

Ивченко Л.А. , к.ф.-м.н.

(Донецкий институт туристического бизнеса),

Симакова О.А. , к.т.н.

*(Донецкий государственный университет экономики и торговли
им. М.И. Туган-Барановского)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИТАНИЯ В ТУРИЗМЕ

Пропонується один з варіантів використання інформаційних технологій на підприємствах харчування системи туристичного бізнесу. Засобами лінійного програмування вирішується оптимізаційна задача складання раціону з певним вмістом харчових речовин.

Предлагается один из вариантов использования информационных технологий на предприятиях питания системы туристического бизнеса. Методами линейного программирования решается оптимизационная задача составления рациона с определенным содержанием пищевых веществ.

One of the options of use of information technologies at the enterprises of catering system of tourism business is proposed. Using the methods of line programming an optimization task of menu formation with a certain composition of alimentations substances is being solved.

Индустрия питания является одной из важнейших отраслей туристического бизнеса. Обеспечение полноценного, своевременного и максимально соответствующего любым требованиям потребителя питания – сложная и многоплановая задача. Разнообразие видов туризма и составов туристических групп требует дифференцированного подхода к организации питания. Высокий уровень сервиса как раз и определяется его способностью к удовлетворению индивидуальных потребностей каждого туриста.

Научной основой организации рационального, или, другими словами, оптимального, питания являются общие физиолого-гигиенические требования к пищевому рациону, режиму питания и условиям приема пищи

[1; 2, с. 7]. При этом основой для организации рационального питания является определение суточных энергетических затрат организма, которые зависят от пола, возраста, рода занятий, состояния здоровья человека и других факторов. Суммарные энергетические затраты находятся в прямой зависимости от характера туристической поездки (пешеходная экскурсия, морские купания, водный туризм и др.), т.е. от уровня двигательной активности, продолжительности путешествия, условий внешней среды, тренированности туриста и т.д. Кроме того, следует учитывать индивидуальные потребности и задачи человека, отправляющегося в путешествие. Например, сбросить лишний вес, очистить организм, не употреблять животную пищу, освоить национальную кухню и множество других вариантов. В связи с этим многие рестораны, работающие в туристической отрасли, особое значение придают традициям одной или нескольких национальных кухонь, предлагают специальные программы питания, организуют диетические столы. Программы оздоровительного питания предусматривают составление индивидуальных меню с контролем калорийности и содержания определенного уровня пищевых веществ. И наконец, на содержание меню и стоимость питания огромное влияние оказывает фактор сезонности [3, с. 82; 4, с. 45, 76].

Существует множество таблиц среднего расхода энергии при различных видах деятельности, по которым можно определить суточные энергетические затраты [2, с. 25]. На основании полученной величины средних энергозатрат можно рассчитать суточную потребность в основных пищевых и биологически активных веществах (белках, жирах, углеводах, витаминах, минеральных веществах). Определены нормы потребления основных пищевых веществ населением Украины в зависимости от пола, возраста и физической активности [2, с. 136-147]. Кроме того, разработаны и продолжают разрабатываться лечебно-профилактические и лечебные рационы питания.

В любом случае составление наиболее оптимального рациона питания

– задача достаточно сложная, зачастую имеющая несколько вариантов решения. Дополнительные трудности в решении такого рода задач связаны с необходимостью учета стоимости питания, которая может входить, не входить или входить частично в стоимость путевки. Кроме того, питание неорганизованных туристов не оплачивается заранее и не может быть спланировано.

Таким образом, возникает проблема быстрого составления меню, сбалансированного по энергозатратам и основным пищевым веществам с заданной стоимостью. В данной статье предлагается такого рода задачи рассматривать как оптимизационные и решать их методами линейного программирования с использованием ПК [5, с. 7, 57; 6, с. 38].

Использование ПК, Internet и информационных технологий в самом широком смысле этого понятия является необходимым условием нормального функционирования и развития туристического и, в частности, ресторанного бизнеса. На мировом рынке информационных технологий предлагается достаточное количество программ, обеспечивающих автоматизацию гостиничного и ресторанного хозяйства [7, с. 113-135]. Автоматизация хотя бы одного из рабочих мест технологической цепочки значительно упрощает и ускоряет работу предприятия питания. Подавляющее большинство объектов туристического комплекса Украины до настоящего времени имеют крайне низкий уровень автоматизации. Наиболее распространенной на украинском рынке является система R-Keeper (Киев, Днепропетровск, Донецк, Одесса, Симферополь, Ялта), которая позволяет автоматизировать процесс заказа и его передачи на кухню, ускорить работу барменов и официантов, контролировать ситуацию в зале и т.д.

Использование ПК менеджером предприятия питания обеспечит практически мгновенное решение задачи составления рациона с заданным содержанием пищевых веществ и определенной энергоемкостью пищи при минимальной стоимости. При этом условие задачи можно легко изменить в зависимости от того, какая проблема должна быть решена путем составления

определенного рациона. Такими проблемами, появляющимися по инициативе потребителя, могут быть:

ограничение в рационе каких-либо пищевых веществ (белки, жиры, углеводы);

увеличение или уменьшение по сравнению с нормой калорийности питания;

обеспечение максимально возможного поступления в организм человека витаминов или минералов;

организация диетического питания, соответствующего какому-либо заболеванию.

Предприятие, предоставляющее услуги питания, может вносить изменения по своей инициативе, а не по желанию клиента. Это может быть связано с:

изменениями ассортимента продуктов, имеющихся на складе;

увеличением или уменьшением цены на отдельные виды продуктов питания;

сезонными изменениями и т.д.

В общем случае задачу о пищевом рационе можно сформулировать следующим образом. Предположим, имеется несколько видов продуктов питания: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$. Стоимость каждой единицы продуктов (например 1 кг) известна: $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$. Из этих продуктов нужно составить дневной рацион с содержанием белков не менее b_1 единиц, жиров не более b_2 единиц и углеводов не более b_3 единиц. Содержание белков, жиров и углеводов в единице каждого вида продуктов известно [8, с. 28-51]. Например, в единице продукта P_1 содержится a_{11} единиц белка, a_{12} единиц жиров и a_{13} единиц углеводов. Или, если предполагается составление рациона, сбалансированного по содержанию витаминов, тогда $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1m}$ – количество различных витаминов, содержащихся в продукте P_1 . Эти же коэффициенты могут обозначать содержание различных минеральных веществ в единице продукта P_1 . Аналогично записываются коэффициенты

для продуктов P_2, P_3, \dots, P_n . Условие ограничения калорийности рациона также может быть выполнено, если коэффициенты a_{ij} будут обозначать энергетическую ценность единицы продукта.

Обозначим через $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ количество продуктов питания $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, приобретаемых ежедневно для составления рациона с заданными характеристиками. Потребуем, чтобы суммарная стоимость S закупленных продуктов была минимальной: $S = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$. В минимизации затрат на питание часто бывают заинтересованы как потребители туристических услуг (дети, студенты, малообеспеченные слои населения), так и предприятия туристической отрасли (снижение стоимости путевки, перераспределение средств). Математическая модель задачи выглядит следующим образом: определить такие неотрицательные значения $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, при которых целевая функция достигает минимума

$$S = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min$$

и выполняются ограничения

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + a_{31}x_3 + \dots + a_{n1}x_n \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_3 + \dots + a_{n2}x_n \geq b_2 \\ a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{n3}x_n \geq b_3 \\ \text{-----} \\ a_{1m}x_1 + a_{2m}x_2 + a_{3m}x_3 + \dots + a_{nm}x_n \geq b_m. \end{array} \right.$$

Как было отмечено выше, знаки ограничений могут быть “ \geq ”, “ \leq ”, “ $=$ ” в зависимости от конкретной задачи. В систему ограничений могут быть включены дополнительные условия обязательного наличия в рационе того или иного продукта.

В табл. 1 приведены средние суточные нормы потребления пищевых веществ и энергии для студентов (девушки) [2, с. 78].

Таблица 1

Суточные нормы потребления пищевых веществ
и энергии для студентов (девушки)

Энергия (ккал)	2430	Аскорбиновая кислота	60	Кальций (Са, мг)	730
----------------	------	----------------------	----	------------------	-----

		(С, мг)			
Белки (г)	66,8	Тиамин (В ₁ , мг)	1,5	Магний (Mg, мг)	485
Жиры (г)	67,5	Рибофлавин (В ₂ , мг)	1,9	Фосфор (Р, мг)	1093
Углеводы (г)	389	Никотиновая кислота (РР, мг)	15,8	Железо (Fe, мг)	19,5

На основании данных таблицы получим некоторые варианты решения задачи составления наиболее оптимального рациона питания с заданными характеристиками. Предположим, в суточный рацион предлагается включать привычные продукты питания: ржаной хлеб (x_1), картофель (x_2), овощи (x_3), говядину (x_4), рыбу треску (x_5), творог (x_6), фрукты (x_7), пшеничную крупу (x_8).

В табл.2 приведены энергетическая ценность и среднее содержание белков, жиров и углеводов в 1кг перечисленных продуктов.

Таблица 2

Количество пищевых веществ и энергетическая ценность некоторых продуктов питания

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Белки (г)	65	24	20	120	130	160	7	46
Жиры (г)	10	4	40	100	6	90	0	11
Углеводы (г)	400	115	100	50	0	13	100	260
Энергия (ккал)	1900	600	700	2600	1000	1560	500	1350

Зная средние цены на перечисленные продукты (в грн.), можно сформулировать один из вариантов математической постановки задачи линейного программирования

$$S = 1,5x_1 + 2,5x_2 + 3x_3 + 25x_4 + 15x_5 + 15x_6 + 5x_7 + 2x_8 \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\left\{ \begin{array}{l} 65x_1 + 24x_2 + 20x_3 + 120x_4 + 130x_5 + 160x_6 + 7x_7 + 46x_8 \geq 66,8 \\ 10x_1 + 4x_2 + 40x_3 + 100x_4 + 6x_5 + 90x_6 + 0x_7 + 11x_8 \leq 67,5 \\ 400x_1 + 115x_2 + 100x_3 + 50x_4 + 0x_5 + 13x_6 + 100x_7 + 260x_8 \leq 389 \end{array} \right.$$

$$1900x_1 + 600x_2 + 700x_3 + 2600x_4 + 1000x_5 + 1560x_6 + 500x_7 + 1350x_8 = 2430.$$

Решение такого варианта задачи будет следующим:

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = x_7 = 0;$$

$$x_6 \cong 0,27; x_8 \cong 1,48;$$

$$b_1 = 112,16; b_2 = 41,04; b_3 = 389; b_4 = 2430;$$

$$S = 7,09.$$

Другими словами, энергетические потребности могут быть полностью удовлетворены при употреблении в пищу в течение дня примерно 300г творога и 1,5кг пшеничной крупы. При этом содержание белков окажется почти в 2 раза выше нормы, количество жиров занижено почти на треть, а количество углеводов соответствует норме. Стоимость такого питания окажется равной 7 грн. 9 коп. Если же к четырем исходным ограничениям добавить условие, что все перечисленные продукты должны присутствовать в рационе, получим новое, более приемлемое, решение задачи

$$x_1 = 0,3; x_2 = 0,2; x_3 = 0,5; x_4 = x_5 = x_6 = 0,2; x_7 = 0,5; x_8 = 0,08;$$

$$S = 16,11;$$

$$b_1 = 123,48; b_2 = 63,88; b_3 = 276,4; b_4 = 2430.$$

В этом варианте решения в рацион включены все из перечисленных вначале продуктов, в два раза превышена норма употребления белка, практически удовлетворены потребности в жирах, почти на 30% занижена норма употребления углеводов и полностью удовлетворены энергетические потребности.

Таким же способом решается задача составления рациона, максимально обогащенного определенными витаминами или минералами. В этом случае в качестве переменных выбираются продукты, содержащие максимальное количество витаминов или минеральных веществ. Для составления рациона с заданным содержанием кальция, магния, фосфора и железа была составлена оптимизационная задача с ограничениями в виде двойных неравенств. В качестве нижней границы указывались данные табл.1, а верхние границы интервалов превышались по сравнению с нормой на треть.

В табл. 3 перечислены продукты, предлагаемые для включения в рацион, и показано содержание минеральных веществ (мг) в 1 кг каждого продукта.

Таблица 3

Содержание минеральных веществ в продуктах: курага (x_1), изюм (x_2), чернослив (x_3), ржаной хлеб (x_4), гречневая крупа (x_5), овсяная крупа (x_6), яйца куриные (x_7 , 1 яйцо-50г), шпинат (x_8)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ca	1600	800	800	380	560	750	500	810
Mg	1050	420	260	490	1140	1350	120	570
P	1460	1290	830	1560	2940	3270	2140	830
Fe	118	30	30	26	18	43	25	30

В качестве одного из многочисленных вариантов решений предлагается следующий: включить в рацион курагу (около 50г), изюм (около 400г), чернослив (100г), гречневую крупу (200г), 1 яйцо и около 100г шпината. Стоимость такого рациона составит примерно 10 грн.

Таким образом, при использовании методов математического программирования составление рациона питания с заданными параметрами становится простой и практически мгновенно решаемой задачей. Любой менеджер предприятия питания, имея шаблон предлагаемой задачи, сможет вносить изменения, соответствующие запросам клиента или ситуации на предприятии, и быстро получать нужное решение. Естественно, проблемы, решаемые таким способом, могут быть разными в зависимости от профиля предприятия питания и контингента отдыхающих. Однако универсальность и простота метода позволят использовать его в самых разнообразных ситуациях.

Литература

1. **Физиология** питания: Учебник / Павлоцкая Л.Ф. и др. – М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.

2. **Нелепа А.Е., Ванханен В.Д.** Физиолого-гигиенические основы организации рационального питания различных групп населения: Учебное пособие. – Донецк: Донецкий госуд. ун-т экономики и торговли им.

М. Туган-Барановского, 2004. – 151 с.

3. **Дядечко Л.П.** Экономика предприятий туристического бизнеса: Конспект лекций. – Донецк: Донецкий ин-т туристического бизнеса, 2003. – 173 с.

4. **Аветисова А.О., Сорока С.В.** Підприємства харчування в системі туризму: Монографія. – Донецьк: Донецький державний ун-т економіки та торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2002. – 165 с.

5. **Волошин Г.Я.** Методы оптимизации в экономике: Учебное пособие. – М.: Дело и Сервис, 2004. – 320 с.

6. **Ивченко Л.А.** Методические указания к решению задач по дисциплине «Математическое программирование». – Донецк: Донецкий ин-т туристического бизнеса, 2005. – 67 с.

7. **Семичастный И.Л.** Информационные системы управления в туризме: Конспект лекций. – Ч. 2. – Донецк: Донецкий ин-т туристического бизнеса, 2000. – 150 с.

8. **Нелепа А.Е., Симакова О.А.** Таблицы химического состава пищевых продуктов, готовых блюд и кулинарных изделий. – Донецк: Донецкий госуд. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2003. – 57 с.