

## Тема 1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 2.1. Экономико-математические модели оптимизации рецептуры выпускаемых продуктов

От номенклатуры используемого сырья в значительной степени зависит сумма всех затрат на производство одной единицы конечной продукции перерабатывающих предприятий, так как стоимость сырья (молоко, мясо) составляет более 60-70 % в себестоимости продукции. Следовательно, при выпуске новых видов продуктов питания очень важно разработать оптимальную рецептуру смеси, т.е. количество и разновидность сырья, расходуемого на единицу продукции. Снизив себестоимость смеси, можно уменьшить издержки выпускаемой продукции и в конечном итоге повысить рентабельность деятельности предприятия.

Использование таких экономико-математических задач целесообразно, в первую очередь, на крупных перерабатывающих предприятиях, где есть возможность согласовать сырьевую базу с разработкой оптимальных рецептов продуктов с минимальной их себестоимостью.

В данной экономико-математической задаче расчеты производятся на заранее заданную весовую единицу, то есть, 100 кг или 1 тонну. При этом здесь нет непосредственной связи с наличными ресурсами исходного сырья.

При этом следует учитывать следующие требования:

– коммерческие – предполагают, что решение задачи будет осуществлено на основе сырья, которое имеется на перерабатывающем предприятии или поступление которого должно быть обеспечено путем заключения договоров или соглашений;

– технические – должны обеспечить соблюдения определенных стандартов или технических условий (ТУ);

– экономические – сконцентрированы в критерии оптимальности, который представляет собой минимум стоимости (себестоимости) разрабатываемой смеси продукта.

Структурная экономико-математическая модель приведена в учебно-методическом пособии.

#### Задачи для решения.

**Задача 1.** Требуется обосновать рецептуру для колбасы высшего сорта с учетом ее минимальной себестоимости.

#### Исходная информация.

1. Колбаса должна состоять из следующих видов сырья, относящихся к группе основных компонентов: говядина, свинина, молоко сухое обезжиренное, а также включать дополнительные добавки: соль, крахмал, нитрит натрия, чеснок.

2. В соответствии с особенностями производства колбасного изделия в 100 кг продукта содержание белка предусмотрено в пределах от 11 – К до 15 %, а жира – от 23 до 31 + К. Данные исходного сырья для состава смеси приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Характеристика видов сырья для составления смеси колбасного изделия

Сырье	Содержание химических ингредиентов в расчете на 1 кг продукта, %		Стоимость 1 кг сырья, у. д. е.
	Белки	Жиры	
Говядина 1-й категории	0,18	0,17	31,9
Свинина	0,13	0,48	26,5
Молоко сухое обезжиренное	0,37	0,01	12,3 + К
Соль	–	–	1,4
Крахмал	–	–	1,5
Нитрит натрия	–	–	7,9
Чеснок	–	–	32,3

3. В расчете на 100 кг колбасного изделия необходимо иметь не более 35 кг говядины первой категории, от 36 до 45 кг свинины, не более 3,5 кг сухого обезжиренного молока. Кроме того, нужно использовать не менее 2,7 кг соли, не менее 2,3 кг крахмала, 0,007 кг нитрита натрия и 0,3 кг чеснока.

**Задача 2.** Необходимо найти оптимальную рецептуру смеси сливочного мороженого при минимальной себестоимости.

#### Исходная информация.

1. Мороженое должно состоять из следующего сырья: молоко (натуральное, сухое, сгущенное с сахаром, сухое обезжиренное с сахаром), масло сливочное, сливки (сухие, натуральные), сахар. В состав смеси входят также такие добавки, как вода, агар, ванилин.

2. В соответствии с особенностями производства мороженого в 100 кг смеси содержание жира предусмотрено в пределах от 6 до 11 %, сухих обезжиренных веществ – от 8 – К до 12, сахара – не более 15 + К, воды – не более 60 %. Данные исходного сырья для состава смеси приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Характеристика видов сырья для составления смеси мороженого

Сырье	Содержание, %				Стоимость 1 кг сырья, у. д. е.
	жира	сухих обезжиренных веществ	сахара	воды	
Молоко:					
натуральное	3,1	9	–	89,8	0,4
сухое	23	67	–	6,5	2,8
сгущенное с сахаром	8,1	21	41	29,6	2,2
сгущенное обезжиренное с сахаром	–	25	41	31	1,8
Масло сливочное	82	1	–	15	6,6 + 0,1К
Сливки:					
сухие	39	50	–	8	5,5
натуральные	21	7,1	–	72,9	2,7
Сахар	–	–	100	–	1,7
Агар	–	–	–	–	9
Ванилин	–	–	–	–	132 + К
Вода	–	–	–	100	0,002

3. Количество отдельного сырья в смеси мороженого не должно выходить за пределы, допустимые нормами их применения: молока натурального – не более  $76 - К$  %, сухого молока – от 2 до 4, молока сгущенного обезжиренного с сахаром – не более 5, сливок – не менее 4, масла сливочного – от  $3 + К$  до 9 %. Кроме того, нужно использовать независимо от структуры смеси (в расчете на 100 кг мороженого) 0,2 кг агара и 0,015 кг ванилина.

**Задача 3.** Необходимо найти оптимальную рецептуру смеси плавленного сыра при минимальной себестоимости.

**Исходная информация.**

1. В состав плавленного сыра должно входить следующее сырье: сыры крупные сычужные, творог жирный, молоко сухое обезжиренное, масло сливочное, натрий лимоннокислый, краска, вода.

2. В 100 кг смеси необходимо предусмотреть содержание сухого вещества (сомо) не менее 16 %, содержание жира – от 20 до 30, содержание воды – не более 49 %. Сырье, используемое в качестве компонентов смеси, приведено в табл. 3.

3. В смесь необходимо ввести (в расчете на 100 кг сыра) не менее  $2 + К$  кг сухого обезжиренного молока, не более 5 кг творога жирного, 0,2 кг краски и 4 кг лимоннокислого натрия.

Т а б л и ц а 3. Характеристика видов сырья для составления смеси плавленного сыра

Сырье	Содержание, %			Стоимость 1 кг сырья, у. д. е.
	сомо	жира	воды	
Сыры крупные сычужные	18	30	41	4,6 + К
Творог жирный	16	18	66	1,7 + К
Молоко сухое обезжиренное	92	–	8	2,2
Масло сливочное	1,5	81,5	16	6,0
Натрий лимоннокислый	40	–	61	36 – 0,1К
Краска	100	–	–	39
Вода	–	–	100	0,002

На основании приведенной информации необходимо:

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

## 2.2. Модель оптимизации ассортиментной загрузки производственных мощностей

Решение данной экономико-математической задачи позволяет, с одной стороны, снизить издержки производства; с другой, – удовлетворить запросы населения.

При этом обеспечивается оперативный учет изменяющейся ситуации на продуктовых рынках.

В задаче планирования ассортимента выпускаемой продукции для отдельных производств перерабатывающих заводов обычно учитываются следующие особенности:

- 1) виды и свойства сырья, используемого для промышленной переработки;
- 2) производственные мощности ведущего оборудования по выпуску определенного ассортимента продукции;
- 3) рецептура на все виды выпускаемых конечных изделий;
- 4) особенности спроса населения на различные виды продукции.

При решении данной модели применяются различные критерии оптимальности: а) максимум прибыли; б) максимум товарной продукции; в) минимум себестоимости; г) максимум рентабельности; д) максимум загрузки оборудования.

Структурная экономико-математическая модель приведена в учебно-методическом пособии.

**Задачи для решения.**

**Задача 1.** Необходимо определить оптимальную программу ассортиментного выпуска колбасных изделий с целью получения максимальной прибыли мясоперерабатывающего цеха.

**Исходная информация.**

1. Мясоперерабатывающий цех планирует выпускать четыре вида колбасных изделий: вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые.

2. Перечень и запасы сырья, его расход для производства каждого вида колбасы, прибыль от сбыта приведены в табл. 5.

3. Мощность термического участка (годовая) составляет 20000 кг колбас. Общий запас полезного времени работы такого оборудования, как шприц, составляет 650 ч. Норматив использования данного механизма в расчете на 100 кг продукта следующий: для вареных колбас – 1 ч, для остальных видов колбас – 2 ч.

Т а б л и ц а 5. Экономические показатели ассортиментной задачи по мясоперерабатывающему цеху

Ресурс	Расход сырья на 1 ц конечного продукта (колбас), кг				Количество сырья, кг
	Вареные	Полукопченые	Варено-копченые	Сырокопченые	
Говядина высшего сорта	35	–	25	98	2980
Говядина первого сорта	–	60	–	–	2100
Свинина жирная	15	–	25	–	3040
Свинина полужирная	20	34	65	–	4120
Шпик свиной	25	29	–	40	8290
Прибыль от 1 ц колбасы, у. д. е.	66 + 5К	112 – 8К	108 + 5К	152 + 4К	

4. Исходя из маркетингового исследования емкости рынка по данному продукту и анкетного опроса населения, спрос на вареную колбасу будет не ниже 500 кг, полукопченую – не ниже 1400, варено-копченую – не ниже 2000 кг. Максимальный заказ торговых организаций на полукопченую колбасу составляет не более 6000 кг, сырокопченую колбасу – не более 7350 кг.

**Задача 2.** Определить оптимальную программу ассортиментного выпуска молочных продуктов с целью получения максимальной прибыли.

**Исходная информация.**

1. Согласно бизнес-плану завода цеху цельномолочной продукции необходимо выпускать следующие виды конечных продуктов: молоко пастеризованное (жирностью 3,2; 2,5 и 1,5 %), кефир, сметану (жирностью 40 и 30 %), творог, сырковую массу и творожную массу.

2. Для производства планируемого ассортимента продуктов будет использоваться молоко, ресурсы которого составят 162 + 50К т. Расход сырья на выпуск конечной продукции, нормативные затраты времени работы основного оборудования и эффективность производства отдельных видов молочных продуктов приведены в табл. 6.

**Т а б л и ц а 6. Экономические показатели задачи по цеху  
цельномолочной продукции молочного завода**

Показатель	Расход сырья (молоко) на 1 т продукта, кг	Затраты времени работы оборудования, маш.-ч/т		Прибыль от 1 т продукта, у. д. е.
		линий по производству ЦМП	автоматов по расфасовке сметаны	
Молоко пастеризованное 3,2 %	940	0,22	–	180 – 10К
Молоко пастеризованное 2,5 %	731	0,22	–	150
Молоко пастеризованное 1,5 %	433	0,22	–	110
Кефир	1010	0,22	–	190 + 5К
Сметана 40 %	11300	–	3,33	470
Сметана 30 %	8500	–	3,33	420 + 15К
Творог	6800	–	–	710
Сырковая масса	5400	–	–	650 – 20К
Творожная масса	3700	–	–	540

3. Мощность работы технологического оборудования составляет: линий по производству цельномолочной продукции – 52 маш.-ч, автоматов по расфасовке сметаны – 39 маш.-ч.

4. Исходя из платежеспособного спроса населения необходимо производить не менее 6 т пастеризованного молока жирностью 2,5 % и не менее 2,9 т творожной массы. Поставка сметаны 40%-ной жирности не должна превышать 3,1 т.

**Задача 3.** Определить оптимальную программу ассортиментного выпуска плавленых сыров с целью получения максимальной прибыли предприятия.

**Исходная информация.**

1. Завод плавленых сыров выпускает четыре вида продукции, для производства которых используется следующее сырье: творог жирный, молоко сухое обезжиренное, масло, сыр (58 % сухого вещества, 50 % жира), сыр быстросозревающий, сыр (56 % сухого вещества, 40 % жира), сыр из обезжиренного молока.

2. Рецептúra каждого вида плавленых сыров, запасы сырья и прибыль от выпускаемых продуктов приведены в табл. 7.

**Т а б л и ц а 7. Экономические показатели ассортиментной задачи  
по заводу плавленых сыров**

Сырье	Расход сырья на 1 т плавленого сыра, кг				Ресурсы, кг
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Творог жирный	53	53	–	–	11300
Молоко сухое обезжиренное	–	19	–	–	2840
Масло	140	160	15	–	33610
Сыр (58 % сухого вещества, 50 % жира)	620	560	610	655	215800
Сыр быстросозревающий	–	–	–	207	21560
Сыр (56 % сухого вещества, 40 % жира)	–	–	150	–	7520
Сыр из обезжиренного молока	–	–	100	43	96830
Прибыль, полученная от производства 1 т продукции, у. д. е.	566 + 30К	584 + 5К	2010 – 10К	2105 – 30К	–

3. Минимальное количество производимого сыра по рецептуре № 1 составляет 45 т, согласно портфелю заказов производство сыра по рецептуре № 4 не должно превышать 90 т.

На основании приведенной информации необходимо:

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