

## **Метод формирования оптимального списка товаров с использованием законов Госсена для автоматизированной системы «Умный холодильник»**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Показана перспективность использования «Умного холодильника» и сопутствующих его программ. Предложен метод формирования оптимального списка товаров для системы «Умный холодильник», разработан программный прототип, указаны преимущества предложенного метода над существующими.

**Ключевые слова:** «Умный дом», «Умный холодильник», оптимальный список товаров, первый и второй законы Госсена, полезность товаров, матрица полезности, коэффициент убывания полезности, программа-прототип.

### **Введение**

«Умный дом» (англ. SmartHouse) — жилой дом современного типа, организованный для удобства проживания людей с помощью высокотехнологичных устройств. Электронные бытовые приборы в «Умном доме» могут быть объединены в домашнюю UniversalPlug'n'Play — сеть с возможностью выхода в сети общего пользования.

«Умный дом» в первоначальном смысле означает «здание, готовое к изменениям» или «приспосабливаемое (гибкое) здание», инженерные системы которого способны обеспечить адаптацию к возможным изменениям в будущем [1].

«Умные дома» начинают «набирать темп» так же стремительно, как в свое время внедрение персональных компьютеров. В Европе даже создана организация, которая своей целью ставит развитие и распространение концепции «интеллектуального здания» — Европейская Группа Интеллектуальных Зданий (EIBG). Более того, газета The Wall Street Journal заявила, что бывший топ-менеджер Microsoft, а ныне глава компании Living PlanIT Стив Льюис задумал строительство "умного города" в Португалии, программное обеспечение для которого предоставит его бывший работодатель. В Америке «умные дома» или отдельные их части уже находятся в свободной продаже и пользуются спросом [2].

В «Умном доме» автоматизированы такие бытовые приборы, как микроволновая печь, стиральная машина, кондиционер, пылесос и многие другие. Если говорить о распространении «умных» приборов в Украине, то компания LG Electronics ввела в коммерческую эксплуатацию первую модель в линейке «умной» бытовой техники — «умный» холодильник LG. Весь модельный ряд интеллектуальных устройств, предлагающих новый инновационный способ экономии энергии, будет представлен в течение 2011 года. Компания LG также заявила о готовности принимать инновационные предложения от разработчиков программного обеспечения для производимой бытовой техники [3].

И среди этого множества бытовых приборов особое внимание в данной работе уделено холодильнику.

«Умный холодильник» способен искать в интернете рецепты, основываясь на имеющихся в наличии продуктах, следить за сроками их годности, регулировать температуру и самостоятельно выбирать один из энергосберегающих режимов. Всю необходимую информацию о состоянии

холодильника и продуктов пользователь может получить через компьютер или портативное устройство с доступом в интернет.

В данной работе рассмотрены функции формирования списка товаров для их автоматической закупки в интернет - магазинах. Обзор литературных источников выявил четыре основных используемых метода формирования списка товаров. В работе предложен еще один способ решения данной проблемы. Этот способ заключается в применении законов Госсена для формирования списка продуктов.

Основными преимуществами предложенного метода формирования списка товаров являются учет субъективных предпочтений товаров пользователя и возможность определения единицы товара, которая не принесет удовлетворения потребителю согласно законам Госсена.

### **Обзор литературы**

Можно выделить четыре основных используемых способа формирования списка товаров для покупки в системе «Умный холодильник»:

1. Список товаров вводится пользователем системы. Этот способ реализован практически во всех системах.

Фактически вся работа по формированию списка товаров лежит на плечах пользователя.

2. Производится контроль содержимого холодильника, информируя пользователя о наличии в нем тех или иных продуктов и срока годности. Данная информация выводится на экран смартфона, планшета или другого устройства вывода, что позволяет пользователю корректировать список покупки. Представителем такого способа формирования списка покупок является «умный» холодильник марки LG, представленный в начале 2011 года на международной выставке бытовой электроники CES в Лас-Вегасе [7].

3. В базу данных загружаются списки товаров и возможные кулинарные рецепты, а также любимые блюда пользователя. Система формирует список товаров, опираясь на данные о имеющихся товарах и рецептах блюд, которые пользователь собирается готовить [8].

4. Формируются список товаров и их минимальное количество. Система производит контроль содержимого холодильника и закупает продукты, количество которых ниже заданного минимума.

Возможны и разработки новых методов формирования списка товаров в связи с увеличением количества IT компаний, готовых предоставлять программное обеспечение для «умной» техники.

Например, на конференции Google I/O 2011 общественности была представлена платформа Android@Home - новое видение, в рамках которого Android-устройства станут центром домашней жизни, взаимодействуя с домашними приборами и электроникой и управляя ими.

Google обещает выпустить набор необходимых библиотек с открытым исходным кодом, чтобы разработчики могли превращать домашнюю электронику и бытовую технику в Android-совместимые устройства, управляемые другим Android - устройством, например смартфоном [4]. Затронутые в этой конференции вопросы дают возможность писать программное обеспечение к системам «умного» дома сторонним разработчикам.

### **Цель и задачи**

Целью работы является повышение эффективности работы автоматизированной системы «Умный холодильник» за счет оптимизации списка товаров для закупки.

Задачи:

1. Повышение эффективности интернет - закупок в автоматизированной системе «Умный холодильник».
2. Обзор моделей формирования оптимального списка товаров для автоматизированной системы «Умный холодильник».
3. Применение законов Госсена для оптимизации списка закупок в автоматизированной системе «Умный холодильник».

### **Теоретические основы**

Предлагаемый метод формирования оптимального списка товаров основывается на первом и втором законах Госсена.

#### ***Первый закон Госсена***

*При последовательном потреблении продуктов предельная полезность каждой последующей единицы продукта ниже предыдущей.*

Продукт обладает полезностью. Полезность — это способность продукта удовлетворять потребителя. Полезность определенного продукта будет существенно различной для разных людей. Например, пара очков имеет огромную полезность для того, кто страдает близорукостью или дальновидностью, но совершенно бесполезна для человека со стопроцентным зрением.

Но еще продукт обладает предельной полезностью.

Предельная полезность — это добавочная полезность, извлекаемая потребителем из дополнительной единицы конкретной продукции.

#### ***Второй закон Госсена***

*Оптимальным будет тот вариант потребления, при котором достигается равенство между предельными полезностями, получающимися от последних денежных единиц, израсходованных на покупку отдельных товаров.*

Поведение типичного потребителя представляет существенный интерес в рыночной экономике. Суть теории такова: каким образом потребители будут расходовать свои денежные доходы между различными товарами и услугами, которые они могут купить. Чтобы это понять, необходимо проанализировать следующие факторы, влияющие на поведение потребителя.

#### **1. Максимум товаров и услуг при минимуме расходов**

Типичный потребитель стремится получить за свои деньги «все, что можно», или, используя специальную терминологию, максимизировать совокупную полезность.

#### **2. Предпочтения потребителя**

Средний потребитель имеет достаточно отчетливую систему предпочтений в отношении товаров и услуг, предлагаемых на рынке. Покупатели прекрасно представляют себе, какую предельную полезность они извлекут из каждой последующей единицы различных продуктов, которые они надумают купить.

#### **3. Доход потребителя**

Денежный доход имеет ограниченную величину, поэтому можно купить ограниченное количество товаров. За несколькими исключениями —

Рокфеллеры, король Саудовской Аравии — все потребители испытывают на себе сдерживающее влияние бюджета.

#### 4. Цены

На все товары и услуги, предлагаемые потребителю, есть цены. Потому, что их производство требует расхода ценных ресурсов.

Вопрос сводится к следующему: какой именно набор товаров и услуг из тех, что потребитель может приобрести, не выходя за пределы своего бюджета, принесет ему наибольшую полезность или удовлетворение [5,6]?

Для решения данной задачи предлагается использовать следующий метод: определить предпочтения потребителя, на их основе сформировать матрицу полезности товаров и рассчитать оптимальный список товаров согласно второму закону Госсена.

Рассмотрим каждый из перечисленных этапов.

Первый этап. Определение предпочтений пользователя предлагается в текстовой форме с помощью нечеткой логики. Пользователь также вводит коэффициент уменьшения предельной полезности товаров и количество средств, отводимое для покупки. Коэффициент предельной полезности товаров характеризует степень уменьшения предельной полезности для каждой последующей единицы продукта.

Второй этап. На основе полученных данных формируется матрица полезности товаров. Она представляет собой прямоугольную матрицу размером  $l$  на  $n$ , где  $l$  – количество строк,  $n$  – количество столбцов. Количество строк рассчитывается с использованием формулы (1) и считается завершенным, когда все элементы последней строки в матрице полезности будут меньше или равны нулю. Количество столбцов определяет количество товаров. Элементы матрицы определяются по следующей формуле:

$$m_{ij} = M_j - k_j \cdot i, \quad (1)$$

где  $m_{ij}$  – предельная полезность  $i$ -й единицы  $j$ -го товара;

$M_j$  – субъективная полезность  $j$ -го товара для покупателя;

$i$  – номер дополнительной единицы товара, для которой рассчитывается предельная полезность,  $i \in [0, l-1]$ ;

$j$  – номер товара;

$k$  – коэффициент уменьшения предельной полезности.

$M_j$  показывает субъективную оценку полезности товара для конкретного пользователя. Эмпирическим путем был найден и установлен следующий диапазон значений данной величины –  $M_j \in [0, 20]$ .

Коэффициент  $k$  характеризует степень уменьшения предельной полезности для каждой последующей единицы продукта. Чем коэффициент уменьшения полезности выше, тем меньше предельная полезность для каждой последующей единицы продукта. Предельная полезность последующей единицы продукции не будет меняться, если  $k=0$ . Эмпирическим путем установлен следующий диапазон значений данной величины –  $k \in [0, 20]$ .

При формировании матрицы вводятся следующие ограничения:

1. Товары имеют одно наименование.

2. Матрицу полезности формирует только один человек.

Третий этап. Производится нормализация матрицы полезности товаров путем деления каждой предельной полезности товара в матрице полезности на ее цену.

Для формирования оптимального списка товара используется нормализованная матрица полезности товаров, из которой по одному выбираются максимальные элементы (каждый элемент может быть выбран лишь один раз) до того момента, пока их суммарная стоимость не сравнится с отведенными средствами или не останется ни одной положительной предельной полезности товара, которая не была бы выбрана.

### **Проектирование прототипа**

В качестве прототипа разработана программа Limit\_utility, которая поддерживает функции создания базы данных товаров, матрицы полезности одного клиента, расчета оптимального списка товаров с учетом отведенных на покупку товаров средств.

Результаты работы прототипа показали возможность использования законов Госсена для формирования оптимального списка товаров в «Умном холодильнике».

При анализе работы прототипа выявлены следующие преимущества предложенного метода над существующими:

- возможность контролировать количество денежных средств на каждую покупку;
- возможность принимать во внимание период времени, на который производится запас продуктов при формировании списка товаров для покупки;
- сформированный список покупок не содержит в себе единиц товара с нулевой или отрицательной полезностью, то есть сформированный список не содержит «лишних» продуктов согласно (согласно второму закону Госсена);
- сформированный список покупок оптимально, согласно законам Госсена, удовлетворяет предпочтениям пользователя системы;
- возможность расчета оптимального списка продуктов для определения количества средств, которых будет достаточно для удовлетворения клиента на протяжении заданного времени с учетом последних цен на товары.

### **Заключение**

«Умные дома» или их отдельные автоматизированные составляющие захватывают новые рынки продаж. Также все больше IT - компаний заявляют о готовности поставлять программное обеспечение для производителей умной техники. Поэтому инновационные технологии для различной «умной» техники являются востребованными. Новые методы для решения уже существующих задач в «умных» домах вполне могут иметь успех, что делает предложенный метод формирования оптимального списка товаров для системы «Умный холодильник» актуальным.

Для решения данной задачи был предложен метод, который основывается на законах Госсена и создан программный прототип.

Разработанный прототип показал возможность использования законов Госсена для формирования оптимального, согласно второму закону Госсена, списка товаров для покупки. Предлагаемое решение имеет ряд преимуществ над существующими аналогичными системами.

### Список литературы

1. Википедия - свободная энциклопедия. Умный дом. [Электронный ресурс] [http://ru.wikipedia.org/wiki/Умный\\_дом](http://ru.wikipedia.org/wiki/Умный_дом)
2. Система «Умный дом». Технологии [Электронный ресурс] <http://www.marshal-cottages.ru/>
3. Электронный магазин бытовой техники Magazin - «Умный холодильник» LG. [Электронный ресурс] <http://magazon.lg.ua/articles/umnyy-holodilnik-lg.html>
4. Электронный научный журнал allscience. [Электронный ресурс] <http://allscience.info/news/news.php?id=7946>
5. Маржинализм и теория предельной полезности [Электронный ресурс] <http://www.5ka.ru/101/index.html>
6. Топик: Теория потребительского поведения. Предельная полезность [Электронный ресурс] [www.bestreferat.ru/referat-8652.html](http://www.bestreferat.ru/referat-8652.html)
7. MONKEYJOB – independent consumer testing lab - «Умный холодильник» LG [Электронный ресурс] <http://www.monkeyjob.com.ua/new-products/lg-smart-grid-ready.html>
8. ai-dev - Умный дом. Управление умным холодильником [Электронный ресурс] <http://ai-dev.ru/dom-holodilnik.html>

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц., проф. кафедры И. В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков.

Поступила в редакцию 15.11.11

### Метод формування оптимального списку товарів з використанням законів Госсена для автоматизованої системи «Розумний холодильник»

Показано перспективність використання «Розумного холодильника» і супутніх його програм. Запропоновано метод формування оптимального списку товарів для системи «Розумний холодильник», розроблено програмний прототип, указано переваги запропонованого методу над тими, що існують.

**Ключові слова:** «Розумний будинок», «Розумний холодильник», оптимальний список товарів, перший і другий закони Госсена, корисність товарів, матриця корисності, коефіцієнт убавання корисності, програма-прототип.

### Method of forming an optimal list of products using Gossen laws for automated system "Smart" fridge

Perspectives of using "Smart refrigerator" and its accompanying programs are shown. In work the method of formation of the optimum list of the goods for system "Smart refrigerator" is offered, the program prototype is developed, advantages of the offered method over existing are specified.

**Keywords:** "Smart house", "Smart" refrigerator, the optimum list of the goods, the first and second Gossen laws, utility of the goods, a utility matrix, factor of decrease of utility, the program-prototype.