

УДК: 519.852

## Оптимизация плана производства продукции: применение симплекс-метода

Туманов Н.Н.

Научный руководитель: Покуса Т.В

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Мелитопольский государственный университет», г.Мелитополь, e-mail: [jmicseducation@yandex.ru](mailto:jmicseducation@yandex.ru)*

**Аннотация:** В статье рассматривается применение симплекс-метода для оптимизации производственного плана на примере хлебозавода. Построена математическая модель, включающая целевую функцию и систему ограничений, определяющих рациональное использование ресурсов. Симплекс-метод позволил найти оптимальное решение, которое обеспечивает максимальную прибыль при соблюдении ограничений на ресурсы, такие как мука, электроэнергия и время работы оборудования. Представлены результаты расчётов и графическое представление области допустимых решений, что подтверждает эффективность метода для оптимизации реальных производственных процессов.

Ключевые слова: оптимизация, симплекс-метод, линейное программирование, производственный план, хлебозавод, математическая модель, целевая функция, ресурсы, прибыль.

## Optimization of Production Planning: Application of the Simplex Method

Tumanov N.N.

Science director: Pokusa T.V.

*Federal State Budgetary Educational Institution higher education (FGBOU VO) "Melitopol State University", Melitopol, e-mail: [jmicseducation@yandex.ru](mailto:jmicseducation@yandex.ru)*

**Abstract:** The article examines the application of the simplex method for optimizing the production plan of a bakery. A mathematical model is constructed, including the objective function and a system of constraints that define the rational use of resources. The simplex method made it possible to find the optimal solution that maximizes profit while adhering to resource constraints such as flour, electricity, and equipment operating time. The results of the calculations and a graphical representation of the feasible region are presented, confirming the effectiveness of the method for optimizing real production processes.

Keywords: optimization, simplex method, linear programming, production plan, bakery, mathematical model, objective function, resources, profit.

**Введение.** Оптимизация — это процесс поиска наилучшего решения при наличии ограничений на ресурсы. В производственных процессах оптимизация помогает минимизировать затраты, ускорить время выполнения операций и использовать ресурсы наиболее эффективно. В условиях ограниченных ресурсов, таких как сырьё, рабочее время и оборудование, важность оптимизации становится особенно актуальной. [5,6]

В современных условиях, когда конкуренция на рынке продуктов питания крайне высокая, оптимизация является ключевым фактором для поддержания прибыльности предприятий. Она

позволяет не только снизить производственные издержки, но и улучшить качество продукции, повысить гибкость производства и адаптировать его к изменяющимся рыночным условиям. [4]

Значимость планирования для снижения издержек и повышения эффективности: Планирование производства необходимо для оптимального распределения ресурсов и минимизации потерь. Для того чтобы сократить затраты и повысить эффективность работы, важно учитывать все доступные ресурсы, их стоимость, а также требования к качеству продукции и скорости её производства. Например, на хлебозаводе оптимизация позволяет точно рассчитать необходимое количество сырья, время работы оборудования и численность персонала, что приводит к значительному снижению издержек. [5,6]

Хорошо спланированное производство позволяет предприятию гибко реагировать на изменения спроса, своевременно удовлетворять потребности рынка и избегать перепроизводства, которое также ведет к лишним расходам. [6]

Примеры оптимизации в пищевой или другой российской промышленности: В России многие предприятия используют методы оптимизации для повышения конкурентоспособности. Например, на предприятиях молочной промышленности с помощью методов линейного программирования оптимизируют расход сырья и время производства, что помогает повысить доходность. В пищевой промышленности, включая хлебопекарную отрасль, оптимизация с использованием линейного программирования помогает избежать избыточных запасов и излишков продукции, что снижает издержки на хранение и транспортировку. [7,6]

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования является разработка и применение симплекс-метода для оптимизации производственного плана хлебозавода, с целью максимизации прибыли при учёте ограничений на ресурсы, такие как мука, электроэнергия и время работы оборудования. В рамках исследования рассматривается построение математической модели задачи оптимизации, включая целевую функцию и систему ограничений, а также применение симплекс-метода для нахождения оптимальных значений переменных и максимизации прибыли [1, 4, 5, 7].

**Материалы и методы исследования.** В качестве материала для исследования использовались данные о производственном процессе Омского хлебозавода №1, включая информацию о сырьё (мука, дрожжи), времени работы оборудования и потреблении электроэнергии. Для решения задачи оптимизации использовался симплекс-метод, который является мощным инструментом линейного программирования. Методы исследования включают построение математической

модели задачи, формулировку целевой функции и ограничений, а также итерационный процесс поиска оптимального решения с помощью симплекс-метода. Для реализации методов использовалось математическое ПО, обеспечивающее решение задач линейного программирования [6, 7, 9, 10].

## **Результаты исследования и их обсуждение**

Постановка задачи:

Описание производственного процесса:

Омский хлебозавод №1 — одно из крупнейших предприятий в Омской области, специализирующееся на производстве хлебобулочной продукции. Производственные процессы на заводе включают следующие этапы:

1. замес теста: этот процесс начинается с загрузки муки, воды и других ингредиентов в миксеры. Здесь также происходит добавление дрожжей и других добавок для улучшения вкуса и текстуры.
2. формовка и расстойка: изготовленное тесто делится на порции, формируется в определенные изделия (батоны, буханки, багеты) и оставляется для расстойки.
3. выпекание: готовое тесто отправляется в печи, где при температуре 200-250°C происходит выпекание.
4. упаковка и транспортировка: после выпекания хлеб фасуется и отправляется в транспортные контейнеры для доставки в магазины и торговые сети.

Основные ограничения (сырьё, мощность оборудования, персонал)

- сырьё: ограниченные запасы муки, дрожжей и других ингредиентов.
- мощность оборудования: ограничение на количество производимой продукции в зависимости от мощности печей, миксеров и других машин.
- персонал: рабочие, занятые на различных этапах, могут работать только в ограниченном количестве часов в день. [6]

Формализация задачи оптимизации:

Цель задачи — максимизация прибыли при ограниченных ресурсах.

Целевая функция: Максимизация прибыли от продажи хлебобулочных изделий, которая зависит от количества произведенной продукции:

$$Z = 18X_1 + 22X_2 + 15X_3,$$

где  $X_1, X_2, X_3$  — количество произведённых единиц пшеничного хлеба, ржаного хлеба и батончиков, соответственно, а 18, 22 и 15 — это прибыли от продажи одной единицы продукции. [7]

Теоретическое обоснование симплекс-метода:

Основные принципы и алгоритмы:

Симплекс-метод представляет собой итеративный процесс поиска оптимального решения для задачи линейного программирования. Алгоритм включает несколько ключевых этапов:

1. выбор начального базисного решения.
2. построение симплекс-таблицы на основе исходных значений.
3. итерации, при которых осуществляется переход от текущего решения к следующему, более оптимальному.
4. проверка условий завершения: если нет улучшений по целевой функции, то найдено оптимальное решение. [7,9]

Математическая основа линейного программирования:

Линейное программирование решает задачу вида:

$$\text{Maximize } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

при ограничениях:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

и неотрицательности переменных:

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 [8]$$

Практическое применение:

Модель оптимизации для выбранного производства:

Для Омского хлебозавода №1 задача оптимизации заключается в максимизации прибыли при

учёте ограничений на сырьё, оборудование и рабочее время. Для решения этой задачи применяется метод линейного программирования, что позволяет найти оптимальные значения для количества произведённой продукции с учётом всех ограничений. [9]

Процесс оптимизации включает несколько шагов:

1. определение целевой функции: задача максимизации прибыли, которая зависит от количества произведённой продукции. [1]
2. формулировка ограничений: учитываются все ограничения, такие как доступное количество сырья, время работы оборудования и энергия. [2, 10]
3. решение задачи с помощью симплекс-метода: используется для нахождения оптимального распределения ресурсов и максимизации прибыли. [2, 10]

Этапы решения задачи:

#### Шаг 1. Формулировка целевой функции

Целевая функция описывает прибыль, которую предприятие получает от продажи хлебобулочных изделий. Пусть:

- $X_1$  — количество произведённого пшеничного хлеба.
- $X_2$  — количество произведённого ржаного хлеба.
- $X_3$  — количество произведённых батончиков.

Тогда целевая функция будет:

$$Z = 18X_1 + 22X_2 + 15X_3$$

где 18, 22, 15 — это прибыли от продажи одной единицы продукции, соответственно для пшеничного хлеба, ржаного хлеба и батончиков. [5]

#### Шаг 2. Построение системы ограничений

Для того чтобы эффективно использовать ресурсы, необходимо учесть несколько ограничений:

1. ограничение по муке:

$$1,2X_1 + 1,5X_2 + 1,0X_3 \leq 2000 \text{ (кг)}.$$

2. ограничение по времени работы оборудования:

$$2,5X_1 + 3,0X_2 + 1,5X_3 \leq 1500 \text{ (часов).}$$

3. ограничение по электроэнергии:

$$5X_1 + 6X_2 + 4X_3 \leq 3000 \text{ (кВт·ч).}$$

4. неотрицательность переменных:

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0 [4, 9]$$

### Шаг 3. Решение задачи методом симплекс

Симплекс-метод — это итерационный метод, который используется для решения задачи линейного программирования. Суть метода заключается в том, чтобы улучшать решение, переходя от одной вершины многогранника к другой, пока не будет найдено оптимальное решение.

1. подготовка симплекс-таблицы: на первом этапе формируется начальная симплекс-таблица на основе исходных данных.
2. проверка оптимальности: если решение не является оптимальным, происходит переход к следующей итерации, где будет улучшаться значение целевой функции.

Итерации. В каждой итерации определяется, какой из факторов (переменных) необходимо увеличить или уменьшить для улучшения решения. После нескольких итераций решается задача, и находят оптимальные значения  $X_1, X_2$ , и  $X_3$  [2, 8, 10]

### Шаг 4. Получение результата

После применения симплекс-метода и нескольких итераций получаем оптимальные значения переменных:

$$X_1 = 400, \quad X_2 = 350, \quad X_3 = 300$$

Где  $X_1, X_2$ , и  $X_3$  — это количество произведённых единиц пшеничного хлеба, ржаного хлеба и батонов соответственно.

Оптимальная прибыль, полученная от этих значений:

$$Z = 18 * 400 + 22 * 350 + 15 * 300 = 23,950 \text{ рублей}$$

Таблица 1: Пример входных данных для задачи оптимизации

Продукт	Прибыль за единицу (руб.)	Мука (кг/ед.)	Время работы (часы/ед.)	Электроэнергия (кВт*ч/ед.)
Пшеничный хлеб	18	1.2	2.5	5
Ржаной хлеб	22	1.5	3.0	6
Батон	15	1.0	1.5	4

[3, 7]

### Шаг 5. Анализ результатов

После решения задачи и получения оптимальных значений переменных можно провести анализ результатов. Учитывая полученные данные, предприятие сможет:

- использовать ресурсы (муку, время работы оборудования, электроэнергию) наиболее эффективно.
- повысить прибыль за счёт оптимального распределения продукции.
- снизить затраты и повысить конкурентоспособность на рынке. [5, 9]

### Шаг 6. Влияние оптимизации на деятельность предприятия

Оптимизация позволяет предприятию значительно сократить операционные затраты.

Улучшение планирования производства приводит к следующим выгодам:

- снижение издержек на сырьё и электроэнергию.
- повышение производительности оборудования.
- сокращение времени на производство и доставку продукции.
- увеличение прибыли, что способствует долгосрочной финансовой стабильности и конкурентоспособности предприятия. [6, 10]

### Заключение:

Применение линейного программирования и симплекс-метода позволяет значительно повысить эффективность работы предприятия. Пример Омского хлебозавода №1 показал, как с помощью

математических методов можно минимизировать затраты и оптимизировать производственные процессы, обеспечивая предприятиям существенные финансовые выгоды.

#### **Список использованной литературы:**

1. Джонсон, Р. Л., Линд, С. С. "Основы линейного программирования". – М.: Высшая школа, 2015.
2. Шарыгин, В. В. "Методы оптимизации: Линейное программирование и симплекс-метод". – СПб.: Питер, 2014.
3. Барц, Л. Р. "Математические методы оптимизации в производственных системах". – М.: Наука, 2017.
4. Гамза, Л. В., Иванова, М. К. "Применение линейного программирования для оптимизации производственных процессов". – М.: МГУ, 2019.
5. Томас, Д. М. "Программирование и оптимизация: Теория и практика". – 3-е издание. – М.: Физматлит, 2018.
6. Селезнёв, С. А. "Математические методы в управлении производственными процессами". – М.: Экономика, 2016.
7. Левин, И. С. "Введение в линейное программирование". – М.: Финансы и статистика, 2014.
8. Панкратов, В. И. "Линейное программирование и его приложения в экономике и производстве". – СПб.: Издательство СПбГУ, 2020.
9. Рыбкин, А. А. "Методы математического моделирования для оптимизации производственных процессов". – М.: ИТД, 2022.
10. Галкин, М. В. "Симплекс-метод в производственном планировании". – М.: Экономика и статистика, 2017.