

К РАЗРАБОТКЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПИТАНИЯ

Фудько Александра Александровна (a.fudko@mail.ru)

Шергин Владимир Владимирович

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В статье рассматриваются проблемы взаимного влияния здоровья населения и экономики России, нарушения структуры питания граждан, оценивается реальная структура питания и ее близость к «идеалу». На основе анализа статистических данных и динамики продуктовой корзины предлагается подход к построению моделей спроса и предложения на продукты. Особое внимание уделено спросу на жиросодержащие продукты. Отмечена существенная роль государства в решении проблемы сбалансированности питания граждан.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, структура питания населения, функциональные («здоровые») продукты, жирнокислотный состав, спрос, спрос на жиросодержащие продукты, «идеальный» спрос.

Структура питания населения непосредственно влияет на его здоровье, что является одним из серьезных воздействий на экономику страны в целом, поэтому исследования различных аспектов проявления дисбаланса в питании достаточно актуальны. В предыдущих работах авторов обсуждались вопросы, связанные с изучением структуры питания и баланса компонент, а также возможности прогнозирования этой структуры и приведения ее к оптимуму [1].

Данная проблема имеет различные последствия и важна по многим причинам, хотя и недооценивается на фоне таких проблем, как, например, курение или злоупотребление алкоголем (возможно потому, что мы не можем наблюдать сиюминутных негативных последствий нарушения питания). Оптимизация структуры вообще возможна по разным компонентам (белки, жиры, углеводы). Мы рассматриваем частную проблему - дисбаланс жирных кислот, однако не исключаем возможность обобщения. Целью данной работы является изучение возможности построения экономико-математической модели, реализация которой позволит анализировать и прогнозировать изменение структуры потребления под влиянием различных факторов, влияющих на потребительский спрос.

Здоровье граждан является одной из наиболее важных составляющих национального богатства. На решение задач охраны и укрепления здоровья населения расходуется часть ВВП, и при этом само здоровье является особым экономическим ресурсом, который во многом определяет эффективность социально-экономического развития, поэтому поддержание здоровья населения является проблемой государственного управления в том числе.

Здоровье населения и экономика тесно связаны друг с другом: здоровье является критерием качества народонаселения, определяет способность к воспроизводству трудового потенциала, трудовых ресурсов, а уровень экономического развития, благосостояния отражаются на состоянии здоровья. Так, например, со-

путствующее развитию экономики загрязнение окружающей среды негативно сказывается на здоровье населения; важную роль играют и рассматриваемые в данной статье проблемы структуры питания. Такие же факторы здоровья, как старение населения, распространение заболеваний, наступлений инвалидности, наносят ущерб производительным силам общества, сказываются на экономическом развитии страны.

Некоторые стороны этого двуединого процесса обсуждаются в данной статье.

По мнению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), с улучшением здоровья связаны такие факторы, способствующие экономическому росту, как снижение потерь производства в связи с болезнью и преждевременной смертью работников и высвобождение ресурсов, которые пришлось бы истратить на лечение заболеваний [2].

На современном этапе развития мировой экономики вложения в человеческий фактор объективно рассматриваются в качестве приоритетного направления инвестирования в целях обеспечения поступательного, устойчивого развития экономики. Инвестиции в человека способствуют увеличению так называемого человеческого капитала, на долю которого, по данным Всемирного банка, приходится 64 % мирового богатства, а инвестиции в здоровье – одна из основных частей этих общих инвестиций [2].

Проблемы, порождаемые неправильным образом жизни населения, влияют на человеческий капитал страны, как с количественной, так и с качественной стороны.

Количественный аспект проявляется в изменении числа «носителей» человеческого капитала и в настоящее время связан с продолжающейся в России естественной убылью населения, вызванной, в первую очередь, высокой смертностью граждан трудоспособного возраста (главным образом, мужчин) от болезней системы кровообращения и внешних причин,

чему в значительной мере способствует нездоровый образ жизни россиян.

Качественный аспект связан с психоэмоциональным состоянием самого населения, т.е. с подверженностью воздействию вредных для здоровья условий (табакокурение, чрезмерное потребление алкогольных напитков, неправильное питание и пр.). Астенизированное население, в силу своего функционального состояния, не может в полной мере реализовать свой трудовой потенциал, а значит, не может получить достойный доход и, следовательно, не может выйти из этого состояния. Все это существенно сдерживает прирост человеческого капитала в стране.

Установлено, что в РФ около 75% смертности населения определяется традиционными факторами риска, к которым относятся: артериальная гипертония (величина вклада до 35,5%), повышенный уровень холестерина в крови (23,0%), курение (17,1%), нерациональное (нездоровое) питание (12,9%), низкий уровень физической активности (9,0%), ожирение (12,5%), чрезмерное употребление алкоголя (11,9%).

Распространенность основных факторов риска в РФ достаточно высока: курят 59,8% взрослых мужчин и 9,1% женщин, имеют артериальную гипертонию 39,9% и 41,1%, гиперхолестеринемия 56,9% и 55,0%, ожирение 11,8% и 26,5%, соответственно [3-5].

По данным ВОЗ, в 2011 г. в России потеря национального дохода, связанная с сердечно-сосудистыми и онкологическими заболеваниями составила 11 млрд. долл. [3].

Как видно из приведенных данных, нерациональное питание и как следствие ожирение занимают среди этих факторов существенные позиции.

Простейший анализ статистических данных показывает, что структура потребления россиянами основных пищевых продуктов не соответствует рекомендуемым нормам [6, 7]. Нерациональное питание сегодня признано причиной ряда тяжелых заболеваний, в конечном итоге порождающих, как отмечено, социальные и экономические проблемы. Поэтому вопрос раз-

работки конкретных мер, обеспечивающих возможность и стимулирующих переход к здоровому питанию (повышение качества и оптимизация структуры, сбалансированности рациона питания) является актуальным. Следует отметить, что в последние годы в нашей стране наблюдаются положительные тенденции в области здорового образа жизни, и, в частности, питания. Всё большее число россиян ведет активный образ жизни и выбирает продукты питания, обладающие полезными свойствами.

Возможным решением проблемы улучшения структуры питания является создание пищевых продуктов с регулируемым составом [8, 9]. Несомненно, большое значение для решения этой проблемы имеет наличие объективных методик построения оценок реальной структуры питания и ее близости к научно-обоснованному «идеалу», а также экономической оценки возможности улучшения структуры питания населения.

Одним из важных показателей, характеризующих рациональную структуру питания, среди ряда других является соблюдение баланса жирных кислот (насыщенных, моно- и полиненасыщенных), т.к. в природе не существует «идеального» жира, обеспечивающего поступление в организм необходимых жирных кислот в требуемом количестве и правильном соотношении. Анализ результатов мониторинга за фактическим питанием населения свидетельствует о дисбалансе количества отдельных жирных кислот в существующей структуре потребления [10]. В свою очередь, эта структура во многом определяется ценами на продукты и доходами потребителей. Таким образом, доход населения должен быть по существу учтен при построении вышеупомянутой модели. Вполне возможно, что имеет смысл рассматривать отдельно модели для групп населения с разными доходами.

Последнее обстоятельство немаловажно, поскольку сегодня в РФ численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума достаточно велика [6].

Таблица 1

Численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума:						
- млн. человек	19,0	18,4	17,7	18,0	15,6	15,8
- в процентах от общей численности населения	13,4	13,0	12,5	12,7	10,9	11,2

По методике Росстата население РФ по доходам делится на 5 основных групп. Ниже представлена структура потребительских расходов домашних хозяйств по группам населе-

ния с различным уровнем располагаемых ресурсов в 2012 г [6].

Таблица 2

Структура потребительских расходов домашних хозяйств по группам населения в 2012 г.

	Все домо- хозяйства	из них по группам населения в зависимости от уровня располагаемых ресурсов				
		первая (с наи- меньшими распола- гаемыми ресурса- ми)	вторая	третья	четвертая	пятая (с наи- большими распола- гаемыми ресурсами)
Потребительские расходы – всего в процентах	100	100	100	100	100	100
в том числе по целям потребления: продукты питания и безалкогольные на- питки	28,1	43,5	40,1	35,5	29,1	19,1
из них:						
продукты питания, в том числе:	26,2	41,3	38,0	33,6	27,5	17,9
мясо	8,5	12,5	12,0	10,9	9,0	5,8
рыба, морепродукты	1,8	2,4	2,4	2,2	1,9	1,4
молочные изделия, сыр и яйца	4,0	6,6	6,0	5,1	4,1	2,5
масла и жиры	1,0	2,2	2,0	1,7	1,4	0,9

Хорошо известно, что структура потребления населения различна в зависимости от уровня получаемых доходов. Это подтверждается законом Энгеля, сформулированным в XIX в., согласно которому существует зависимость между уровнем дохода и структурой потребления индивидов, и по мере роста доходов потребление населением благ возрастает непропорционально. Расходы на питание возрастают в меньшей степени, чем расходы на предметы длительного пользования, путешествия или сбережения. Рост доходов приводит к увеличению доли сбережений и потреблению высококачественных товаров и услуг при сокращении низкокачественных, то есть суть состоит в том, что удельный вес расходов на еду тем больше, чем меньше уровень дохода.

Отметим, что наибольший удельный вес потребление жиросодержащих продуктов имеет у групп населения с наименьшими доходами (см. табл.2). Именно данные группы в наибольшей мере подвержены воздействию дисбаланса в потреблении отдельных жирных кислот на организм.

Кроме того, необходимо обратить внимание на тот факт, что всё те же группы с наименьшими доходами наиболее подвержены влиянию изменения цен и на другие (не масложировые) продукты. Таким образом, колебания цен на других рынках могут повлиять на возможность достижения оптимума потребления жирных кислот.

В попытке улучшения структуры питания населения можно выделить 2 задачи:

1. Оптимизация структуры питания по всей продуктовой корзине.
2. Оптимизация структуры питания по отдельным компонентам (в частности, например,

по потребляемым жирным кислотам в составе жиросодержащих продуктов).

Целью решения первой задачи в конечном итоге должно быть улучшение здоровья населения. И помимо понятных социально-гуманистических причин, важным является также и экономический эффект государства от улучшения здоровья граждан. Понятно, что «заказчиком» в данном случае является «идеальное» общество (государство).

Целью второй задачи является разработка и продвижение на рынке «здоровых» продуктов питания. Отметим, что решение данной задачи не является непосредственным решением первой, однако она полезна для применения, т.к. способствует формированию предложения в группе жировых продуктов, которое будет учитываться при решении первой. «Заказчиком» в данном случае является производитель. Отметим, что задачу создания «идеальных» жировых продуктов имеет смысл рассматривать, т.к. создаваемые продукты будут пользоваться спросом у населения как замена традиционных жировых продуктов типа маргарина и сливочного масла (учитывая тенденции к здоровому образу жизни и питанию).

Авторами уже обсуждался ранее вопрос оценки дисбаланса жирных кислот, поступающих в организм с жиросодержащими продуктами [1], была предложена некоторая мера близости реального потребления жирных кислот к «идеалу» (Z , взвешенная сумма квадратов отклонений от оптимума).

Необходимо отметить, что величина Z может быть рассчитана как для всей потребительской корзины, так и для отдельных ее компонентов (например, для масложировых продуктов). Тем более что в последнее время наблюдается определенный интерес к таким перспек-

тивным для здорового питания (по мнению специалистов) жировым продуктам, как спреды. Интересен тот факт, что жирнокислотный состав спредов можно достаточно легко регулировать, что было доказано проведенными ранее авторами данной статьи исследованиями.

Анализ динамики продуктовой корзины показал, что за последние 5 лет Z в целом по корзине снижается, в то время как Z масложировой корзины растет [1]. Кроме того, в пределах масложировой корзины Z снижается с увеличением цены. Данный факт можно объяснить тем, что в настоящее время производители все чаще применяют при производстве масложировой продукции так называемые заменители животных жиров растительного происхождения, руководствуясь чисто экономическими соображениями снижения себестоимости выпускаемой продукции, однако, сами того не подозревая, оказывают положительный эффект на Z . Так, например, авторами был проанализирован жирнокислотный состав спредов (и используемых при их производстве заменителей молочного жира) одного из региональных производителей. В результате чего было установлено, что производимые спреды по жирнокислотному составу близки к «идеалу». Данный факт производитель может использовать в рекламной кампании и тем самым увеличить спрос на продукцию, однако этого не происходит.

Если мы признаём важность всевозможных отрицательных последствий дисбаланса в потреблении, как для здоровья населения, так и для экономики страны в целом, то необходимо принимать меры по улучшению сложившейся структуры потребления.

Понятно, что мы не можем «приказать» населению питаться правильно и «навязать» принципы рационального питания. Мы можем только лишь стимулировать структуру потребления, а для этого необходимо понять, что влияет на эту структуру.

К факторам, влияющим на потребление необходимо отнести собственно цену продуктов, доход потребителей, рекламу и пр. информационное воздействие, а также сложившиеся традиции потребления тех или иных продуктов, протекционистскую политику со стороны государства и непосредственную поддержку продуктов «здорового» питания. Мы поставили цель отразить все перечисленные факторы в модели спроса.

В общем виде изменение спроса может быть формализовано следующим образом:

$$D_{t+1}^k = f(p_t^{1-k}, d_t, r_t) \quad (1)$$

где D_{t+1}^k – спрос на k -й продукт в момент времени $t+1$;

p_t^{1-k} – цены продуктов корзины;

d_t – доход потребителей в момент времени t ;

r_t – количественная оценка информационного воздействия (реклама и др.) в момент времени t .

Таким образом, вполне логичен вопрос, как по данной модели меняется оценка качества структуры питания по жирным кислотам. Для этого необходимо, во-первых, ввести в модель меру отклонения от «идеального» потребления жирных кислот, а во-вторых, необходимо ввести «идеальный» спрос.

Итак, для задачи (1) пусть доля продукта l в спросе составляет γ_l ($\sum \gamma_l = 1$), а доля жирной кислоты k – α_{lk} . Тогда общее потребление жирных кислот с продуктами составит:

$$\sum_k \alpha_{lk} \gamma_l = \alpha_k^{общ}, \quad k=1, 2, 3$$

$$l \in [1; L]$$

При извне заданных значениях $\alpha_k^{общ}$ возможно, что:

а) решение не единственное;

б) решения не существует (в таком случае необходимо искать значения наиболее близкие к значениям «идеального» спроса).

Предполагается, что $\alpha_k^{общ}$ должно быть равно $\alpha_k^{идеал}$. На самом деле $\alpha_k^{идеал}$ представляют собой не конкретные значения, а интервалы вида $\alpha_i^{\min} \leq \alpha_i^0 \leq \alpha_i^{\max}$. Так, по результатам исследований специалистов, для НЖК данный интервал (%) составляет: $30 \leq \alpha_{НЖК}^0 \leq 40$; для МНЖК: $50 \leq \alpha_{МНЖК}^0 \leq 60$; для ПНЖК: $10 \leq \alpha_{ПНЖК}^0 \leq 20$.

Решая эту систему, можно найти «идеальную» долю продукта в спросе $\gamma_l^{идеал}$, и таким образом перейти от задачи нахождения оптимального потребления жирных кислот Z к задаче нахождения оптимального спроса (потребления) того или иного продукта в потребительской корзине.

Так при исследовании этой системы по фактическим данным (табл.3) была получена следующая зависимость: $y = 0,13119 \cdot x_1 + 0,60199 \cdot x_2 + 0,02600 \cdot x_3 + 0,23076 \cdot x_4 + 0,01004 \cdot x_5$, которая показывает нам один из возможных вариантов «идеального» потребления жиросодержащих продуктов потребителями.

Таблица 3

Данные для расчета «идеального» потребительского спроса

Наименование групп и видов товаров	Доля потребления в структуре доходов, %	Содержание общего жира в среднем, %	Из них НЖК, %	Из них МНЖК, %	Из них ПНЖК, %
Масло сливочное (x ₁)	0,256	82,500	62,840	34,650	2,510
Спреды(x ₂)	0,241	82,500	42,460	33,650	23,890
Маргарин(x ₃)	0,049	80,500	55,810	37,620	6,570
Прочие растительные масла и жиры(x ₄)	0,391	98,900	13,510	37,290	49,200
Майонез (x ₅)	0,280	60,000	48,890	41,250	9,860

Итак, проведенные расчеты показали, что данные по фактическому содержанию жирных кислот в продуктах не позволяют получить точно рекомендуемые значения для потребления. Следовательно, необходимо, во-первых, более дифференцированно подходить к самим продуктам; во-вторых, необходимо обсуждать границы «идеального» спроса (а не конкретные значения); в-третьих, необходимо находить также и текущий спрос. Множество решений данной системы представляет собой «идеальную» область, в которую необходимо «привести» потребителя.

Хорошо известен подход к моделированию поведения потребителя на основе положений теории полезности (например, [11]). Здесь некоторый текущий спрос оптимален в том смысле, что доставляет максимум сформировавшейся у потребителя функции полезности при заданном (фиксированном) уровне дохода; геометрически оптимальный спрос интерпретируется как точка касания бюджетной линии и некоторой линии (поверхности) равных полезностей. При известном выражении для функции полезности можно найти т.н. «реакции потребителя» - частные производные спроса на отдельные продукты при изменении цен и (или) дохода. Можно дополнить эти результаты отысканием реакции потребителя на изменение параметров самой функции полезности, например, значений $\frac{\partial D_i}{\partial \alpha_i}$, если функция полезности

имеет вид $U = A(D_1)^{\alpha_1} \dots (D_k)^{\alpha_k}$. Если текущий спрос не оптимален по величине Z, то на бюджетной линии есть точки с меньшим значением Z (возможно, и со значением Z = 0). Задача 1 (оптимизация структуры питания по всей продуктовой корзине) сводится к стимулированию потребителя перейти к такой точке. Для этого необходимо ее сделать точкой касания бюджетной линии M и линии равных полезностей U, что может быть достигнуто двумя способами (рис.1): изменением положения бюджетной линии (рис. 1а) и изменением вида функции полезности U (рис. 1б) – или их комбинацией (для случая двух продуктов, при существовании

«корзин» с Z = 0, точки, соответствующие идеальным комбинациям продуктов, лежат на прямой, обозначенной здесь D_{идеал}). Первый вариант реализуется путем изменения цен, при этом обобщенный производитель получает тот же доход, но, поскольку издержки и объемы поставок у разных производителей разные, не всем из них это будет выгодно. Изменение вида функции полезности, например, в случае мультипликативной функции означает изменение значений ее коэффициентов. Направленность этих изменений определяется взаиморасположением точек текущего и оптимального (в смысле минимума Z) спроса, а их величина в данном временном интервале – воздействием рекламы и пропаганды (здорового образа жизни и питания).

В обоих случаях, имея выражение для реакции потребителя, можно рассчитать новую величину спроса и т.д. В итоге получаем:

$$D_{t+1}^i = D_t^i + \Delta_i^i,$$

где

$$\Delta_i^i \approx \sum_{k=1}^L \frac{\partial D^i}{\partial p_k} \Delta p_k + \sum_{k=1}^L \frac{\partial D^i}{\partial \alpha_k} \Delta \alpha_k$$

$$\Delta \alpha_k = f_k(r). \text{ Поскольку величины } \frac{\partial D^i}{\partial p_k},$$

$\frac{\partial D^i}{\partial \alpha_k}$ могут быть вычислены, при известных

функциях f_k можно рассчитывать прогноз изменения спроса, а далее текущую величину Z и затем оценивать необходимые затраты на рекламу и изменения цен для обеспечения необходимой скорости приближения к оптимуму.

На этой основе далее может быть построена комплексная модель, учитывающая также неоднородность населения по доходам и размер государственной поддержки производителей. Кроме того, необходимо знать закономерность потерь государства (экономический ущерб) от заболеваемости населения, а также возможность (гипотетического) обратного воздействия снижения данного ущерба на модель.

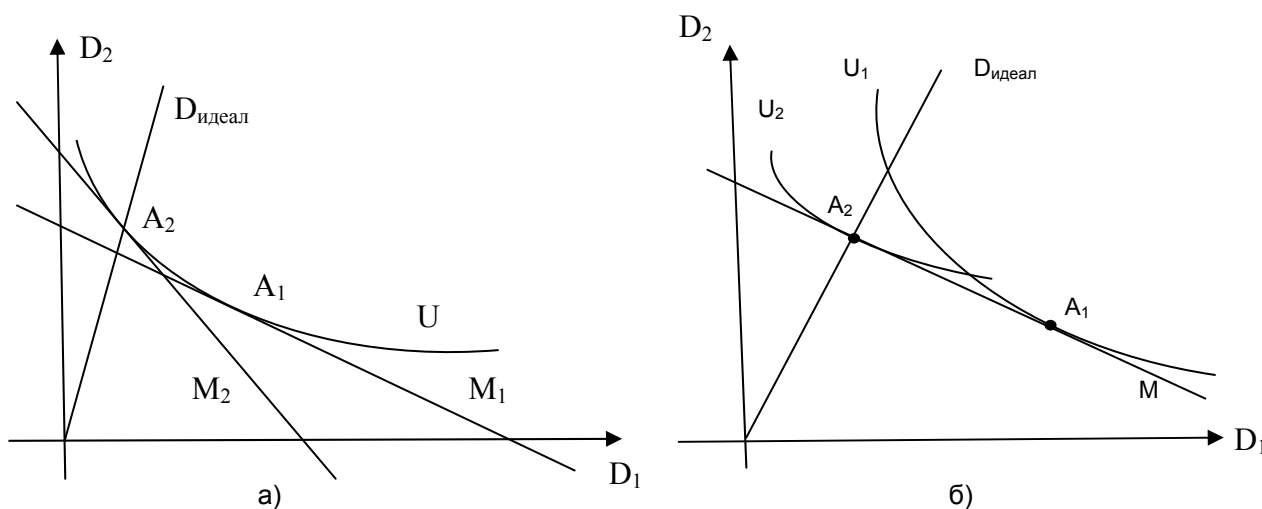


Рисунок 1. Варианты модификации спроса

Литература

1. Фудько, А.А. Проблемы здорового питания: построение моделей спроса и предложения на функциональные масложировые продукты [Текст] / А.А. Фудько // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством». – 2013. – № 4(18). – С. 99
2. Миллер, М.А. Влияние уровня здоровья населения на увеличение человеческого капитала [Текст] / М.А. Миллер // Креативная экономика. – 2008. – № 7 (19). – С. 60-64.
3. Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации [Текст] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. №10(6). – Приложение 2. – С. 18-20.
4. Шабунова, А.А. Здоровье населения в России: состояние и динамика [Текст] / А.А. Шабунова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2010.- 408 с.
5. Сазонова, О.В. Изучение состояния фактического питания, обоснование и разработка программы оптимизации питания населения Самарской области [Текст]: дис. ... докт. мед. наук: Самара, 2011.- 320 с.
6. Российский статистический ежегодник 2013 [Текст]: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2013. – 786 с.
7. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Текст]: МР 2.3.1.2432-08 : утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 18.12.08.
8. Тутельян, В.А. Питание и здоровье [Текст] / В.А. Тутельян // Пищевая промышленность. - 2004. - №5. - С.6-7.
9. Суворов, И.В. Продукты здорового питания, обогащенные микронутриентами [Текст] / И.В. Суворов, Л.Н. Шатнюк // Пищевая промышленность. - 2008. - № 10. - С. 62.
10. Уварова, В.И. Исследование уровня удовлетворения физиологических потребностей населения в продуктах питания [Текст] / В.И. Уварова // Маркетинг в России и за рубежом. - 2006. - №1.
11. Колемаев, В.А. Математическая экономика [Текст] / В. А. Колемаев; 2-е изд. перераб. и доп.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 399 с.