0,919, F = 45,0;$$

$$y_B = 3,166x^{1,155}, \eta = 0,712, F = 10,8;$$

корнеплоды: $y_H = 3,586x^{1,381}$, $\eta = 0,826$, $F = 29,0$;

$$y_C = 6,619x^{1,189}, \eta = 0,884, F = 35,0;$$

$$y_B = 5,467x^{1,126}, \eta = 0,675, F = 5,3;$$

кукуруза на зеленый корм:

$$y_H = 9,285x^{1,086}, \eta = 0,837, F = 26,2;$$

$$y_C = 22,035x^{0,827}, \eta = 0,883, F = 28,2;$$

$$y_B = 26,583x^{0,771}, \eta = 0,977, F = 59,9;$$

однолетние травы на зеленый корм:

$$y_H = 32,194x^{0,600}, \eta = 0,761, F = 20,1;$$

$$y_C = 18,652x^{0,704}, \eta = 0,872, F = 28,2;$$

$$y_B = 6,260x^{0,974}, \eta = 0,819, F = 45,0;$$

многолетние травы на сено:

$$y_H = 2,202x^{0,941}, \eta = 0,802, F = 26,2;$$

$$y_C = 1,415x^{1,016}, \eta = 0,941, F = 170,3;$$

$$y_B = 0,822x^{1,107}, \eta = 0,869, F = 26,0;$$

сенокосы на сено: $y_H = 1,976x^{0,889}, \eta = 0,825, F = 28,8;$

$$y_C = 1,935x^{0,871}, \eta = 0,959, F = 249,8;$$

$$y_B = 1,132x^{1,098}, \eta = 0,925, F = 107,4.$$

Урожайность озимой ржи на зеленый корм:

$$y = 3,2x + 5,8,$$

где x – перспективная урожайность озимых зерновых культур;

5) используя методику обоснования показателей растениеводства, изложенную в данной теме (задание 1), определить перспективные показатели отраслей растениеводства в различные исходы и составить таблицы, аналогичные табл. 100;

6) предполагается формирование стабилизационного фонда концентратов, сена, сенажа, силоса;

7) ввести неизвестные величины задачи и составить развернутую экономико-математическую модель, используя следующую структурную ЭММ.

Структурная экономико-математическая модель оптимизации перспективных параметров функционирования сельскохозяйственной организации в условиях погодной-экономической неопределенности с целью получения максимума математического ожидания прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{t \in T_0} p_t x_t.$$

При условиях:

1. По использованию земельных угодий

$$\sum_{j \in J_1} a_{ij} x_{jt} \leq A_i, \quad i \in I_1, \quad t \in T_0.$$

2. По использованию трудовых ресурсов

$$\sum_{j \in J_0} b_{ij} x_{jt} \leq B_i + x_{it}, \quad i \in I_2, \quad t \in T_0.$$

3. По привлечению трудовых ресурсов

$$x_{it} \leq \tilde{B}_{it}, \quad i \in I_4, \quad t \in T_0.$$

4. По балансу основных видов кормов

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_{jt} + \sum_{j \in J_2} x_{hjt} \leq \sum_{j \in J_1} d_{hjt} x_{jt} - W_h + x_{ht} + (-)\bar{x}_{ht}, \quad h \in H_4, \quad t \in T_0.$$

5. По балансу покупных кормов и кормов животного происхождения

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_{jt} + \sum_{j \in J_2} x_{hjt} = \tilde{x}_{ht}, \quad h \in H_2, \quad t \in T_0.$$

6. По производству побочных кормов

$$\bar{\bar{x}}_{ht} \leq \sum_{j \in J_1} d_{hjt} x_{jt} - W_h, \quad h \in H_3, \quad t \in T_0.$$

7. По покупке кормов

$$x_{ht} \leq E_{ht}, \quad h \in H_1, \quad t \in T_0.$$

8. По величине скользящей переменной

$$x_{hjt} \leq (W_{hj}^{\max} - W_{hj}^{\min}) x_{jt}, \quad h \in H_0, \quad j \in J_2, \quad t \in T_0.$$

9. По балансу питательных веществ

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J_2} W_{ij} x_{jt} &\leq \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hjt} x_{jt} k_{ih} + \sum_{h \in H_1} k_{ih} x_{ht} + \sum_{h \in H_2} k_{ih} \tilde{x}_{ht} + \sum_{h \in H_3} k_{ih} \bar{\bar{x}}_{ht} + (-) \\ &+ (-) \sum_{h \in H_6} k_{ih} \bar{x}_{ht} - \sum_{h \in H_5} k_{ih} W_h, \quad i \in I_5, \quad t \in T_0. \end{aligned}$$

10. По содержанию питательных веществ в дополнительных кормах, обозначенных скользящими переменными,

$$(W_{ij} - \sum_{h \in H_0} W_{hj}^{\min} k_{iht}) x_{jt} \leq \sum_{h \in H_0} k_{ih} x_{hjt}, \quad j \in J_2, \quad i \in I_5, \quad t \in T_0.$$

11. Технологические ограничения по площади отдельных сельскохозяйственных культур и размерам отраслей

$$\tilde{D}_j \leq x_{jt} \leq D_j, \quad j \in J_0, \quad t \in T_0.$$

12. Технологические ограничения по площади посева однородных сельскохозяйственных культур

$$\bar{r}_{ij} A_i \leq \sum_{j^0 \in J_3} a_{ijj^0} x_{jj^0t} \leq r_{ij} A_i, \quad i = 1, \quad j \in J_4, \quad t \in T_0.$$

13. По продаже продукции государству:

$$\text{а) } \sum_{j \in J_0} d_{ijt} x_{jt} - \bar{x}_{it} \geq P_i, \quad i \in I_3, \quad t \in T_0;$$

$$\text{б)} \sum_{j \in J_0} d_{ijt} x_{jt} - \bar{x}_{it} = P_i + \sum_{k \in N_0} x_{ikt}, \quad i \in I_3, \quad t \in T_0.$$

14. По предельным объемам сбыта продукции

$$\tilde{D}_{ik} \leq x_{ikt} \leq D_{ik}, \quad i \in I_3, \quad k \in K_0, \quad t \in T_0.$$

15. По формированию прибыли

$$\begin{aligned} & \sum_{j \in J_1} p_{jt} x_{jt} + \sum_{j \in J_2} \tilde{p}_{jt} x_{jt} - \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hjt} x_{jt} c_{ht} - \sum_{h \in H_1} x_{ht} c_{ht} - \sum_{h \in H_2} \tilde{x}_{ht} c_{ht} - \\ & - \sum_{i \in I_4} c_{it} x_{it} + \sum_{k \in K_0} \sum_{t \in T_3} p_{ik} x_{ikt} = x_t, \quad t \in T_0. \end{aligned}$$

16. По формированию стабилизационного фонда кормов

$$(+)\sum_{t \in T_0} f_h \bar{x}_{ht} = (-)\sum_{t+1 \in T_0} f_h \bar{x}_{ht+1}, \quad h \in H_6.$$

17. По равенству отраслей в различных погодных исходах:

$$\text{а)} \sum_{t \in T_0} x_{jt} = \sum_{t+1 \in T_0} x_{jt+1}, \quad j \in J_0;$$

$$\text{б)} \sum_{j^0 \in J_3} \sum_{t \in T_0} x_{jj^0 t} = \sum_{j^0 \in J_3} \sum_{t+1 \in T_0} x_{jj^0 t+1}, \quad j \in J_1.$$

18. Неотрицательность переменных

$$x_{jt}, x_{ht}, \tilde{x}_{ht}, \bar{x}_{ht}, x_{it}, \bar{x}_{it}, x_{ikt}, x_{hjt}, x_{jj^0 t}, \bar{x}_{ht}, x_t \geq 0.$$

Индексация:

j – номер сельскохозяйственных культур и отраслей;

J_0 – множество сельскохозяйственных культур и отраслей;

J_1 – множество отраслей растениеводства, $J_1 \in J_0$;

J_2 – множество отраслей животноводства, $J_2 \in J_0$;

j^0 – номер сельскохозяйственных культур однородной группы,
 $j^0 \in j$;

J_3 – множество сельскохозяйственных культур однородной группы,
 $J_3 \in J_1$;

J_4 – множество групп однородных сельскохозяйственных культур,
 $J_4 \in J_1$;

i – номер ресурса (видов земельных угодий, труда, питательных веществ, видов продукции);

I_1 – множество видов земельных угодий;

I_2 – множество видов труда;
 I_3 – множество видов товарной продукции;
 I_4 – множество видов привлеченного труда;
 I_5 – множество видов питательных веществ;
 k – номер вида канала реализации продукции;
 K_0 – множество каналов реализации продукции;
 h – номер вида корма;
 H_0 – множество видов кормов;
 H_1 – множество покупных кормов, $H_1 \in H_0$;
 H_2 – множество кормов животного происхождения, покупных кормов, $H_2 \in H_0$;
 H_3 – множество побочных кормов, $H_3 \in H_2$;
 H_4 – множество собственных основных кормов, $H_4 \in H_0$;
 H_5 – множество собственных основных кормов, выделяемых на внутривоспроизводственные нужды, $H_5 \in H_4$;
 H_6 – множество собственных кормов, выделяемых в стабилизационный фонд, $H_6 \in H_4$;
 t – номер погодного исхода;
 T_0 – множество погодных исходов.
 Неизвестные величины:
 x_{jt} – размер отрасли вида j в погодный исход вида t ;
 x_{ht} – количество покупных кормов вида h в погодный исход вида t ;
 $\tilde{x}_{ht}$ – количество кормов животного происхождения и покупных кормов вида h в погодный исход вида t ;
 $\bar{x}_{it}$ – количество товарной продукции вида i , которая одновременно может быть реализована и использована на корм скоту в погодный исход вида t ;
 x_{ikt} – количество товарной продукции вида i , реализуемой по каналу сбыта вида k в погодный исход вида t ;
 $\bar{\bar{x}}_{ht}$ – количество побочных кормов вида h в погодный исход вида t ;
 x_t – прибыль организации в погодный исход вида t ;

$\bar{x}_{ht}$ – количество собственных кормов вида h , выделяемых в стабилизационный фонд или изымаемых из него в погодный исход вида t ;

x_{jj^0t} – размер отрасли вида j , относящейся к отраслям однородной группы вида j^0 в погодный исход вида t ;

x_{it} – количество привлеченного труда вида i в погодный исход вида t ;

x_{hjt} – скользящая переменная по корму вида h для животных или половозрастной группы скота вида j в погодный исход вида t .

Известные величины:

A_i – ресурсы земельного угодья вида i ;

B_i – ресурсы труда вида i ;

P_i – план продажи продукции вида i ;

W_h – расход корма вида h на внутрихозяйственные нужды;

$\tilde{B}_{it}$ – привлеченный труд вида i в погодный исход вида t ;

$\tilde{D}_j, D_j$ – соответственно минимальный и максимальный размеры отрасли вида j ;

E_{ht} – максимальное количество покупки корма вида h в погодный исход вида t ;

$\tilde{D}_{ik}, D_{ik}$ – соответственно минимальный и максимальный объемы продукции вида i , реализованного по каналу сбыта вида k ;

a_{ij} – расход земельного угодья вида i на единицу отрасли растениеводства вида j ;

a_{ijj^0} – расход земельного угодья вида i на единицу сельскохозяйственной культуры вида j , относящейся к однородной группе сельскохозяйственных культур вида j^0 ;

b_{ij} – расход труда вида i на единицу отрасли вида j ;

d_{hjt} – выход корма вида h от единицы отрасли растениеводства вида j в погодный исход вида t ;

$W_{hj}^{\min}, W_{hj}^{\max}$ – соответственно минимальный и максимальный расходы корма вида h на единицу отрасли животноводства вида j ;

d_{ijt} – выход товарной продукции вида i с единицы отрасли вида j в погодный исход вида t ;

W_{ij} – расход питательного вещества вида i на единицу отрасли животноводства вида j ;

k_{ih} – содержание питательного вещества вида i в единице корма вида h ;

$\tilde{r}_{ij}, r_{ij}$ – соответственно минимальная и максимальная доли культур вида j по земельному угодью вида i ;

p_{jt} – прибыль в расчете на единицу отрасли растениеводства вида j в погодный исход вида t ;

$\tilde{p}_{jt}$ – прибыль без учета стоимости кормов на единицу отрасли животноводства вида j в погодный исход вида t ;

c_{ht} – себестоимость (цена) единицы корма вида h в погодный исход вида t ;

c_{it} – дополнительные затраты на единицу привлеченного труда вида i в погодный исход вида t ;

p_{ik} – превышение цены реализации товарной продукции вида i при сбыте ее по каналу вида k ;

f_h – естественная убыль корма вида h при хранении;

p_t – вероятность проявления погодного исхода вида t ;

8) решить экономико-математическую задачу, используя пакеты прикладных программ на персональном компьютере;

9) найти оптимальное решение задачи, проанализировав его, заполнить табл. 92–99; 109–116.

Т а б л и ц а 109. Использование трудовых ресурсов в разные погодные исходы, тыс. чел.-ч

Показатели	Погодный исход		
	неблагоприятный	средний	благоприятный
Годовой труд			
Труд в напряженный период			

**Т а б л и ц а 110. Направление использования площадей сельхозугодий
в различные исходы производства**

Сельхозкультуры	Неблагоприятный исход		Средний исход		Благоприятный исход	
	га	%	га	%	га	%
Озимые зерновые:						
продовольственные						
в обмен на фураж						
Яровые зерновые:						
продовольственные						
в обмен на фураж						
фуражные						
Зернобобовые:						
продовольственные						
фуражные						
Лен						
Картофель:						
товарный						
Корнеплоды						
Кукуруза:						
на силос						
зеленый корм						
Однолетние травы						
Многолетние травы:						
на сено						
сенаж						
зеленый корм						
семена						
Сенокосы:						
на сено						
сенаж						
Пастбища:						
на сенаж						
зеленый корм						

**Т а б л и ц а 111. Расход и структура кормов для коров, молодняка КРС и свиней
в различные исходы производства**

Вид кормов	Неблагоприятный исход				Средний исход				Благоприятный исход			
	ц	ц к.ед.	%	кг п.п.	ц	ц к.ед.	%	кг п.п.	ц	ц к.ед.	%	кг п.п.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Концентраты												
Сено												
Сенаж												
Солома												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Силос												
Корнеплоды												
Картофель												
Зеленый корм												
Молоко												
Обрат												
ЗЦМ												
И т о г о...												

Т а б л и ц а 112. Предполагаемый объем покупки кормов в различные погодные исходы, ц

Вид корма	Неблагоприятный исход	Средний исход	Благоприятный исход
Концентраты			
Обрат			
ЗЦМ			
Итого ц к.ед.			

Т а б л и ц а 113. Формирование и использование стабилизационного фонда кормов, ц

Вид корма	Исход производства		
	неблагоприятный	средний	благоприятный
Концентраты			
Сено			
Сенаж			
Силос			

Т а б л и ц а 114. Объем реализации товарной продукции в различные исходы производства, ц

Вид продукции	Исходы производства		
	неблагоприятный	средний	благоприятный
Зерно			
Картофель			
Льносемя			
Льнотреста			
Молоко			
Прирост КРС			
Прирост свиней			

Т а б л и ц а 115. Объем и структура товарной продукции с учетом вероятности проявления погодных исходов

Вид продукции	Фактическое значение				Расчетное значение				Расчетная сумма в % к фактической
	кол-во, ц	цена, у.д.е.	сумма, тыс. у.д.е.	%	кол-во, ц	цена, у.д.е.	сумма, тыс. у.д.е.	%	
Зерно									
Картофель									
Итого по растениеводству									
Молоко									
Говядина									
Итого по животноводству									
Всего									

Т а б л и ц а 116. Основные показатели уровня производства с учетом вероятности проявления погодных исходов

Показатели	Фактическое значение	Расчетное значение	Расчетное значение в % к фактическому
Произведено на 100 га сельхозугодий:			
молока, ц			
прироста КРС, ц			
товарной продукции, тыс. у.д.е.			
Произведено на 100 га пашни, ц:			
зерна			
картофеля			
прироста свиней			
Произведено товарной продукции, у.д.е. на 1 чел.-ч			

10) разработать механизм реализации оптимального решения, нацеленный на более устойчивое развитие производства в условиях погодно-экономической неопределенности, который обеспечивается в результате:

- а) создания стабилизационного фонда кормов, который формирует-ся в благоприятном исходе для использования его в неблагоприятном;
- б) подбора такой структуры посевных площадей, при которой культуры с взаимозаменяемой продукцией и различной реакцией на

природно-климатические факторы находятся в оптимальном соотношении;

в) изменения норм кормления и структуры рационов животных в разных исходах производства при условии формирования их уровня кормления не ниже планируемых показателей;

г) разного объема покупки кормов в различные исходы производства.

Т е м а 10. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Задание. Определить оптимальную программу развития фермерского хозяйства.

Исходная информация.

1. В фермерском хозяйстве могут возделываться зерновые фуражные и продовольственные культуры, картофель, кормовые корнеплоды, многолетние травы на сено и зеленый корм, однолетние травы. Для производства сена использовались площади природных сенокосов, для производства зеленого корма – площади природных пастбищ.

2. Собственные производственные ресурсы фермерского хозяйства характеризуются следующими данными, га: пашня – $50 + 0,2N$; природные сенокосы – $16 + 0,3K$; природные пастбища – $29 - 0,4N$. Возможна трансформация сенокосов (до 6 га) и пастбищ (до 14 га) в пашню. Затраты на 1 га, связанные с трансформацией, составляют соответственно 48 и 58 у. д. е. Коэффициент эффективности – 0,15. Среднегодовое число работников – 6 человек; труд в напряженный период (май – сентябрь) – 40 % от годового труда.

В напряженный период года хозяйство привлекает рабочую силу со стороны в количестве 3 работников.

Дополнительные затраты в расчете на 1 чел.-дн. составят 4,5 у. д. е.

3. Урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность природных кормовых угодий, распределение продукции, полученной с 1 га, затраты труда, себестоимость единицы продукции растениеводства отражены в табл. 117.

Т а б л и ц а 117. Экономические показатели развития растениеводства

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га	В том числе		Затраты труда, дн/га		Себестоимость 1 ц, у.д.е.
		товарная продукция	на корм скоту	годовые	в напряженный период	
Зерновые продовольственные	62,0	52,8	6,2	2,0	1,3	10,0+0,2N
Зерновые фуражные	62,0	–	59,0	1,5	1,1	9,0–0,1K
Картофель	380,0	264	76,0	8,0	6,0	4,2
Корнеплоды	500,0	–	500,0	7,2	5,1	3,2
Многолетние травы:						
на сено	65,0	–	65,0	1,4	1,1	2,2
зеленый корм	260,0	–	260,0	0,6	0,4	0,6+0,1K
Однолетние травы	250,0	–	250,0	0,4	0,3	0,8+0,1K
Природные сенокосы на сено	52,0	–	52,0	1,2	0,8	2,0
Пастбища на зеленый корм	180,0	–	180,0	0,4	0,2	0,5+0,2K

П р и м е ч а н и е. Урожайность сельхозкультур формируется за счет внесения минимальных доз удобрений, добавок удобрений и улучшения угодий.

В данной зоне имеются типовые схемы севооборотов, которые приведены в табл. 118.

Т а б л и ц а 118. Схемы севооборотов

Сельскохозяйственные культуры	Севообороты			
	1	2	3	4
Зерновые культуры, всего	0,44	0,50	0,33	0,50
Картофель, корнеплоды	0,12	0,0125	0,17	0,25
Однолетние травы	0,22	0,125	0,17	0,125
Многолетние травы	0,22	0,250*	0,33*	0,125

* Предусматривается двухлетнее использование многолетних трав.

Эффективность возделывания культур по возможным предшественникам приведена в табл. 119–122.

4. На корм скоту планируется расходовать часть соломы. В расчете на 1 га продовольственных зерновых выход наиболее ценной кормовой соломы составит 25 ц, на 1 га фуражных – 20 ц. Затраты труда на 1 корову составляют 18 чел.-дн., в том числе 6,0 – в напряженный период, на 1 голову свиней – 1,5 чел.-дн., в том числе 0,6 – в напряженный период.

5. Ресурсы труда и его использование приведены в табл. 123.

Т а б л и ц а 119. **Первый севооборот, уд.е/га**

Сельскохозяйственные культуры	Предшественники							
	Зерновые (1-е поле)	Зерновые (2-е поле)	Зерновые (3-е поле)	Зерновые (4-е поле)	Картофель + корнеплоды	Однолетние травы (1-е поле)	Однолетние травы (2-е поле)	Многолетние травы
Зерновые (1-е поле)	–	320	320	320	500	450	490	360
Зерновые (2-е поле)	320	–	320	320	500	450	490	360
Зерновые (3-е поле)	320	320	–	320	500	450	490	360
Зерновые (4-е поле)	320	320	320	–	500	450	490	360
Картофель + корнеплоды	420	420	420	420	–	480	480	490
Однолетние травы (1-е поле)	300	300	300	300	360	–	260	410
Однолетние травы (2-е поле)	300	300	300	300	360	260	–	410
Многолетние травы	380	380	380	380	310	330	330	–

Т а б л и ц а 120. **Второй севооборот, уд.е/га**

Сельскохозяйственные культуры	Предшественники						
	Зерновые (1-е поле)	Зерновые (2-е поле)	Зерновые (3-е поле)	Зерновые (4-е поле)	Картофель + корнеплоды	Однолетние травы	Многолетние травы
Зерновые (1-е поле)	–	328	328	328	508	498	368
Зерновые (2-е поле)	328	–	328	328	508	498	368
Зерновые (3-е поле)	328	328	–	328	508	498	368
Зерновые (4-е поле)	328	328	328	–	508	498	368
Картофель + корнеплоды	428	428	428	428	–	488	498
Однолетние травы	308	308	308	308	368	–	418
Многолетние травы	388	388	388	388	318	338	–

Т а б л и ц а 121. Третий севооборот, у.д.е/га

Сельскохозяйствен- ные культуры	Предшественники				
	Зерновые (1-е поле)	Зерновые (2-е поле)	Картофель + корнеплоды	Одно- летние травы	Много- летние травы
Зерновые (1-е поле)	–	330	510	460	370
Зерновые (2-е поле)	310	–	510	460	370
Картофель + корне- плоды	430	430	–	490	500
Однолетние травы	310	310	370	–	420
Многолетние травы	390	390	320	340	–

Т а б л и ц а 122. Четвертый севооборот, у.д.е/га

Сельскохозяйствен- ные культуры	Предшественники							
	Зерновые (1-е поле)	Зерновые (2-е поле)	Зерновые (3-е поле)	Зерновые (4-е поле)	Картофель	Корнеплоды	Однолетние травы	Многолетние травы
Зерновые (1-е поле)	–	310	310	310	490	510	480	350
Зерновые (2-е поле)	310	–	310	310	490	510	480	350
Зерновые (3-е поле)	310	310	–	310	490	510	480	350
Зерновые (4-е поле)	310	310	310	–	490	510	480	350
Картофель	410	410	410	410	–	290	460	480
Корнеплоды	430	430	430	430	270	–	490	500
Однолетние травы	290	290	290	290	350	370	–	400
Многолетние травы	370	370	370	370	300	320	320	–

Т а б л и ц а 123. Ресурс труда и его использование по месяцам года

Показатели	В процентах от годового труда											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Зерновые				10	20	–	–	40	30			
Картофель				10	15	15	20	20	20			
Корнеплоды				10	15	15	20	20	20			
Многолетние травы: на сено на зеленый корм			20 10	25 15	–	30 20	– 20	25 20	– 15			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Однолетние травы				20	30	10	10	10	10	10		
Сенокосы на сено			10	30	–	40	–	20	–			
Пастбища на зеленый корм			10	15	–	20	20	20	15			
Коровы	9	9	9	8	7	7	7	8	9	9	9	9
Молодняк КРС	9	9	9	8	7	7	7	8	9	9	9	9
Ресурс труда одного работника: число часов работы в день, чел.-ч	6	6	6	8	10	10	10	10	10	8	6	6

6. Среднегодовая продуктивность коровы – $60 + 0,3N$ ц молока. Реализация откормочного поголовья молодняка КРС осуществляется средним живым весом 1 головы 2,90 ц.

7. Расход питательных веществ на единицу продукции: на 1 ц молока – 1,03; на 1 ц привеса КРС – 8,4; на 1 теленка – 0,35 ц к. ед.

8. Предельные нормы скормливания отдельных видов кормов приведены в табл. 124.

Т а б л и ц а 124. Нормы кормления сельскохозяйственных животных

Корма	В 1 ц корма, ц к.ед.	На 1 корову, ц		На 1 голову молодняка КРС, ц	
		не менее	не более	не менее	не более
Концентраты	1,00	13,6	20,4	5,5	8,2
Сено	0,45	17,0	25,5	9,5	14,3
Картофель	0,30	–	–	0	3,9
Корнеплоды	0,12	24,1	36,1	19,5	24,3
Зеленый корм*	0,19	63,1	94,5	22,6	35,0
Солома	0,25	–	–	3,1	4,7
Молоко	0,31	–	–	1,9	2,9
Обрат	0,13	–	–	4,5	6,7

* В том числе однолетние травы – 0,2, многолетние травы – 0,19, пастбища – 0,17.

9. Затраты материально-денежных средств на 1 ц молока и 1 ц привеса КРС без учета стоимости кормов составляют соответственно 5 – 0,1К и 36 – 0,1N у. д. е.

10. Технологические и производственные ограничения на размеры сельскохозяйственных культур и отраслей:

а) зерновые – не менее 40 % и не более 60 % от площади пашни;

- б) площадь посева трудоемких культур – не более 6 га;
- в) поголовье животных, исходя из максимально возможной мощности скотопомещения, – не более 60 гол.;
- г) поголовье коров – не более 34 гол.;
- д) откормочное поголовье молодняка КРС не более 36 гол.
11. Выход телят составит 95 гол. на 100 коров.
12. На выпойку телят необходимо затратить 1 ц молока и 0,3 ц обрата.
13. Фермерское хозяйство может приобретать телят у населения в количестве до 10 гол. в возрасте 21 день весом 45 кг по цене 80 у. д. е/ц.
14. Возможна заготовка сена на неудобиях в количестве до 400 ц.
15. С целью бесперебойного, равномерного поступления зеленой массы планируется использовать однолетние травы трех сроков посева. Потребность в зеленой массе рассчитывается с 15 мая по 15 октября. Выход зеленой массы по месяцам пастбищного периода представлен в табл. 125.

Т а б л и ц а 125. Выход зеленой массы по месяцам пастбищного периода

Угодья и культуры	Выход зеленой массы в процентах к урожайности					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Пастбища	15	30	20	20	10	5
Многолетние травы	13	28	28	19	12	–
Однолетние травы:						
1-го срока		15	70	15		
2-го срока			15	70	15	
3-го срока				15	70	15

Избыток зеленой массы в пастбищный период будет использован для получения сена. Выход сена составляет 25 % от выхода зеленой массы.

16. Фермер заинтересован в поддержании положительного баланса гумуса в почве. Вынос (минерализация) гумуса с урожаем сельскохозяйственных культур приведен в табл. 126.

Выход навоза в год от одного животного составит, т: от коровы – 19; от молодняка КРС – 4. Коэффициент перевода органических удобрений в гумус – 0,1.

17. Под посевы сельскохозяйственных культур планируется внести минимальное гарантированное количество минеральных и органических удобрений. Оставшиеся после этого удобрения могут быть внесены в виде добавки к минимальной норме удобрений (табл. 127, 128).

**Т а б л и ц а 126. Вынос (минерализация) гумуса
с урожаем сельскохозяйственных культур**

Сельскохозяйственные культуры	Урожайность, ц/га	Вынос азота с учетом растительных остатков, кг/ц	Минерализация гумуса, т/га	Накопление гумуса за счет разложения растительных остатков, т/га	Фиксированный азот бобовых, т/га	Баланс гумуса под культурой, (±), т/га
Зерновые	62	3,3	–2,53	+1,22		–1,31
Картофель	380	0,61	–2,86	+0,57		–2,29
Корнеплоды	500	0,57	–3,35	+0,67		–2,68
Многолетние травы:						
на сено	65	4,9	–4,15	+2,43	+2,70	+0,98
на зеленый корм	260	4,8	–4,13	+2,41	+2,68	+0,96
Однолетние травы	250	2,9	–2,24	+1,38	+0,73	–0,13

Т а б л и ц а 127. Нормы и эффективность внесения органических удобрений

Сельскохозяйственные культуры	Минимальная доза внесения удобрений, т/га	Урожайность при минимальной дозе внесения удобрений, ц/га	Максимальная доза внесения удобрений, т/га	Прибавка урожайности
Зерновые	20	36	40	1,5
Корнеплоды	40	400	60	7,5
Однолетние травы	–	150	30	4,0
Картофель	30	300	50	6,2
Многолетние травы:				
на сено	–	45	20	1,4
на зеленый корм	–	180	20	6,0

18. Стоимость 1 т аммофоски – 95 у. д. е.; нитроаммофоски – 65 у. д. е.; гранулированного суперфосфата – 64,5 у. д. е. Действующего вещества в минеральных удобрениях содержится следующее количество: в аммофоске – 11 % N и 46 % P₂O₅, в нитроаммофоске – 17 % NPK, в гранулированном суперфосфате – 49,0 % P₂O₅. Затраты труда на внесение 1 ц д. в. удобрений составляют 0,08 чел.-дн.

Т а б л и ц а 128. Нормы и эффективность внесения минеральных удобрений

Сельскохозяйственные культуры	Минимальная доза внесения удобрений, ц д.в/га			Урожайность при минимальной дозе внесенных удобрений, ц/га	Максимальная доза внесения удобрений, ц д.в/га			Прибавка урожайности при внесении удобрений, ц на 1 ц д.в.
	N	P	K		N	P	K	
Зерновые	0,4 — —	— 0,4 —	— — 0,4	36,0	0,6	0,6	0,7	3,4
Корнеплоды	0,4 — —	— 0,4 —	— — 0,4	300,0	0,4	0,45	0,6	35
Однолетние травы	0,25	0,25	0,35	150	0,35	0,3	0,45	40
Картофель	0,3	0,4	0,4	300,0	0,4	0,5	0,5	25
Многолетние травы: на сено	0,3	0,35	0,35	45,0	0,4	0,3	0,4	8
на зеленый корм	0,3	0,35	0,35	180	0,4	0,3	0,4	35

19. Проектом внутривоспроизводительного землеустройства предусмотрено проведение коренного и поверхностного улучшения заболоченных (до 4 га) и заустаренных (до 5 га) пастбищ. Затраты на данные мероприятия и прирост урожайности приведены в табл. 129.

20. Сельскохозяйственную продукцию фермер согласно договорам, продает в хозяйство общественного сектора: зерно – 500 ц; картофель – 1500 ц; молоко – 1200 ц; прирост КРС – 80 ц. Оставшуюся продукцию реализует на городском рынке. Цены реализации на продукцию, у. д. е/ц: зерно – $12 + 0,2K$, картофель – $8 + 0,1N$, молоко – $17 + 0,2K$, привес КРС – $110 + 0,4N$ у. д. е. Цены реализации на рынке выше на 50 %.

Т а б л и ц а 129. Затраты на улучшение пастбищ и выход продукции

Мероприятия по улучшению пастбищ	Урожай- ность до улучшения пастбищ, ц/га	Затраты на улучшение 1 га, у.д.е.	Прибавка урожай- ности с 1 га, ц
Пастбища заболоченные:			
осушение и коренное улучшение	50	118	130
осушение и поверхностное улучшение	50	82	95
Пастбища закустаренные:			
коренное улучшение	60	60	110
поверхностное улучшение	60	45	70

На основе приведенной информации необходимо:

- 1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;
- 2) составить развернутую экономико-математическую модель, используя следующую структурную модель.

Требуется найти максимум прибыли с отрасли растениеводства и животноводства без учета затрат на трансформацию и улучшение угодий, на приобретение кормов, удобрений, гумуса, привлечения труда:

$$\begin{aligned}
 F_{\max} = & \sum_{j \in J_0} p_j x_j - \sum_{h \in H_4} \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j c_h - \sum_{h \in H_1} c_h x_h - \sum_{h \in H_2} c_h \tilde{x}_h - \sum_{h \in H_3} c_h \hat{x}_h - \\
 & - \sum_{i \in I_4} c_i x_i - \sum_{i=1} \tilde{c}_i \tilde{x}_i - \sum_{i=2} \sum_{k \in K_3} \sum_{k \in K_0} k p_{ikk} \tilde{x}_{kk} - \sum_{r \in R_0} c_r x_r - \\
 & - \sum_{i=2} \sum_{k \in K_5} \sum_{k \in K_6} p_{ikk} x_{kk} + \sum_{i \in I_3} p_i \tilde{x}_i + \sum_{i \in I_3} \sum_{j \in J_1} \sum_{n \in N_0} p_{inj} x_{nj} d_{inj}.
 \end{aligned}$$

При условиях:

1. По использованию сельскохозяйственных угодий после трансформации:

$$\sum_{j \in J_1} a_{kj} x_j \leq x_k, k \in K_1.$$

2. По площади угодий после трансформации:

$$x_k = A_k - \sum_{k \in K_3} p_{kk} \tilde{x}_{kk} + \sum_{k \in K_4} p_{kk} \tilde{x}_{kk}, k \in K_1.$$

3. По площади трансформации земельных угодий:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } x_{kk} & \leq A_{kk}, \tilde{k} \in K_2, k \in K_0; \\
 \text{б) } \sum_{k \in K_2} x_{kk} & \leq \tilde{A}_k, k \in K_0.
 \end{aligned}$$

4. По площади улучшения угодий:

$$\text{а) } x_{k\bar{k}} \leq A_{k\bar{k}}, k \in K_5, \bar{k} \in K_6;$$

$$\text{б) } \sum_{\bar{k} \in K_6} x_{k\bar{k}} \leq \bar{A}_k, k \in K_5.$$

5. По балансу удобрений (действующих веществ):

$$\sum_{j \in J_1} e_{nj}^{\min} x_j + \left(\sum_{j \in J_1} p_{nj} \right) x_{nj} \leq \sum_{r \in R_0} p_{nr} x_r, n \in N_0.$$

6. По величине (скользящей переменной) добавки удобрений (действующих веществ):

$$x_{nj} \leq (e_{nj}^{\max} - e_{nj}^{\min}) x_j, n=1, j \in J_1.$$

7. Технологические ограничения:

а) по площади отдельных культур и размерам отраслей:

$$\tilde{D}_j \leq x_j \leq D_j, j \in J_0;$$

б) по площади посева однородных сельскохозяйственных культур:

$$\tilde{r}_{jk} x_k \leq \sum_{j^0 \in J_3} a_{kjj^0} x_{jj^0} \leq r_{jk} x_k, k=1, j \in J_4.$$

8. По использованию труда:

$$\begin{aligned} & \sum_{j \in J_0} b_{ij} x_j + \sum_{k \in K_2} \sum_{k \in K_0} b_{ikk} x_{kk} + \sum_{j \in J_1} \sum_{n \in N_0} b_{ijn} x_{nj} \sum_{n \in N_0} p_{nj} + \\ & + \sum_{k \in K_5} \sum_{k \in K_6} b_{ikk} x_{k\bar{k}} \leq B_i + x_i, i \in I_1. \end{aligned}$$

9. По привлечению труда:

$$x_i \leq R_i, i \in I_4.$$

10. По балансу основных видов кормов:

$$\begin{aligned} & \sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j + \sum_{j \in J_1} \sum_{n \in N_0} d_{hnj} x_{hj} + \\ & + \sum_{k \in K_5} \sum_{k \in K_6} d_{hkk} x_{k\bar{k}} + x_h + \sum_{t \in T_0} k_h x_{ht}, h \in H_4. \end{aligned}$$

11. По балансу побочных кормов, кормов животного происхождения и покупных:

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} = x_h (\hat{x}_h, \tilde{x}_h), h \in H_1, (H_2, H_3).$$

12. По производству побочных кормов:

$$\tilde{x}_h \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j, h \in H_3.$$

13. По покупке кормов:

$$x_h \leq E_h, h \in H_1.$$

14. По формированию зеленого конвейера:

а) по точной потребности животноводства в зеленом корме:

$$\sum_{j \in J_2} W_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} = \bar{x}_h, h = 1.$$

б) по балансу зеленого корма по месяцам пастбищного периода:

$$d_{ht} \bar{x}_h = \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j + \sum_{j \in J_1} \sum_{n \in N_0} d_{hnj} x_{nj} + \sum_{k \in K_5} \sum_{k \in K_6} d_{hkk} x_{kk} - x_{ht}, t \in T_0, h = 1.$$

15. По величине скользящей переменной:

$$x_{hj} \leq (W_{hj}^{\max} - W_{hj}^{\min}) x_j, j \in J_2, h \in H_0.$$

16. По балансу питательных веществ:

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J_2} W_{ij} x_j &\leq \sum_{j \in J_1} \sum_{h \in H_4} d_{hj} x_j k_{ih} + \sum_{h \in H_3} \hat{x}_h k_{ih} + \sum_{h \in H_2} \tilde{x}_h k_{ih} + \sum_{t \in T_0} \sum_{h=1} k_h x_{ht} k_{ih} + \\ &+ \sum_{h \in H_1} x_h k_{ih} + \sum_{h \in H_4} \sum_{j \in J_1} \sum_{n \in N_0} d_{hnj} x_{nj} k_{ih} + \sum_{h \in H_4} \sum_{k \in K_5} \sum_{k \in K_6} d_{hkk} x_{kk} k_{ih}, i \in I_2. \end{aligned}$$

17. По содержанию питательных веществ в дополнительных кормах, обозначенных скользящими переменными:

$$\left(W_{ij} - \sum_{h \in H_0} W_{hj}^{\min} k_{ih} \right) x_j \leq \sum_{h \in H_0} x_{hj} k_{ih}, i \in I_2, j \in J_2.$$

18. По площади посева сельскохозяйственных культур в севооборотах:

$$а) \sum_{s \in S_0} d_{js} x_s = x_j, j \in J_1;$$

$$б) \sum_{s \in S_0} d_{js} x_s = \sum_{j^0 \in J_3} x_{jj^0}, j \in J_1.$$

19. По содержанию бездефицитного баланса гумуса и созданию условий для воспроизводства плодородия почв:

$$\sum_{j \in J_1} g_{ij} x_j \leq x_r \cdot 0,1 + \tilde{x}_i, i = 1.$$

20. По реализации продукции:

$$\sum_{j \in J_0} d_{ij} x_j + \sum_{j \in J_1} d_{inj} x_{nj} - \hat{x}_i = Q_i + \bar{x}_i, i \in I_3 .$$

21. По выходу приплода:

$$e_j \bar{x}_j = x_j, j \in J_5 .$$

22. По выходу органических удобрений:

$$\sum_{j \in J_2} d_{rj} x_j = x_r, r \in R_0 .$$

23. Условия неотрицательности переменных:

$$x_{hj}, x_r, x_{kk}, x_{nj}, x_j, x_{j^0}, \bar{x}_j, x_k, x_{kk}, x_{jk}, x_h, \tilde{x}_h, \hat{x}_h, \hat{x}_i, x_i, x_s, \bar{x}_i, \tilde{x}_i, \bar{x}_h, x_{ht} \geq 0.$$

Индексация:

j – номер отрасли растениеводства и животноводства;

J_0 – множество отраслей растениеводства и животноводства;

J_1 – множество отраслей растениеводства, $J_1 \subset J_0$;

J_2 – множество отраслей животноводства, $J_2 \subset J_0$;

J_3 – множество сельскохозяйственных культур однородной группы, $J_3 \subset J_1$;

J_4 – множество групп однородных сельскохозяйственных культур, $J_4 \subset J_1$;

J_5 – множество видов маточного поголовья скота, $J_5 \subset J_2$;

j^0 – номер сельскохозяйственной культуры и отрасли однородной группы, $j^0 \subset j$;

i – номер вида ресурса;

$i = 1$ – номер вида ресурса (гумуса);

$i = 2$ – номер денежного ресурса;

I_1 – множество видов труда;

I_2 – множество видов питательных веществ;

I_3 – множество видов товарной продукции;

I_4 – множество видов привлеченного труда;

r – номер вида удобрения (минерального, органического);

R_0 – множество видов удобрений (минеральных, органических);

h – номер вида корма;

$h = 1$ – номер зеленого корма;

H_0 – множество видов кормов;

H_1 – множество видов покупных кормов, $H_1 \subset H_0$;
 H_2 – множество видов кормов животного происхождения, покупных кормов, $H_2 \subset H_0$;
 H_3 – множество видов побочных кормов, $H_3 \subset H_2$;
 H_4 – множество видов собственных основных кормов, $H_4 \subset H_0$;
 n – номер вида удобрения (действующего вещества);
 N_0 – множество видов удобрений (органических, действующих веществ);
 k – номер вида земельного угодья;
 $k = 1$ – номер пашни;
 $\tilde{k}$ – номер трансформируемого земельного угодья, $\tilde{k} \subset k$;
 $\bar{k}$ – номер улучшенного земельного угодья, $\bar{k} \in k$;
 K_0 – множество видов земельных угодий;
 K_1 – множество видов сельскохозяйственных угодий, $K_1 \subset K_0$;
 K_2 – множество видов трансформации земельных угодий;
 K_3 – множество видов земельных угодий, в которые трансформируются угодья данного качества, $K_3 \subset K_0$;
 K_4 – множество видов земельных угодий, которые трансформируются в угодья данного качества, $K_4 \subset K_0$;
 K_5 – множество видов земельных угодий, подлежащих улучшению, $K_5 \subset K_0$;
 K_6 – множество видов работ по улучшению земельных угодий;
 s – номер типа севооборота;
 S_0 – множество типов севооборотов;
 t – номер месяца пастбищного периода;
 T_0 – множество месяцев пастбищного периода.
 Неизвестные величины:
 x_j – размер отрасли вида j ;
 x_{jj^0} – площадь сельскохозяйственной культуры вида j , принадлежащей к группе культур вида j^0 ;

x_k – площадь сельскохозяйственных угодий вида k после трансформации;

$x_{kk}^{\sim}$ – площадь угодья вида k , трансформируемого способом $\tilde{k}$;

x_{kk}^{-} – площадь сельскохозяйственного угодья вида k , улучшенная способом $\bar{k}$;

$\tilde{x}_i$ – количество товарной продукции вида i , реализуемой по рыночным ценам;

x_h – количество корма вида h ;

$\tilde{x}_h$ – количество корма животного происхождения и покупного вида h ;

$\hat{x}_h$ – количество побочного корма вида h ;

$\hat{x}_i$ – количество корма, который также является товарной продукцией вида i ;

x_r – количество удобрения вида r ;

x_i – количество привлеченного труда вида i ;

$\bar{x}_j$ – маточное поголовье животных вида j ;

x_s – размер севооборота типа s ;

x_{hj} – добавка корма вида h сверх минимальной нормы для отрасли животноводства вида j ;

x_{nj} – скользящая переменная (добавка) удобрения (действующего вещества) вида n , за счет которой норма внесения удобрения (действующего вещества) под культуру вида j может быть повышена от минимальной до оптимальной;

$\tilde{x}_i$ – количество гумуса (ресурса вида i), необходимое для поддержания в почве его положительного баланса;

$\bar{\bar{x}}_h$ – точная потребность животноводства в корме вида h (зеленом корме);

x_{ht} – избыток корма (зеленого корма) вида h в месяц пастбищного периода вида t .

Известные величины:

A_k – наличие сельскохозяйственного угодья вида k ;

$\tilde{A}_k, A_{kk}^{\sim}$ – соответственно общая площадь трансформации угодья

вида k или в отдельности способом $\tilde{k}$ в угодье вида k ;

$\bar{A}_k, A_{k\tilde{k}}$ – соответственно общая площадь улучшения угодья вида k или в отдельности способом $\tilde{k}$;

B_i – ресурс труда вида i ;

Q_i – объем договорных поставок продукции вида i ;

R_i – максимальное количество привлеченного труда вида i ;

E_h – максимальное количество покупки корма вида h ;

$D_j, \tilde{D}_j$ – соответственно максимальный и минимальный размеры отрасли вида j ;

$W_{hj}^{\max}, W_{hj}^{\min}, W_{ij}$ – соответственно расход корма вида h по минимальной и максимальной нормам, расход питательного вещества вида i на единицу отрасли животноводства вида j ;

a_{kj}, a_{kjj^0} – соответственно расход земельного угодья вида k на единицу отрасли вида j или группу отраслей вида j^0 ;

b_{ij} – расход труда вида i на единицу отрасли вида j ;

d_{hj} – выход корма вида h с единицы отрасли вида j ;

d_{ij} – выход товарной продукции вида i с единицы отрасли вида j ;

$e_{nj}^{\min}, e_{nj}^{\max}$ – соответственно минимальное и максимальное количество удобрения (действующего вещества) вида n под единицу площади культуры вида j ;

b_{ijn} – затраты труда вида i на внесение единицы удобрения (действующего вещества) вида n под сельскохозяйственную культуру вида j ;

p_{nj} – коэффициент пропорциональности действующего вещества вида n минеральных удобрений, вносимых под сельскохозяйственную культуру вида j ;

p_{nr} – содержание действующего вещества вида n в единице минеральных удобрений вида r ;

d_{hnj}, d_{ijn} – соответственно приращение выхода корма вида h , продукции вида i от внесения единицы удобрения (действующего вещества) вида n под сельскохозяйственную культуру вида j ;

$d_{hk\bar{k}}$ – приращение выхода корма вида h с единицы земельного угодья вида k , улучшенного способом $\bar{k}$;

b_{ikk} – затраты труда вида i на единицу земельного угодья вида k , улучшенного способом $\bar{k}$;

e_j – выход приплода с одной головы маточного поголовья животных вида j ;

d_{js} – доля сельскохозяйственной культуры вида j в севообороте типа s ;

b_{ikk} – расход труда вида i на единицу угодья вида k , трансформируемого способом вида $\tilde{k}$;

$\tilde{r}_{jk}, r_{jk}$ – соответственно минимальная и максимальная доли сельскохозяйственной культуры вида j в земельном угодье вида k ;

p_{kk} – коэффициент использования сельскохозяйственного угодья вида k после трансформации его способом вида $\tilde{k}$;

p_{ikk}, p_{ikk} – соответственно затраты ресурса вида i на трансформацию единицы сельскохозяйственного угодья вида k способом $\tilde{k}$ или улучшения единицы сельскохозяйственного угодья вида k способом $\bar{k}$;

k – коэффициент эффективности использования капитальных вложений;

d_{ht} – выход корма вида h (зеленого корма) в месяц пастбищного периода вида t ;

g_{ij} – вынос (минерализация гумуса) ресурса вида i под сельскохозяйственную культуру вида j ;

d_{rj} – выход органического удобрения вида r с единицы отрасли животноводства вида j ;

$0,1$ – коэффициент перевода органического удобрения в гумус;

p_j – стоимость товарной продукции с единицы отрасли вида j ;

p_i – рыночная цена реализации единицы товарной продукции вида i ;

c_h – стоимость единицы корма вида h ;

c_i – дополнительные денежные средства на привлечение единицы труда вида i ;

$\tilde{C}_i$ – дополнительные денежные средства на приобретение единицы (гумуса) ресурса вида i ;

C_r – стоимость единицы удобрения вида r ;

p_{inj} – цена реализации единицы товарной продукции вида i , полученной от внесения единицы удобрения (действующего вещества) вида n с единицы отрасли вида j ;

$p_{ik\bar{k}}$ – затраты ресурса (денежных средств) вида i на единицу земельного угодья вида k , улучшенного способом $\bar{k}$;

3) решить экономико-математическую задачу;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) обосновать оптимальный размер землевладения (землепользования) фермерского хозяйства и основные параметры его функционирования.

Т е м а 11. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПРОИЗВОДСТВА В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Задание. Определить оптимальный размер перерабатывающей организации в зависимости от себестоимости единицы продукции, транспортных расходов и удельных капиталовложений, используя эконометрические модели (табл. 130).

На основании приведенной информации, необходимо:

1) используя формулы асимметрии (A) и эксцесса ($\mathcal{E}$), проверить данные на соответствие их требованиям закона нормального распределения:

$$A^* = \frac{\sum_{i \in I_0} (x_i - \bar{x})^3}{n\sigma_x^3}; \quad \mathcal{E}^* = \frac{\sum_{i \in I_0} (x_i - \bar{x})^4}{n\sigma_x^4} - 3,$$

где i – номер варианта опыта (хозяйства);

I_0 – множество вариантов опытов (хозяйств);

x_i – фактическое значение факторного показателя;

$\bar{x}$ – среднее значение факторного показателя;

n – число вариантов опыта;

σ_x – среднее квадратическое отклонение.

* Формулы распространяются и на результативный показатель y .

Т а б л и ц а 130. Исходная информация

№ п.п.	Годовой объем производства, тыс. тонн	Себестоимость 1 т продукции, у.д.е. (без транспортных расходов)	Удельные транспортные расходы, у.д.е.	Удельные капитальные вложения, у.д.е.
1	90	315,2	28,2	26,8
2	25	490,7	15,7	90,1
3	10+K	520,6–0,5K	11,6+0,2K	116,3–0,2N
4	130	275,3	35,3	20,7
5	50	406,1	18,2	46,2
6	160	261,2	43,1	10,4
7	100+K	310,5–0,5K	30,8+0,2N	26,5–0,2N
8	180	252,3	48,3	6,7
9	60	370,4	22,4	42,4
10	140	269,1	36,5	12,8
11	15+K	515,3–0,5K	12,7+0,2K	92,6–0,2N
12	70	350,8	23,2	36,3
13	170	250,7	44,1	6,9
14	30	470,6	15,3	66,1
15	120	280,7	33,6	16,7
16	150	261,2	40,4	13,4
17	110	301,5	32,5	20,8
18	35	440,4	16,1	55,9
19	80	330,1	28,3	32,4
20	40	423,3	18,4	54,2
21	100	308,6	32,1	25,7
22	20	502,2	13,4	81,3

Среднее квадратическое отклонение определяем по одной из формул:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i \in I_0} (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad \sigma_x = \sqrt{x^2 - (\bar{x})^2}.$$

Информация не противоречит требованиям закона нормального распределения, если фактические значения A и $\mathcal{E}$ равны нулю или не противоречат условию:

$$|A| \leq 3\sigma_a, \quad |\mathcal{E}| \leq 5\sigma_y,$$

где σ_a, σ_y – средние квадратические отклонения или стандартные ошибки асимметрии и эксцесса.

Стандартные ошибки асимметрии и эксцесса определяются по следующим формулам:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{6n(n-1)}{(n-2)(n+1)(n+3)}};$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{24n(n-1)^2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}}.$$

Если A и $\mathcal{E}$ выходят за допустимые границы, проверяем, нет ли среди данных резко выделяющихся вариантов. Данные принадлежат выборке, если $|x_i - \bar{x}| \leq 3\sigma_x$.

В случае невыполнения условия для какого-то варианта или вариантов информацию их исключаем из выборки и вновь проверяем оставшиеся данные на соответствие их требованиям закона нормального распределения;

2) определить виды эконометрических моделей, характеризующих зависимости себестоимости единицы продукции, удельных транспортных расходов и удельных капитальных вложений от объемов производства одним из известных способов: аналитическим, графическим, логическим;

3) используя метод наименьших квадратов, рассчитать параметры эконометрических моделей;

4) определить линейные коэффициенты парной корреляции по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y};$$

5) оценить мультиколлинеарность факторов уравнения множественной регрессии.

Под *мультиколлинеарностью* понимают более тесную взаимосвязь факторных признаков по сравнению с взаимосвязью факторного и результативного признаков.

Мультиколлинеарность факторов можно определить, используя анализ матрицы линейных коэффициентов парной корреляции (табл. 131):

Т а б л и ц а 131. Матрица линейных коэффициентов парной корреляции

Факторы	y	x_1	x_2	...	x_n
y	1	r_{yx_1}	r_{yx_2}	...	r_{yx_n}
x_1	r_{yx_1}	1	$r_{x_1x_2}$	...	$r_{x_1x_n}$
x_2	r_{yx_2}	$r_{x_1x_2}$	1	...	$r_{x_2x_n}$
...	...	...	...	...	...
x_n	r_{yx_n}	$r_{x_1x_n}$	$r_{x_2x_n}$	...	1

Считается, что две факторные переменные явно коллинеарны, т. е. находятся между собой в линейной зависимости, если их линейный коэффициент парной корреляции больше 0,7;

б) определить коэффициент (индекс) множественной корреляции, используя следующую формулу:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i \in I_0} (y_i - y_x)^2}{\sum_{i \in I_0} (y_i - \bar{y})^2}},$$

где y_i – фактическое значение результативного показателя;

y_x – расчетное значение результативного показателя;

$\bar{y}$ – среднее значение результативного показателя.

Если модель множественной регрессии – двухфакторная линейная, то для расчета коэффициента (индекса) множественной корреляции можно использовать следующую формулу:

$$R = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}},$$

где r_{yx_1} , r_{yx_2} , $r_{x_1x_2}$ – линейные коэффициенты парной корреляции.

Значение коэффициента (индекса) множественной корреляции лежит в пределах от 0 до 1. Если значение коэффициента (индекса) множественной корреляции меньше 0,3, то теснота межфакторной связи считается слабой, если $0,3 \leq R < 0,7$ – средней и $0,7 \leq R < 1$ – сильной.

Для оценки мультиколлинеарности факторов также можно использовать определитель матрицы коэффициентов парной корреляции. Считается, чем ближе определитель данной матрицы к нулю, тем сильнее мультиколлинеарность факторов, а чем ближе к единице определитель этой матрицы, тем меньше мультиколлинеарность факторов;

7) определить коэффициент существенности коэффициента (парной) множественной корреляции (t -критерий Стьюдента):

$$t_r = \frac{r}{\mu_r}, \quad t_R = \frac{R}{\mu_R},$$

где μ_r – случайная ошибка линейного коэффициента парной корреляции;

μ_R – случайная ошибка коэффициента множественной корреляции.

Случайная ошибка коэффициента парной и множественной корреляции вычисляется по формулам:

$$\mu_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-2}}, \quad \mu_R = \frac{1-R^2}{\sqrt{n-m-1}},$$

где m – количество факторов.

Расчетное значение t -критерия Стьюдента (t_r , t_R) сравнить с критическим, которое следует определить по таблице (прил. Е) с учетом принятого уровня значимости ($\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,01$) и числа степеней свободы $\nu = n - m - 1$ (где n – число наблюдений, m – число признаков уравнения). Параметр признается значимым, если $t_{R_{\text{расч}}} \geq t_{R_{\text{табл}}}$

($t_{r_{\text{расч}}} \geq t_{r_{\text{табл}}}$);

8) оценить качество построенной модели в целом, используя коэффициент (индекс) множественной детерминации (D):

$$D = R^2.$$

Скорректированный индекс множественной детерминации содержит поправку на число степеней свободы:

$$D = 1 - (1 - R^2) \frac{(n-1)}{(n-m-1)};$$

$$D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_x)^2 \cdot (n-1)}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \cdot (n-m-1)},$$

где n – число наблюдений;

m – число факторов.

Коэффициент (индекс) множественной детерминации, выраженный в процентах, показывает, на сколько процентов учтенные в модели факторы объясняют вариацию результативного признака;

9) оценить значимость уравнения регрессии в целом, используя F -критерий Фишера:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m};$$

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (y_x - \bar{y})^2 \cdot (n - m - 1)}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_x)^2 \cdot m};$$

$$F = \frac{S_{\text{факт}}}{S_{\text{ост}}} \cdot \frac{(n - m - 1)}{m},$$

где $S_{\text{факт}}$ – факторная дисперсия:

$$S_{\text{факт}} = \sigma_y^2 \cdot n \cdot R^2;$$

$$S_{\text{факт}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_x - \bar{y})^2}{m - 1};$$

$S_{\text{ост}}$ – остаточная дисперсия:

$$S_{\text{ост}} = \sigma_y^2 \cdot n \cdot (1 - R^2);$$

$$S_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_x)^2}{n - m};$$

$$S_{\text{ост}} = S_{\text{общ}} - S_{\text{факт}},$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая дисперсия:

$$S_{\text{общ}} = \sigma_y^2 \cdot n;$$

$$S_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}.$$

Уравнение регрессии считается статистически значимым, если $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$. $F_{\text{табл}}$ определяют по таблице (прил. F) для принятого уровня значимости ($\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,01$) и числа степеней свободы ($\nu_1 = m - 1$ и $\nu_2 = n - m - 1$, где n – число наблюдений, m – число факторов уравнения);

10) оценить статистическую значимость присутствия каждого из факторов в уравнении множественной корреляции, используя частные F -критерии:

$$F_{x_j} = \frac{R^2 - r_{yx_j}^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{1};$$

$$F_{x_j} = \frac{S_{\text{факт}} - S_{\text{факт } x_j}}{S_{\text{ост}}} \cdot \frac{n - m - 1}{1},$$

где $S_{\text{факт } x_j}$ – факторная дисперсия за счет дополнительного включения

x_j :

$$S_{\text{факт } x_j} = \sigma_y^2 \cdot n \cdot r_{yx_j}^2.$$

С помощью частных F -критериев оценивают целесообразность включения в уравнение фактора x_j , после того как в него был включен фактор x_{j-1} , для этого сравнивают $F_{x_j \text{ расч}}$ с $F_{x_j \text{ табл}}$. Если $F_{x_j \text{ расч}} \gg F_{x_j \text{ табл}}$, то гипотезу H_0 о несущественности прироста R^2 за счет включения дополнительного фактора x_j отклоняют и статистически подтверждают целесообразность включения фактора x_j после фактора x_{j-1} . Значение $F_{x_j \text{ расч}} < F_{x_j \text{ табл}}$ свидетельствует о статистической незначимости прироста $r_{yx_j}^2$ за счет включения в модель фактора x_j после фактора x_{j-1} и, следовательно, подтверждается нулевая гипотеза H_0 о целесообразности включения в модель фактора x_j ;

11) проверить гомоскедастичность (гетероскедастичность) остатков модели множественной регрессии. Гомоскедастичность означает одинаковую дисперсию остатков для каждого значения фактора x_j . Если это условие не соблюдается, то имеет место гетероскедастичность (неоднородность) остатков.

При малом объеме выборки для оценки гетероскедастичности следует использовать метод Гольдфельда – Квандта, алгоритм которого состоит в следующем:

а) упорядочить информацию выборки по мере возрастания переменной x ;

б) разделить информацию на три группы, выделив центральные наблюдения c . При этом численность крайних наблюдений должна быть больше числа оцениваемых параметров модели:

$$(n - c) : 2 > m + 1,$$

где n – количество наблюдений выборки;

c – центральные наблюдения;

m – число факторных показателей;

в) построить по информации крайних групп уравнения регрессии;

г) определить остаточные суммы квадратов для крайних групп:

$$S_{\text{ост}(1 \text{ или } 2)} = \sigma_y^2 \cdot n(1 - R_{(1 \text{ или } 2)}^2);$$

$$S_{\text{ост}(1 \text{ или } 2)}^2 = \frac{\sum (y_i - y_x)^2}{n - m};$$

д) найти отношение $\frac{S_{\text{ост}1}}{S_{\text{ост}2}}$;

е) оценить нулевую гипотезу о гомоскедастичности остатков модели. Если отношение $\frac{S_{\text{ост}1}}{S_{\text{ост}2}} < F_{\text{табл}}$ со степенями свободы

$((n - c - 2(m + 1)) : 2)$ для каждой остаточной суммы квадратов, то нулевая гипотеза о гомоскедастичности остатков выполняется. Чем отношение $\frac{S_{\text{ост}1}}{S_{\text{ост}2}} > F_{\text{табл}}$, тем более нарушена предпосылка о равенстве

дисперсий остаточных величин, т. е. считается, что гетероскедастичность остатков является достоверной (остатки неодинаковы от опыта к опыту) и модель можно использовать для анализа и прогноза показателей;

12) оценить значимость коэффициентов регрессии, используя t -критерий Стьюдента:

$$t_{a_j} = \frac{a_j}{\mu_{a_j}},$$

где μ_{a_j} – средняя квадратическая ошибка коэффициента регрессии a_j ;

$$\mu_{a_j} = \frac{\sigma_y \sqrt{1-R^2}}{\sigma_{x_j} \sqrt{1-R^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n-m-1}};$$

$$\mu_{a_j} = \frac{\sigma_{y_x y_i}}{\sigma_{x_j} \cdot \sqrt{n}},$$

где $\sigma_{y_x y_i}$ – среднеквадратическое отклонение по данным уравнения:

$$\sigma_{y_x y_i} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_x)^2}{n-m-1}}.$$

Сравнивают $t_{a_j, \text{расч}}$ и $t_{a_j, \text{табл}}$ (табличные значения t -критерия Стьюдента зависят от принятого уровня значимости α и от числа степеней свободы $\nu = n - m - 1$) (прил. Е). Если $t_{a_j, \text{расч}} > t_{a_j, \text{табл}}$, то коэффициент регрессии a_j является статистически значимым, надежным, на него можно опираться в анализе и в прогнозе. Если же $t_{a_j, \text{расч}} < t_{a_j, \text{табл}}$, то коэффициент регрессии a_j является статистически незначимым, ненадежным, так как формируется преимущественно под влиянием случайных факторов;

13) оценить меру автокорреляции с помощью коэффициента Дарбина – Уотсона:

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^n (l_i - l_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n l_i^2},$$

где $l_i = y_i - y_x$.

Для заданных значений n , m и α (прил. Г) найти два числа: d_1 – нижнюю границу и d_2 – верхнюю границу.

Считается, что если $DW < d_1$, то это свидетельствует о положительной автокорреляции остатков. Если $DW > 4 - d_1$, то это указывает на отрицательную автокорреляцию остатков. При $d_2 < DW < 4 - d_2$ гипотеза об отсутствии автокорреляции остатков принимается. Если $d_1 < DW < d_2$ или $4 - d_2 < DW < 4 - d_1$, то гипотеза об отсутствии автокорреляции не может быть ни принята, ни отклонена;

14) оценить качество модели с помощью средней ошибки аппроксимации:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y_x}{y_i} \right| \cdot 100 \% ;$$

$$\bar{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_x)^2}{n - m}} \cdot \frac{100 \%}{\bar{y}},$$

где m – количество факторов модели, включая результативный.

Модель регрессии имеет высокую точность, если $\bar{\varepsilon}$ не превышает 10 %, хорошую точность – если $\bar{\varepsilon}$ не превышает 15 %, допустимую точность – если $\bar{\varepsilon}$ не превышает 20 %. Если $\bar{\varepsilon}$ больше 20 %, то модель считается плохой;

15) охарактеризовать относительную силу влияния факторных признаков на результативный, используя средние коэффициенты эластичности и значения β -коэффициентов:

$$\bar{\varepsilon}_{x_j} = a_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}},$$

где $\bar{x}_j$ – среднее значение j -го факторного признака;

a_j – коэффициент регрессии при j -м факторном признаке;

$\bar{y}$ – среднее значение результативного признака.

Он показывает, на сколько процентов относительно среднего значения изменится результативный признак, если соответствующий факторный изменится на 1 % относительно своего среднего значения.

Недостаток средних коэффициентов эластичности заключается в том, что они не учитывают колеблемость значений факторных признаков от их среднего значения. Этого недостатка лишены β -коэффициенты.

β -коэффициент определяется по формуле:

$$\beta_j = a_j \frac{\sigma_{x_j}}{\sigma_y},$$

где a_j – коэффициент регрессии при j -м факторном признаке;

σ_{x_j} – стандартное (среднее квадратическое) отклонение j -го факторного признака;

σ_y – стандартное (среднее квадратическое) отклонение результативного признака.

Он показывает, на какую часть стандартного отклонения изменяется зависимая переменная с изменением фактора x_j на величину своего стандартного отклонения.

Дать экономическую интерпретацию значениям средних коэффициентов эластичности и β -коэффициентов. Сравнить относительную силу влияния факторных признаков между собой, используя модули значений β -коэффициентов ($|\beta_1|, |\beta_2|, \dots, |\beta_n|$);

16) определить расчетное значение результативных показателей корреляционных моделей и рассчитать для каждого опыта ожидаемые суммарные удельные затраты;

17) обосновать для конкретного условия оптимальную мощность перерабатывающей организации.

Т е м а 12. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОГОВОРНЫХ ПОСТАВОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Задание. Обосновать объемы договорных поставок, рыночного фонда продукции сельскохозяйственным организациям районного АПК.

Исходная информация.

1. По совокупности сельскохозяйственных организаций районного АПК рассчитать параметры многофакторной эконометрической модели формирования стоимости товарной продукции (y_x , у. д. е.) в зависимости от объема собственных и привлеченных со стороны ресурсов:

$$y_x = 0,076x_1 + 0,412x_2 + 0,165x_3 + 1,124x_4 + 1,026x_5 + 0,061x_6 + 0,157x_7 - 968,942, R = 0,960, F_1 = 62,3, D = 92,2,$$

где x_1 – основные производственные фонды, у. д. е.;

x_2 – производственные затраты без амортизации, у. д. е.;

x_3 – количество сотен балло-гектаров, сотен б/га;

x_4 – среднегодовая численность работников, чел.;

x_5 – стоимость фондов соцкультбыта, у. д. е.;

x_6 – энергетические мощности, л. с.;

x_7 – покупные комбикорма, т.

2. Характеристика и объем ресурсов сельскохозяйственных организаций районного АПК представлены в табл. 132.

**Т а б л и ц а 132. Основные ресурсы сельскохозяйственных организаций
районного АПК**

Номер организации	Основные производственные фонды, у.д.е. (x_1)	Производственные затраты без амортизации, у.д.е. (x_2)	Количество сотен балло-гекта-ров, сотен б/га (x_3)	Среднего-довая чис-ленность работни-ков, чел. (x_4)	Стоимость фондов сокульт-быта, у.д.е. (x_5)	Энерге-тические мощно-сти, л.с. (x_6)	По-купные комби-корма, т (x_7)
1	31493	10105	4683	449	464	21043	1269
2	27009	11175	3822	322	432	14997	860
3	19186	10728	4074	374	405	17407	11
...	...	...	...	...	...	...	...
20	32237	11559	4830	435	443	19755	22
21	17464	10617	3885	382	378	14399	1548

3. Фактическая стоимость товарной продукции сельскохозяйствен-ных организаций районного АПК приведена в табл. 133.

**Т а б л и ц а 133. Стоимость товарной продукции сельскохозяйственных организаций
районного АПК**

Номер организации	Стоимость товарной продукции, тыс. у.д.е.
1	7523,9
2	8153,0
3	8481,1
...	...
20	9101,7
21	8482,5

4. Информация о выбытии фондов и работников приведена в табл. 134.

**Т а б л и ц а 134. Информация о наличии на перспективу и выбытии фондов
и работников сельскохозяйственных организаций районного АПК**

Но-мер орга-низа-ции	Основные производственные фонды, x_1		Фонды сокультбыта, x_5		Численность среднегодовых работников на конец планового периода, чел. (x_4)
	на конец пла-нового перио-да, у.д.е.	среднегодо-вой процент выбытия	на конец плано-вого периода, у.д.е.	среднегодо-вой процент выбытия	
1	39681	8+0,1N	627	5	473
2	35652	9–0,1K	549	6	391
3	25901	7	502	4+0,1N	386
...	...	...	...	...	...
20	39007	8	580	5–0,1K	405
21	22528	7+0,1K	480	4	402

5. В перспективе в расчете на 1 у. д. е. основных производственных фондов должно приходиться 0,4 у. д. е. производственных затрат. Энергетические мощности возрастут на 30 %. Покупка комбикормов, площадь и плодородие сельскохозяйственных угодий останутся на прежнем уровне.

6. Фактически сложившийся коэффициент эффективности использования ресурсов (K_i) в разрезе групп организаций равен: для первой группы организации – 1,18, второй – 1,02, третьей – 0,93.

7. Перспективный коэффициент эффективности использования ресурсов равен 1,08.

8. Объем договорных поставок продукции государству для организаций первой группы будет равен 80 %, второй – 72, третьей – 60 % от норматива производства товарной продукции.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) подставить фактические значения факторных показателей (табл. 132) в эконометрическую модель, получить расчетное значение результативного показателя (y_x) для каждой организации районного АПК.

Сравнить расчетные и фактические значения результативного показателя и выделить группы организаций по уровню использования ресурсов:

а) выше среднего – $y_i > y_x$;

б) средний – $y_i \approx y_x$;

в) ниже среднего – $y_i < y_x$,

где y_i, y_x – соответственно фактические и расчетные значения результативного показателя;

2) построить статистическую группировку, группировочным признаком которой является коэффициент эффективности использования ресурсов. Рассчитать его по формуле:

$$K_i = \frac{y_i}{y_x};$$

3) используя данные о стоимости и объемах ресурсов, процентах амортизации и данные других характеристик, определить переходящие ресурсы на планируемый год;

4) определить стоимость товарной продукции сельскохозяйственных организаций районного АПК, получаемую от использования переходящих ресурсов, для чего их объем подставить в эконометрическую модель;

5) скорректировать расчетное значение стоимости товарной продукции от переходящих ресурсов на фактические коэффициенты эффективности их использования (п. 6 задания) в разрезе сельскохозяйственных организаций районного АПК;

6) определить объем приращения ресурсов, для чего от запланированной на перспективу потребности в ресурсах по каждой организации вычесть объем переходящих ресурсов на год освоения программы;

7) определить приращение стоимости товарной продукции на ресурсы приращения, подставив их объем в эконометрическую модель;

8) скорректировать расчетное значение стоимости товарной продукции от ресурсов приращения на перспективный коэффициент эффективности их использования (п. 7 задания);

9) рассчитать норматив производства товарной продукции по каждой организации районного АПК путем сложения скорректированной стоимости товарной продукции от переходящих ресурсов (п. 5) и ресурсов приращения (п. 8);

10) определить объем договорных поставок продукции государству для каждой сельскохозяйственной организации (п. 8 задания).

Т е м а 13. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА

Задание. Обосновать программу развития молочного подкомплекса районного АПК с целью максимизации стоимости конечной продукции.

Исходная информация.

1. Данные о производственных ресурсах сельскохозяйственных организаций, входящих в сырьевую зону молочного подкомплекса, приведены в табл. 135.

Т а б л и ц а 135. Производственные ресурсы сельскохозяйственных организаций районного АПК

Номер организации	Площадь, га			Трудовые ресурсы, тыс. чел.-дн.		Основные производственные фонды, у.д.е.	
	пашни	сенокосов	пастбищ	всего	в т. ч. в напряженный период	молочного скотоводства	других отраслей
1	8650+10N	1950	1000	918	410	5280	20800
2	8200	2400	920	751	335	5440	21824
3	9740+5N	2480	860	713	318	5760	13760
...	...	...	...	...	...	...	...
20	7230	1800	1300	985	440	6720	18240
21	7700+10K	2100	1800	923	412	7680	23040

2. Показатели развития отраслей растениеводства приведены в табл. 136–140.

Т а б л и ц а 136. Показатели развития отраслей растениеводства сельскохозяйственной организации № 1

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га			Затраты труда на 1 га, чел.-дн.		Себестоимость 1 ц, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/га
	всего	в т. ч.		всего	в т. ч. в напряженный период		
		на корм скоту	на товарные цели				
Зерновые продовольственные	65	6	56	1,6	0,9	15,8+ +0,1K	2048
Зерновые фуражные	62	59	—	1,4	0,8	15,6	2048
Картофель продовольственный	310	—	310	4,5	2,6	3,6+ +0,1K	4480
Кукуруза на силос	430	323	—	0,8	0,5	1,8	1440
Многолетние травы:							
на сено	65	65	—	0,7	0,4	2,0	1312
сенаж	126	126	—	0,8	0,4	1,8	1440
зеленый корм	280	280	—	0,4	0,3	0,6	1248
семена	6,5	—	—	2,0	1,1	35,4	17600
Корнеплоды	450	450	—	3,6	1,9	1,4	5120
Сенокосы на сено	50	50	—	0,6	0,4	1,6	896
Пастбища на зеленый корм	220	220	—	0,3	0,2	0,4	928

Т а б л и ц а 137. Показатели развития отраслей растениеводства сельскохозяйственной организации № 2

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га			Затраты труда на 1 га, чел.-дн.		Себестоимость 1 ц, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/га
	всего	в т. ч.		всего	в т. ч. в напряженный период		
		на корм скоту	на товарные цели				
Зерновые продовольственные	59	6	50	1,8	0,9	14,0	1888
Зерновые фуражные	58	55	—	1,8	0,9	13,9	1888
Картофель продовольственный	280	—	280	4,0	2,5	3,2	4000
Кукуруза на силос	400	300	—	0,7	0,5	1,9	1280
Многолетние травы:							
на сено	60	60	—	0,6	0,4	2,3	1152
сенаж	110	110	—	0,8	0,5	2,0	1216
зеленый корм	240	240	—	0,4	0,2	0,8	960
семена	6	—	—	2,1	1,1	35,0	16800
Корнеплоды	410	410	—	3,4	2,7	1,5	4960
Сенокосы на сено	54	54	—	0,5	0,3	2,0	800
Пастбища на зеленый корм	220	220	—	0,3	0,2	0,6	768

**Т а б л и ц а 138. Показатели развития отраслей растениеводства
сельскохозяйственной организации № 3**

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га			Затраты труда на 1 га, чел.-дн.		Себестоимость 1 ц, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/га
	всего	в т. ч.		всего	в т. ч. в напряженный период		
		на корм скоту	на товарные цели				
Зерновые продовольственные	55	5	47	2,0	2,1	14,5– –0,1N	1728
Зерновые фуражные	55	52	–	2,0	2,1	14,0– –0,1N	1728
Картофель продовольственный	340	–	340	5,0	12,8	3,0	6400
Силосные культуры	460	345	–	0,6	1,1	1,5	1600
Многолетние травы:							
на сено	58	58	–	0,6	0,4	2,5	1280
сенаж	110	100	–	0,8	0,6	2,2	1216
зеленый корм	240	240	–	0,4	0,2	0,8	928
семена	5,8	–	–	2,1	1,2	37,0	1920
Корнеплоды	380	380	–	3,6	2,4	1,0	6080
Сенокосы на сено	55	55	–	0,5	0,3	2,4	736
Пастбища на зеленый корм	220	220	–	0,3	0,2	0,5	896

**Т а б л и ц а 139. Показатели развития отраслей растениеводства
сельскохозяйственной организации № 20**

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га			Затраты труда на 1 га, чел.-дн.		Себестоимость 1 ц, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д./га
	всего	в т. ч.		все-го	в т. ч. в напряженный период		
		на корм скоту	на товарные цели				
Зерновые продовольственные	60	6	51	2,5	1,7	15,0+ +0,2К	1920
Зерновые фуражные	60	57	—	2,3	1,5	15,0+ +0,2К	1920
Картофель продовольственный	350	—	350	4,6	32,0	3,0	5760
Многолетние травы:							
на силос	260	195	—	0,7	0,5	2,0	1216
сено	65	65	—	0,6	0,4	2,5	1184
сенаж	120	120	—	0,8	0,6	2,1	1280
зеленый корм	260	260	—	0,4	0,3	0,7	1120
семена	7	—	—	1,8	1,1	30,0	1600
Корнеплоды	420	420	—	3,5	2,8	1,0	6080
Сенокосы на сено	58	58	—	0,5	0,4	2,1	640
Пастбища на зеленый корм	250	250	—	0,4	0,2	0,4	672

**Т а б л и ц а 140. Показатели развития отраслей растениеводства
сельскохозяйственной организации № 21**

Наименование сельскохозяйственных культур и отраслей	Урожайность, ц/га			Затраты труда на 1 га, чел.-дн.		Себестоимость 1 ц, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/га
	всего	в т. ч.		всего	в т. ч. в напряженный период		
		на корм скоту	на товарные цели				
Зерновые продовольственные	62	6	53	2,2	1,6	13,5–0,2К	1984
Зерновые фуражные	60	57	–	2,2	1,6	13,5–0,2К	1984
Картофель продовольственный	350	–	350	5,0	3,6	3,0	6480
Кукуруза на силос	440	330	–	0,5	0,4	2,0	1248
Многолетние травы:							
на сено	56	56	–	0,8	0,6	2,2	1280
сенаж	110	110	–	0,9	0,7	2,0	1344
зеленый корм	225	225	–	0,4	0,2	1,1	896
семена	6	–	–	1,9	1,2	32,0	1920
Корнеплоды	430	430	–	3,1	2,7	1,5	4960
Сенокосы на сено	46	46	–	0,7	0,5	1,9	928
Пастбища на зеленый корм	200	200	–	0,3	0,2	0,8	768

3. Информация о развитии молочного скотоводства приведена в табл. 141.

Т а б л и ц а 141. Показатели развития молочного скотоводства

Номер организации	Продуктивность, ц	Затраты труда на 1 гол., чел.-дн.		Расход к.ед. на 1 гол., ц	Себестоимость 1 ц молока без учета стоимости кормов, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/гол.
		всего	в т. ч. в напряженный период			
1	60	20	8,3	62	13,6–0,1N	5300
2	62	18	7,5	64	11,8+0,1K	4900
3	68	16	6,7	70	13,0	4480
...	...	...	...	...	...	...
20	65	17	7,1	67	12,3+0,2K	4990
21	58	15	6,2	60	14,0–0,2K	5120

4. Информация о развитии мясного скотоводства приведена в табл. 142.

Т а б л и ц а 142. Показатели развития мясного скотоводства

Номер организации	Среднесуточный привес, г	Затраты труда на 1 гол., чел.-дн.		Расход к.ед. на 1 гол., ц	Себестоимость 1 ц привеса без учета стоимости кормов, у.д.е.	Фондооснащенность, у.д.е/гол.
		всего	в т. ч. в напряженный период			
1	750	10	4,1	23,3	89,0	18560
2	850	3	1,2	26,1	77,0	16640
3	700	6	2,5	21,8	90,0	15200
...	...	...	...	...	...	...
20	600	4	1,7	19,0	95	16960
21	800	8	3,3	24,7	85	17440

5. Нормы скармливания кормов приведены в табл. 143, 144.

Т а б л и ц а 143. Предельные нормы скармливания кормов на среднегодовую корову, ц

Вид корма	Номер организации										
	1		2		3		...	20		21	
	min	max	min	max	min	max	...	min	max	min	max
Концентраты	13,8	20,8	14,8	22,3	17,9	26,9	...	16,7	24,9	15,4	23,0
Сено	8,7	13,3	9,1	13,7	9,9	15,0	...	9,6	14,3	8,5	12,8
Сенаж	20,2	30,6	21,0	31,6	21,0	31,5	...	20,1	30,2	18,0	27,0
Силос	43,3	65,0	39,7	59,6	40,6	60,9	...	38,9	58,3	34,8	52,2
Корнеплоды	20,3	31,0	25,6	38,4	28,0	42,0	...	26,8	40,2	24,0	36,0
Зеленый корм	78,3	117,5	80,8	121,3	85,5	128,2	...	84,7	127,0	73,3	109,9
Содержится в рационе, ц к.ед.	49,4	74,3	51,1	76,9	56,0	84,0	0,0	53,7	80,4	48,0	72,0

Т а б л и ц а 144. Нормы скармливания кормов на голову молодняка КРС, ц

Вид корма	Содержится в 1 ц корма, ц к.ед.	Номер организации					
		1	2	3	...	20	21
Концентраты	1,00	6,2	7,3	5,9	...	4,8	6,9
Сено	0,45	4,1	4,6	3,9	...	3,4	4,4
Сенаж	0,28	11,7	13,1	10,9	...	8,8	12,4
Солома	0,25	3,7	4,2	3,5	...	3,8	4,0
Силос	0,20	14,0	15,7	13,1	...	11,4	14,8
Корнеплоды	0,12	16,4	18,3	15,4	...	13,4	17,2
Зеленый корм	0,19	29,4	30,2	27,5	...	26	28,6
Молоко	0,30	1,6	2,6	1,5	...	1,3	2,5
Обрат	0,13	3,6	4,0	3,4	...	2,9	3,8
ЗЦМ	2,02	0,1	0,1	0,1	...	0,1	0,1
Содержится в рационе, ц к.ед.	—	23,3	26,1	21,8	...	19,0	24,7

6. Данные о предельном поголовье животных приведены в табл. 145. Минимальное поголовье животных близко к фактическому уровню.

Таблица 145. **Предельное поголовье животных, гол.**

Номер организации	Коровы		Молодняк КРС	
	min	max	min	max
1	2650+10K	2840+10K	3000	5300
2	1800	2000	4200+10K	6500–10K
3	2400	2520	5600	6780
...	...	...	...	...
20	2300+5N	2400+5N	4700	5900
21	2500	2650	2800–5N	6000–5N

7. Предельные размеры отраслей растениеводства определены в соответствии с требованиями севооборотов. Площадь посева зерновых культур организаций – не менее 40 – не более 60 % от площади пашни. Площадь посева картофеля – не более 12 % от площади пашни. Площадь посева многолетних трав на семена – не более 15 % от площади посева многолетних трав. Планируется двухлетнее использование многолетних трав. Для посева трав необходимо выделить половину нормы посева семян на 1 га (12 кг), для восстановления травостоя выделяется 4 кг семян трав в расчете на 1 га сенокосов и пастбищ.

8. Объемы договорных поставок сельскохозяйственной продукции приведены в табл. 146.

Таблица 146. **Объемы договорных поставок продукции, ц**

Вид продукции	Номер организации					
	1	2	3	...	20	21
Зерно	65600	69200	73700	...	53400	69700
Картофель	139000	155000	160000	...	142000	158000
Молоко	102100	107500	91500	...	92900	96000
Мясо КРС	11760	16800	15100	...	10900	14350

Зерно и картофель после выполнения объемов договорных поставок могут быть реализованы по другим каналам (рыночный фонд). Реализационные цены за 1 ц продукции составят, у. д. е.: зерно – 17,5, картофель – 5,5, молоко – 35,8, мясо КРС – 120,0. Цены реализации на рынке выше на 50 %.

9. На корм скоту планируется расходовать часть соломы. В расчете на 1 га зерновых выход кормовой соломы составит 90 % от выхода зерна. Себестоимость 1 ц соломы – 10 % от себестоимости зерна.

10. Данные о расходе кормов на внутрихозяйственные нужды представлены в табл. 147.

Т а б л и ц а 147. Расход кормов на внутрихозяйственные нужды, ц

Вид корма	Номер организации					
	1	2	3	...	20	21
Концентраты	1600	1800	1300	...	1500	1700
Сено	3300	3700	3500	...	4000	4500
Солома	4500	4500	3000	...	4600	5000
Зеленый корм	9000	14000	7000	...	10000	12000

11. Организация № 1 может закупать концентраты у организаций № 2 и 21. Организация № 3 может закупать сено и сенаж у организаций № 20 и 1. Организация № 20 может обмениваться концентратами на сено и сенаж с организацией № 3. Максимальное количество концентратов в обмен – 3500 ц. При этом за 1 ц концентратов требуется 2 ц сена или 2,5 ц сенажа. Цены покупки и обмена кормов соответствуют себестоимости произведенной продукции с учетом уровня рентабельности (15 %). Затраты на перевозку 1 ц концентратов – 0,20 у. д. е., 1 ц сена и сенажа – 0,25. Затраты на перевозку кормов относят на организацию, являющуюся инициатором обмена или покупки.

12. Карта-схема расстояний перевозки молока до перерабатывающей организации дана в табл. 148.

Т а б л и ц а 148. Карта-схема расстояний перевозки молока до перерабатывающей организации, км

Вид дорог	Номер организации					
	1	2	3	...	20	21
Дороги с твердым покрытием	15	4	7	...	10	3
Грунтовые дороги	5	–	3	...	6	–

Затраты материально-денежных средств на перевозку 1 т молока составят: на дорогах с твердым покрытием при расстоянии до 5 км – 0,05 у. д. е., свыше 5 км – 0,04, на грунтовых дорогах при расстоянии до 5 км – 0,10, свыше 5 км – 0,14 у.д.е.

13. Показатели развития организации по переработке молока приведены в табл. 149.

Т а б л и ц а 149. Показатели развития организации по переработке молока

Вид продукции	Расход сырья на производство 1 т продукции, т	Материально-денежные затраты на производство 1 т продукции, у.д.е.	Затраты труда на производство 1 т продукции, чел.-ч	Предельные объемы производства, т	
				min	max
Масло животное	22,0	1100–10N	9,5	1620	3880
Сыр животный	10,0	700–5K	11,5	1100	3150
Цельное молоко	0,99	120–2K	2,0	4800	9200
Кисломолочная продукция	0,95	110–2K	3,0	2200	8600
Сметана	7,5	590–3K	5,0	2100	7500
Сырки и сырковая масса	4,8	610–5N	5,5	130	650
Творог жирный	4,4	585–5K	5,2	400	950
Мороженое	4,0	540–4K	6,0	300	850

14. Удельный вес сбыта продукции в ассортименте и по каналам реализации приведен в табл. 150.

Цены реализации 1 т продукции следующие, у. д. е.: масло животное – 1230 – 2N, сыр животный – 875 – K, цельное молоко – 135, кисломолочная продукция – 125, сметана – 700 – K, сырки и сырковая масса – 725 – N, творог жирный – 525, мороженое – 735 – N. Сбыт масла жирного за пределы республики осуществляется по цене 1600 у. д. е.

Т а б л и ц а 150. Удельный вес (от производства) сбыта продукции, %

Вид продукции	Каналы сбыта					
	в пределах района		за пределами района в РБ		за пределами РБ	
	min	max	min	max	min	max
Молоко животное	25,0	38,0	27,0	40,0	28,0	42,0
Сыр животный	34,0	52,0	46,0	68,0	–	–
Цельное молоко	74,0	100,0	6,0	10,0	–	–
Кисломолочная продукция	72,0	100,0	8,0	12,0	–	–
Сметана	65,0	97,0	15,0	23,0	–	–
Сырки и сырковая масса	60,0	90,0	20,0	30,0	–	–
Творог жирный	62,0	94,0	18,0	26,0	–	–
Мороженое	53,0	80,0	27,0	40,0	–	–

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) ввести переменные задачи (в разрезе сельскохозяйственных ор-

ганизаций): размеры отраслей растениеводства и животноводства, в том числе детализированные по отраслям подкомплекса с учетом различия в технологиях выращивания и продуктивности; скользящие переменные по кормам (по отраслям подкомплекса); изменения в объеме ресурсов; ресурсы, определяемые в процессе решения задачи; характеристики производственных программ отдельных организаций и сфер подкомплекса; каналы использования сырья, ресурсов, денежных средств; приращение мощности перерабатывающих организаций и модулей с учетом технологий, торговых организаций;

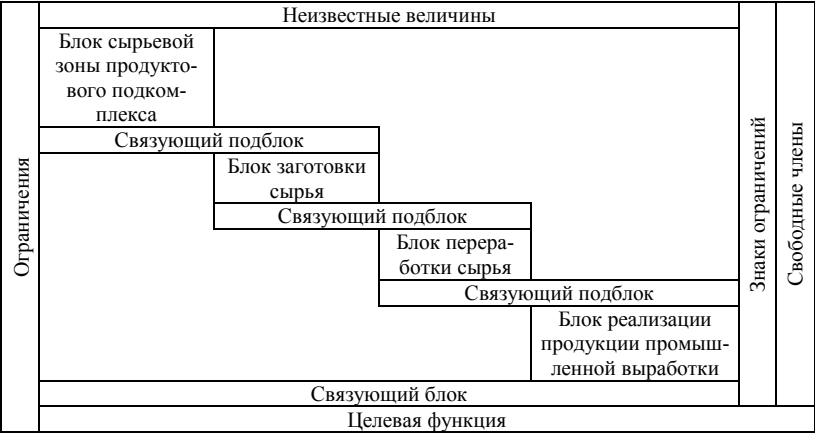
2) составить ограничения развернутой экономико-математической задачи, используя блок-схему, структурные экономико-математические модели тем 6, 8.

Ограничения.

Блок сельского хозяйства (сырьевой зоны продуктового подкомплекса): по использованию земельных угодий, труда, материальных и денежных средств, ското-мест и складских помещений; по технологическим условиям; по балансу кормов; по скользящим переменным; по кооперативным связям отраслей подкомплекса; по прибыли; по формированию фондов.

Блок заготовки: по объемам заготовки сырья в ассортименте и поставщикам, транспортным издержкам, использованию мощностей складских помещений.

Блок - схема. Экономико-математическая задача оптимизации программы развития продуктового подкомплекса



Блок переработки: по распределению сырья в ассортименте по каналам переработки, использованию, приращению мощностей перерабатывающих организаций и модулей с учетом технологий.

Блок реализации: по связям между организациями переработки и торговли; по каналам реализации готовой продукции в ассортименте за пределы региона; по использованию, приращению мощностей организаций торговли, общепита, райпотребсоюза, фирменных магазинов.

Связующие подблоки: по кооперативным связям отраслей и сфер подкомплекса.

Связующий блок: по использованию трудовых, материальных ресурсов подкомплекса; по формированию фондов, прибыли, суммы акций и дивидендов;

3) решить развернутую экономико-математическую модель на ЭВМ или персональном компьютере;

4) сравнить результаты решения задачи с фактическими данными организаций и сфер продуктового подкомплекса и разработать мероприятия по реализации оптимальной программы развития подкомплекса.

Т е м а 14. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ ЗОН ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

Задание 1. Определить сырьевые зоны молочных заводов с целью получения максимума прибыли по отрасли.

Исходная информация.

1. Производством молока занимаются 10 хозяйств района, информация о работе которых представлена в табл. 151.

Т а б л и ц а 151. **Информация о работе хозяйств**

Номер сельхоз- пред- приятия	Расстояние до заводов, км		Удой на 1 корову, ц	Поголовье коров		Себестоимость, уд.е/ц	Объем возмож- ной переработки в хозяйстве, т
	старого	нового		минималь- ное	макси- мальное		
1	6	8	62	1320	2510	21+0,2К	—
2	9	13	60	1180	2240	26-0,1N	До 2300
3	11	4	59	1400	2800	27-0,2К	—
4	4	1	56	1160	2200	24	—
5	5	8	65	1310	2400	25-0,1К	—
6	19	4	60	1780	3000	26+0,1N	До 4000
7	6	10	54	1180	2200	27-0,2К	—
8	11	5	46	1420	2500	24	—
9	8	9	54	1390	2600	27-0,1К	До 2300
10	21	12	64	1480	2700	22-0,2К	До 5000

2. Мощность старого завода $80000 + 50N$ т молока, а нового – до $30000 + 20K$ т. Кроме того, возможна частичная переработка молока в ряде хозяйств.

3. На строительство нового завода и строительство перерабатывающих модулей в хозяйствах выделено $1250 + 4(N + K)$ тыс. у. д. е. На единицу мощности требуется соответственно $50 + 0,2N$ и $62 + 0,4K$ у. д. е.

4. Стоимость 1 т/км перевозки молока – $0,03$ у. д. е.

5. Расход сырья на производство 1 т цельномолочной продукции на заводе – $0,95$ т, на перерабатывающих модулях в хозяйствах – $0,98$ т. Стоимость переработки 1 т молока: на старом заводе – 14 , на новом – 13 , в хозяйствах – 16 у. д. е.

6. Цена реализации цельномолочной продукции – $150 + 0,1N$ у. д. е. за 1 т.

Задание 2. Определить сырьевые зоны льноперерабатывающих предприятий с целью получения максимума прибыли по отрасли.

Исходная информация.

1. Производством льна занимается 25 сельскохозяйственных организаций трех близко расположенных от заводов районов (табл. 152).

Т а б л и ц а 152. **Информация о работе сельскохозяйственных организаций сырьевых зон льнозаводов**

Номер с.-х. организации	Расстояние до льнозавода, км		Урожайность льно-тресты, ц/га	Площадь посева льна, га		Себестоимость 1 ц, у.д.е.
	первого	второго		минимальная	максимальная	
1	2	3	4	5	6	7
1	12	36	$36 - 0,1K$	100	230	9,2
2	24	18	30	50	165	$9,2 + 0,04K$
3	32	12	$35 + 0,5K$	75	400	9,5
4	$14 + K$	32	28	110	345	10,2
5	38	29	39	115	250	$8,0 - 0,03K$
6	$53 - 2K$	5	24	150	395	10,9
7	24	18	$39 - 0,4K$	60	280	8,3
8	6	45	37	85	410	$9,7 + 0,02K$
9	$42 - K$	35	31	155	600	10,4
10	19	22	$32 - 0,2K$	120	555	9,7
11	26	$31 + K$	38	135	475	8,8
12	34	8	29	160	610	$10,5 - 0,02K$
13	$8 + K$	$30 - K$	36	95	525	9,0
14	23	32	$32 - 0,1K$	70	390	9,7
15	$32 + K$	$14 - K$	26	125	460	10,9

1	2	3	4	5	6	7
819610	27	12	38	130	470	8,2+0,05K
17	13–2K	16+2K	32	100	530	9,7
18	42	24	27+0,3K	65	285	10,7
19	10	41	33	80	305	10,9+0,08K
20	6+K	40–2K	38	105	435	8,2
21	48+K	12–K	30+0,3K	145	590	10,5
22	11	37	34	170	620	9,9+0,01K
23	9+2K	52–2K	40–0,5K	90	420	7,8
24	28	10	30	180	335	10,2–0,02K
25	16+K	27–K	36+0,2K	140	280	8,8

2. Мощность первого льнозавода – 8000 т льнотресты, второго – 7000 т. Мощность льнозаводов может быть увеличена соответственно на 1500 и 1000 т за счет реконструкции.

3. На реконструкцию льнозаводов выделено $350 + 10K$ тыс. у. д. е. На единицу мощности требуется 6,5 у. д. е.

4. Стоимость т-км перевозки льнотресты – 0,2 у. д. е.

5. Стоимость переработки 1 ц льнотресты: на первом льнозаводе – 5,0 у. д. е., на втором – 5,3 у. д. е.

6. Для производства 1 т волокна требуется 3,6 т льнотресты. Цена реализации 1 ц льноволокна – 65 у. д. е. (цена реализации учитывает процентное соотношение выхода короткого и длинного волокна).

На основании приведенной информации необходимо:

1) ввести переменные, обозначающие неизвестные величины задачи;

2) на основе приведенной ниже структурной модели составить развернутую экономико-математическую модель.

Требуется найти максимум прибыли:

$$F_{\max} = \sum_{i \in I_4} \sum_{n \in N_0} p_{in} x_{in} - \sum_{s \in S_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{r \in R_0} c_{sjr} x_{jr} - \sum_{i \in I_1} x_i - \sum_{i \in I_3} \tilde{x}_i k_i - \sum_{i \in I_2} \bar{x}_i.$$

При условиях:

1. По размерам отраслей:

$$\tilde{D}_{jr} \leq x_{jr} \leq D_{jr}, j \in J_0, r \in R_0.$$

2. По объему заготовки сырья перерабатывающими предприятиями:

$$\sum_{r \in R_0} d_{sjr} x_{jr} = x_{sn}, s \in S_0, n \in N_0, j \in J_0.$$

3. По производству продукции промышленной выработки в ассортименте:

$$x_{sn} = \sum_{i \in I_4} d_{isn} x_{in}, s \in S_0, n \in N_0.$$

4. По мощностям перерабатывающих предприятий (цехов, модулей):

а) на существующем перерабатывающем предприятии (модуле):

$$1) \sum_{i \in I_4} x_{in} \leq M_n, n \in N_0;$$

$$2) x_{in} \leq M_{in}, i \in I_4, n \in N_0;$$

б) на строящемся перерабатывающем предприятии (модуле):

$$1) \sum_{i \in I_4} x_{in} = \tilde{x}_n, n \in N_0;$$

$$2) x_{in} = \tilde{x}_{in}, i \in I_4, n \in N_0;$$

$$3) \tilde{x}_n \leq \tilde{M}_n, n \in N_0;$$

$$4) \tilde{x}_{in} \leq \tilde{M}_{in}, n \in N_0;$$

в) по формированию мощностей переработки продукции в отдельных хозяйствах:

$$x_{in} \leq M_{inr}, i \in I_4, n \in N_0, r \in R_0.$$

5. По формированию затрат на транспортировку сырья:

$$\sum_{n \in N_0} \sum_{s \in S_0} \sum_{r \in R_0} \sum_{j \in J_0} c_{isnr} d_{sjr} x_{jr} = x_i, i \in I_1.$$

6. По освоению капитальных вложений:

$$а) \sum_{s \in S_0} \sum_{n \in N_0} q_{isn} x_{sn} = \tilde{x}_i, i \in I_3;$$

$$б) \tilde{x}_i \leq Q_i, i \in I_3.$$

7. По формированию затрат на переработку продукции:

$$\sum_{s \in S_0} \sum_{n \in N_0} \bar{c}_{isn} x_{sn} = \bar{x}_i, i \in I_2.$$

8. Неотрицательность переменных:

$$x_{in}, \tilde{x}_n, \tilde{x}_{in}, \bar{x}_i, x_{sn}, x_{jr}, x_i, \tilde{x}_i \geq 0.$$

Индексация:

j – номер отрасли (вида деятельности в сфере сельского хозяйства);

J_0 – множество видов отраслей (видов деятельности в сфере сельского хозяйства);

r – номер хозяйства, занимающегося данным видом деятельности;
 R_0 – множество хозяйств, занимающихся данным видом деятельности;

s – номер сельскохозяйственной продукции (сырья);

S_0 – множество видов сельскохозяйственной продукции (сырья);

n – направление переработки сельскохозяйственной продукции (номер перерабатывающего цеха, завода, модуля);

N_0 – множество направлений переработки сельскохозяйственной продукции (множество перерабатывающих цехов, заводов, модулей);

i – номер вида затрат, вида готовой продукции промышленной выработки;

I_1 – множество видов затрат на транспортировку продукции;

I_2 – множество видов затрат на переработку продукции;

I_3 – множество видов источников капитальных вложений;

I_4 – множество видов готовой продукции промышленной выработки в ассортименте.

Неизвестные величины:

x_{jr} – размер отрасли вида j в хозяйстве r ;

x_{in} – количество готовой продукции промышленной выработки вида i , полученной на перерабатывающем предприятии (модуле, цехе) вида n ;

x_{sn} – количество сельскохозяйственной продукции вида s , направленной на перерабатывающее предприятие (модуль, цех) вида n ;

$\tilde{x}_n$ – мощность перерабатывающего предприятия (модуля, цеха) вида n ;

$\tilde{x}_{in}$ – мощность перерабатывающего предприятия, (модуля, цеха) вида n по производству готовой продукции промышленной выработки вида i ;

x_i – затраты ресурса вида i на транспортировку продукции до центров переработки;

$\tilde{x}_i$ – потребность в капитальных вложениях вида i ;

$\bar{x}_i$ – затраты ресурса вида i на переработку продукции.

Известные величины:

$\tilde{D}_{jr}, D_{jr}$ – соответственно минимальный и максимальный размеры отрасли вида j в хозяйстве r ;

$\tilde{M}_{in}$ – максимальная мощность нового цеха, завода, модуля вида n по производству готовой продукции промышленной выработки вида i ;

M_{in} – мощность цеха завода, модуля вида n по производству готовой продукции промышленной выработки вида i ;

M_n – мощность предприятия (цеха, модуля) вида n ;

$\tilde{M}_n$ – максимальная мощность предприятия (цеха, модуля) вида n ;

M_{inr} – максимальная мощность модуля вида n по производству готовой продукции промышленной выработки вида i в хозяйстве r ;

d_{sjr} – выход сельскохозяйственной продукции вида s с единицы отрасли вида j в хозяйстве r ;

d_{isn} – расход сырья вида s при переработке его на предприятии (модуле, цехе) вида n на единицу готовой продукции вида i ;

c_{isnr} – затраты вида i на транспортировку единицы сельскохозяйственной продукции вида s в перерабатывающий цех, на завод, модуль вида n из хозяйства r ;

$\bar{c}_{isn}$ – затраты вида i на переработку единицы сельскохозяйственной продукции вида s на перерабатывающем заводе, модуле вида n ;

q_{isn} – капитальные вложения вида i на переработку единицы сельскохозяйственной продукции вида s на заводе (модуле) вида n ;

c_{sjr} – себестоимость сельскохозяйственной продукции вида s с единицы отрасли вида j в хозяйстве r ;

Q_i – максимальный объем капитальных вложений вида i ;

k_i – коэффициент эффективности использования капитальных вложений (ресурса вида i);

p_{in} – цена реализации готовой продукции промышленной выработки вида i , произведенной на перерабатывающем предприятии (модуле, цехе) вида n ;

3) решить экономико-математическую задачу на персональном компьютере;

4) найти оптимальное решение задачи, проанализировать его;

5) разработать механизм реализации оптимального решения задачи.

Т е м а 15. МОДЕЛИ АНАЛИЗА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Задание 1. Требуется дать оценку эффективности инвестиционных проектов, используя различные методики.

Исходная информация.

Необходимо определить какой инвестиционный проект будет более предпочтительнее в данных условиях. Исходные данные по четырем инвестиционным проектам приведены в табл. 153.

Ставка дисконтирования $r = 11\%$.

Т а б л и ц а 153. Инвестиции и доходы от альтернативных проектов, у. д. е.

Показатели	Инвестиционные проекты							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
	за- траты	дохо- ды	за- траты	дохо- ды	за- траты	дохо- ды	за- траты	дохо- ды
Начальные инвестиции	2500+	K	3000+	N	3500–	2K	4000–	2N
Годы:								
1-й	200	700	350	600	250	500	400	700
2-й	250	1000	450	1200	400	1000	600	1100
3-й	300	1300	550	1800	550	1500	800	1700
4-й	350	1500	600	2500	700	2000	1000	2600
5-й	400	1600	700	3000	750	2500	1050	3200
6-й	450	1700	750	3200	800	4000	1100	3400

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) рассчитать чистый дисконтированный доход или чистую текущую стоимость (*Net Present Value*):

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - I_0,$$

где C_t – свободный денежный поток, порожденный инвестицией в период t ;

$t = 0, 1, 2, \dots, n$, (n – срок жизни инвестиционного проекта);

r – ставка дисконтирования;

I_0 – начальные инвестиции в проект;

2) обосновать выбор наиболее предпочтительного инвестиционного проекта. Считается, что если $NPV > 0$, то проект эффективен, если $NPV < 0$, то проект неэффективен, если $NPV = 0$, то необходимо использовать другие критерии эффективности. При наличии нескольких альтернативных вариантов инвестиционных проектов лучшим считают

тот проект, который при прочих равных условиях, имеет больший чистый дисконтированный доход.

Задание 2. Требуется обосновать целесообразность проведения мероприятий по техническому перевооружению цеха перерабатывающего предприятия.

Исходная информация.

Перерабатывающее предприятие планирует приобрести оборудование стоимостью $8 + 0,2N$ тыс. у. д. е., которое в течение двух лет будет приносить доход по $7 - 0,1N$ тыс. у. д. е. После двухлетней эксплуатации предприятие продаст оборудование за $6 + 0,2K$ тыс. у. д. е. Необходимо определить внутреннюю норму доходности, если ставка дисконтирования равна 10 %.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) рассчитать внутреннюю норму доходности (*Internal Rate of Return*), которая равна такому значению ставки дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход равен нулю:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1 + IRR)^t} - I_0 = 0,$$

2) решая выше изложенное уравнение, получим значение *IRR*, которое показывает максимально допустимый относительный уровень расходов, связанных с данным проектом.

Найти значение *IRR* можно с помощью метода линейной интерполяции для объемного аннуитета (потока положительных равновеликих платежей с равными интервалами между последовательными платежами в течение прогнозируемого периода). Допустим, что $C_1 = C_2 = \dots = C_n = C$, выше приведенное уравнение примет вид:

$$C \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + IRR)^t} = I_0,$$

или

$$Ck_{np} = I_0,$$

где k_{np} – коэффициент приведения аннуитета, определяемый выражением:

$$k_{np} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + IRR)^t}.$$

Из уравнения $Ck_{np} = I_0$ определим расчетное значение:

$$k_{np} = \frac{I_0}{C}.$$

Из таблицы значений реальной стоимости единичной ренты (табл. 154), находим $k_{\text{табл}}$ при заданном сроке аннуитета n , которое сравним с расчетным значением $k_{\text{пр}}$. Значение $k_{\text{табл}}$ определит соответствующую ставку дисконтирования, при которой $NPV = 0$, т. е. значение IRR .

3) сравнить значение внутренней нормы доходности IRR со ставкой дисконтирования r . Если $IRR > r$ – проект следует принять, если $IRR < r$ – необходимо проект отвергнуть. Если $IRR = r$, то инвестиции в проект окупятся. При прочих равных условиях лучшим следует считать тот инвестиционный проект, который имеет более высокое значение IRR .

Т а б л и ц а 154. Стоимость суммы аннуитетов для одной денежной единицы

Срок жизни проекта, n	Ставка дисконтирования (r), %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091
2	1,9704	1,9416	1,9135	1,8861	1,8594	1,8334	1,8080	1,7833	1,7591	1,7355
3	2,9410	2,8839	2,8286	2,7751	2,7232	2,6730	2,6243	2,5771	2,5313	2,4869
4	3,9020	3,8077	3,7171	3,6299	3,5460	3,4651	3,3872	3,3121	3,2397	3,1699
5	4,8534	4,7135	4,5797	4,4518	4,3295	4,2124	4,1002	3,9927	3,8897	3,7908
6	5,7955	5,6014	5,4172	5,2421	5,0757	4,9173	4,7665	4,6229	4,4859	4,3553
7	6,7282	6,4720	6,2303	6,0021	5,7864	5,5824	5,3893	5,2064	5,0330	4,8684
8	7,6517	7,3255	7,0197	6,7327	6,4632	6,2098	5,9713	5,7466	5,5348	5,3349
9	8,5660	8,1622	7,7861	7,4353	7,1078	6,8017	6,5152	6,2469	5,9952	5,7590
10	9,4713	8,9826	8,5302	8,1109	7,7217	7,3601	7,0236	6,7101	6,4177	6,1446
11	10,367	9,7868	9,2526	8,7605	8,3064	7,8869	7,4987	7,1390	6,8052	6,4951
12	11,255	10,575	9,9540	9,3851	8,8633	8,3838	7,9427	7,5361	7,1607	6,8137
13	12,133	11,348	10,635	9,9856	9,3936	8,8527	8,3577	7,9038	7,4869	7,1034
14	13,003	12,106	11,296	10,563	9,8986	9,2950	8,7455	8,2442	7,7862	7,3667
15	13,865	12,849	11,937	11,118	10,379	9,7122	9,1079	8,5595	8,0607	7,6061
16	14,717	13,577	12,561	11,652	10,837	10,105	9,4466	8,8514	8,3126	7,8237
17	15,562	14,291	13,166	12,165	11,274	10,477	9,7632	9,1216	8,5436	8,0216
18	16,398	14,992	13,753	12,659	11,689	10,827	10,059	9,3719	8,7556	8,2014
19	17,226	15,678	14,323	13,133	12,085	11,158	10,335	9,6036	8,9501	8,3649
20	18,045	16,351	14,877	13,590	12,462	11,469	10,594	9,8181	9,1285	8,5136

Задание 3. Необходимо обосновать экономическую эффективность инвестиционного проекта, используя модифицированный показатель внутренней нормы доходности.

Исходная информация.

Затраты на проект составляют $800 + N$ у. д. е. в первый год. $800 + N$ у. д. е., предназначенных для вложения в инвестиционный проект во втором году, могут быть помещены на один год в ценные бумаги по ставке дисконтирования 5 % годовых. Начиная с третьего года по шестой проект будет приносить доходы в размере 500, 600, 700–10К и $800 - 10N$ у. д. е. соответственно, которые reinvestируются по ставке 10 % годовых.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) рассчитать модифицированный показатель внутренней нормы доходности (*Modified Internal Rate of Return*) с учетом reinvestирования доходов по ставке дисконтирования:

$$\sum_{t=1}^n \frac{C_{-t}}{(1+r)^t} = \frac{1}{(1+MIRR)^n} \cdot \sum_{t=1}^n P_{+t} \cdot (1+r)^{n-t},$$

где C_{-t} – инвестиционные затраты предприятия в период t ;

P_{+t} – поступления в период t .

Рассчитать значение MIRR можно, используя приближенный метод, изложенный в п. 2, согласно которому вышеизложенное уравнение принимает вид:

$$C_{-t} = \frac{\sum_{t=1}^n P_{+t} \cdot (1+r)^{n-t}}{(1+MIRR)^n}.$$

$$\text{Отсюда } MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=1}^n P_{+t} (1+r)^{n-t}}{C_{-t}}} - 1.$$

2) проанализировать результаты решения, используя методические подходы задания 2 пункта 2 (*IRR*).

Задание 4. Обосновать целесообразность приобретения новой технологической линии перерабатывающим предприятием.

Исходная информация.

Стоимость линии составляет $15 + N$ тыс. у. д. е., срок эксплуатации – 5 лет. Износ на оборудование начисляется по методу прямой амортизации – 20 % годовых. Ликвидная стоимость оборудования покрывает расходы, связанные с демонтажем линии. Планируется следующая выручка от реализации продукции по годам: 7200, 8400 – К,

8200 – N, 8000 – 2K, 7600 – 2N у. д. е. Текущие затраты в первый год эксплуатации технологической линии планируются 3800 + 2K у. д. е. В последующие годы ежегодный прирост затрат составит 3 %. Ставка налога на прибыль – 30 %. Ставка дисконтирования – 10 %.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) рассчитать чистый дисконтированный доход NPV , используя табл. 155.

Т а б л и ц а 155. Расчет чистого дисконтированного дохода, у. д. е.

Показатели	Годы				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Выручка от реализации					
Текущие затраты					
Износ					
Налогооблагаемая прибыль					
Налог на прибыль					
Чистая прибыль					
Чистые денежные поступления					
Коэффициент дисконтирования					
Дисконтированные чистые денежные поступления					
Чистый дисконтированный доход					

2) рассчитать дисконтированный срок окупаемости проекта (*Discounted Payback Period*), т.е. период времени от начала реализации проекта до того момента, начиная с которого текущее значение чистой дисконтированной стоимости которого станет положительным и не изменит этот знак до окончания срока жизни проекта.

Расчет осуществить по следующему алгоритму:

а) рассчитать общую сумму инвестиционных затрат, приведенных к моменту их завершения (к периоду n_1):

$$KS = \sum_{t=1}^{n_1} C_t \cdot (1+r)^{n_1-t},$$

где n_1 – момент времени при котором элементы потока отрицательны;

$n_1 + 1$ – момент времени при котором элементы потока положительны.

б) последовательно определить промежуточные суммы доходов от инвестиций, приведенные к моменту n_1 ($m = 1, n - n_1$):

$$A_m = \sum_{t=n_1+1}^{m+n_1} \frac{C_t}{(1+r)^{t-n_1}},$$

где A_m – промежуточные суммы доходов от инвестиций.

в) найти два значения промежуточных сумм доходов от инвестиций A_k и A_{k+1} , удовлетворяющие неравенству:

$$A_k \leq KS \leq A_{k+1},$$

г) рассчитать дробную часть срока окупаемости методом линейной аппроксимизации:

$$b = \frac{KS - A_k}{A_{k+1} - A_k},$$

д) определить дисконтированный срок окупаемости проекта:

$$DPP = k + b,$$

где k – срок окупаемости проекта (целая часть).

Задание 5. Используя информацию задания 4, необходимо:

1) рассчитать индекс доходности (PI) и дисконтный индекс доходности (*Profitability Index*):

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} / I_0,$$

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{C_{+t}}{(1+r)^t} / \sum_{t=1}^n \frac{C_{-t}}{(1+r)^t},$$

2) обосновать целесообразность приобретения новой технологической линии. При $PI > 1$ считают, что проект эффективен, при $PI < 1$ – проект неэффективен. Если $PI = 1$, то используют при анализе и другие критерии эффективности. Инвестиционный проект с большим значением PI при прочих равных условиях является наилучшим.

Задание 6. Требуется выбрать наиболее эффективный или эффективные инвестиционные проекты, позволяющие модернизировать оборудование перерабатывающего предприятия.

Исходная информация.

Характеристики инвестиционных проектов приведены в табл. 156.

Т а б л и ц а 156. Характеристики инвестиционных проектов

Инвестиционные проекты	Первоначальные инвестиции, тыс. у.д.е.	Чистые денежные потоки по годам					Площадь, необходимая для реализации проекта, га	Объем выпуска продукции, тыс. шт.
		$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$		
1-й	250+2N	90	130	180	150	120	0,2	25+K
2-й	300+K	130	150	175	195	200	0,7	40
3-й	400–2K	180	240	260	280	300	1,6	75–K
4-й	240+2K	95	135	155	160	170	0,5	20+N
5-й	360–N	150	155	165	175	200	1,3	60
6-й	320+N	125	175	210	200	190	0,9	50
7-й	420–2N	200	250	270	260	240	1,7	80–N
8-й	340–K	130	140	150	180	200	1,1	45

Ставка дисконтирования – 11 %. На модернизацию оборудования предприятие может выделить $850 + 10N$ тыс. у. д. е. Предприятие располагает земельным участком площадью 3 га. Емкость рынка выпускаемой продукции с учетом конкурентов составляет 200 тыс. штук.

Требуется сформировать оптимальный портфель инвестиционных проектов для модернизации оборудования.

Задание 7. Требуется выбрать наиболее эффективный или эффективные инвестиционные проекты, позволяющие модернизировать оборудование перерабатывающего предприятия.

Исходная информация.

Перерабатывающее предприятие планирует модернизировать оборудование с помощью пяти инвестиционных проектов. Характеристики проектов приведены в табл. 157.

Т а б л и ц а 157. Характеристики инвестиционных проектов, тыс. у.д.е.

Проект	Требуется площади, га	Первоначальные инвестиции	Планируемый выпуск продукции, т	Чистые денежные потоки по годам				
				$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$
1	0,8	300+N	1000+K	100	150	190	250	270
2	0,6	350–N	700+N	20	25	300	132	233
3	0,2	200+K	400+2K	50	80	100	150	190
4	0,4	650–2N	1300–N	200	300	400	500	620
5	1,1	400–2K	1200–K	250	280	300	350	380

Ставка дисконтирования составляет 11 % в год. На модернизацию выделено $1000 + 10N$ тыс. у. д. е. денежных средств, 2 га земельной площади. Емкость рынка продукции составляет $3000 + 5N$ т в год.

Используя информацию заданий 6 и 7, необходимо:

1) оценить эффективность каждого инвестиционного проекта, используя показатель чистого дисконтированного дохода (NPV);

2) сформировать оптимальный портфель инвестиционных проектов для модернизации оборудования, используя следующую структурную экономико-математическую модель.

Определить максимум доходности портфеля инвестиционных проектов:

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^n NPV_i x_i .$$

При условиях:

1) по использованию финансовых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^n I_0^i x_i \leq I_c$$

2) по использованию земельных ресурсов:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i \leq A_0$$

3) по рыночным объемам продаж:

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq P_0$$

4) ограничения на значения переменных:

$$x_i = 0 \cup 1 (i = \overline{1, n}),$$

где x_i – инвестиционный проект вида i :

$$x_i = \begin{cases} 0, & \text{если } i\text{-й инвестиционный проект отклоняется;} \\ 1, & \text{если } i\text{-й инвестиционный проект реализуется;} \end{cases}$$

NPV_i – чистый дисконтированный доход от реализации инвестиционного проекта вида i ;

I_0^i – начальные инвестиции в проект вида i ;

I_c – количество финансовых средств, выделяемых для реализации инвестиционных проектов;

a_i – земельные ресурсы, необходимые для реализации инвестиционного проекта вида i ;

A_0 – земельные ресурсы, выделяемые для реализации инвестиционных проектов;

p_i – объем реализации продукции, выпускаемой после реализации инвестиционного проекта вида i ;

P_0 – емкость рынка продукции;

3) ввести неизвестные переменные задачи;

4) составить развернутую экономико-математическую модель;

5) решить задачу целочисленного программирования на персональном компьютере;

6) проанализировать оптимальное решение задачи, сформировав оптимальный портфель инвестиционных проектов.

Т е м а 16. МОДЕЛИ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ

Задание 1. Необходимо сформировать оптимальный портфель ценных бумаг, имеющий наименьший риск при заданной ожидаемой доходности равной 25 %.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении 4 кварталов представлена в табл. 158.

Т а б л и ц а 158. Доходность ценных бумаг

Квартал	Доходность ценных бумаг, %		
	1-й	2-й	3-й
1	5	30–0,2K	15
2	15	20–0,1N	20
3	20	10	10
4	25–0,1N	2+0,2K	5+0,2N

Задание 2. Необходимо сформировать оптимальный портфель ценных бумаг, имеющий наименьший риск при заданной ожидаемой доходности равной 20 %.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении 4 кварталов представлена в табл. 159.

Т а б л и ц а 159. Доходность ценных бумаг

Квартал	Доходность ценных бумаг, %							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1	10	30–0,2K	15	25	10	30–0,2N	5	10
2	15	25	20	20	20	20	10	5
3	20	15	15	15	30	10	15	15
4	25	5+0,1N	25	10	20	5+0,1K	20	30

Используя приведенную информацию заданий 1 и 2, необходимо:

1) рассчитать ожидаемую доходность каждой ценной бумаги по формуле:

$$\bar{R}_i = \sum_{t=1}^T \frac{R_{it}}{T},$$

где $\bar{R}_i$ – доходность ценной бумаги вида I ;

R_{it} – доходность ценной бумаги вида I в период времени t , $t = \overline{1, T}$;

T – число наблюдаемых периодов;

2) рассчитать вариацию доходности каждой ценной бумаги, которая выступает мерой риска по формуле:

$$\bar{V}_i = \sum_{t=1}^T \frac{(R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T},$$

где $\bar{V}_i$ – вариация между доходностями ценной бумаги вида i ;

3) рассчитать ковариацию доходности ценных бумаг вида i и j , выступающую мерой риска, используя формулу:

$$\bar{V}_{ij} = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T \frac{(R_{it} - \bar{R}_i) \cdot (R_{jt} - \bar{R}_j)}{T},$$

где $\bar{V}_{ij}$ – ковариация между доходностями ценных бумаг вида i и j ;

R_{it}, R_{jt} – соответственно доходность ценной бумаги вида i и вида j в период времени t ;

$\bar{R}_i, \bar{R}_j$ – соответственно доходность ценной бумаги вида i и вида j ;

4) составить развернутую экономико-математическую модель, используя структурную модель Марковица.

Требуется минимизировать риск портфеля ценных бумаг при заданной ожидаемой доходности:

$$V_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{V}_{ij} x_i x_j \rightarrow \min.$$

При условиях:

1) по обеспечению заданного уровня доходности

$$\sum_{i=1}^n x_i \bar{R}_i = \bar{R}_p^*;$$

2) по формированию суммы долей капитала инвестора

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1;$$

3) неотрицательность переменных

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n},$$

где x_i – вложения в ценную бумагу вида i ;

R_p^* – заданное значение доходности портфеля ценных бумаг;

$$V_p = \delta_p^2.$$

Если выполняется третье ограничение задачи, т. е. $x_i > 0$, то это означает, что инвестор должен вложить x_i – долю своего капитала в ценные бумаги вида i . Но инвестор может и взять в долю ценные бумаги вида i на сумму, равную x_i долей своего капитала. Взятые в долг ценные бумаги инвестор может сразу реализовать и полученную сумму денег, равную $(1 + x_i^*)$ долей капитала, может инвестировать в ценные бумаги вида j в пропорциях x_j ($j = \overline{1, n}, j \neq i$), а через некоторое время инвестор может выкупить ценные бумаги вида i и вернуть первоначальному владельцу. В этом случае неизвестные величины x_i принимают отрицательные значения $x_i < 0$ и третье ограничение структурной модели в этом случае опускают.

5) решить экономико-математическую задачу на персональном компьютере;

6) проанализировать оптимальное решение задачи, обосновать оптимальный портфель ценных бумаг.

Задание 3. Требуется сформировать оптимальный портфель ценных бумаг, имеющий максимальную ожидаемую доходность при заданном уровне риска 50 %.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении 3 кварталов представлена в табл. 160.

Т а б л и ц а 160. Доходность ценных бумаг

Квартал	Доходность ценных бумаг, %		
	1-й	2-й	3-й
1	8	30–0,2N	10
2	15	15+0,1K	20
3	20	2+0,2K	15

Задание 4. Требуется сформировать оптимальный портфель ценных бумаг, имеющий максимальную ожидаемую доходность при заданном уровне риска 40 %.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении 3 кварталов представлена в табл. 161.

Т а б л и ц а 161. Доходность ценных бумаг

Квартал	Доходность ценных бумаг, %							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
1	7	30	10	26	15-0,1K	12	4	12
2	20	10	15	18	25-0,2K	22	16	8
3	18	15	25	10	5+0,2N	17	28	32

Используя приведенную информацию заданий 3 и 4, необходимо:

1) рассчитать ожидаемую доходность каждой ценной бумаги $\bar{R}_i$, используя формулу п. 1 заданий 1 и 2;

2) определить ковариацию доходности ценных бумаг вида i и j , используя формулу п. 3 заданий 1 и 2;

3) составить развернутую экономико-математическую модель, используя следующую структурную модель.

Требуется максимизировать ожидаемую доходность портфеля ценных бумаг при заданном уровне риска:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^n x_i \bar{R}_i \rightarrow \max.$$

При условиях:

1) по формированию заданного уровня риска:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{V}_{ij} x_i x_j = V_p^* ;$$

2) по формированию суммы долей капитала инвестора:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 ;$$

3) неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n},$$

где V_p^* – заданный уровень риска портфеля ценных бумаг;

$$V_p = \delta_p^2;$$

4) решить экономико-математическую задачу на персональном компьютере;

5) проанализировать оптимальное решение задачи, обосновать оптимальный портфель ценных бумаг.

Если на графике с осями $\bar{R}_p$ и δ_p отметить точки, соответствующие всем возможным портфелям, то получим область, огибающую линией, представленной на рис. 1.

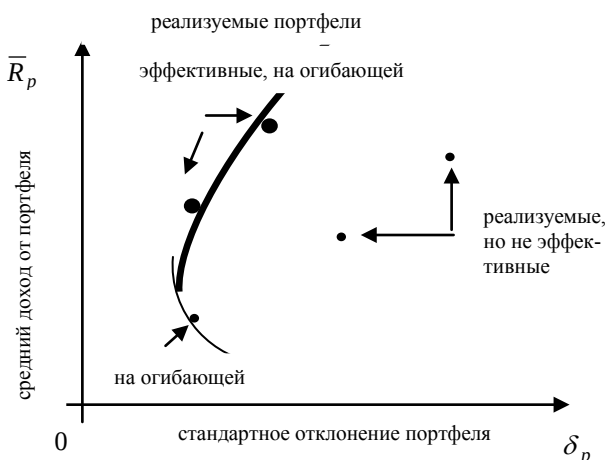


Рис. 1. Расчет эффективной границы

Эффективным портфелям соответствуют точки, расположенные на выделенной части кривой, ограничивающей эту область. Эта часть кривой называется эффективной границей.

Портфель считается эффективным портфелем, если для заданного среднего дохода его дисперсия принимает минимальное значение или если доход с него максимален для заданной дисперсии (или стандартного отклонения).

Задание 5. Определить чувствительность ценных бумаг и рыночного портфеля к изменениям на рынке ценных бумаг.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении пяти месяцев представлена в табл. 162.

Т а б л и ц а 162. Доходность ценных бумаг

Месяцы	Доходность ценных бумаг, %			
	1-й	2-й	3-й	рынка ценных бумаг
1	20	5+0,2K	30	20+0,2K
2	15	10	20	15
3	25	15–0,1K	10	15–0,1K
4	10	20–0,2N	2	15–0,2N
5	8	6+0,1N	15	20+0,1N

Задание 6. Определить чувствительность ценных бумаг и рыночного портфеля к изменениям на рынке ценных бумаг.

Исходная информация.

Доходность ценных бумаг на протяжении пяти месяцев представлена в табл. 163.

Т а б л и ц а 163. Доходность ценных бумаг

Ме- ся- цы	Доходность ценных бумаг, %								
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	рынка ценных бумаг
1	8	30	6	20	10+0,2N	25	15	22	18
2	10	25	10	18	20+0,2K	20	20	20	20–0,1K
3	15	20	14	16	30–0,2N	15	20	18	22
4	19	15	18	14	28–0,2K	10	15	16	20+0,1N
5	25	5	22	12	26	5	5	10	18

Используя приведенную информацию заданий 5 и 6, необходимо:

1) рассчитать ожидаемую доходность каждой ценной бумаги, используя формулу п. 1 заданий 1 и 2;

2) рассчитать ожидаемую доходность рынка ценных бумаг по формуле

$$\bar{R}_m = \sum_{i=1}^T \frac{R_{mt}}{T},$$

где $\bar{R}_m$ – доходность рынка ценных бумаг;

R_{mt} – доходность рынка ценных бумаг в период времени t ;

3) определить вариацию доходности рынка ценных бумаг, используя формулу

$$\bar{V}_m = \sum_{i=1}^T \frac{(R_{mt} - \bar{R}_m)^2}{T},$$

где $\bar{V}_m$ – риск рыночного портфеля.

4) рассчитать ковариацию доходности ценной бумаги вида I и рынка:

$$\bar{V}_{im} = \sum_{i=1}^T \sum_{m=1}^T \frac{(R_{it} - \bar{R}_i) \cdot (R_{mt} - \bar{R}_m)}{T},$$

где $\bar{V}_{im}$ – ковариация доходности ценной бумаги вида I и рынка ценных бумаг;

5) рассчитать β -коэффициенты, выступающие мерой чувствительности конкретной ценной бумаги к изменениям на рынке ценных бумаг:

$$\beta_i = \frac{\bar{V}_{im}}{\bar{V}_m}.$$

6) определить чувствительность портфеля ценных бумаг, используя следующую формулу:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n x_i \beta_i,$$

где β_p – чувствительность портфеля ценных бумаг.

7) проанализировать значение β -коэффициентов. Значение β_i показывает на сколько процентов изменится доходность ценной бумаги при изменении доходности рыночного портфеля на 1 %. При этом ценные бумаги, имеющие $\beta_i > 1$, более чувствительны к изменениям на рынке и их называют агрессивными. Ценные бумаги, имеющие $\beta_i < 1$, менее чувствительны к изменениям на рынке и их называют оборонительными.

Задание 7. Требуется сформировать оптимальный портфель, содержащий рискованные и безрисковые ценные бумаги (государственные обязательства с фиксированным доходом).

Исходная информация.

Характеристики рискованных ценных бумаг приведены в заданиях 5 и 6. Безрисковые ценные бумаги имеют доходность 5 %.

Используя приведенную информацию, необходимо:

1) рассчитать ожидаемую доходность каждой ценной бумаги $\bar{R}_i$, используя формулу п. 1 заданий 1 и 2;

2) определить ковариацию доходности рискованных ценных бумаг вида i и j , используя формулу п. 3 заданий 1 и 2;

3) определить доходность рынка ценных бумаг $\bar{R}_m$, используя формулу п. 2 заданий 5 и 6;

4) рассчитать β_i – риск ценной бумаги вида i , характеризующий степень зависимости отклонений доходности ценной бумаги от отклонений доходности рынка в целом:

$$\beta_i = \frac{\sum_{t=1}^T \left(R_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft})}{T} \right) \cdot \left(R_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft})}{T} \right)}{\sum_{t=1}^T \left(R_{mt} - R_{ft} - \frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft})}{T} \right)^2};$$

5) определить α_i – избыточную доходность ценной бумаги вида i :

$$\alpha_i = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - R_{ft})}{T} - \beta_i \cdot \frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft})}{T},$$

где R_{ft} – доходность безрисковой ценной бумаги вида f в период времени t , $t = \overline{1, T}$;

R_{it} – доходность рискованной ценной бумаги вида i в период времени t , $t = \overline{1, T}$;

R_{mt} – доходность рынка ценных бумаг в период времени t , $t = \overline{1, T}$;

6) обосновать δ_m – риск рынка ценных бумаг:

$$\delta_m = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft}) - \frac{\sum_{t=1}^T (R_{mt} - R_{ft})^2}{T}}{T}};$$

7) рассчитать δ_{si} – остаточный риск ценной бумаги вида i :

$$\delta_{si} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - R_{ft} - \alpha_i - \beta_i (R_{mt} - R_{ft}))^2}{T};$$

8) составить развернутые экономико-математические модели, используя модель Шарпа.

а) Требуется максимизировать ожидаемую доходность портфеля,

содержащего рисковые и безрисковые ценные бумаги при заданном уровне риска:

$$R_p = R_f + \sum_{i=1}^n (\alpha_i x_i) + (\bar{R}_m - R_f) \cdot \sum_{i=1}^n (\beta_i x_i) \rightarrow \max.$$

При условиях

1) по формированию заданного уровня риска:

$$\sum_{i=1}^n (\beta_i x_i)^2 \cdot \delta_m^2 + \sum_{i=1}^n (\delta_{si}^2 x_i) = V_p^* ;$$

2) по формированию суммы долей капитала инвестора:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 ;$$

3) неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n} ;$$

б) Требуется минимизировать риск портфеля, содержащего рисковые и безрисковые ценные бумаги при заданной ожидаемой доходности:

$$V_p = \sum_{i=1}^n (\beta_i x_i)^2 \cdot \delta_m^2 + \sum_{i=1}^n (\delta_{si}^2 x_i) \rightarrow \min.$$

При условиях:

1) по обеспечению заданного уровня доходности:

$$R_f + \sum_{i=1}^n (\alpha_i x_i) + (\bar{R}_m - R_f) \cdot \sum_{i=1}^n (\beta_i x_i) = \bar{R}_p^* ;$$

2) по формированию суммы долей капитала инвестора:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 ;$$

3) неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n},$$

где R_f – доходность безрисковых ценных бумаг.

9) решить экономико-математические задачи на персональном компьютере;

10) проанализировать оптимальное решение задач, обосновать оптимальный портфель ценных бумаг.

Улучшить характеристики портфеля позволяет комбинация безрис-

ковых ценных бумаг с эффективным рисковым портфелем (рис. 2).

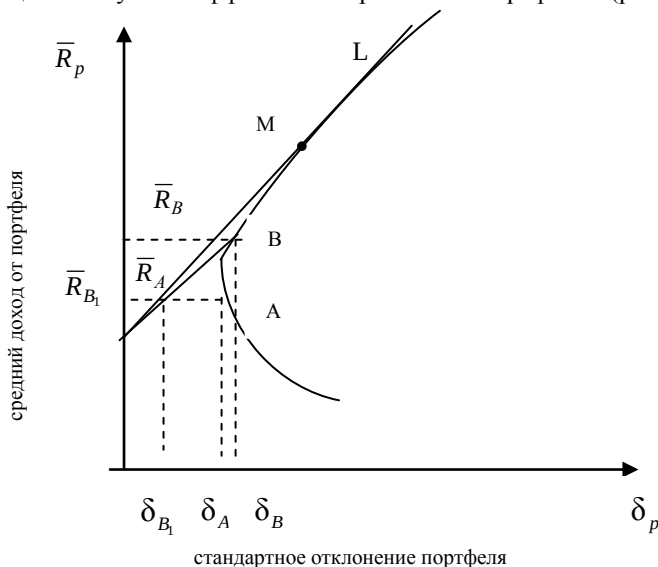


Рис. 2. Рыночные портфели и линия рынка капитала

Обозначим доходность безрисковых ценных бумаг через R_f , вариация безрисковых ценных бумаг равна нулю. Точка B_1 соответствует комбинации эффективного портфеля B с безрисковым активом. Доходность этой комбинации такая же, как у портфеля A , $\bar{R}_{B_1} = \bar{R}_A$, а риск меньше, $\delta_{B_1} < \delta_A$.

Комбинированные портфели соответствуют точкам прямой $R_f M$, которую называют линией рынка капитала (CML – *Capital Market Line*).

Для точек прямой CML выполняется равенство:

$$\bar{R}_p = \alpha R_f + (1 - \alpha) \bar{R}_m;$$

$$\delta_p = (1 - \alpha) \delta_m,$$

где α – доля капитал инвестора, вкладываемая в безрисковые ценные бумаги.

Если $\alpha > 0$, то инвестор дает займы государству, вкладывая долю

капитала α в государственные облигации. Точки, соответствующие таким портфелям, лежат на отрезке $R_f M$ (рис. 2). Если $\alpha < 0$, то инвестор занимает под безрисковый процент R_f такую же сумму и инвестирует ее в рыночный портфель M . Точки, соответствующие этим портфелям, лежат на луче ML . $(1 - \alpha)$ – доля капитала, инвестируемого в рыночный портфель. Доля капитала α , вкладываемая инвестором в безрисковые ценные бумаги, зависит от его склонности к риску.

Выразив α из уравнения $\delta_p = (1 - \alpha)\delta_m$, и подставив в уравнение $\bar{R}_p = \alpha R_f + (1 - \alpha)\bar{R}_m$, получим:

$$\bar{R}_p = R_f + \frac{\bar{R}_m - R_f}{\delta_m} \cdot \delta_p,$$

где $\bar{R}_p$ – ожидаемая доходность комбинированного портфеля;

δ_p – риск комбинированного портфеля;

$\bar{R}_m$ – ожидаемая доходность рыночного портфеля;

δ_m – риск рыночного портфеля.

Под рыночным портфелем на практике понимают всю совокупность ценных бумаг, представленных на рынке.

Уравнение $\bar{R}_p = R_f + \frac{\bar{R}_m - R_f}{\delta_m} \cdot \delta_p$ является уравнением линии рынка капитала (CML).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Т а б л и ц а А1. Расход сырья на производство 1 т пастеризованного молока из натурального сырья, т

Продукция	Сырье		
	Молоко 3,2%-ной жирности	Сливки 30%-ной жирности	Молоко обезжиренное
Молоко жирностью:			
1,5 %	0,476	–	0,524
2,5 %	0,794	–	0,206
3,2 %	0,942	0,008	0,050
3,5 %	0,989	0,011	–

Т а б л и ц а А2. Расход сырья на производство 1 т пастеризованного молока с использованием сухих молочных продуктов, т

Продукция	Сырье				
	Молоко сухое обезжиренное с массовой долей жира 0,5 %	Молоко сухое цельное с массовой долей жира 20 %	Сливки сухие с массовой долей жира 20 %	Вода питьевая	Молоко сухое цельное с массовой долей жира 25 %
Молоко жирностью:					
1,5 %	0,026 0,080	0,074 –	– 0,073	0,900 0,947	– –
2,5 %	– 0,075	0,125 –	– 0,123	0,875 0,802	– –
3,2 %	0,072 –	0,074 –	0,158 –	0,770 0,872	– 0,128

Т а б л и ц а А3. Расход сырья на производство 1 т творога, т

Продукция	Сырье	
	Сливки с массовой долей жира 50 %	Нежирный творог
Творог жирностью:		
18 %	0,360	0,640
9 %	0,180	0,820
«Крестьянский»	0,100	0,900
Мягкий диетический, 11 %	0,221	0,779
Мягкий диетический, 4 %	0,080	0,920

Т а б л и ц а А4. Расход сырья на производство 1 т творожных изделий, т

Продукция	Сырье							
	Творог жирностью 18 %	Масло сливочное	Сахар-песок	Творог нежирный	Глазурь	Сливки с массовой долей жира 50 %	Вода	Цукаты
Сырки творожные сладкие	0,742	0,118	0,141	–	–	–	–	–
Сырки творожные нежирные	–	–	0,101	0,898	–	–	–	–
Сырки глазированные	0,623	0,119	0,210	–	0,194	–	–	–
Масса творожная сладкая	0,529	0,136	0,235	–	–	–	–	–
Паста творожная сладкая	0,420	–	0,201	–	–	0,350	0,020	–
Торт творожный юбилейный	0,640	0,122	0,216	–	–	–	–	0,072
Крем творожный нежирный	–	–	0,121	0,879	–	–	–	–

Т а б л и ц а А5. Расход сырья на производство 1 т простокваш, ряженки, варенца, кисломолочных напитков, йогурта, т

Продукция	Сырье						
	Молоко 3,2%-ной жирности	Молоко обезжиренное с массовой долей жира 0,05 %	Сливки 30%-ной жирности	Закваска	Молоко сухое обезжиренное	Вода питьевая	Молоко сухое с массовой долей жира 20 %
1	2	3	4	5	6	7	8
Простокваша жирностью: 1 %	0,318	0,632	–	0,050	–	–	–
2 %	0,794	0,156	–	0,050	–	–	–
3,2 %	0,942	–	0,008	0,050	–	–	–
Варенец	0,794	0,156	–	0,050	–	–	–
Ряженка жирностью: 1 %	0,315	0,649	–	0,050	–	–	–
2,5 %	0,796	0,168	–	0,050	–	–	–
4 %	0,928	0,036	–	0,050	–	–	–
Ацидофильные напитки жирностью: нежирные	0,950 –	–	–	0,050 0,050	– 0,090	– 0,860	– –

1	2	3	4	5	6	7	8
1 %	0,318 —	0,632 —	— —	0,050 0,050	— 0,054	— 0,844	— 0,053
2,5 %	0,794 —	0,156 —	— —	0,050 0,050	— 0,008	— 0,816	— 0,128
3,2 %	0,942 —	0,008 —	— —	0,050 0,050	— —	— 0,787	— 0,163
Йогурт жирностью:							
1,5 %	0,477	0,437	—	0,050	0,037	—	—
2,5 %	0,684	0,145	—	0,050	—	—	—
3,5 %	0,854	—	0,026	0,050	—	—	—

Таблица А6. Расход сырья на производство 1 т пастеризованных сливок, т

Продукция	Сырье				
	Молоко 3,2%-ной жирности	Сливки сухие с массовой долей жира 42 %	Сливки свежие с массовой долей жира 73 %	Вода питьевая	Сливки свежие с массовой долей жира 20 %
Сливки жирностью:					
8 %	0,145	0,091	0,052	0,713	—
10 %	0,272	0,088	—	0,366	0,274
20 %	0,377	—	0,121	0,002	0,499

Таблица А7. Расход сырья на производство 1 т кефира, т

Продукция	Сырье						
	Молоко 3,2%-ной жирности	Молоко сухое с массовой долей жира 20 %	Вода питьевая	Закваска	Молоко обезжиренное с массовой долей жира 0,05 %	Молоко сухое обезжиренное	Сливки 30%-ной жирности
Кефир жирностью: нежирный	— —	— —	— 0,860	0,050 0,050	0,950 —	— 0,090	— —
1 %	0,318 —	— 0,053	— 0,844	0,050 0,050	0,632 —	— —	— —
2,5 %	0,794 —	— 0,128	— 0,822	0,050 0,050	0,156 —	— —	— —
3,2 %	0,942 —	— 0,163	— 0,787	0,050 0,050	— —	— —	0,008 —
6 %	0,838	—	—	0,050	—	—	0,112

Т а б л и ц а А8. Расход основного вида сырья на производство 1 т сыра, т

Продук- ция	Сырье									
	Сыр сычужный 45%-ной жир-	Сыр нежирный	Масло	Вода питьевая	Творог 9%-ной жирности	Молоко сухое обезжиренное	Маргарин	Сливки жирно- стью 55 %	Сухое молоко жирностью 25	Сахар
Плавле- ный сыр голланд- ский 45%- ной жир- ности	0,700	0,095	0,059	0,065	-	-	-	-	-	-
Плавле- ный сыр особый 30%-ной жирности	0,102	0,494	-	0,075	0,051	0,060	0,131	-	-	-
Сыр сли- вочный сладкий	-	0,435	-	0,054	-	-	-	0,340	0,040	0,156

Т а б л и ц а А9. Средний расход молока, обрат, выход вторичного сырья при производстве 1 т молочной продукции, т

Продукция	Расход сырья		Выход вторичного сырья
	Молоко базисной жирности	Обезжиренное молоко	
1	2	3	4
Масло животное	21,99	–	20,96
Сыры:			
«Диетический»	–	14,00	–
«Клинковый»	–	8,43	
Нежирный		13,09	
В т. ч. жирные:	8,33	4,68	9,72
«Буковинский»	9,42	2,49	9,53
«Литовский»	5,12	7,12	9,79
«Полесский» (30 %)	5,35	7,93	9,88
Сметана	6,78	–	5,77
В т. ч. сметана жирностью: 15 %	4,50	–	3,49
20 %	5,97	–	4,97
25 %	7,49	–	6,49
30 %	9,04	–	8,03
Творог нежирный	–	6,86	–
Творог жирностью: 2 %	–	8,72	–

1	2	3	4
5 %	1,60	4,73	–
9 %	3,05	4,65	–
Творожная масса	1,46	4,30	–
Сливки жирностью:			
8 %	2,40	–	1,39
10 %	3,01	–	1,99
20 %	6,03	–	5,02
Казеин технический	–	32,50	–
Молоко жирностью 3,5 %	1,04	–	–
Кефир жирностью 3,2 %	0,95	0,06	–

Приложение В

Таблица В1. Расход сырья на производство 1 т продуктов из свинины, т

Продукция	Сырье			
	Свинина 1-й и 2-й категорий	Соль	Сахар	Щеко- вина
Ветчина вареная (высший сорт)	1,22	0,022	0,003	–
Свинина вареная прессованная (высший сорт)	1,45	0,032	0,004	–
Ветчина «Останкинская» вареная (высший сорт)	0,96	0,025	0,001	–
Окорок копчено-вареный (высший сорт)	1,23	0,022	0,003	–
Рулет копчено-вареный (высший сорт)	1,32	0,025	0,003	–
Шинка копчено-вареная (высший сорт)	1,16	0,020	0,002	–
Корейка копчено-вареная (высший сорт)	1,20	0,021	0,003	–
Грудинка копчено-вареная (высший сорт)	1,22	0,022	0,003	–
Балык свиной копчено-вареный (высший сорт)	1,15	0,020	0,002	–
Щековина копчено-вареная (2-й сорт)	–	0,020	0,002	1,15
Окорок сырокопченый (высший сорт)	1,08	0,019	0,002	–
Рулет сырокопченый (высший сорт)	1,22	0,022	0,003	–
Корейка сырокопченая (высший сорт)	1,11	0,019	0,002	–
Ветчина охотничья сырокопченая (высший сорт)	1,54	0,065	0,010	–
Балык сырокопченый (высший сорт)	1,43	0,074	0,015	–
Грудинка сырокопченая (высший сорт)	1,11	0,019	0,002	–

Т а б л и ц а В2. Расход сырья на производство 1 т продуктов из свиного шпика, т

Продукция	Сырье	
	Шпик	Соль
Шпик:		
соленый	1,02	0,050
копчено-запеченный	1,05	0,045
копченый	1,11	0,025
Сало белорусское	1,02	0,040

Т а б л и ц а В3. Расход сырья на производство 1 т продуктов из говядины, т

Продукция	Сырье			
	Говядина 1-го сорта	Соль	Сахар	Свини- на
Говядина:				
пряная вареная	1,28	0,015	0,002	–
запеченная	1,72	0,025	–	–
копчено-запеченная	1,45	0,013	0,002	–
Окорок телячий копчено-вареный (высший сорт)	1,32	0,068	0,026	–
Окорок телячий запеченный (высший сорт)	1,82	0,025	–	–
Ветчина вареная (высший сорт)	0,61	0,025	0,015	0,61

Т а б л и ц а В4. Расход сырья на производство 1 т изделий из субпродуктов, т

Продукция	Сырье	
	Субпродукты 1-й категории	Соль
Ветчина вареная ливерная	0,97	0,030
Ветчина субпродуктовая нежная	1,08	0,050

Т а б л и ц а В5. Расход сырья на производство 1 т изделий из мяса птицы, т

Продукция	Сырье			
	Мясо птицы	Соль	Сахар	Жир
Ветчина из мяса птицы куриная	1,11	0,025	0,003	–
Ветчина утиная вареная (высший сорт)	1,18	0,020	0,001	–
Тушки кур и цыплят вареные	1,33	0,005	–	–
Куры жареные	1,46	0,060	–	0,026
Тушки: цыплят жареные	1,39	0,060	–	0,030
уток жареные	1,43	0,060	–	–
гусей жареные	1,54	0,060	–	–
индеек жареные	1,30	0,060	–	0,026
цыплят запеченные	1,18	0,040	0,005	–
уток запеченные	1,27	0,050	–	–
Утка любительская копченая	1,54	0,025	–	–
Тушки уток копчено-вареные	1,54	0,050	–	–

Т а б л и ц а В6. Расход сырья на производство 1 т вареных колбас, т

Колбаса вареная	Сырье					
	Говядина высшего и 1-го сортов	Мозги говяжьи или свиные	Соль	Сахар	Свинина полужирная, нежирная	Шпик
Говяжья (высший сорт)	0,71	0,24	0,024	0,001	–	–
«Докторская» (высший сорт)	0,28	–	0,021	0,002	0,64	–
«Любительская» (высший сорт)	–	–	0,025	–	0,70	0,23
«Молочная» (высший сорт)	0,37	–	0,021	0,001	0,55	–
«Русская» (высший сорт)	0,46	–	0,025	0,001	0,23	0,23
«Столичная» (высший сорт)	0,16	–	0,025	0,001	0,68	0,21
«Эстонская» (высший сорт)	0,23	–	0,024	0,001	0,23	0,46
«Отдельная» (1-й сорт)	0,51	–	0,025	0,002	0,21	0,13
«Чайная» (2-й сорт)	0,57	–	0,025	0,001	0,16	0,08
«Прима» (высший сорт)	0,25	–	0,025	0,001	0,38	0,21
«Ветчинная» (1-й сорт)	0,46	–	0,025	0,001	0,46	–
«Новая» (1-й сорт)	0,53	–	0,025	0,001	0,17	0,14

Т а б л и ц а В7. Расход сырья на производство 1 т сосисок, сарделек, т

Продукция	Сырье				
	Говядина (высшего, 1-го и 2-го сортов)	Свинина жирная и полужирная	Шпик	Соль	Сахар
Сосиски (высший сорт):					
«Любительские»	0,29	0,29	0,30	0,022	0,002
«Молочные»	0,36	0,55	–	0,021	0,001
«Особые»	0,48	0,48	–	0,022	0,002
«Столичные»	0,23	0,55	0,14	0,024	0,001
Сардельки свиные (высший сорт)	–	0,81	0,06	0,025	0,002
Шпикачки (высший сорт)	0,36	0,27	0,27	0,022	0,001
Сардельки говяжьи (высший сорт)	0,74	–	0,08	0,025	0,001
Сардельки (1-й сорт)	0,47	0,34	–	0,025	0,002

Т а б л и ц а В8. Расход сырья на производство 1 т мясных хлебов, т

Мясной хлеб	Сырье				
	Говядина (высшего, 1-го и 2-го сортов)	Свинина жирная и полужир- ная	Шпик	Соль	Сахар
«Заказной» (высший сорт)	0,30	0,32	0,38	0,025	0,001
«Любительский» (высший сорт)	0,35	0,40	0,25	0,025	0,001
«Ветчинный» (1-й сорт)	0,40	0,60	–	0,025	0,002
«Говяжий» (1-й сорт)	0,68	–	0,23	0,025	0,002
«Отдельный» (1-й сорт)	0,55	0,21	0,16	0,025	0,002
«Чайный» (2-й сорт)	0,61	0,18	0,09	0,025	0,001

Т а б л и ц а В9. Расход сырья на производство 1 т ливерных колбас, т

Колбаса ливерная	Сырье							
	Говядина или свинина не- жирная	Субпродукты говяжьи	Субпродукты свинные	Щековина сви- ная или сви- ная жирная	Соль	Сахар	Крахмал или мука пшенич- ная	Жир
«Яичная» (высший сорт)	0,25	0,33	–	0,39	0,020	0,001	0,030	–
«Вареная» (1-й сорт)	–	0,50	–	0,50	0,020	0,001	–	–
«Обыкновенная» (1-й сорт)	0,59	0,10	–	0,20	0,020	0,001	–	0,20
«Обыкновенная» (2-й сорт)	–	0,85	–	–	0,024	–	0,045	–
«Обыкновенная» (3-й сорт)	–	–	0,85	–	0,025	–	0,045	–

Т а б л и ц а В10. Расход сырья на производство 1 т кровяных колбас, т

Колбаса кровяная	Сырье										
	Шпик	Субпродукты говяжьи	Субпродукты свинные	Кровь пищевая	Соль	Сахар	Мясо говяжьих голов	Мясо свиных голов	Стабилизатор белковый	Жир	Крупа ячневая или перловая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
«Варе- ная» (1-й сорт)	0,30	0,35	–	0,35	0,022	0,002	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
«Закусочная» (1-й сорт)	–	–	–	0,25	0,022	0,002	0,30	0,25	0,20	–	–
«Питательная» (1-й сорт)	–	–	–	0,57	0,020	–	–	0,57	–	–	–
«Крестьянская» (2-й сорт)	–	–	0,37	0,37	0,020	–	–	–	–	0,053	0,27
«Сырая» (1-й сорт)	–	–		0,87	0,020	–	–	–	–	0,010	–

Т а б л и ц а В11. Расход сырья на производство 1 т зельцев, мясных студней, холодцов, паштетов, т

Продукция	Сырье								
	Шпик	Субпро- дукты говьяжьи	Субпро- дукты свиные	Кровь пищевая	Соль	Сахар	Мясо свиных голов	Мясо то- варных голов	Щекови- на свиная
Зельц красный (высший сорт)	0,32	0,20	0,18	0,30	0,025	0,002	–	–	–
Зельц белый (1-й сорт)	–	0,10	–	–	0,025	0,001	0,88	–	–
Зельц новый (3-й сорт)	–	0,20	0,49	0,29	0,025	–	–	–	–
Студень мяс- ной (высший сорт)	–	0,08	0,18	–	0,025	–	0,20	0,19	–
Студень мяс- ной (1-й сорт)	–	0,13	0,28	–	0,035	–	0,05	0,05	–
Студень мяс- ной (2-й сорт)	–	0,23	0,24	–	0,038	–	–	–	–
Холодец	–	0,26	0,61	–	0,025	–	–	–	–
Паштет сто- личный (выс- ший сорт)	–	0,41	0,16	–	0,016	–	–	–	0,57
Паштет ливер- ный (1-й сорт)	–	0,42	0,25	–	0,020	0,001	0,29	–	–

Т а б л и ц а В12. Расход сырья на производство 1 т полукопченых колбас, т

Колбаса полукопченая	Сырье				
	Говядина (1-го и 2-го сорт)	Свинина полукоп- ченая и не- жирная	Шпик	Соль	Сахар
«Охотничьи» (высший сорт)	0,45	0,67	0,37	0,030	0,001
«Полтавская» (высший сорт)	0,39	0,91	–	0,030	0,001
«Таллинская» (высший сорт)	0,69	0,25	0,31	0,030	0,001
«Одесская» (1-й сорт)	0,89	0,14	0,34	0,030	0,001
«Польская» (2-й сорт)	0,94	0,21	0,25	0,030	0,001
«Прима» (высший сорт)	0,49	0,74	–	0,025	0,001

Т а б л и ц а В13. Расход сырья на производство 1 т варено-копченых колбас, т

Колбаса варено-копченая	Сырье				
	Говядина (1-го и 2-го сорт)	Свинина по- лукопченая и нежирная	Шпик	Соль	Сахар
«Деликатесная» (высший сорт)	0,66	0,57	0,41	0,030	0,002
«Московская» (высший сорт)	1,23	–	0,41	0,030	0,002
Сервелат (высший сорт)	0,41	0,41	0,82	0,030	0,002
«Любительская» (1-й сорт)	1,08	–	0,58	0,030	0,002

Т а б л и ц а В14. Расход сырья на производство 1 т сырокопченых колбас, т

Колбаса	Сырье				
	Говядина (1-го и 2-го сорт)	Свинина полу- копченая и не- жирная	Шпик	Соль	Сахар
Сырокопченая «Зернистая» (высший сорт)	0,62	–	0,75	0,035	0,002
Сырокопченая «Невская» (высший сорт)	0,17	0,92	0,58	0,035	0,002
Сырокопченая сервелат (высший сорт)	0,41	0,61	0,60	0,035	0,002
Сырокопченая «Столичная» (высший сорт)	0,57	0,57	0,49	0,035	0,002
Сырокопченая «Русская» (1-й сорт)	0,68	0,99	–	0,035	0,003
Сыровяленая «Московская» (высший сорт)	0,48	1,13	–	0,035	0,003

Приложение С

Т а б л и ц а С1. Расход сырья на производство 1 т булочных изделий, т

Продукция	Сырье						
	Мука пшеничная высшего сорта	Сахар	Дрожжи	Маргарин	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло	Молоко сухое обезжиренное
Багет «Брестский» (высший сорт)	0,744	0,030	0,026	0,022	0,011	0,001	0,007
Батон «Семейный» (высший сорт)	0,761	0,030	0,015		0,011	0,016	
Батон «Минский» (высший сорт)	0,746	0,030	0,015	0,026	0,011	0,001	
Рожок «Ильинский» (высший сорт)	0,709	0,057	0,028	0,042	0,011	0,001	0,011

Т а б л и ц а С2. Расход сырья на производство 1 т пирогов, т

Продукция	Сырье								
	Мука пшеничная высшего сорта	Сахар	Дрожжи	Маргарин	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло	Молоко сухое обезжиренное	Яйцо куриное	Мак, изюм, повидло
Пирог «Июминка» (высший сорт)	0,625	0,113	0,038	0,025	0,009	0,026	0,013	0,063	0,088
Пирог «Праздничный» (высший сорт)	0,658	0,066	0,020	0,054	0,007	0,001	–	0,021	0,105
Пироги «Слуцкие с маком»	0,576	0,178	0,017	0,040	0,007	0,001	–	0,023	0,167

Т а б л и ц а С3. Расход сырья на производство 1 т сухарных изделий, т

Продукция	Сырье							
	Мука пшеничная высшего сорта	Сахар	Дрожжи	Маргарин	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло	Яйцо куриное	Кокосовая стружка
Сухари «Праздничные» (высший сорт)	0,783	0,196	0,031	0,094	0,008	0,005	0,039	0,063
Панировочные сухари (высший сорт)	1,193	–	0,018	–	0,018	0,001	–	–

Т а б л и ц а С4. Расход сырья на производство 1 т кондитерских изделий, т

Продукция	Сырье									
	Мука пшеничная высшего сорта	Сахар	Дрожжи	Маргарин, масло крестьянское	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло	Яйцо куриное	Крахмал	Молоко сухое обезжиренное	Изюм, мед, семечки, курага, шоколадная глазурь, кокосовая стружка, молоко ступенное и т. д.
Пирожное «Суфлейно-кокосовое»	0,059	0,310	–	0,069	–	–	0,220	0,015	–	0,409
Кекс «Аматарский» (высший сорт)	0,380	0,209	–	0,179	–	–	0,180	–	0,052	0,108
Кекс «Встреча» (высший сорт)	0,370	0,200	–	0,200	–	–	0,200	–	0,050	0,001
Кекс «Смак»	0,577	0,129	0,025	0,101	0,003	0,005	0,080	–	–	0,070
Рулет «Коровка»	0,165	0,227	–	–	–	–	0,276	–	–	0,527
Рулет «Вдохновение»	0,122	0,405	–	0,124	–	–	0,282	0,030	–	0,152
Пирожное «Семечко»	0,503	0,186	–	0,279	0,002	–	0,096	–	–	0,092
Пирожное «Студенческое»	0,307	0,129	–	0,068	–	–	0,076	–	–	0,559
Пирожное «Рулетики с курагой»	0,091	0,343	–	0,066	–	–	0,284	0,023	–	0,328

Т а б л и ц а С5. Расход сырья на производство 1 т сдобных изделий, т

Продукция	Сырье									
	Мука пшеничная высшего сорта	Сахар	Дрожжи	Маргарин	Соль	Подсолнечное и рапсовое масло	Яйцо куриное	Крахмал	Шоколадная глазурь, мак	Молоко сухое обезжиренное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бантик слоенный (высший сорт)	0,562	0,069	0,030	0,207	0,006	0,001	–	–	0,047	–
Пышка с маком (высший сорт)	0,741	0,052	0,022	0,022	0,011	0,001	0,022	–	0,015	–

Окончание табл. С5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бисквит «Невеста» (высший сорт)	0,226	0,414	–	–	–	–	0,530	0,056	–	–
Каравай «Минский»	0,691	0,103	0,028	0,057	0,009	0,001	0,055	–	–	0,017
Плетенка новая (выс- ший сорт)	0,702	0,070	0,021	0,035	0,011	0,001	0,021	–	–	–
Булка «Ча- ровница» (высший сорт)	0,694	0,069	0,028	0,028	0,010	0,001	0,010	–	–	–
Булочка «Веснушки» (высший сорт)	0,714	0,071	0,021	0,064	0,007	0,001	0,021	–	–	–
Витушка «Аппетитная» (высший сорт)	0,719	0,072	0,022	0,058	0,011	0,001	0,015	–	–	–
Витушка «Днепров- ская» (выс- ший сорт)	0,717	0,072	0,022	0,057	0,011	0,001	0,043	–	–	–

Т а б л и ц а Д1. Нормативы расхода и структура кормов для дойного стада (годовые)

Средне- годовой удой, кг	Расход кормов на 1 гол., в год			На 1 ц молока, ц к. ед.	Структура кормов, %						
	ц к. ед.	ц перева- римого протеина	тыс. МДж обменной энергии		концен- траты	сено	се- наж	жмых, шрот	силос	корне- плоды	зеленые корма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3000	35,3	3,5	41,9	1,18	24	12	11	4	20	4	25
3100	36,2	3,5	42,8	1,17	24	12	11	4	20	4	25
3200	37,0	3,7	43,7	1,16	25	12	11	4	19	4	25
3300	37,8	3,7	44,6	1,14	25	12	11	4	19	4	25
3400	38,6	3,9	45,5	1,13	25	12	11	4	19	4	25
3500	39,4	4,0	46,5	1,12	26	12	11	5	18	4	24
3600	40,1	4,0	47,2	1,11	26	12	10	5	18	5	24
3700	40,9	4,1	47,9	1,10	26	12	10	5	18	5	24
3800	41,5	4,2	48,6	1,09	26	12	10	5	18	5	24
3900	42,2	4,3	49,4	1,08	26	12	10	5	18	5	24
4000	42,9	4,4	50,2	1,07	26	12	10	6	18	5	23
4100	43,8	4,5	51,5	1,07	27	12	10	6	17	5	23
4200	44,8	4,6	52,0	1,07	27	12	10	6	17	5	23
4300	45,7	4,7	52,9	1,06	27	12	10	6	17	5	23
4400	46,5	4,8	54,0	1,06	27	12	10	6	17	5	23
4500	47,3	4,9	55,0	1,05	28	12	10	6	16	5	23
4600	48,1	5,0	55,8	1,05	28	12	10	6	15	6	23
4700	48,8	5,1	56,8	1,04	28	12	10	6	15	6	23
4800	49,5	5,2	57,8	1,03	29	12	10	6	14	6	23
4900	50,3	5,3	58,9	1,03	29	12	10	6	14	6	23
5000	51,6	5,5	59,9	1,03	30	12	10	7	13	6	22

5100	52,5	5,6	60,8	1,03	30	12	10	7	13	6	22
5200	53,7	5,7	61,9	1,03	30	12	10	7	13	6	22
5300	54,8	5,9	62,3	1,03	30	12	10	7	13	6	22
5400	55,7	6,0	63,5	1,03	30	12	10	7	13	6	22
5500	56,6	6,1	65,2	1,03	31	12	10	7	13	6	21
5600	57,5	6,2	66,1	1,03	31	12	10	7	13	7	21
5700	58,3	6,4	67,1	1,02	31	12	10	7	13	7	21
5800	59,2	6,5	68,3	1,02	31	12	10	7	12	7	21
5900	60,2	6,6	69,3	1,02	31	12	10	7	12	7	21
6000	60,8	6,7	70,2	1,02	31	12	10	8	12	7	20
6100	61,0	6,7	71,3	1,00	31	12	10	8	12	7	20
6200	62,0	6,8	72,4	1,00	31	12	10	8	12	7	20
6300	63,0	7,1	73,5	1,00	31	12	10	8	12	7	20
6400	64,0	7,2	74,6	1,00	31	12	10	8	12	7	20
6500	64,4	7,2	75,7	0,99	33	12	10	8	11	7	19
6600	65,3	7,4	76,9	0,99	33	12	10	8	11	7	19
6700	66,3	7,5	78,2	0,99	33	12	10	8	11	7	19
6800	67,3	7,6	79,4	0,99	33	12	10	8	11	7	19
6900	68,3	7,8	80,7	0,99	33	12	10	8	11	7	19
7000	68,6	7,8	82,0	0,98	33	12	10	9	11	7	18
7100	68,9	7,9	83,1	0,97	33	12	10	9	11	7	18
7200	69,8	8,0	84,2	0,97	33	12	10	9	11	7	18
7300	70,8	8,1	85,3	0,97	33	12	10	9	11	7	18
7400	71,8	8,3	86,4	0,97	33	12	10	9	11	7	18
7500	72,8	8,4	87,5	0,97	33	12	10	10	11	7	17
7600	73,0	8,5	88,7	0,96	33	12	10	10	11	7	17
7700	73,9	8,6	90,0	0,96	33	12	10	10	11	7	17
7800	74,9	8,8	91,3	0,96	33	12	10	10	11	7	17

Окончание табл. D1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7900	75,8	8,9	92,5	0,96	33	12	10	10	11	7	17
8000	76,8	9,1	93,8	0,96	34	12	10	10	11	7	16
8100	77,0	9,1	85,3	0,95	34	12	10	10	10	8	16
8200	77,9	9,2	96,8	0,95	34	12	10	10	10	8	16
8300	78,9	9,4	98,2	0,95	34	12	10	10	10	8	16
8400	79,8	9,5	99,7	0,95	34	12	10	10	10	8	16
8500	80,8	9,7	101,2	0,95	35	12	10	11	9	8	15
8600	80,8	9,7	102,0	0,94	35	12	10	11	9	8	15
8700	81,8	9,8	102,8	0,94	35	12	10	11	9	8	15
8800	82,7	10,0	103,7	0,94	35	12	10	11	9	8	15
8900	83,7	10,1	104,5	0,94	35	12	10	11	9	8	15
9000	84,6	10,3	105,5	0,94	36	12	10	11	9	8	14
9100	84,6	10,3	106,3	0,93	36	12	10	11	9	8	14
9200	85,6	10,4	107,2	0,93	36	12	10	11	9	8	14
9300	86,5	10,6	108,0	0,93	36	12	10	11	9	8	14
9400	87,4	10,8	108,8	0,93	36	12	10	11	9	8	14
9500	88,4	10,9	109,7	0,93	36	12	10	12	9	8	13
9600	88,3	11,0	110,5	0,92	36	12	10	12	9	8	13
9700	89,2	11,1	111,3	0,92	36	12	10	12	9	8	13
9800	90,2	11,2	112,2	0,92	36	12	10	12	9	8	13
9900	91,1	11,3	112,9	0,92	37	12	10	12	8	8	13
10000	92,0	11,4	113,8	0,92	38	12	10	12	8	8	12

Т а б л и ц а D2. Нормативы расхода и структура кормов для ферм КРС (годовые)

Продукция выращивания на 1 гол.		Расход кормов на 1 гол, в год			На 1 ц при- рос- та, ц к.ед.	Структура кормов, %							
всего за год, кг	г/сут	ц к. ед.	ц пере- варимо- го про- теина	тыс. МДж обмен- ной энергии		кон- цен- тра- ты	сено	се- наж	со- лома	си- лос	корне- плоды и прочие сочные корма	зеле- ные корма	молоко, обрат, ЗЦМ
128	350	11,0	1,2	11,1	9,3	22	8	13	7	11	7	28	4
146	400	13,3	1,3	12,3	9,1	23	8	13	7	11	7	27	4
164	450	14,8	1,5	13,8	9,0	24	8	13	7	11	7	26	4
182	500	16,1	1,6	15,0	8,8	25	8	13	6	11	6	26	5
201	550	17,6	1,7	16,4	8,7	25	8	13	5	12	6	26	5
219	600	19,0	1,9	17,7	8,7	25	8	13	5	12	6	26	5
237	650	20,4	2,0	19,1	8,6	26	8	13	4	12	6	26	5
255	700	21,8	2,1	20,2	8,5	27	8	13	4	12	6	25	5
274	750	23,3	2,3	21,7	8,5	27	8	14	4	12	6	24	5
292	800	24,7	2,4	23,0	8,4	28	8	14	4	12	6	22	6
310	850	26,1	2,6	24,4	8,4	28	8	14	4	12	6	22	6
328	900	27,4	2,7	25,6	8,3	29	8	14	4	12	6	21	6
347	950	27,8	2,8	26,1	8,0	29	7	15	3	13	6	21	6
365	1000	28,2	2,9	26,4	7,7	30	7	15	3	13	6	20	6
383	1050	28,6	3,1	26,6	7,5	31	7	15	3	13	6	19	6
401	1100	29,2	3,2	26,8	7,3	32	7	15	3	13	6	18	6
420	1150	30,6	3,4	27,5	7,3	34	7	16	2	13	6	16	6
438	1200	31,5	3,5	28,6	7,2	36	7	16	2	13	6	14	6

Т а б л и ц а Д3. Нормативы расхода и структура кормов для свиноводческих ферм с обычной технологией производства (годовые)

Продукция выращивания на 1 гол.		Расход кормов на 1 гол. в год			На 1 ц при- роста, ц к. ед.	Структура расхода кормов, %							
всего за год, кг	г/сут	ц к. ед.	ц перева- римого протеина	тыс. МДж обменной энергии		ком- би- корм	в т. ч. зер- но- фу- раж	тра- вя- ная мука	соч- ные, все- го	в том числе		зеле- ные корма	мо- локо об- рат, ЗЦМ
88	240	4,7	0,50	5,2	5,3	72	54	3	15	3	12	5	5
95	260	5,0	0,53	5,5	5,2	72	55	3	15	3	12	5	5
106	290	5,4	0,57	5,9	5,1	79	58	3	8	2	6	5	5
124	340	6,3	0,67	6,9	5,1	79	58	3	8	2	6	5	5
135	370	6,9	0,73	7,1	5,1	79	58	3	8	2	6	5	5
146	400	7,3	0,78	7,5	5,0	79	58	3	8	2	6	5	5
164	450	8,3	0,87	9,1	5,0	79	58	3	8	2	6	5	5
182	500	9,1	0,96	10,0	5,0	79	58	3	8	2	6	5	5
201	550	9,9	1,04	10,9	4,9	79	58	3	8	2	6	5	5
Хряки		16,5	2,1	18,1	—								
Свиноматки		17,6	2,0	19,4	—								
Поросята- сосуны до 2 мес		1,74	0,18	1,86	—								

Т а б л и ц а D4. Нормативы расхода и структура кормов для свиноводческих комплексов, использующих корма собственного производства (годовые)

Продукция выращива- ния на 1 гол., кг	Расход к. ед. на 1 ц продукции	Требуется на 1 к. ед.		Структура расхода кормов, %						
		переваримого протеина, г	лизин- на, г	комби- корм	сен- ная мука	соч- ные, всего	в том числе		зеленые корма	молоко, обрат, ЗЦМ
100	5,2	104	5,5	81	3	6	1	5	5	5
110	5,1	106	5,6	81	3	6	1	5	5	5
120	5,0	108	5,7	81	3	6	1	5	5	5
130	4,9	110	5,8	87	3	4	1	3	1	5
140	4,7	112	6,0	87	3	4	1	3	1	5
150	4,6	115	6,3	93	2	0,1	—	0,1	0,1	4,8
160	4,5	115	6,5	93	1,8	0,1	—	0,1	0,1	5
170	4,5	120	6,7	99	1,0	—	—	—	—	—
180	4,4	120	6,9	99,5	0,5	—	—	—	—	—
190	4,4	120	7,1	99,7	0,3	—	—	—	—	—
200	4,3	120	7,2	100,0	0,2	—	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е. Для комплексов, работающих на государственных кормах, рекомендуется следующая структура кормов: комбикорм – 98 %, сенная мука – 2 %.

Т а б л и ц а Е1. Распределение Стьюдента (t-распределение):
 ν – число степеней свободы;
 α – уровень значимости

ν	α			ν	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,3138	12,706	63,657	18	1,7341	2,1009	2,8784
2	2,9200	4,3027	9,9248	19	1,7291	2,0930	2,8609
3	2,3534	3,1825	5,8409	20	1,7247	2,0860	2,8453
4	2,1318	2,7764	4,6041	21	1,7207	2,0796	2,8314
5	2,0150	2,5706	4,0321	22	1,7171	2,0739	0,8188
6	1,9432	2,4469	3,7074	23	1,7139	2,0687	2,8073
7	1,8946	2,3646	3,4995	24	1,7109	2,0639	2,7969
8	1,8595	2,3060	3,3554	25	1,7081	2,0595	2,7874
9	1,8331	2,2622	3,2498	26	1,7056	2,0555	2,7778
10	1,8125	2,2281	3,1693	27	1,7033	2,0518	2,7707
11	1,7959	2,2010	3,1058	28	1,7011	2,0484	2,7633
12	1,7823	2,1788	3,0545	29	1,6991	2,0452	2,7564
13	1,7709	2,1604	3,0123	30	1,6973	2,0423	2,7500
14	1,7613	2,1448	2,9768	40	1,6839	2,0211	2,7045
15	1,7530	2,1315	2,9467	60	1,6707	2,0003	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,9208	120	1,6577	1,9799	2,6174
17	1,7396	2,1098	2,8992	∞	1,6449	1,9600	2,5758

Таблица F1. Значение F_T (критерий Р. Фишера) при 5%-ном уровне значимости (вероятность 95 %)

v ₂	v ₁ – степени свободы для большей дисперсии																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	30	40	50	100	∞	
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	250	251	252	253	25	
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41	19,42	19,43	19,44	19,46	19,47	19,47	19,49	19	
3	10,13	9,55	9,28	9,19	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74	8,71	8,69	8,66	8,62	8,60	8,58	8,56	8,5	
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91	5,87	5,84	5,80	5,74	5,71	5,70	5,66	5,6	
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,50	4,46	4,44	4,40	4,3	
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,81	3,77	3,75	3,71	3,6	
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,38	3,34	3,32	3,28	3,2	
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,08	3,05	3,03	2,98	2,9	
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,93	2,86	2,82	2,80	2,76	2,7	
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,82	2,77	2,70	2,67	2,64	2,60	2,5	
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,57	2,53	2,50	2,45	2,4	
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,46	2,42	2,40	2,35	2,3	
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,38	2,34	2,32	2,26	2,2	
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53	2,48	2,44	2,39	2,31	2,27	2,24	2,19	2,1	
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,43	2,39	2,33	2,25	2,21	2,18	2,12	2,0	
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42	2,37	2,33	2,28	2,20	2,16	2,13	2,07	2,0	
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38	2,33	2,29	2,23	2,15	2,11	2,08	2,02	1,9	
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,29	2,25	2,19	2,11	2,07	2,04	1,98	1,9	
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31	2,26	2,21	2,15	2,07	2,02	2,00	1,94	1,8	
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,23	2,18	2,12	2,04	1,99	1,96	1,90	1,8	
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,50	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25	2,20	2,15	2,09	2,00	1,96	1,93	1,87	1,8	
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,26	2,23	2,18	2,13	2,07	1,98	1,93	1,91	1,84	1,7	
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,24	2,20	2,14	2,10	2,04	1,96	1,91	1,88	1,82	1,7	
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18	2,13	2,09	2,02	1,94	1,89	1,86	1,80	1,7	
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,26	2,24	2,20	2,16	2,11	2,06	2,00	1,92	1,87	1,84	1,77	1,7	
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15	2,10	2,05	1,99	1,90	1,85	1,82	1,76	1,6	
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,16	2,13	2,08	2,03	1,97	1,88	1,84	1,80	1,74	1,6	
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,06	2,02	1,96	1,87	1,81	1,78	1,72	1,6	
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,29	2,22	2,18	2,14	2,10	2,05	2,00	1,94	1,85	1,80	1,77	1,71	1,6	
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,04	1,99	1,93	1,84	1,79	1,76	1,69	1,6	
32	4,15	3,30	2,90	2,67	2,51	2,40	2,32	2,25	2,19	2,14	2,10	2,07	2,02	1,97	1,91	1,82	1,76	1,74	1,67	1,5	
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,30	2,23	2,17	2,12	2,08	2,05	2,00	1,95	1,89	1,80	1,74	1,71	1,64	1,5	
36	4,11	3,26	2,86	2,63	2,48	2,36	2,28	2,21	2,15	2,10	2,06	2,03	1,98	1,93	1,87	1,78	1,72	1,69	1,62	1,5	

v_2	v_1 – степени свободы для большей дисперсии																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	30	40	50	100	∞
38	4,10	3,25	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,05	2,02	1,96	1,92	1,85	1,76	1,71	1,60	1,5
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00	1,95	1,90	1,84	1,74	1,69	1,66	1,59	1,5
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,02	1,99	1,94	1,89	1,82	1,73	1,68	1,64	1,57	1,4
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98	1,92	1,88	1,81	1,72	1,66	1,63	1,56	1,4
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,30	2,22	2,14	2,09	2,04	2,00	1,97	1,91	1,87	1,80	1,71	1,65	1,62	1,54	1,4
48	4,04	3,19	2,80	2,56	2,41	2,30	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96	1,90	1,86	1,79	1,70	1,64	1,61	1,53	1,4
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,90	1,85	1,78	1,69	1,63	1,60	1,52	1,4
55	4,02	3,17	2,78	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,05	2,00	1,97	1,93	1,88	1,83	1,76	1,67	1,61	1,58	1,50	1,4
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,81	1,75	1,65	1,59	1,56	1,48	1,3
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,02	1,98	1,94	1,90	1,85	1,80	1,73	1,63	1,57	1,54	1,46	1,3
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,93	1,89	1,84	1,79	1,72	1,62	1,56	1,53	1,45	1,3
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,91	1,88	1,82	1,77	1,70	1,60	1,54	1,51	1,42	1,3
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85	1,79	1,75	1,68	1,57	1,51	1,48	1,39	1,2
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,95	1,90	1,86	1,83	1,77	1,72	1,65	1,55	1,49	1,45	1,36	1,2
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82	1,76	1,71	1,64	1,54	1,47	1,44	1,34	1,2
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,83	1,80	1,74	1,69	1,62	1,52	1,45	1,42	1,32	1,1
400	3,86	3,02	2,62	2,39	2,23	2,12	2,03	1,96	1,90	1,85	1,81	1,78	1,72	1,67	1,60	1,49	1,42	1,38	1,28	1,1
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76	1,70	1,65	1,58	1,47	1,41	1,36	1,26	1,0
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,64	1,88	1,83	1,79	1,75	1,69	1,64	1,57	1,46	1,40	1,35	1,25	1,0

Т а б л и ц а G1. Распределение Дарбина – Уотсона
Критические точки d_1 и d_2 при уровне значимости 0,05

n	m=1		m=2		m=3		m=4		m=5		m=6		m=7		m=8	
	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2	d_1	d_2
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,89	1,83	0,79	1,99	0,69	2,16	0,60	2,33	0,50	2,52
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96	0,73	2,12	0,64	2,29	0,55	2,46
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94	0,77	2,09	0,68	2,25	0,59	2,41
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92	0,80	2,06	0,72	2,21	0,63	2,36
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,66	1,01	1,78	0,93	1,90	0,84	2,04	0,75	2,17	0,67	2,32
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,65	1,04	1,77	0,95	1,89	0,87	2,01	0,78	2,14	0,70	2,28
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,87	0,90	1,99	0,82	2,12	0,74	2,25
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,75	1,00	1,86	0,93	1,97	0,85	2,09	0,77	2,22
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85	0,95	1,96	0,87	2,07	0,80	2,19
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84	0,98	1,94	0,90	2,05	0,83	2,16
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83	1,00	1,93	0,93	2,03	0,85	2,14
31	1,36	1,50	1,30	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83	1,02	1,92	0,95	2,02	0,88	2,12
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82	1,04	1,91	0,97	2,00	0,90	2,10
33	1,38	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81	1,06	1,90	0,99	1,99	0,93	2,09
34	1,39	1,51	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,14	1,81	1,08	1,89	1,02	1,98	0,95	2,07
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80	1,10	1,88	1,03	1,97	0,97	2,05
36	1,41	1,53	1,35	1,59	1,30	1,65	1,24	1,72	1,18	1,80	1,11	1,88	1,05	1,96	0,99	2,04
37	1,42	1,53	1,36	1,59	1,31	1,66	1,25	1,72	1,19	1,80	1,13	1,87	1,07	1,95	1,01	2,03
38	1,43	1,54	1,37	1,59	1,32	1,66	1,26	1,72	1,20	1,79	1,15	1,86	1,09	1,94	1,03	2,02
39	1,44	1,54	1,38	1,60	1,33	1,66	1,27	1,72	1,22	1,79	1,16	1,86	1,10	1,93	1,05	2,01
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79	1,18	1,85	1,12	1,92	1,06	2,00
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,34	1,72	1,29	1,78	1,24	1,84	1,19	1,90	1,14	1,96

Окончание табл. G1

n	m=1		m=2		m=3		m=4		m=5		m=6		m=7		m=8	
	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂	d ₁	d ₂
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77	1,29	1,82	1,25	1,88	1,20	1,93
55	1,53	1,60	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,37	1,77	1,33	1,81	1,29	1,86	1,25	1,91
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77	1,37	1,81	1,34	1,85	1,30	1,89
65	1,57	1,63	1,54	1,66	1,50	1,70	1,47	1,73	1,44	1,77	1,40	1,81	1,37	1,84	1,34	1,88
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,53	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77	1,43	1,80	1,40	1,84	1,37	1,87
75	1,60	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,52	1,74	1,49	1,77	1,46	1,80	1,43	1,83	1,40	1,87
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77	1,48	1,80	1,45	1,83	1,43	1,86
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,58	1,72	1,55	1,75	1,53	1,77	1,50	1,80	1,47	1,83	1,45	1,86
90	1,64	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78	1,52	1,80	1,49	1,83	1,47	1,85
95	1,65	1,69	1,62	1,71	1,60	1,73	1,58	1,76	1,56	1,78	1,54	1,80	1,51	1,83	1,49	1,85
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78	1,55	1,80	1,53	1,83	1,51	1,85
150	1,72	1,75	1,71	1,76	1,69	1,77	1,68	1,79	1,67	1,80	1,65	1,82	1,64	1,83	1,62	1,85
200	1,76	1,78	1,75	1,79	1,74	1,80	1,73	1,81	1,72	1,82	1,71	1,83	1,70	1,84	1,69	1,85

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бережная, Е. В. Методы и модели принятия управленческих решений : учеб. пособие / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 384 с.
2. Галицкий, Е. Б. Маркетинговые исследования. Теория и практика: учебник для студентов / Е. Б. Галицкий, Е. Г. Галицкая. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2015. – 570 с.
3. Иванов, П. В. Экономико-математическое моделирование в АПК : учеб. пособие / П. В. Иванов, И. В. Ткаченко. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 254 с.
4. Колеснев, В. И. Модельные программы в агропромышленном комплексе: учебно-методический комплекс / В. И. Колеснев. – Горки, 2012. [Электронный ресурс].
5. Количественные методы анализа в маркетинге / под ред. Т. П. Данько, Н. Н. Ско-робогатых. – СПб.: Питер, 2005. – 384 с.
6. Ленькова, Р. К. Моделирование и оптимизация в агропромышленном комплексе: практикум для студентов учреждений высшего образования / Р. К. Ленькова, С. П. Старовыборная. – Горки : БГСХА, 2017. – 108 с.
7. Ленькова, Р. К. Моделирование и оптимизация производственных процессов в АПК: учеб. пособие / Р. К. Ленькова, Е. В. Карачевская. – Минск : РИВШ, 2018. – 236 с.
8. Математические и инструментальные методы экономики: учеб. пособие / П. В. Акинин [и др.]. – 2-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2014. – 224 с.
9. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели : компьютерное моделирование : учеб. пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2014. – 389 с.
10. Сак, А. В. Оптимизация маркетинговых решений : учеб. пособие / А. В. Сак, В. А. Журавлев. – Минск : Изд-во Гревцова, 2010. – 304 с.
11. Фомин, Г. П. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности : учебник для бакалавров / Г. П. Фомин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2015. – 462 с.
12. Шафранская, И. В. Исследование операций. Практикум: учеб.-метод. пособие / И. В. Шафранская. – Горки : БГСХА, 2019. – 168 с.
13. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учеб. пособие / Г. О. Читая [и др.] ; под ред. Г. О. Читая, С. Ф. Миксюк. – Минск : БГЭУ, 2018. – 511 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Моделирование рецептуры выпускаемых товаров	5
Тема 2. Моделирование ассортиментной загрузки производственных мощностей ..	9
Тема 3. Моделирование распределения рекламного бюджета	14
Тема 4. Моделирование распределения работников по должностям.	16
Задача о коммивояжере	16
Тема 5. Моделирование ассортимента выпуска и обоснование каналов сбыта продукции сельскохозяйственной организации	21
Тема 6. Моделирование ассортимента выпуска и обоснование каналов сбыта товаров перерабатывающей организации	27
Тема 7. Моделирование оптимальных объемов и структуры товарооборота торговой организации.....	64
Тема 8. Комплексный анализ работы маркетинговой службы сельскохозяйственной организации с помощью экономико-математического моделирования	69
Тема 9. Моделирование основных параметров маркетинговой системы сельскохозяйственной организации	84
Тема 10. Моделирование оптимальной программы развития фермерского хозяйства	108
Тема 11. Моделирование размеров производства в перерабатывающей промышленности с помощью эконометрических моделей	124
Тема 12. Моделирование договорных поставок сельскохозяйственной продукции.....	134
Тема 13. Моделирование программы развития продуктового подкомплекса.....	137
Тема 14. Моделирование сырьевых зон перерабатывающих предприятий регионального уровня.....	146
Тема 15. Модели анализа инвестиционных проектов	152
Тема 16. Модели рынка ценных бумаг.....	160
Приложения.....	171
Библиографический список	195

У ч е б н о е и з д а н и е

Шафранская Ирина Викторовна

МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Практикум

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 03.04.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 11,62. Уч.-изд. л. 10,05.
Тираж 40 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.