

**ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РФ**  
**Барнаулский филиал**  
*Кафедра математики и информатики*

**МАТЕРИАЛЫ**  
IV межвузовской научно-практической  
студенческой конференции

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ**

Барнаул – 2013

УДК 519.8

Материалы IV межвузовской научно-практической студенческой конференции «Математические методы и информационные системы в экономике» /Финансовый университет при Правительстве РФ. Барнаулский филиал, 2013. – 54 с.

Редакционная коллегия сборника:

Зав. кафедрой математики и информатики, к.ф.-м.н., доцент, М.Л. Поддубная

д.т.н., профессор Перепелкин Е.А.

к.ф.-м.н., доцент Свердлов М.Ю.

к.э.н., доцент Кайгородова М.А.

## Содержание

1	Вертей М.В. Применение методов нелинейного математического программирования для определения оптимальных параметров адаптивной модели Хольта-Уинтерса при прогнозировании экономических показателей .....	4
2	Березина А.В., Речкунова Л.С. Оптимизация платежного графика по кредиту с применением надстройки MS EXCEL «Поиск решения» .....	7
3	Новикова Ж. А., Милешина О.В. Статистическое моделирование для разомкнутой модели СМО с ожиданием .....	16
4	Бородин В.Д. Использование информационного пространства Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий для населения .....	25
5	Емшина Л.Е. Поиск оптимального способа увеличения прибыли предприятия .....	31
6	Зулинская Е.В. Я покупаю? .....	34
7	Овчаренко А.Н. Интернет версии систем компьютерной математики	40
8	Злодеева А.Е. «Математика диет» .....	44
9	Накрайников О.А. Принципы процессинга сети платежных терминалов .....	51

# **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ХОЛЬТА-УИНТЕРСА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Вертей М.В.

Барнаульский филиал Финансового университета при правительстве РФ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Свердлов М.Ю.

*Аннотация.* Достоверность анализа и прогнозирования статистических экономических показателей зависит не только от удачного выбора математических моделей, но оптимизации их параметров. В работе предложен алгоритм улучшения качества модели Хольта-Уинтерса для тренд-сезонных процессов за счет повышения точности и обеспечения всех критериев адекватности путем оптимизации параметров модели путем решения задачи нелинейного математического программирования с использованием возможностей приложения MS Excel.

Прогнозирование - процесс разработки научно обоснованного суждения о возможных состояниях объекта в будущем или об альтернативных путях и сроках достижения этих состояний. Это предвидение будущего, дающее его наиболее правдоподобное изображение, и хотя носит вероятностный характер, все же обладает определенной степенью достоверности.

Процесс прогнозирования необходим при отработке любой экономической стратегии и поэтому прогнозирование становится исходным пунктом планирования всей экономической деятельности предприятия. Оно широко используется на предварительных стадиях разработки планов и программ как инструмент научного предвидения, вариантного анализа, получения дополнительной информации при выработке решений.

При прогнозировании тренд-сезонных экономических процессов используют различные модели, в частности адаптивную мультипликативную модель Хольта-Уинтерса. Но при этом любая модель должна отвечать критериям адекватности, таким как случайность остаточной компоненты, независимость ряда остатков и их соответствие нормальному распределению, а так же иметь наибольшую точность.

Основная формула модели имеет вид

$$Y_{t+k}^{pac} = (a_t + k \cdot b_t) \cdot F_{t+k-L}, \quad (1)$$

где  $k$  - период упреждения;  $Y_{t+k}^{pac}$  - расчетное значение показателя для  $(t+k)$ -го периода;  $a_t$  и  $b_t$  - коэффициенты линейной модели;  $L$  - период сезонности (для квартальных данных  $L=4$ , для месячных -  $L=12$ );  $F_{t+k-L}$  - прошлогодний коэффициент сезонности того периода, для которого рассчитывается показатель.

По основной формуле (1) рассчитываются прогнозные значения показателя  $Y$  на  $k$  шагов вперед.

Коэффициенты модели  $a_t$ ,  $b_t$  и  $F_t$  уточняются (адаптируются) при переходе от уровня  $(t-1)$  к новому уровню  $t$ . Это уточнение производится по формулам

$$a_t = \alpha_a \cdot \frac{Y_t}{F_{t-L}} + (1 - \alpha_a) \cdot (a_{t-1} + b_{t-1}), \quad (2)$$

$$b_t = \alpha_b \cdot (a_t - a_{t-1}) + (1 - \alpha_b) \cdot b_{t-1}, \quad (3)$$

$$F_t = \alpha_F \cdot \frac{Y_t}{a_t} + (1 - \alpha_F) \cdot F_{t-L}. \quad (4)$$

Здесь  $\alpha_a$ ,  $\alpha_b$ ,  $\alpha_F$  - параметры сглаживания.

Цель работы состояла в том, чтобы, используя сведения о месячных статистических ценах на бензин в Алтайском крае за период с сентября 2011 по декабрь 2012, построить адаптивную модель Хольта-Уинтерса и определить такие параметры сглаживания  $\alpha_a$ ,  $\alpha_b$  и  $\alpha_F$  адаптивной модели, при которых она

имела бы наименьшую среднюю относительную ошибку и удовлетворяла всем критериям адекватности.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

1) Используя средства MS Excel была построена модель с параметрами сглаживания предложенными априори:  $\alpha_a = 0,3$ ;  $\alpha_b = 0,3$  и  $\alpha_F = 0,6$ . Для построения модели использовались формулы (2)-(4) для расчета коэффициентов модели  $a(t)$ ,  $b(t)$  и  $F(t)$ .

Построенная модель была проверена на адекватность по критерию случайности, независимости и соответствия нормальному распределению ряда остатков. Была так же оценена ее точность, которая составила 6,72%. В построенной модели выполняется свойство случайности остаточной компоненты, и соответствие нормальному закону распределения. Однако, в ряду остатков наблюдается автокорреляция (так как вычисленный  $d$ -критерий попадает в интервал от 0 до  $d_l = 1,1$ ). Модель имеет удовлетворительную точность. Таким образом, данная модель не может использоваться для прогнозирования объемов кредитования.

2) Используя надстройку MS Excel «Поиск решения», определили новые оптимальные параметры сглаживания  $\alpha_a, \alpha_b$  и  $\alpha_F$  путем решения нелинейной задачи математического программирования. Для этого в качестве переменных задали параметры сглаживания  $\alpha_a, \alpha_b$  и  $\alpha_F$ , а в качестве целевой функции среднюю относительную ошибку аппроксимации, стремящуюся к минимуму. Ввели прямые ограничения на переменные  $0 \leq \alpha_a \leq 1, 0 \leq \alpha_b \leq 1, 0 \leq \alpha_F \leq 1$ . В качестве косвенных ограничений на переменные были заданы критерии случайности, независимости и соответствие закону нормального распределения ряда остатков. В результате была получена модель, отвечающая всем критериям адекватности. При этом точность модели в сравнении с первой моделью улучшилась, так средняя относительная ошибка

аппроксимации снизилась с 6,72 до 4,36%. Так как модель имеет высокую точность, она может использоваться для прогнозирования цен на бензин.

В заключение следует отметить, что при прогнозировании экономического показателя тренд-сезонного процесса целесообразно использование методов нелинейного математического программирования. Их применение для определения параметров сглаживания позволит получить такие параметры, при которых модель будет удовлетворять всем критериям адекватности, и при этом обладать высокой точностью.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАТЕЖНОГО ГРАФИКА ПО КРЕДИТАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАДСТРОЙКИ MS EXCEL «ПОИСК РЕШЕНИЯ»**

Березина А.В., Речкунова Л.С.

Барнаульский филиал Финансового университета при правительстве РФ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Свердлов М.Ю.

*Аннотация.* Банковские кредиты получили широкое распространение в различных социально-экономических сферах: при устранении кассового разрыва, инвестировании проектов, при улучшении жилищных условий, при покупке дорогостоящих товаров, учебы, медицинского обслуживания и т.д. В работе показана возможность заемщика путем варьирования сроков и величин погасительного платежа снизить свои финансовые обязательства перед кредитором, соблюдая договорные обязательства с банком. Приведены примеры оптимизации процентных выплат для различных ситуаций: механизма финансовой ренты, величины первоначального платежа и рыночной процентной ставки и ставки рефинансирования.

Целью работы является постановка и решение оптимизационной задачи по минимизации общей суммы выплат по кредитным обязательствам заемщика.

В настоящее время услуги по расчету характеристик кредитов в зависимости от индивидуальных параметров заемщика предоставляются кредитными учреждениями посредством ресурсов Интернет в режиме on-line. Данные услуги реализованы в виде так называемых кредитных калькуляторов (рис.1 [1]).

Кредитный калькулятор	
Сумма	100000 руб.
Срок	12 мес.
Ежемесячный платеж	10 197 руб.

Валюта кредита	<a href="#">Рубли</a> <a href="#">Доллары США</a> <a href="#">Евро</a>
Размер кредита	100000 руб.
Срок кредита, мес	12
Специальные условия	<a href="#">Нет</a> <a href="#">Для клиентов банка</a>
Страхование жизни	<a href="#">Буду страховать</a> <a href="#">Не буду страховать</a>
-----	
Размер кредита	100 000 руб.
Ставка по кредиту	18.00%
Ежемесячный платеж	9 168 руб.
<a href="#">Оформить заявку</a>	

Рис.1. Пример кредитного калькулятора

В качестве параметров заемщика рассматриваются:

- ежемесячный доход;
- срок предоставляемого кредита;
- вид кредитования (например, ипотечное кредитование, потребительский кредит и др.);
- условия погашения кредитной задолженности (аннуитетные или дифференцированные платежи);
- процентная ставка по кредиту (как правило, фиксируется банком).

Например, Сбербанк РФ предоставляет возможность потенциальному заемщику определить условия погашения кредитов путем предварительного расчета [2]:

- ежемесячного аннуитетного платежа;
- суммы кредита по ежемесячному доходу заемщика при аннуитетной схеме погашения кредита;



- ежемесячного платежа при дифференцированных платежах по кредиту;
- суммы кредита по доходу заемщика при дифференцированных платежах.

Для заемщика основная проблема заключается в том, как осуществлять выплаты по кредиту ввиду того, что банки жестко не регламентируют дату и размер платежа. Возникает естественное стремление минимизировать свой долг перед кредитором. При этом снижение разовых платежей по кредиту увеличивает срок действия кредитного договора, а, следовательно, сумму процентов за пользование заемными средствами. Сокращение срока действия кредитного договора приводит к увеличению платежей по погашению кредита. Стремление досрочного погашения кредита снижает сумму процентов, однако стоимость денег в начале срока кредитного договора выше, чем в конце и заемщику в каких-то ситуациях выгоднее не ускорять погашение долга перед банком. Во всех случаях заемщик стремится найти наиболее оптимальный вариант погашения кредитного долга, исходя из размера своих доходов.

В соответствии с кредитным договором кредитное учреждение предоставляет заемщику кредит, а заемщик обязуется выполнять свои обязанности, связанные с погашением заемной суммы и выплатой процентов за пользование временно предоставленных финансовых средств. Важно, что сроки и объемы платежей, зафиксированные в платежном графике, заемщик обязан выполнять, в противном случае к нему могут применяться штрафные санкции.

Предполагается, что заемщик имеет возможность регулировать сроки и объемы платежей по периодам, не нарушая платежный график.

Для формулировки в общем виде математической модели задачи минимизации общей суммы кредитных платежей обозначим величину разового платежа в  $i$ -м периоде через  $V_i$ . Целевой функцией задачи нелинейного математического программирования будет дисконтированная стоимость потока кредитных платежей

$$F = \sum_{i=1}^N \frac{V_i}{\left(1 + \frac{t_i}{365} \cdot r\right)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $N = n \cdot m$  – число всех платежей,  $n$  – срок действия кредитного договора,  $m$  – число платежей в год (как правило,  $m=12$ );  $r$  – рыночная процентная ставка;  $t_i$  – число дней от начала договора до конца  $i$ -го платежного периода; в случае високосного года в знаменатель целевой функции входит 366 дней. Формула (1) применяется для случая, когда  $n \leq 1$ . Если кредитный договор заключен более чем на один год, то дисконтирование кредитного потока проводится на основе формулы математического дисконтирования по сложным процентам:

$$F = \sum_{i=1}^N \frac{V_i}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{t_i/365}} \rightarrow \min, \quad (1')$$

Так как величина разового платежа состоит из двух частей – величины погашения основного долга и процентов  $V_i = S_i + P_i$ , то косвенные ограничения на переменные имеют вид

$$S = \sum_{i=1}^N S_i, \quad (2)$$

$$V_i \leq M_i, \quad (3)$$

$$V_i \geq V_i^{\text{граф}}, \quad (4)$$

где  $S$  – сумма кредита,  $M_i$  – величина возможного платежа заемщика в  $i$ -м периоде,  $V_i^{\text{граф}}$  – величина платежа, соответствующая платежному графику кредитного договора.

В случае дифференцированных платежей по кредиту все  $S_i = const$ , в случае аннуитетных –  $V_i = const$ .

При реализации численного решения задачи учитывалось обстоятельство, когда при опережающих платежах заемщик какое-то время мог не погашать основную сумму долга, а выплачивал лишь проценты.

Минимизация общей суммы кредитных платежей достигается за счет минимизации суммы процентов. Предельные случаи при погашении кредитного долга заемщиком следующие:

- полученный кредит погашается через небольшой промежуток времени (практически сразу) полностью, процентные платежи близки к нулю. Как правило, реализовать такой платеж проблематично, т.к. заемщик в настоящее время нуждается в денежных средствах;

- платежи осуществляются по графику кредитного договора и сумма процентных платежей для заемщика максимальна.

Оптимальный вариант следует искать между двумя этими предельными случаями.

Параметрами задачи являются:

- 1) величина первоначального платежа по кредиту, от которой существенно зависят срок договора и сумма процентов;
- 2) величины периодических выплат, зависящие от размера ежемесячного дохода заемщика;
- 3) рыночная ставка, определяющая современную стоимость потока платежей;
- 4) даты погашения в каждом платежном периоде.

Для иллюстрации механизма минимизации кредитных платежей рассмотрены два примера: кредитный заем в Сбергательном банке РФ, погашаемый дифференцируемыми платежами и заем в Промсвязьбанке, погашаемый аннуитетными платежами на одинаковую сумму 100000 руб.

1. Порядок погашения потребительского кредита СБ РФ под поручительство физических лиц под 19% годовых, проценты начисляются и выплачиваются ежемесячно на остаток, срок действия договора – 1 год. График кредитных платежей рассчитан по кредитному калькулятору [2] СБ РФ и представлен в таблице 1. Ежемесячная сумма погашения основного долга составляет 8333,33 руб.

Величина разового платежа по кредиту, включающая проценты и сумму основного долга определяется соотношением

$$V_i = S \cdot \left[ \frac{(1 + r/m)^N}{N} + r/m \cdot \left(1 - \frac{i}{N}\right) \right]. \quad (5)$$

Варьируя значения  $V_i$  заемщик может снизить сумму процентов по кредиту.

2. График погашения кредита по схеме аннуитета рассчитан с помощью кредитного калькулятора Промсвязьбанка [3] и представлен в таблице 2. Величина разового платежа по кредиту определяется соотношением

$$V_i = S \cdot (1 + r/m)^N \frac{r/m}{(1 + r/m)^N - 1}. \quad (6)$$

Проведенные расчеты по оптимизационной модели (1)-(4) направлены на выявление механизмов снижения общей суммы процентных выплат. Как видно из таблиц 1, 2 размер ежемесячного платежа, установленный кредитным договором, по обоим видам кредита варьируется в пределах от 8500 до 9950 руб.

## Дифференциальные платежи (руб.)

дата платежа	остаток по кредиту	сумма погашения процентов	общая сумма к погашению
10.01.2010	100000,00	-	-
10.02.2010	91666,67	1613,70	9947,03
10.03.2010	83333,33	1336,07	9669,41
10.04.2010	75000,00	1344,75	9678,08
10.05.2010	66666,67	1171,23	9504,57
10.06.2010	58333,33	1075,80	9409,13
10.07.2010	50000,00	910,96	9244,29
10.08.2010	41666,67	806,85	9140,18
10.09.2010	33333,33	672,37	9005,71
10.10.2010	25000,00	520,55	8853,88
10.11.2010	16666,67	403,42	8736,76
10.12.2010	8333,33	260,27	8593,61
10.01.2011	0,00	134,47	8467,81
Итого:		10250,46	110250,46

На рис.2 представлены потоки дисконтированных дифференциальных и аннуитетных платежей, рассчитанные по банковским калькуляторам (график) и на основе оптимизационной экономико-математической модели (1)-(4) (расчет). При решении задачи (1)-(4) предполагалось, что величина первоначального платежа по погашению кредита составила 20 тыс. руб., а возможная величина последующих ежемесячных платежей для заемщика не превышает 10000 руб.

## Аннуитетные платежи (руб.)

дата платежа	погашен. осн. долга	сумма погашения процентов	общая сумма к погашению
10.01.2010	100000,00	-	-
10.02.2010	7621,64	1635,62	9257,26
10.03.2010	7595,21	1662,05	9257,26
10.04.2010	7916,76	1340,50	9257,26
10.05.2010	8083,84	1173,42	9257,26
10.06.2010	8094,74	1162,52	9257,26
10.07.2010	8231,55	1025,71	9257,26
10.08.2010	8399,28	857,98	9257,26
10.09.2010	8536,66	720,60	9257,26
10.10.2010	8656,92	600,34	9257,26
10.11.2010	8803,23	454,03	9257,26
10.12.2010	8942,17	315,09	9257,26
10.01.2011	9118,07	139,19	9257,26
Итого:	100000,00	11087,06	111087,12

В случае применения схем погашения кредитной задолженности, рассчитанных по модели (1)-(4) и представленных на рис. 2, платежи по процентам снижаются на

- 21,84% для дифференцированных платежей (с 10250,46 руб. до 8011,57 руб.),

- 27,53% для аннуитетных платежей (с 11087,06 руб. до 8034,53 руб.).

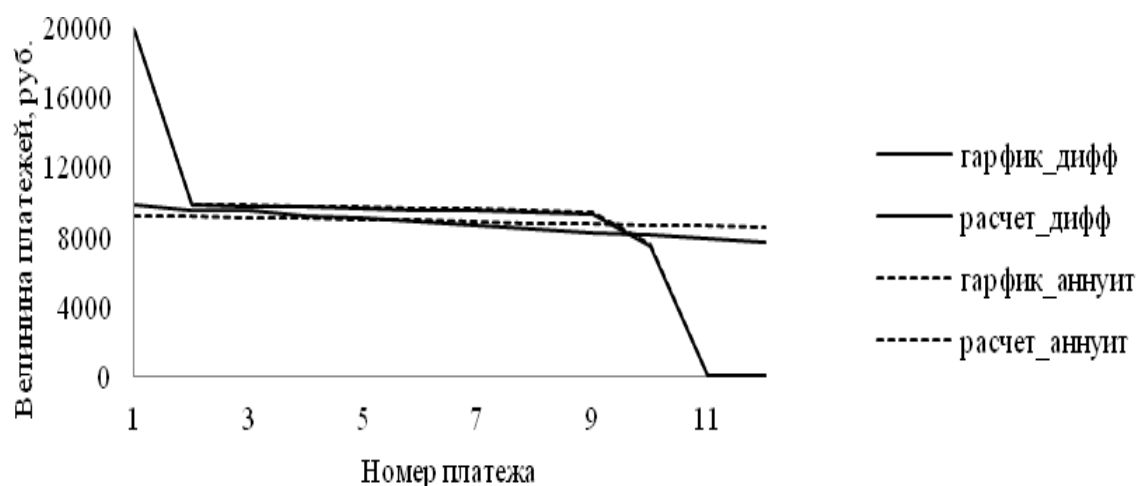


Рис.2. Характеристики потоков кредитных платежей

Установлено, что при высоких темпах инфляции, когда высока и ставка рефинансирования, заемщику выгоднее погашать кредит по графику, установленному банком. В рассматриваемых примерах уже при рыночной ставке 23% решение этой задачи не имеет смысла. В настоящее время при относительно низких и стабильных темпах инфляции (ставка рефинансирования составляет 7,75%) полученные в результате решения оптимизационной задачи величины ежемесячных платежей позволяют снизить суммарные выплаты процентов банку.

Предложенная в работе математическая модель оптимизации потоков кредитных платежей и проведенные расчеты на конкретных примерах банковских кредитов позволили установить количественное влияние величины первоначального платежа, размера ежемесячных платежей и рыночной ставки на характеристики кредитных выплат. Учитывая индивидуальные возможности заемщика в виде ежемесячных доходов, которые могут быть изменчивыми, предложенная методика позволяет рассчитать оптимальный график кредитных выплат, минимизирующий суммарные платежи процентов и зависящий от особенностей конкретного кредитного договора.

## **Литература**

1. Кредитный калькулятор [Электронный ресурс].- Режим доступа <http://calculator-credit.ru/>, свободный. Загл.с экрана.
2. Сберегательный Банк России. Официальный сайт [Электронный ресурс] / Кредитный калькулятор.- Режим доступа: <http://www.sberbank.biz/credcalc.html>, свободный. Загл. с экрана.
3. Промсвязьбанк. Официальный сайт [Электронный ресурс] / Кредитный калькулятор.- Режим доступа: Режим доступа <http://psbank.ru/assistant/#helper3>, свободный. Загл. с экрана.

## **СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ РАЗОМКНУТОЙ МОДЕЛИ СМО С ОЖИДАНИЕМ**

Новикова Ж. А., Милешина О.В.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Барнаульский филиал  
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Копылова Н.Т.

### **Аннотация**

В данной работе с помощью метода статистического моделирования была исследована двухканальная разомкнутая СМО с ожиданием. Были решены следующие задачи:

- проверка гипотез о том, что интенсивность потока клиентов подчиняется закону Пуассона, а длительность обслуживания - показательному закону распределения;
- оценка параметров выбранных функций распределения методом моментов;
- расчёт основных характеристик СМО;
- анализ СМО с точки зрения оптимальности количество обслуживающих каналов;
- с помощью средств MSExcel были смоделированы входящие потоки заявок в систему.



В данной работе с помощью метода статистического моделирования было исследовано предприятие общественного питания «МАНХЕТТЕН – ПИЦЦА», имеющее 2 кассы и решены следующие задачи:

- проверка гипотез о том, что интенсивность потока клиентов подчиняется закону Пуассона, а длительность обслуживания - показательному закону распределения;
- оценка параметров выбранных функций распределения методом моментов;
- расчёт основных характеристик СМО;
- анализ СМО с точки зрения оптимальности количество обслуживающих каналов;
- с помощью средств MS Excel были смоделированы входящие потоки заявок в систему.

Исследование начинается с определения статистических характеристик прибытия клиентов (входящего потока) и времени, затрачиваемого кассирами на обслуживание. Каждые 10 мин (в течение 22 последовательных 10-минутных интервалов) отмечается число пришедших клиентов. Подсчитывается частота требований, т.е. за 10 минут обслужили 2 человека – 1 раз; 3 человека – 5 раз; 4 человека – 5 раз и т.д. Таким образом, был построен вариационный ряд признака число клиентов. Результат заносится в соответствующую таблицу(рисунок 1).

Выдвигается гипотеза, что интенсивность потока клиентов подчиняется закону Пуассона с параметром  $\lambda$ , который соответствует среднему значению совокупности вариационного ряда признака число клиентов.

Среднее значение совокупности заявок за 10 минут  $\lambda = 4,591 = 4,6$ , т.е. каждые 10 минут в среднем обслуживают 4,6 человек.

В четвёртую графу этой же таблицы занесены частоты, соответствующие теоретическому распределению – распределению Пуассона:

$$m_{ip} = 22p_i(10) = 22 \cdot \frac{4,591^i}{i!} e^{-4,591}.$$

В этой формуле  $p_i(10)$  означает вероятность попадания в 10-минутный интервал количества требований, соответствующих  $i$ -му интервалу, например  $m_{1p} = 2,352$  (первому интервалу соответствует 2 требования). Величина  $m_{1p} = 2,352$  содержится в ячейке D3 как результат вычисления по формуле  $=22*(EXP(-4,591))*(4,591^B3)/ФАКТР(B3)$ . Аналогично в Excel рассчитываются все остальные частоты.

С помощью критерия  $\chi^2$  проверяется приемлемость гипотезы о пуассоновском распределении исследуемой совокупности. Для этого находится  $\chi^2$  - как сумма последнего столбца, где  $m_i$  - значение наблюдаемой частоты;  $m_{ip}$  - теоретическая частота. Находится по формуле [1]:

$$\chi^2 = \sum \frac{(m_i - m_{ip})^2}{m_{ip}} \quad (1)$$

E10      fx      =СУММ(E3:E9)					
	A	B	C	D	E
1	<b>манхеттен пица</b>				
2	i	за 10 мин	mi	mip	(mi-mip)^2/mip
3	1	2	1	2,352	0,777
4	2	3	5	3,599	0,546
5	3	4	5	4,130	0,183
6	4	5	5	3,793	0,384
7	5	6	4	2,902	0,416
8	6	7	1	1,903	0,429
9	7	8	1	1,092	0,008
10	k=7	4,591	v=7-2=5	x^2=	2,742

Рисунок 1-Расчёт критерия  $\chi^2$

Для проверки выдвинутой гипотезы используется правило Романовского. Где: количество интервалов при группировке  $k = 7$ ; число степеней свободы  $v = k - 2 = 7 - 2 = 5$ ;  $\chi^2 = 2,742$

$$\left| \frac{\chi^2 - v}{\sqrt{2v}} \right| = \left| \frac{2,742 - 5}{3,16} \right| = 0,714 < 3.$$

Так как неравенство выполняется, то расхождения между эмпирическим и теоретическим распределениями случайной величины не существенны, следовательно, подтверждается выдвинутая гипотеза, что рассматриваемое

распределение следует закону Пуассона с параметром  $\lambda=4,591/10\text{мин.}=0,459$  требований/мин.

Далее, выдвигается следующая гипотеза, что длительность обслуживания подчиняется показательному закону распределения. Чтобы измерить длительность обслуживания, используется секундомер, который включается в начале обслуживания и выключается в конце. Таким образом, фиксируется продолжительность 100 обслуживаний. Затем подсчитываются кумулятивные (накопленные) частоты, соответствующие 0; 10; 20; 30; 40; 50;...;140 с. – получено 15 интервалов. Эти данные в первых трех графах таблицы (рисунок 2).

Для расчета  $\mu$  необходимо найти среднее время обслуживания в секунду, которое подсчитывается как отношение суммы произведений середин интервалов на частоты к общей сумме частот  $\rightarrow t_{cp.} = 52,6$  сек. Затем, среднее время переводится в минуты, делением на 60  $\rightarrow t_{cp.} = 0,877$ . После этого подсчитывается среднее значение  $\mu$ , которое находится по формуле  $\mu=1/t_{cp.}$ ,  $\mu = 1,14$ .

В пятую графу таблицы для сравнения теоретических и эмпирических частот рассчитываются значения кумулятивных (накопительных) частот, соответствующих показательному закону  $f(t) = \mu e^{-\mu t}$ . Мера расхождения  $\chi^2$  определяется по формуле (1): , где  $m_i$  - кумулятивное значение наблюдаемой частоты;  $m_{ip}$  - кумулятивная частота по показательному закону. Например, кумулятивная частота по показательному закону  $m_{2p} = 82,69$  содержится в ячейке G5 как результат вычисления по формуле  $=100*EXP(-1,14*C5/60)$ (рисунок 2).

Меру расхождения  $\chi^2$  определяется как сумма последнего столбца, где  $m_i$  - кумулятивное значение наблюдаемой частоты;  $m_{ip}$  - кумулятивная частота по показательному закону.

H19								fx = СУММ(H4:H18)	
A	B	C	D	E	F	G	H		
1	<b>Манхеттен - пицца</b>								
2	Выдвигаем следующую гипотезу, что в рассматриваемом случае имеет место показательное распределение с интенсивностью обслуживания $\mu =$ интервала обслуживания в минуту.								
3	i	Интервал времени в сек.	Середины интервалов	Частота	Накопительное значение наблюдаемой частоты	Накопительная частота по показательному закону	(mi-mip)^2/mip		
4	1	0			100	100	0		
5	2	10	5	5	96	82,68648094	2,143636877		
6	3	20	15	8	88	68,3705413	5,635696918		
7	4	30	25	22	66	56,5331946	1,585270479		
8	5	40	35	5	61	46,74530918	4,346879164		
9	6	50	45	11	50	38,65205116	3,331671644		
10	7	60	55	11	39	31,96002092	1,550728194		
11	8	70	65	14	25	26,4266166	0,077014586		
12	9	80	75	6	19	21,8512393	0,372041395		
13	10	90	85	3	16	18,06802082	0,23670053		
14	11	100	95	5	11	14,93981059	1,03897619		
15	12	110	105	4	7	12,35320364	2,319786026		
16	13	120	115	1	6	10,21442937	1,738855326		
17	14	130	125	1	5	8,445952194	1,405950004		
18	15	140	135	4	3	6,983660651	2,272383063		
19	k=15	$\mu = 1,1406$	$v=15-2=13$	100		$X^2 =$	<b>28,0555904</b>		
20	ср t	в сек. = 52,6							
21	ср t	в мин. = 0,877	1,140684411			2,952644201 < 3			

Рисунок 2- Расчёт критерия  $\chi^2$  для проверки гипотезы о показательном распределении

В данном случае  $\chi^2 = 28,06$  при числе степеней свободы  $v = 13$ .

Аналогично, правило Романовского подтверждает правильность выдвинутой гипотезы:

$$\left| \frac{\chi^2 - v}{\sqrt{2v}} \right| = \left| \frac{28,06 - 13}{5,1} \right| = 2,95 < 3.$$

В рассматриваемом случае имеет место показательное распределение с интенсивностью обслуживания  $\mu=1,14$  интервала обслуживания в минуту.

Таким образом, предприятие общественного питания «МАНХЕТТЕН – ПИЦА» является системой массового обслуживания:

- разомкнутой, т.к. число требований неограниченно;
- с ожиданиями, т.е. требование, поступившее в момент, когда все каналы обслуживания заняты, не покидает систему, а становится в очередь;
- по числу одновременно обслуживаемых объектов (каналов) многоканальная;
- по дисциплине обслуживания без приоритета;
- с простейшим потоком требований, т.к. обладает:

- ✓ ординарностью (невозможность поступления двух или более требований),
- ✓ стационарностью (среднее число требований зависит от продолжительности времени),
- ✓ отсутствием последствия (число требования поступивших в систему до времени  $t$ , не влияет на количество требований поступивших в следующий момент)

Для нормального функционирования такой системы необходимо, чтобы очередь не росла бесконечно, т.е. количество обслуживающих каналов должно быть не меньше, чем среднее число занятых аппаратов:  $n \geq \lambda \bar{t}_{об}$  [2]. Контроль:  $2 \geq 0,46 \cdot 0,877 \rightarrow 2 \geq 0,4 \rightarrow$  верно.

Теперь можно провести расчет основных характеристик СМО:

Для описания работы системы составляем ряд распределений случайной величины  $k$  – количества требований, поступающих в систему (рисунок 3).

$P_k$  – вероятности, что в системе находится  $k$  требований. Их вычисляют по формуле

$$P_k = \alpha_k \cdot P_0 \quad (2)$$

Предварительно нужно определить коэффициенты  $\alpha_k$ . Их расчёт выполняется для замкнутых и разомкнутых СМО по-разному и, кроме того, зависит от величины  $k$ .

Подсчитаем  $\alpha_k$  при отсутствии очереди  $0 \leq k \leq 2$  по формуле:  $\alpha_k = \frac{1}{k!} (\lambda \bar{t}_{об})^k$ , где  $(\lambda \bar{t}_{об})^k = \lambda / \mu = 0,4$  – нагрузка на систему ( $n = 2 > 0,4$ ) [1].

Получатся 3 значения:  $\alpha_0 = 1$  - если в СМО нет ни одного требования,  $\alpha_1 = 0,40326$  – если в СМО поступило 1 требование,  $\alpha_2 = 0,081312$  – если в СМО поступило 2 требования.

Далее, подсчитываются  $\alpha_k$  при очереди, например  $2 < k \leq 15$  по формуле:  $\alpha_k = \frac{1}{n^k - n \cdot n!} (\lambda \bar{t}_{об})^k$  [1].

Вероятность того, что все обслуживающие аппараты свободны  $P_0$  считаются

для разомкнутой СМО по формуле:  $P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \alpha_k + \alpha_n \frac{\lambda \bar{t}_{об}}{n - \lambda \bar{t}_{об}}} = 0,6644$ .

E12		fx		=D12*\$E\$11	
	A	B	C	D	E
9		$\mu =$	1,1407		
10		$A_k =$			$P_k$
11		A0	0	1	0,664401232
12		A1	1	0,403266667	0,26793087
13		A2	2	0,081312002	0,054023794
14		A3	3	0,01639521	0,010892998
15		A4	4	0,003305821	0,002196391
16		A5	5	0,000666564	0,000442866
17		A6	6	0,000134401	8,92965E-05
18		A7	7	2,70998E-05	1,80051E-05
19		A8	8	5,46423E-06	3,63044E-06
20		A9	9	1,10177E-06	7,32017E-07
21		A10	10	2,22154E-07	1,47599E-07
22		A11	11	4,47936E-08	2,97609E-08
23		A12	12	9,03188E-09	6,00079E-09
24		A13	13	1,82113E-09	1,20996E-09
25		A14	14	3,672E-10	2,43968E-10
26		A15	15	7,40397E-11	4,91921E-11
27					1

Рисунок 3- Распределение числа требований

Вероятность отказа в немедленном обслуживании (если 2 кассира заняты, то возникает очередь) считается по формуле

$$P_{отк} = P_n \frac{\lambda \bar{t}_{об}}{n - \lambda \bar{t}_{об}} = 0,014.$$

Средняя длина очереди в разомкнутой СМО вычисляется по формуле:

$$A_1 = P_n \frac{\lambda \bar{t}_{об} n}{(n - \lambda \bar{t}_{об})^2} = 0,017$$

Среднее число требований, находящихся в системе, т.е. обслуживаемых и ожидающих вычисляется по формуле:

$$A_2 = \lambda \bar{t}_{об} + A_1 = 0,42$$

Среднее число свободных обслуживающих аппаратов вычисляется по формуле:

$$A_3 = n - \lambda \bar{t}_{об} = 1,6$$

Среднее время, потраченное людьми в очереди, вычисляется по формуле:

$$T_{ож} = \frac{A_1}{\lambda} = 0,04 \text{ минуты}$$

Рассчитав характеристики СМО для случая 1 и 3 касс, можно провести сравнительный анализ эффективности её работы. В случае наличия только 1 кассы все характеристики увеличиваются, кроме среднего числа свободных обслуживающих аппаратов – уменьшается, что может привести к потере потенциальных клиентов. В случае 3 кассиров ситуация обратная. Возникает простой системы, что экономически не эффективно. На основании сравнительного анализа можно сделать вывод, что работа данного СМО при двух кассах ( $n=2$ ) оценивается как оптимальная (рисунок 4):

В	С	D	E	F	G	Н	И
Вероятность отказа в немедленном обслуживании (все аппараты заняты, возникает очередь)				Средняя длина очереди	Среднее число требований, находящихся в обслуживании	Среднее число свободных обслуживающих аппаратов	Среднее время простоя требования в очереди на обслуживание
п	Для разомкнутой СМО	$P_{отк} = P_n \frac{\lambda \bar{t}_{об}}{n - \lambda \bar{t}_{об}}$		$A_1 = P_n \frac{\bar{K}_{об} n}{(n - \bar{K}_{об})^2}$	$A_1 = \lambda \bar{t}_{об} + A_1$	$A_1 = n - \lambda \bar{t}_{об}$	$T_{ож} = \frac{A_1}{\lambda}$
2		0,013644104		0,017090022	0,420356689	1,596733333	0,037152222
3		0,001691657		0,001954368	0,405221034	2,596733333	0,004248626
1		0,181065114		0,303427182	0,706693849	0,596733333	0,659624309

Рисунок 4- Сравнительный анализ СМО

Входящий поток требований в последовательные 10-минутные интервалы можно воспроизвести с помощью имитационного моделирования, которое представляет собой численный процесс проведения на компьютерах экспериментов с математическими моделями, описывающими состояние сложных систем в течение длительных периодов времени. Для этого используется функция «Генерация случайных чисел» из списка Инструменты анализа в среде MSExcel[1]. Рассматриваемая надстройка позволяет использовать семь типов распределений: равномерное, нормальное, Бернулли, биномиальное, Пуассона, модельное и дискретное. Для сравнения получили два вида распределения входящего потока требований в систему: дискретное и Пуассона ( $\lambda = 4,6$ )(рисунок 5):

	К	L	М	Н	О	Р	Q
1							
2				<b>кол-во случ. чисел</b>	<b>дискр.</b>	<b>Пуассона</b>	
3				1	7	3	
4				2	5	7	
5				3	4	4	
6				4	4	2	
7				5	6	5	
8				6	4	7	
9				7	6	4	
10				8	5	3	
11				9	3	7	
12				10	5	3	
13							

Рисунок 5- Результаты моделирования потока клиентов

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гармаш А.Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012. - 272 с.
2. Федосеев, В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И.В. Орлова и др. Под ред. В. В. Федосеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 304 с.



**ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО МИНИСТЕРСТВА РФ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Бородин В.Д.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул

*Аннотация.* В настоящее время состояние и перспективы развития системы управления являются важнейшим показателем готовности сил МЧС России к реализации возложенных на них задач, уровня их организационного и технического совершенства.

Рассматривая деятельность Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий можно констатировать то, что данным министерством уделяется особое внимание информационной безопасности, как узко в рамках деятельности организации, так и в более широком смысле в рамках Российской Федерации и мирового масштаба.

Информационные ресурсы МЧС России распределены по органам управления в объединениях, соединениях, научно-исследовательских организациях и др. Вся совокупность информационных ресурсов представляет собой информационное пространство МЧС России.

Известно, что в общем случае под пространством понимают логически мыслимые формы (структуры), служащие средой, в которой существуют другие формы и конструкции.[1]

Рассмотрим используемую структуру и основные направления деятельности министерства в этой области.

1. Удостоверяющий центр министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий

стихийных бедствий (сокращенно - Удостоверяющий центр МЧС России). Во исполнение Федерального закона от 06 апреля 2011 года № 63-ФЗ «Об электронной подписи», Приказа ФСБ РФ от 27 декабря 2011 года № 195 «Об утверждении требований к форме квалифицированного сертификата ключа проверки электронной подписи», Приказа Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 23 ноября 2011 года № 320 «Об аккредитации удостоверяющих центров», а так же для организации межведомственного взаимодействия, осуществляемого в электронном виде органами исполнительной власти и органами местного самоуправления при предоставлении государственных или муниципальных услуг и исполнении государственных или муниципальных функций был создан Удостоверяющий центр министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – Удостоверяющий центр МЧС России), функции которого возложены на Национальный центр управления в кризисных ситуациях (Приказ МЧС России от 30 сентября 2011 года № 557 « Об Удостоверяющем центре министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»).

2. Программный модуль «Арм-лицензирование» Департамента надзорной деятельности МЧС России. Отдел методического обеспечения лицензионной деятельности и взаимодействия со страховыми организациями. Осуществляет лицензирование деятельности в области пожарной безопасности.

3. Федеральный банк данных «ПОЖАРЫ». Обеспечение организации единой государственной системы статистического учета пожаров и последствий от них в Российской Федерации, а также государственный статистический учет пожаров и их последствий. Включает в себя информацию о структурных подразделениях и должностных лицах, ответственных за работу с федеральной государственной информационной системой.

4. ФГИС "Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане". Обеспечение федеральных органов исполнительной власти аналитической, прогностической и обобщенной информацией о состоянии морской среды и морской деятельности, полученной в результате наблюдений. Повышение эффективности использования информации о обстановке в Мировом океане. Создание и поддержка в актуальном состоянии информационных ресурсов. Межведомственное информационное взаимодействие между ведомственными системами, участвующими в ЕСИМО, за счет интеграции данных. Автоматизированное формирование показателей для оценки состояния обстановки в Мировом океане. Загрузка информационных ресурсов в базу интегрированных данных в соответствии с регламентом их пополнения. Контроль качества данных. Выполнение работ по сохранности данных в системе. Поддержка автоматизированных рабочих мест пользователей системы.

5. Автоматизированная информационная система Государственной инспекции по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны и ликвидации последствий стихийных бедствий. Предназначена для обеспечения ведения Единого реестра зарегистрированных маломерных судов и государственного учета выдаваемых удостоверений на право управления маломерными судами, регистрационных и иных документов, необходимых для допуска маломерных судов и судоводителей к участию в плавании. Учет зарегистрированных маломерных судов. Учет удостоверений судоводителей.

Учитывая это, можно говорить о том, что управление реализуется в некотором информационном пространстве, которое служит средой реализации процессов управления. Объективно существующее информационное пространство в настоящее время используется неэффективно и не является единым. Это объясняется [2]:

- отсутствием единых правил описания, представления, формирования и использования информационных ресурсов;
- недостаточной оснащённостью ОУ современными средствами автоматизации, телекоммуникации и связи;
- несовершенством способов и средств доступа к информационным ресурсам, механизмов управления доступом;
- нарушением принципа однократности ввода информации;
- отсутствием идентичности одинаковых информационных ресурсов в различных ОУ и в автоматизированных системах;
- отсутствием единых правил создания информационных ресурсов;
- отсутствием информационной совместимости автоматизированных систем. [1]

Совершенно иной характер носит система оповещения населения о ЧС. В соответствии с требованиями Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» и постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» в Российской Федерации функционирует одна федеральная, 7 межрегиональных (в границах федеральных округов), 83 региональных (в границах субъектов Российской Федерации) централизованных автоматизированных систем оповещения, а также местные (в границах муниципальных образований) и локальные (в районах размещения потенциально опасных объектов) системы оповещения. [3].

Эти системы в соответствии с требованиями «Положения о системах оповещения населения», утвержденного совместным приказом МЧС России, Минкомсвязи России и Минкультуры России от 25 июля 2006 г. № 422/90/376 обеспечивают доведение информации и сигналов оповещения до органов управления РСЧС и населения.

Как показали результаты проверок Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, федеральная и межрегиональные системы оповещения полностью готовы к использованию по назначению. Готовность региональных систем оповещения к использованию по назначению обеспечена органами исполнительной власти только в 50 (60,2%) субъектах Российской Федерации, а ограниченно готовы системы оповещения в 33 (39,8%) субъектах Российской Федерации.

При проведении анализа результатов этих проверок выделен ряд общих проблемных вопросов в обеспечении готовности систем оповещения населения, в том числе: технические средства оповещения выработали установленные сроки эксплуатации и не обеспечивают надежный прием и передачу сигналов и информации оповещения; низкий охват сельского населения сетью электросирен, не позволяющий своевременно привлечь внимание к электронным средствам массовой информации для прослушивания информации оповещения; отсутствие автоматизированного режима передачи сигналов и информации; отсутствие оповещения в республиках Ингушетия, Дагестан, Чеченская, Бурятия; нарушение установленного порядка реконструкции, ввода в эксплуатацию и поддержания в готовности региональных систем оповещения населения, повлекшее за собой снижение готовности и утрату технических средств оповещения (г. Москва, г. Санкт-Петербург, Ханты-Мансийский автономный округ).

Для совершенствованию защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также развития международного сотрудничества в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, предлагается повысить готовность сил и средств МЧС России к выполнению операций чрезвычайного гуманитарного реагирования, включая участие в медико-эвакуационных мероприятиях, и международных проектов помощи, продвижением инициативы МЧС РФ по

созданию глобальной сети центров управления в кризисных ситуациях, формирование международных стандартов чрезвычайного реагирования, подготовке и оснащению отрядов, развитие сотрудничества с ООН и Советом Европы, по

прогнозированию, предотвращению и оказанию помощи в случаях стихийных бедствий и технологических катастроф, а также интеграцию российских технологий в международные программы обеспечения безопасности и борьбы с катастрофами.

### **Литература**

1. Власов С.В., Синещук Ю.И., Синещук М.Ю. Задачи формирования и основные компоненты единого информационного пространства МЧС России // Вестник СПбин-та ГПС. 2011. № 42.
2. Соловьев И.В. [и др.]. Единое информационно-управляющее пространство ВМФ. От идеи до реализации. СПб.: НИКА, 2003.
3. О совершенствовании информационно-телекоммуникационного обеспечения органов государственной власти и порядке их взаимодействия при реализации государственной политики в сфере информатизации: указ Президента РФ 01 июля 1994 г. № 1390.
4. Отчет. Итого деятельности МЧС РФ.
5. Сайт МЧС РФ. <http://www.mchs.gov.ru/info/individual>.

# ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА УВЕЛИЧЕНИЯ ПРИБЫЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Емшина Л.Е.

Барнаульский филиал Финансового университета при правительстве РФ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Копылов Ю.Н.

Принятие решения в большинстве случаев заключается в анализе ситуации, генерации возможных альтернатив решений, их оценке и выборе лучшей альтернативы. Одним из способов выработки вариантов решения является проведение обратных вычислений [1].

Пусть задана функция  $y = f(x, z)$ . В соответствии с целевыми установками, как сама функция, так и её аргументы могут либо увеличиваться, либо уменьшаться. Желание лица, принимающего решение учитывается не только в части направления изменения функции в целом и её аргументов (+ или -), но и в части величин относительного изменения каждого из аргументов. Для этого вводятся коэффициенты относительной важности (КОВ) для каждого из аргументов  $\alpha, \beta: \alpha + \beta = 1$ . Пусть задана функция  $y = f(x, y)$  и целевая установка  $y^+ = f(x^+(\alpha), z^+(\beta))$ . Задачу обратных вычислений можно записать следующим образом:

$$y + \Delta y = f(x + \Delta x, y + \Delta y)$$

$$\Delta x / \Delta y = \alpha / \beta \quad \text{при условиях } \Delta x > 0, \Delta y > 0.$$

**Пример 1.** Рассмотрим функцию  $\Pi^+ = B^+ - C^+$ , где  $\Pi$  – прибыль,  $B$  – выручка,  $C$  – себестоимость.

$$\begin{cases} \Pi + \Delta \Pi = B + \Delta B - (C + \Delta C) \\ \frac{\Delta B}{\Delta C} = \frac{\alpha}{\beta} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta B = \alpha / \beta * \Delta C \\ \Delta C = \frac{\Pi + \Delta \Pi - B + C}{\alpha / \beta - 1} \end{cases}$$

Возьмём  $\alpha = 0,7; \beta = 0,3; B = 41; C = 36,5; \Pi = 4,5; \Delta \Pi = 1$ . Получим  $\Delta C = 0,75; \Delta B = 1,75$ .

Изменяя коэффициенты относительной важности, мы будем получать различные варианты достижения поставленной цели, то есть увеличения прибыли на 1. Задача фактически свелась к оптимальному выбору коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ . Возникает вопрос: каким образом лицо, принимающее решение должно выбирать оптимальный вариант изменения выручки и себестоимости, чтобы получить желаемое изменение прибыли?

В первую очередь необходимо определиться с критерием оптимальности. В качестве целевой функции можно рассматривать величину финансовых ресурсов, которые нужно привлечь для улучшения показателей деятельности предприятия. Затем потребуется оценить количество средств, которое нужно привлечь для увеличения выручки или снижения себестоимости единицы продукции.

**Пример 2.** Рассмотрим ту же зависимость прибыли от выручки  $B$  и себестоимости  $C$  (себестоимость разобьём на 2 части с учётом постоянных и переменных расходов):  $\Pi = B - (C_{пер} + C_{посм})$ . Пусть оборачиваемость активов составляет  $m$  раз за рассматриваемый период (месяц, год). Тогда для увеличения выручки нужно привлекать дополнительно  $\Delta B/m$  средств. Можно предположить, что если не предпринимать специальных мер, переменные расходы будут расти пропорционально росту выручки:  $\Delta C_{пер} = C_{пер}/B * \Delta B$ . Предположим, что инвестиции в снижение себестоимости продукции (модернизация или замена оборудования и т.д.) имеют срок окупаемости  $n$  периодов. Тогда величину средств, вкладываемых в снижение себестоимости единицы продукции можно выразить как  $n*(C_{пер}/B * \Delta B - \Delta C_{пер})$ . Предположим также, что максимально возможное уменьшение себестоимости единицы продукции составляет 10%, а увеличение выручки 25%. Тогда можно сформулировать математическую постановку задачи оптимизации относительно неизвестных переменных  $\Delta B, \Delta C_{пер}$ :

Найти  $\min(1/m * \Delta B + n * (C_{пер} * \Delta B/B - \Delta C_{пер}))$

Система ограничений:



$$\Delta B \leq 0,25 * B; \quad C_{nep}/B * \Delta B - \Delta C_{nep} \leq 0,1 * C_{nep};$$

$$C_{nep}/B * \Delta B - \Delta C_{nep} \geq 0; \quad \Delta B - \Delta C_{nep} = \Delta \Pi; \quad \Delta B \geq 0.$$

Условие неотрицательности на переменную  $\Delta C_{nep}$  не накладываем, тем самым допуская снижение исходной величины себестоимости. Задача была решена в Excel средствами надстройки «Поиск решения» при тех же исходных значениях параметров, что и в Примере 1. Только общая величина себестоимости разбита на 2 части:  $C_{ном} = 2$ ,  $C_{nep} = 34,5$ . Дополнительные параметры  $m = 1$ ,  $n = 12$ .

Получили  $\min ЦФ = 6,31$  при  $\Delta B = 6,31$ ,  $\Delta C_{nep} = 5,31$ . То есть при заданных значениях исходных параметров в увеличение выручки будет вложено  $1/m * \Delta B = 1/1 * 6,31 = 6,31$  единиц денежных средств, а в снижение себестоимости единицы продукции средства вкладываться не будут  $n * (C_{nep} * \Delta B/B - \Delta C_{nep}) = 12 * (34,5 * 6,31 / 41 - 5,31) = 0$ .

Подобный подход можно распространить на более детальное рассмотрение выручки и себестоимости продукции.

**Пример 3.** В условиях Примера 2 разобьем всю реализуемую продукцию на 2 группы. Тогда математическая постановка задачи примет вид:

$$\text{Найти } \min (1/m_1 * \Delta B_1 + n_1 * (C_{nep1} * \Delta B_1/B_1 - \Delta C_{nep1}) + 1/m_2 * \Delta B_2 + n_2 * (C_{nep2} * \Delta B_2/B_2 - \Delta C_{nep2}))$$

Система ограничений:

$$\Delta B_1 \leq 0,25 * B_1; \quad \Delta B_2 \leq 0,25 * B_2;$$

$$C_{nep1}/B_1 * \Delta B_1 - \Delta C_{nep1} \leq 0,1 * C_{nep1}; \quad C_{nep1}/B_1 * \Delta B_1 - \Delta C_{nep1} \geq 0;$$

$$C_{nep2}/B_2 * \Delta B_2 - \Delta C_{nep2} \leq 0,1 * C_{nep2}; \quad C_{nep2}/B_2 * \Delta B_2 - \Delta C_{nep2} \geq 0;$$

$$\Delta B_1 - \Delta C_{nep1} + \Delta B_2 - \Delta C_{nep2} = \Delta \Pi; \quad \Delta B_1, \Delta B_2 \geq 0.$$

Задача в постановке из Примера 3 была также решена в Excel при следующих значениях исходных параметров:  $C_{ном} = 2$ ;  $C_{nep1} = 17$ ;  $C_{nep2} = 17,5$ ;  $B_1 = 21$ ;  $B_2 = 20$ ;  $m_1 = 1$ ;  $m_2 = 2$ ;  $n_1 = 7$ ;  $n_2 = 5$ .

Получили  $\min ЦФ = 4,38$  при  $\Delta B_1 = 0$ ;  $\Delta C_{nep1} = 0$ ;  $\Delta B_2 = 5$ ;  $\Delta C_{nep2} = 4$ . Таким образом при заданных значениях исходных параметров в увеличение выручки

по второй группе продукции будет вложено  $1/m_2 * \Delta B_2 = 1/2 * 5 = 2,5$  единиц денежных средств, а в снижение себестоимости единицы продукции из второй группы  $n_2 * (C_{неp2} * \Delta B_2 / B_2 - \Delta C_{неp2}) = 5 * (17,5 * 5 / 20 - 4) = 1,88$ .

### **Литература.**

1. Одинцов Б.Е. Обратные вычисления в формировании экономических решений: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 192 с.

## **Я ПОКУПАЮ?**

Зулинская Е.В.

Барнаульский филиал Финансового университета при правительстве РФ

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ильина М.А.

В данной работе предпринимается попытка построения эконометрической многофакторной модели для оценки влияния различных факторов на цену на однокомнатную квартиру и проведения экономико-математического анализа полученных результатов.

В моей жизни произошло удачное совпадение. Сестра покупала однокомнатную квартиру, и в семье очень активно обсуждался этот вопрос. Мы, как и все покупатели, не хотели переплачивать и пытались найти компромиссный вариант между ценой и другими нашими требованиями: дешевая квартира не устраивала по качеству, а в устраивающем варианте цена казалась завышенной. Для нас было важно учесть общую площадь квартиры, но чтобы при этом была не очень маленькая кухня, важны также были этаж, кирпичный дом, состояние квартиры, район и транспортная развязка, наличие детского сада и магазинов. Мы пытались на сравнении выбрать оптимальный вариант. Голова шла кругом. И вот в новом семестре мы изучаем дисциплину «Эконометрика». В лабораторной работе мне как раз попадает вариант, в котором надо построить модель зависимости цены на квартиру от нескольких

факторов и провести экономико-математический анализ полученных результатов. Так родилась идея проверить на практике роль реальной модели.

Для работы из периодических изданий были собраны реальные данные о квартирах в г. Барнаул на первичном рынке. В качестве факторных переменных рассматривали число комнат в квартире, общую площадь квартиры, жилую площадь и площадь кухни, тип дома (1 - кирпичный, 0 - панельный), наличие балкона, число месяцев до окончания срока строительства (Таблица 1).

Предварительный корреляционный анализ показал, что информативных факторов нет. Самые большие значения коэффициента корреляции между наблюдаемой и факторными переменными (общая площадь квартиры, жилая площадь и площадь кухни) были равны 0,52, 0,54 и 0,48. При таких величинах связь между переменными тесной назвать нельзя, она является более чем умеренной.

Оценка качества построенной модели с полным перечнем факторов привела к таким же удручающим выводам:

- коэффициент детерминации  $R^2=0,5704=57,04\%$  - следовательно, вариация цены квартиры  $Y$  только на 57,04% объясняется по данному уравнению вариацией (при этом нормированный  $R^2=0,069$ )
- критерий Фишера показал, что уравнение модели не является значимым, его использование не целесообразно, т.к.  $F=1,14 < F_{кр}=4,21$ ,
- значимых коэффициентов в модели нет, т.к. значения  $t$ -статистик всех коэффициентов оказались меньше  $t_{крит}=2,45$ .
- Средняя относительная погрешность модели составила 9%.

Таблица 1

Цена квартиры, тыс. руб. (Y)	Район города : новый Барнаул-1; Старый Барнаул-0 (Z)	Число комнат в квартире (X1)	Общая площадь квартиры, кв. м (X2)	Жилая площадь квартиры, кв. м (X3)	Площадь кухни, кв. м (X4)	Тип дома: кирпичный-1, другой-0 (X5)	Наличие балкона: есть-1 нет-0 (X6)	Число месяцев до окончания срока строительства (X7)
1400	0	1	41	18	9	1	0	0
1480	0	1	47	19	10	1	0	0
1900	1	1	45,55	17	11	0	1	9
1950	0	1	43	18	11	1	0	3
1650	1	1	36	18	9	0	1	9
1570	1	1	38	18	10	1	0	0
1930	0	1	47	20	10	1	1	9
2400	0	1	41	21	9	0	1	0
1600	0	1	36	17	7	0	1	0
1920	1	1	45,67	19	10	1	1	9
1630	1	1	37	17	8,5	1	1	6
1590	1	1	43	22	10,5	1	1	5
1500	0	1	33	15	8	0	1	0
1280	1	1	23,2	14	5	1	1	6

Попытались улучшить модель методом последовательного исключения: оставили те факторы, для которых коэффициент корреляции наибольший и среди них исключили мультиколлинеарность, которая прослеживается между факторами  $X_2$  (общая площадь квартиры) и  $X_4$  (площадь кухни) (Приложение

2). После такого отбора построили модель с двумя факторными переменными  $X_2$  (общая площадь квартиры) и  $X_3$  (жилая площадь квартиры).

Оценка качества новой модели оптимизма не добавила:

- коэффициент детерминации  $R^2=0,33=33\%$  - следовательно, вариация цены квартиры  $Y$  только на 33% объясняется по данному уравнению вариацией (при этом нормированный улучшился  $R^2=0,21$ )
- критерий Фишера показал, что уравнение модели не является значимым, его использование не целесообразно, т.к.  $F=2,68 < F_{кр}=3,98$ ,
- значимых коэффициентов в модели нет, т.к. значения  $t$ -статистик всех коэффициентов оказались меньше  $t_{крит}=2,21$ .
- Средняя относительная погрешность модели составила 9,4%.

Корреляционный анализ показал, что мультиколлинеарная связь между факторами  $X_2$  и  $X_3$  теснее, чем между этими факторами и  $Y$ . Поэтому на следующем шаге в модели оставили только фактор  $X_3$  - жилая площадь квартиры.

Результаты улучшились, но все равно нас не устраивали, мы ожидали большего. Получилось, что:

- коэффициент детерминации  $R^2=0,296=29,6\%$  - следовательно, вариация цены квартиры  $Y$  только на 29,6% объясняется по данному уравнению вариацией (при этом нормированный еще улучшился  $R^2=0,24$ )
- критерий Фишера показал, что при 5% уровне значимости уравнение модели нельзя применять для прогноза и экономико-математического анализа ( $F=5,048 < F_{кр}=5,11$ ), а при 10% уровне значимости оно уже переходит в разряд значимых и его использование возможно ( $F=5,048 > F_{кр}=3,36$ )
- значимость коэффициента также немного порадовала: при 5% уровне значимости наблюдаемая  $t$ -статистика проигрывает совсем немного  $t(x_3)=2,25$ , а  $t_{крит}=2,45$ . Но при 10% уровне значимости  $t_{крит}=1,94$  и коэффициент при  $x_3$  становится значимым, т.е. его можно оставить в модели.

- Но при этом средняя относительная погрешность модели составила почти 11%.

Построение нелинейных парных моделей положение не спасло.

Смириться с полученным результатом мы не могли. По меньшей мере, странно звучит утверждение, что цена на квартиру практически не зависит даже от ее площади. Ведь при обращении, непосредственно, к застраивающим фирмам явно прослеживается тенденция: «Жилищная Инициатива» продает квартиры в кирпичных домах в среднем по 42-47 тыс. руб. за кв.м., причем, чем больше площадь, тем меньше стоимость квадратного метра, а «КЖБИ-2» строит панельные дома и средняя цена реализации квартиры составляет 35-38 тыс. руб. за кв.м.

Должна быть зависимость цены квартиры от площади и типа дома.

При моделировании конечно важно и желательно получить уравнение модели. Но ведь экономико-математический анализ можно применять и для «расшивки узких мест», нахождения причин таких плохих результатов.

Исходя из всего проведенного исследования, мы сделали вывод о том, что проблема заключается в исходных данных. И тут мы обратили внимание на то, что объявление дается в рубрике «строящееся жильё», а на продажу квартиру выставляет риэлтерское агентство, а не застройщик! Т.е люди перепродают недостроенное жильё.

Это объясняет многое. Пока сестра покупала квартиру, нам пришлось общаться и с такими продавцами, и еще тогда мы обратили внимание на очень явный и странный разбег цен именно таких квартир. Этот сектор рынка является особенным.

Все встало на свои места. Выводы, шокирующие на первый взгляд, объясняются субъективными факторами, которые играют решающую роль в жизни и не были учтены в модели и вряд ли их возможно учесть.

Выявили, что наличие риэлтерского звена в цепочке реализации квартиры от застройщика к потребителю нарушает объективную оценку стоимости жилья

и вносит неподдающийся математическому анализу субъективный фактор в стоимостную оценку недвижимости.

Так как, оказывается, риэлторами движут различные мотивы в достижении прибыли: либо «сиюминутное» получение не слишком высоких дивидендов без дополнительных вложений, либо желание получить максимум, но при потребности внесения дополнительных вложений в ремонт и отделку продаваемой квартиры, и, соответственно, в более отдаленные сроки.

Проведенное исследование показало, что готовой моделью пользоваться нельзя в связи с наличием помимо объективных, поддающихся математическому анализу, факторов, также и субъективных, не анализируемых, факторов. И, значит, цель моделирования – это не только построение самой модели, но и выявление «узких мест», «подводных камней», влияющих на объективность оценки предмета изучения.

### **Литература**

1. Эконометрика: Учебник/Под ред. И.И. Елисеевой. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344с.

# ИНТЕРНЕТ ВЕРСИИ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Овчаренко А.Н.

Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Научный руководитель – д.т.н., профессор Перепелкин Е.А.

*Аннотация.* Рассматриваются интернет версии систем компьютерной математики: Mathcad, Matlab, Mathematica, Sage.

Практически все разработчики систем компьютерной математики (СКМ) создают интернет версии своих систем или предоставляют пользователям возможность создавать интернет приложения на основе кода СКМ. Преимущества интернет интерфейса к СКМ заключаются в следующем:

1. Нет необходимости устанавливать на компьютер пользователя СКМ.
2. Доступ к СКМ осуществляется с любого компьютера, подключенного к сети Интернет с использованием стандартных интернет обозревателей независимо от операционной системы и аппаратной платформы.
3. Интернет версии СКМ удобно применять в совместной работе группы пользователей независимо от места их работы.
4. Можно получить значительную экономию на покупке прикладного программного обеспечения.

Проприетарные СКМ, такие как: Mathacd, Matlab, Mathemathica, имеют свои сетевые реализации в виде интернет серверов или интернет приложений. Рассмотрим некоторые из них.

Mathcad Calculation Server (MCS) – сетевое приложение СКМ Mathcad [1]. MCS устанавливается на сервер организации. Доступ к серверу осуществляется по протоколу http с применением стандартных интернет браузеров. В качестве расчётных заданий используются обычные mcd документы Mathcad. Пользователь MCS не может непосредственно изменять сам алгоритм расчёта,



но может менять значения переменных и управлять выбором алгоритмов, реализованных в mcd документе (рис. 1).

Компания MathWorks разработчик системы Matlab предлагает пользователям инструменты для создания вычислительных интернет приложений на основе кода языка программирования Matlab в виде Java сервлетов [2]. Пользователи получают доступ к приложениям через стандартные интернет браузеры (рис. 2).

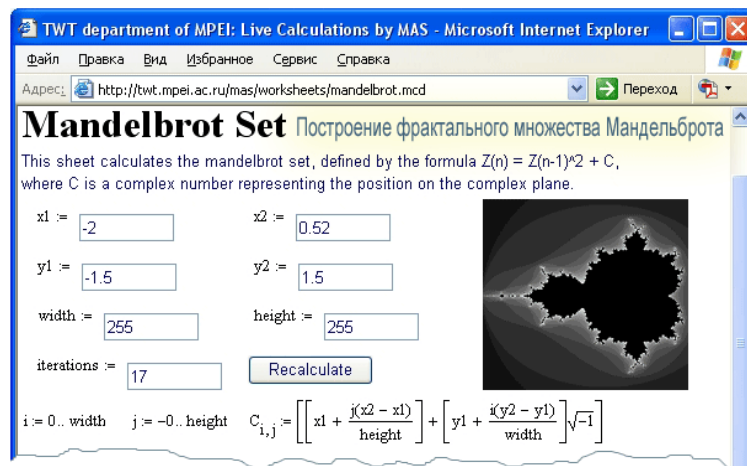


Рисунок 1 – страница MCS

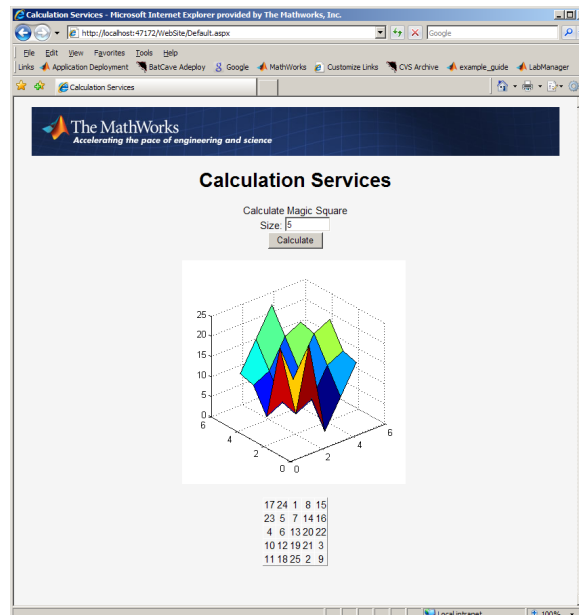


Рисунок 2 – пример интернет приложения системы Matlab

Система webMathematica основана на СКМ Mathematica компании Wolfram [3]. Система webMathematica позволяет создавать интерактивные вычислительные сайты с графической визуализацией результатов вычислений на основе инструментов системы Mathematica и современных веб-технологий (рис 3).



Рисунок 3 – приложение системы webMathematica

Свободно распространяемая СКМ Sage объединяет в себе математические пакеты: GAP, Maxima, Singular, Symmetrca и др. [4]. СКМ Sage разработана для операционных систем Linux, OS X, Solaris. Существует интернет версия системы Sage (рис. 4).

Анализ последних продуктов разработчиков СКМ показывает, что создание интернет версий СКМ является актуальной задачей, что также соответствует общей тенденции развития облачных вычислений [5].

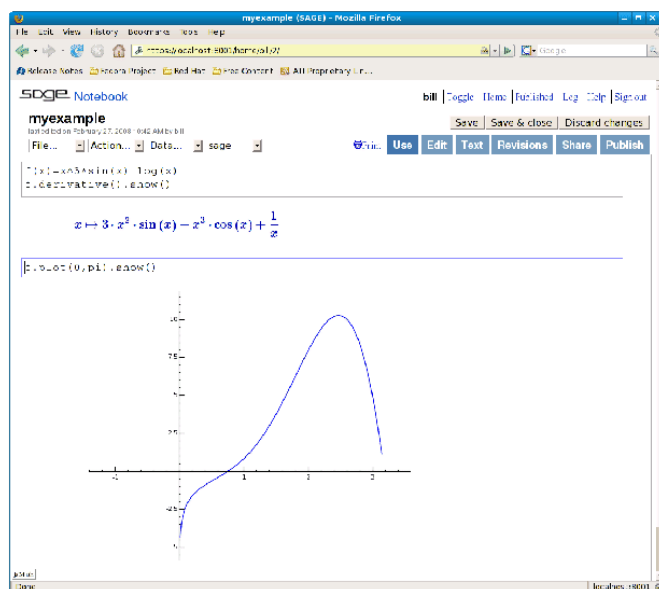


Рисунок 4 – страница Sage Notebook

В Алтайском государственном техническом университете выполняется проект по созданию интернет версии свободно распространяемой СКМ Maxima [6]. Систему Maxima можно применять для решения задач математического анализа, линейной алгебры, алгебраических структур, решения дифференциальных уравнений и других задач математики. Система позволяет строить графики функций в двух и трех измерениях. Все эти возможности доступны пользователям интернет версии СКМ Maxima. Пользователь может редактировать код приложения, сохранять код и результаты вычислений на сервере системы.

### Литература

1. Материалы сайта <http://www.ptc.com>
2. Материалы сайта <http://www.mathworks.com>
3. Материалы сайта <http://www.wolfram.com>
4. Материалы сайта <http://www.sagemath.org>
5. Орлов С. Облачные вычисления// Журнал сетевых решений/LAN, №1, 2012.
6. Стахин Н.А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima. – Москва, 2008.

## «МАТЕМАТИКА ДИЕТ»

Злодеева А.Е.

Барнаульский филиал Финансового университета при правительстве РФ

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ильина М.А.

В этом учебном году мы изучали новую дисциплину «Методы оптимальных решений». Меня заинтересовали задачи линейного программирования, которые мы решали на занятиях, захотелось попробовать применить их в жизни и проверить, действенны ли они в реальных условиях.

На сегодняшний день очень популярна тема диет, основополагающими продуктами которых являются овощи и фрукты. Эти продукты богаты микроэлементами и витаминами, необходимыми для существования человека, поэтому они рассматриваются в данной работе.

Целью данной работы является составление рациона таким образом, чтобы затраты на приобретение продуктов были сведены к минимуму, а получение микроэлементов и витаминов обеспечивало суточную норму для взрослого человека. Для составления диеты выбрали овощи и фрукты, которые можно купить в нашем регионе в конце летнего сезона, при этом предположили, что других источников микроэлементов и витаминов нет.

Поиск информации о содержании микроэлементов и витаминов в продуктах, суточной норме полезных веществ производился в Интернет-ресурсах. Так суточная норма для взрослого человека: углеводы – 389 г, белки – 96 г, кальций – 1,2 г, магний – 0,35 г, железо – 0,02 г, фосфор – 1,2 г, витамин В-каротин – 0,005 г, витамин С – 3г. В таблице 1 представлено содержание микроэлементов и витаминов в ягодах.

Таблица 1

Продукты	Белки, г	Углеводы г	Ca, г	Mg, г	Fe, г	P, г	Vit В- каротин, г	Vit С, г	Цена за 100 г, руб.
Малина	0,8	14,1	0,04	0,022	0,0012	0,037	0,0002	0,025	6
Облепиха	0,9	10,2	0,022	0,031	0,0006	0,009	0,0015	0,4	5
Черная смородина	1	11,5	0,036	0,031	0,0013	0,033	0,0001	0,181	5,5
Виноград	0,6	16,8	0,03	0,017	0,0006	0,022	-	0,006	8

Цены, представленные в таблице, брались за прошлый год.

В первую очередь было интересно рассмотреть случай, можно ли необходимые витамины и микроэлементы получить только из ягод нашего региона (малины, облепихи, смородины и винограда).

1. Для построения модели введем управляющие переменные:

$x_1$  – количество малины (порции по 100 г),  $x_2$  – количество облепихи,  $x_3$  – количество черной смородины,  $x_4$  – количество винограда.

2. Функция цели – минимальные затраты на рацион – описывается выражением:

$$F=6x_1+5x_2+5,5x_3+8x_4 \rightarrow \min.$$

3. Построим систему ограничений.

Белки	$0,8x_1 + 0,9x_2 + x_3 + 0,6x_4 \geq 96$
Углеводы	$14,1x_1 + 10,2x_2 + 11,5x_3 + 16,8x_4 \geq 389$
Кальций	$0,04x_1 + 0,022 + 0,036x_3 + 0,03x_4 \geq 1,2$
Магний	$0,022x_1 + 0,031x_2 + 0,031x_3 + 0,017x_4 \geq 0,35$
Железо	$0,0012x_1 + 0,0006x_2 + 0,0013x_3 + 0,0006x_4 \geq 0,02$
Фосфор	$0,037x_1 + 0,009x_2 + 0,033x_3 + 0,022x_4 \geq 1,2$
В-каротин	$0,0002x_1 + 0,0015x_2 + 0,0001x_3 + 0x_4 \geq 0,005$
Витамин С	$0,025x_1 + 0,4x_2 + 0,181x_3 + 0,006x_4 \geq 3$

Добавим прямые ограничения:  $x_i \geq 0, i = 1 \div 4$ .

Построенная модель является линейной, нахождение оптимального плана выполнялось в среде Excel с помощью надстройки «Поиск решения». Результаты реализации этой модели представлены на рис. 1.

H2		fx = СУММПРОИЗВ(\$B\$3:\$E\$3;B4:E4)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Решение</b>							
2		x1	x2	x3	x4		<i>Целевая функция</i>	528
3		0	0	96	0			
4	<b>Коеф. ЦФ</b>	6	5	5,5	8			
5		<b>Ограничения</b>						
6		<b>Коэффициенты при x</b>				<b>Лев. часть</b>	<b>Знак</b>	<b>Пр. часть</b>
7	Белки, г	0,8	0,9	1	0,6	96	>=	96
8	Углеводы, г	14,1	10,2	11,5	16,8	1104	>=	389
9	Кальций, г	0,04	0,022	0,036	0,03	3,456	>=	1,2
10	Магний, г	0,022	0,031	0,031	0,017	2,976	>=	0,35
11	Железо, г	0,0012	0,0006	0,0013	0,0006	0,1248	>=	0,02
12	Фосфор, г	0,037	0,009	0,033	0,022	3,168	>=	1,2
13	Витамин В-каротин, г	0,0002	0,0015	0,0001	0	0,0096	>=	0,005
14	Витамин С, г	0,025	0,4	0,181	0,006	17,376	>=	3

**Результаты поиска решения**

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Сохранить найденное решение  
 Восстановить исходные значения

Тип отчета: Результаты, Устойчивость, Пределы

Рис. 1. Результаты реализации модели о составлении рациона из ягод

Из найденного решения следует, что можно получить суточную норму необходимых витаминов и микроэлементов, если употреблять только 9,6 килограмм черной смородины ежедневно, при этом диета будет стоить 528 рублей. Результаты реализации построенной модели получились нереальными.

Фактически мы получили подтверждение, что компьютер – это только инструмент, а ответственность за решение несет человек. С помощью программы быстро просчитали значения управляющих переменных, удовлетворяющих системе ограничений, но ими воспользоваться не имеет смысла, так как модель оказалась не реальной. Поэтому добавили ограничения, по количеству съеденных ягод. Для простоты определили, что всех ягод можно

съесть не более 650 грамм в день: дополнили систему ограничений неравенствами

$$x_i \leq 6,5, \quad i = 1 \div 4 \text{ (рис.2).}$$

H2		fx = СУММПРОИЗВ(\$B\$3:\$E\$3;B4:E4)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Решение							
2		x1	x2	x3	x4		Целевая функция	159,25
3		6,5	6,5	6,5	6,5			
4	Коэф. ЦФ	6	5	5,5	8			
5	Ограничения							
6		Коэффициенты при x				Лев. часть	Знак	Пр. часть
7	Белки, г	0,8	0,9	1	0,6	21,45	>=	96
8	Углеводы, г	14,1	10,2	11,5	16,8	341,9	>=	389
9	Кальций, г	0,04	0,022	0,036	0,03	0,832	>=	1,2
10	Магний, г	0,022	0,031	0,031	0,017	0,6565	>=	0,35
11	Железо, г	0,0012	0,0006	0,0013	0,0006	0,0241	>=	0,02
12	Фосфор, г	0,037	0,009	0,033	0,022	0,6565	>=	1,2
13	Витамин В-каротин, г	0,0002	0,0015	0,0001	0	0,0117	>=	0,005
14	Витамин С, г	0,025	0,4	0,181	0,006	3,978	>=	3

Результаты поиска решения

Поиск не может найти подходящего решения.

Тип отчета  
 Результаты  
 Устойчивость  
 Пределы

Сохранить найденное решение  
 Восстановить исходные значения

ОК    Отмена    Сохранить сценарий...    Справка

Рис. 2. Результаты реализации модели о составлении рациона из ягод с дополнительным ограничением

Программа выдала сообщение: «поиск не может найти решения». Проведя анализ полученных результатов, стало ясно, что решение не может быть найдено, потому что происходит недобор нужного количества белка, углеводов, кальция, фосфора, витамина В-каротина. Отрицательный результат – тоже результат, он позволил сделать вывод, что если употреблять только ягоды, то невозможно набрать суточную норму всех необходимых микроэлементов и витаминов.

Процесс усовершенствования модели продолжился. Добавили в модель фрукты и овощи, которые созревают в тот же период, что и рассматриваемые

ягоды (содержание полезных веществ в овощах и фруктах представлено в таблице 2). Запрет на количество ягод оставили без изменений и добавили ограничения по количеству овощей и фруктов: не более 650 г.

Таблица 2

Содержание полезных веществ в овощах и фруктах

Продукты	Белки, г	Углеводы г	Са, г	Мг,г	Fe,г	P,г	Vit В-каротин, г	Vit С, г	Цена за 100 г, руб.
Яблоко	0,26	13,81	0,006	0,005	0,00012	0,011	0,00002	0,0046	5,5
Груша	0,38	15,46	0,009	0,007	0,00017	0,011	0,00001	0,0042	8
Картофель	1,9	16,6	0,011	0,022	0,0007	0,059	0,00002	0,011	1,4
Морковь	1,3	9,3	0,051	0,038	0,0007	0,055	0,009	0,005	1
Капуста белокочанная	1,8	6,8	0,048	0,016	0,0006	0,031	0,00002	0,045	1
Салат	1,5	3,1	0,077	0,04	0,0006	0,034	0,00175	0,015	3
Лук репчатый	1,4	10,4	0,031	0,014	0,0008	0,058	0,0001	0,01	1
Томат	1,1	5	0,014	0,02	0,0009	0,026	0,0012	0,025	4
Перец	1,3	7,2	0,008	0,004	0,0008	0,016	0,001	0,15	3
Огурец	0,8	3,8	0,023	0,014	0,0006	0,042	0,06	0,01	2

Построим новую модель.

1. Введем управляющие переменные. К переменным  $x_1, \dots, x_4$  по количеству ягод добавили  $x_5$  – количество яблок,  $x_6$  – количество груш,  $x_7$  – количество картофеля,  $x_8$  – количество моркови,  $x_9$  – количество белокочанной капусты,  $x_{10}$  – количество салата,  $x_{11}$  – количество репчатого лука,  $x_{12}$  – количество томатов,  $x_{13}$  – количество перца,  $x_{14}$  – количество огурцов.

Переменных, представляющих интерес с точки зрения диеты получилось много, но ведь считать не вручную, а при решении в среде Excel переменных может быть любое количество.

2. Функция цели – минимальные затраты на рацион – описывается выражением  $F=6x_1+5x_2+5,5x_3+8x_4 +5,5x_5+8x_6 +1,4x_7+x_8+x_9+3x_{10}+x_{11}+4x_{12} +3x_{13}+2x_{14} \rightarrow \min.$



### 3. Построим систему ограничений.

Белки	$0,8x_1+0,9x_2+x_3+0,6x_4+0,26x_5+0,38x_6+1,9x_7+1,3x_8+1,8x_9+1,5x_{10}+1,4x_{11}+1,1x_{12}+1,3x_{13}+0,8x_{14} \geq 96$
Углеводы	$14,1x_1+10,2x_2+11,5x_3+16,8x_4+13,81x_5+15,46x_6+16,6x_7+9,3x_8+6,8x_9+3,1x_{10}+10,4x_{11}+5x_{12}+7,2x_{13}+3,8x_{14} \geq 389$
Кальций	$0,04x_1+0,022x_2+0,036x_3+0,03x_4+0,006x_5+0,009x_6+0,011x_7+0,051x_8+0,048x_9+0,077x_{10}+0,031x_{11}+0,014x_{12}+0,008x_{13}+0,023x_{14} \geq 1,2$
Магний	$0,022x_1+0,031x_2+0,031x_3+0,017x_4+0,005x_5+0,007x_6+0,022x_7+0,038x_8+0,016x_9+0,04x_{10}+0,014x_{11}+0,02x_{12}+0,004x_{13}+0,014x_{14} \geq 0,35$
Железо	$0,0012x_1+0,0006x_2+0,0013x_3+0,0006x_4+0,00012x_5+0,00017x_6+0,0007x_7+0,0007x_8+0,0006x_9+0,0006x_{10}+0,0008x_{11}+0,0009x_{12}+0,0008x_{13}+0,0006x_{14} \geq 0,02$
Фосфор	$0,037x_1+0,009x_2+0,033x_3+0,022x_4+0,011x_5+0,011x_6+0,059x_7+0,055x_8+0,031x_9+0,034x_{10}+0,058x_{11}+0,026x_{12}+0,016x_{13}+0,042x_{14} \geq 1,2$
Витамин В-каротин	$0,0002x_1+0,0015x_2+0,0001x_3+0x_4+0,00002x_5+0,00001x_6+0,00002x_7+0,009x_8+0,00002x_9+0,00175x_{10}+0,0001x_{11}+0,0012x_{12}+0,001x_{13}+0,06x_{14} \geq 0,005$
Витамин С	$0,025x_1+0,4x_2+0,181x_3+0,006x_4+0,0046x_5+0,0042x_6+0,011x_7+0,005x_8+0,045x_9+0,015x_{10}+0,01x_{11}+0,025x_{12}+0,15x_{13}+0,01x_{14} \geq 3$
	$x_i \geq 0, i = 1 \div 14,$
	$x_j \leq 6,5, j = 1 \div 14.$

В результате реализации данной модели решение найдено. Для того, чтобы получить суточную норму витаминов и микроэлементов, нужно употреблять каждый из представленных продуктов в количестве: по 650 г малины, облепихи, черной смородины, винограда, груш, картофеля, моркови, белокочанной капусты, салата, репчатого лука, томатов, перца, огурцов, 631 г - груш, а вот яблок программа предлагает не употреблять вовсе.

При этом питание в день будет стоить 316 руб.

В целом полученные результаты удовлетворили, потому что главная цель работы достигнута: убедились, что в принципе, математическая модель диеты вполне жизнеспособна. Она дает возможность изменять состав продуктов по времени года, хоть каждую неделю. Ведь есть же люди, считающие каждый

день потребляемые калории, так почему же нельзя производить аналогичный расчет полезных веществ. Можно модель усовершенствовать, сделав ее практически индивидуальной, например:

- добавить мясные продукты, или любые другие, которые употребляете лично Вы;
- можно исключить из рассмотрения Ваши продукты-аллергены;
- можно сократить количество не очень любимых продуктов,
- можно и подсчет калорий вести.

Кроме того существует спорный вопрос: ученые не пришли к единому мнению, какие микроэлементы и витамины лучше усваиваются – полученные из натуральных продуктов или из витаминных добавок. Проанализировав полученное решение, мне кажется, что все-таки не реально съесть такое количество фруктов и овощей в день, да и дорогая диета получается. Пока ученые разбираются, можно совмещать употребление фруктов и овощей с поливитаминными комплексами. Можно даже включить в модель таблетки-порошочки, ведь на каждой баночке есть информация по составу.

Но, пожалуй, самый главный вывод состоит в том, что Математика – это жизнь и человеку здесь отводится решающее место.

### **Литература**

1. Таблицы состава продуктов [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://edimka.ru/tables/5-0>, свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 25.03.2013).

2. Еда Плюс [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://edaplus.info/produce/potato.html>, свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 25.03.2013).

3. Калоризатор [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.calorizator.ru/product/vegetable>, свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 25.03.2013).

## **ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССИНГА ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ**

Накрайников О.А.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Научный руководитель - к.ф-м.н., доцент Андреева А.Ю.

Очень быстро платёжные системы вошли в жизнь нашего общества и прочно закрепились в ней. Вопрос изучения организации платежных систем, а так же изучения их различных форм и видов очень актуален в настоящий момент, так как эта отрасль экономики молода и малоизучена.

Любая платёжная система всегда содержит два неотъемлемых элемента: плательщиков и провайдеров[1]. Для осуществления взаимодействия этих двух элементов необходимо связующее звено. В качестве такого звена могут выступать платёжные терминалы.

Рассмотрим подробнее способы взаимодействия основных элементов платежной системы. Очевидно, что со стороны владельца платёжными терминалами необходимо произвести заключение договоров с множеством провайдеров, для того что бы обеспечить широкий спектр оплачиваемых услуг с его терминалов. Со стороны провайдера услуг необходимо произвести заключение договоров с множеством владельцев терминалов, для того, что бы его услуги были доступны как можно большему кругу потребителей. Но осуществить все это весьма проблематично, затратно и не всегда возможно, особенно если учесть тот факт, что владельцы терминалов и провайдеры услуг могут быть разделены сотнями тысяч километров, находиться в разных городах или даже странах.

Для решения данной проблемы на рынке платежных систем появляется ещё одно ключевое звено: процессинговый центр. Процессинговый центр- это программное обеспечение, позволяющее организовать процессинг [1].

Процессинг- это деятельность, включающая в себя обработку и хранение информации, необходимой при осуществлении платежей [1]. Владелец процессингового центра заключает договоры с владельцами платежных терминалов с одной стороны и с провайдерами услуг с другой стороны, тем самым связывая эти два важных элемента платежной системы. Владельцы терминалов, подключённые к процессингу называются агентами [1]. Благодаря такому объединению агенты получают доступ к множеству провайдеров услуг, заключив договор только с владельцем процессингового центра. В тоже время, провайдер услуг получает доступ к огромному кругу платёльщиков, заключив договор только с владельцем процессингового центра.

Рассмотрим более подробно экономическую сторону данного процесса. Агенты устанавливают плату за пользование терминалами, так называемую внешнюю комиссию. Внешняя комиссия — это определённая сумма, либо же процент, который взимается с проводимого платежа [1]. Внешняя комиссия является основным доходом агентов. Владелец процессингового центра получает вознаграждение от провайдеров услуг, так называемую внутреннюю комиссию. Внутренняя комиссия- это вознаграждение в виде процента от оборота или фиксированной суммы с каждого платежа [1]. Часть внутренней комиссии владелец процессингового центра перечисляет своим агентам, остальную часть оставляет себе. На практике владелец процессингового центра так же имеет определённым количеством собственных платежных терминалов. Исходя из этого, доход процессингового центра складывается из оставшейся части внутренней комиссии и внешней комиссии с собственных терминалов.

С юридической точки зрения схема работы процессингового центра основывается на так называемом агентировании. Процессинговый центр выступает в качестве агента, обязуясь за вознаграждение совершать по поручению другой стороны (принципала) юридические и иные действия от своего имени, но за счет принципала [1 , 2]. Процессинговый центр заключает агентский договор с клиентами платёжной системы в виде публичной оферты и

обязуется произвести от своего лица оплату услуг выбранного провайдера [1, 2].

Теперь обратимся к технической стороне процесса. Процессинговый центр представляет собой специальное серверное программное обеспечение, которое умеет взаимодействовать с клиентским оборудованием агентов, с одной стороны, и с оборудованием провайдера услуг с другой. На клиентское оборудование агентов, как правило, устанавливается специальное клиентское программное обеспечение, которое умеет взаимодействовать с процессинговым центром. На практике разработка процессингового центра и клиентского программного обеспечения осуществляется совместно. Стоит отметить, что клиентское оборудование агентов не ограничивается cash-терминалами. В качестве такого оборудования могут выступать персональные компьютеры, мобильные телефоны, коммуникаторы. Так же в настоящее время приобретает широкую популярность осуществление платежей посредством веб-сайтов и электронных кошельков.



Рисунок 1 – техническая организация процессинга платежных систем.

Количество компаний, занимающихся разработкой программного обеспечения для организации процессинга, в России не велико. Из пятёрки лучших в качестве примера можно привести барнаульскую компанию «Softlogic», существующую на данном рынке с 2008 года. Сама по себе компания не

является платежной системой, а занимается разработкой программного обеспечения для организации процессинга и его поддержкой.

Выведенная в ходе изучения схема организации платежных систем является универсальной и реально применяется на практике при организации платежного бизнеса не только в России, но и за рубежом.

### **Литература**

1. Описание программного комплекса Pay-logic [Электронный ресурс]; - Режим доступа: [www.pay-logic.ru/description/](http://www.pay-logic.ru/description/)
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс]; -Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)