

# ЯЗЫК СТРУКТУРНЫХ ФОРМУЛ КАК ИНСТРУМЕНТ КОМПОЗИЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ БИЛЛИНГОВЫХ СИСТЕМ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ (ЖКХ)

Б. Н. НЕФЕДОВ

*Специальное конструкторско-технологическое бюро “Наука”  
КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия  
e-mail: sekretary@sktb.krsn.ru*

Billing systems in the housing communal sector are designed to maintain and control calculation of bills and processing of payments. The specific of such systems is that they are linked to the management based on the non-systematic knowledge and on the individual actions modeling. Only fundamental research is capable to determine the prospects of a new generation of such systems and to train the staff for their implementation and maintenance. The method presented in the paper allows describing a construction of a huge variety of such systems. The author proposes a technology for designing and implementation of the informational automated systems for this specific problem.

## Введение

Биллинговые (платежные) системы в жилищно-коммунальном хозяйстве обеспечивают расчет и начисление стоимости услуг в этой сфере и осуществляют контроль за их оплатой (квартиплата, отопление, электроснабжение, водоснабжение и т. п.). Основные требования к автоматизированным платежным системам можно сформулировать следующим образом.

1. *Максимальная настраиваемость.* При динамизме внутренней ситуации в стране, когда постоянно меняются законодательная база, условия предоставления льгот и субсидий, тарифы, методики расчетов, возможность настраивать систему становится объективной необходимостью.

2. *Широкие функциональные возможности.* Система должна иметь средства разграничения полномочий доступа для различных групп пользователей, автоматически рассчитывать субсидии и учитывать льготы, работать с индивидуальными и групповыми приборами учета, вести расчеты с поставщиками ЖКУ и т. д.

3. *Модульный принцип построения.* Это свойство позволяет адаптировать систему к различным предприятиям и условиям функционирования. Кроме того, модульный принцип расширяет и наращивает функциональные возможности системы.

4. *Возможности телекоммуникационного доступа и создания распределенной сети.* Это позволяет создавать рабочие места по сбору платежей, проведению консультаций для населения в местах, удаленных от головной организации, работать с распределенными базами данных и тиражировать их, реализовывать возможности создания общегородской информационной среды.

5. *Послегарантийное авторское сопровождение системы и наличие хорошей эксплуатационной документации* (в том числе и исходные тексты программ). Выполнение этого условия будет способствовать долголетнему циклу жизни автоматизированной системы.

Для функционирования любой автоматизированной системы в ЖКХ необходимо, чтобы одновременно существовала информация о жилищном фонде, населении, начислениях и платежах. Обычно в автоматизированных системах присутствует и другая информация (в разных — разная), но без этих видов информации автоматизированная информационная система ЖКХ функционировать не может.

Предметом исследования в предложенной работе является информация, необходимая для функционирования платежных систем в ЖКХ, которая будет пониматься как взаимосвязанные данные о планируемом и текущем состояниях счетов за оплату ЖКХ-услуг. Одни и те же данные находятся в различной взаимосвязи, обладают различной ценностью. Сущность исследования заключается в выяснении взаимосвязи данных, обрабатываемых платежной системой. Описание производится с помощью структурных формул [1], которые показывают только взаимосвязь данных: их объединение в реквизиты и базы данных. Все остальное, в том числе и тип, остается за пределами принятого уровня абстракции.

Работа посвящена решению следующих задач:

- 1) адаптировать язык исследования вариантов платежных систем методом перебора, начиная от простейших систем с последующим усложнением;
- 2) выявить взаимосвязь информации в концептуальной схеме расчета начислений по услугам, учета оплаты услуг и применения льгот для коррекции начислений;
- 3) разработать варианты управления в платежных системах. Сначала определить минимально допустимые системы, а затем варьированием переменных рассмотреть все их множество.

Как только был создан язык исследования (представления) вариантов управления, стало возможным перебирать различные системы и сравнивать их между собой. В этой работе сформирован метод исследования (перебора), он заключается в том, что сначала выбирается простейшая (имеющая смысл) база данных, выбираются неварьируемые (обязательные для любой соответствующей базы) реквизиты с минимальным допустимым количеством полей. Далее определяется класс полей, введение которых в простейшую базу данных представляет дополнительные возможности платежных систем. При рассмотрении варьируемых полей формируются варьируемые реквизиты. Последние добавляются к простейшим базам данных в различной связи между собой и неварьируемыми реквизитами. Таким образом, от простого к сложному перебираются различные варианты баз данных [2].

Нужно учесть и то, что вся система жилищно-коммунального хозяйства находится в перманентном процессе реформирования и это требует постоянного перепрограмми-

рования платежных систем, а минимизировать этот процесс возможно только в случае декомпозиции биллинговых систем на простейшие элементы и описания их взаимодействия или модификации в случае любых изменений законодательства и нормативов в сфере ЖКХ [3].

## 1. Описание языка структурных формул

Структурная формула (структура) есть функция, определяющая порядок зависимости реквизитов:

$$\langle \text{структура} \rangle := (\text{Рекв} | \text{Рекв} \langle \text{структура} \rangle \dots \langle \text{структура} \rangle).$$

Структура, состоящая из одного реквизита, называется простой. Подструктура является структурой, входящей в другую структуру. Подструктур в структуре конечное число. Структура — это набор, состоящий из реквизитов и подструктур, заключенных в круглые скобки.

Реквизитом (*Рекв*) называется позиционная функция конечного числа переменных. Переменные реквизиты принимают значения из множества слов (алфавит — цифровой код) определенной длины. Если значение реквизита назвать словом, то значения переменных будут значениями полей.

Структура и ее реквизит находятся на первом уровне. Если подструктура и ее реквизит находятся на уровне  $y$ , то ее подструктура со своими реквизитами находится на уровне  $(y + 1)$ .

Имя структуры обозначается последовательно из нескольких прописных букв. Например, *КВАП* — имя структуры, описывающей архив расчетных документов по квартплате. Имя реквизита в структуре обозначается последовательно из трех или четырех строчных букв, например *квар* — имя реквизита, описывающего общие характеристики жилья. Поля реквизита обозначаются одной строчной буквой через запятую. Например,  $n$  — поле номера жилья.

## 2. Простейшие информационные модели биллинговых систем

Для проведения композиции платежных систем в ЖКХ выпишем простейшую допустимую систему структур и выделим класс варьируемых полей и реквизитов (переменных). Далее, вводя в простейшую модель новые переменные, будем рассматривать более сложные варианты таких систем.

Для формального рассмотрения платежных систем любое жилье идентифицируется номером (адресом). Поля номера жилья обозначаются в структурах буквой  $n$ . Поскольку для представления платежных систем достаточно одного номера, адреса в структурах опускаются. Все платежные системы ориентированы на дату платежа. Для ее описания будем манипулировать с календарем. Имя поля даты обозначим буквой  $d$ . Сумма платежа на данную дату обозначена буквой  $c$ .

Структура квартплаты в простейшем виде представляет собой однореквизитную структуру:

$$\text{КВАП} = (n, d, c),$$

где  $n$  ( $KBAП, сум$ ) — поле номера жилья;  $d$  ( $KBAП, сум$ ) — поле даты платежа;  $c$  ( $KBAП, сум$ ) — расчетная сумма платежа.

Совокупность таких квитанций переносится в текущий архив системы, в котором сохраняются все данные. Архив может иметь информацию о сумме нормативного платежа и сумме фактического платежа. В этом случае можно видеть информацию о фактическом сборе квартплаты и считать пению за несвоевременную оплату. В простейших платежах архив не имеет “памяти” и его структура совпадает со структурой входного документа *КВИТ*. Архив *КВИТ* хранит только неоплаченные квитанции о квартплате:

$$КВИТ = KBAП = (n, d, c),$$

где  $n$  ( $КВИТ$ ),  $d$  ( $КВИТ$ ),  $c$  ( $КВИТ$ ) соответствуют полям структуры *KBAП*.

Эта формула описывает простейшую платежную систему, в которой оплата производится на всю сумму, указанную в квитанции, или не производится совсем. Выходной документ один — неоплаченное жилье:

$$НЕОП = (\text{номер}(\text{неоп})) = (n(d, c)),$$

где  $n$  ( $НЕОП, номер$ ) — номер (адрес) жилья, которое еще не оплачено;  $d$  ( $НЕОП, неоп$ ) — дата периода, который не оплачен;  $c$  ( $НЕОП, неоп$ ) — сумма неоплаты.

Простейшая система предполагает, что расчет квартплаты производится вручную, льготы также учитываются вручную. Однако на практике расчет квартплаты представляет собой довольно большой комплекс программных средств, учитывающий множество параметров жилья, автоматизация расчетов в котором обязательна. Он включает в себя три отдельных подсистемы:

- регистрация жителей (паспортный стол);
- расчет квартплаты;
- корректировка расчетной квартплаты на основе законодательства о льготах.

### 3. Построение моделей учета места проживания жителей и расчета стоимости услуг

Учет жителей — это самостоятельная система, ведающая регистрацией граждан по месту проживания. Ведение записей в паспортных столах целесообразно автоматизировать совместно с автоматизацией расчетов по жилищной услуге.

В общем случае структуру, описывающую регистрацию граждан, *ПАСП*, можно записать следующим образом:

$$ПАСП = (\text{адр}(\text{фио}(\text{хар } 1))) = (n(\text{ф}(y_{1,2,\dots,y_m}))),$$

где множество  $\{y_{1,2,\dots,y_m}\}$  — характеристики регистрируемого (прописываемого) гражданина;  $m$  — максимальное количество описываемых характеристик гражданина;  $n$  — адрес проживания;  $\text{ф}$  — фамилия, имя, отчество и индивидуальный налоговый номер (ИНН).

Расчет жилищной услуги может зависеть от следующих параметров: площадь жилья; число жильцов; номер этажа; число комнат в квартире; этажность здания; число квартир в здании; наличие лифта; наличие мусоропровода; строительный материал, из

которого возведен дом; год ввода дома в эксплуатацию; дата последнего капитального ремонта; наличие телефонизации и т. п.

Кроме того, могут быть учтены реквизиты, не влияющие на стоимость расчета жилищной услуги, но важные для учета правовых и нормативных данных по жильцам.

При расчете жилищной услуги можно получить данные из модели “Учет жителей”  $\{y_1, \dots, y_m\}$ .

Исходя из вышеуказанного, опишем структуру, необходимую для расчета жилищной услуги:

$$КВАП = (\text{номер} ((\text{хар}) (\text{хар } 2) (\text{сум}))),$$

где  $(\text{номер}) КВАП$  — адрес квартиры (жилья);  $(\text{хар}) КВАП$  — характеристики, влияющие на расчет стоимости жилья;  $(\text{хар } 2) КВАП$  — характеристики, не влияющие на расчет стоимости жилищной услуги.

При взаимодействии с моделью “Учет жителей” структуру  $КВАП$  можно видоизменить следующим образом:

$$КВАП = (\text{номер}(\text{хар}) (\text{хар } 2) \text{фио} (\text{хар } 1) (\text{сум})),$$

где  $(\text{фио} (\text{хар } 2))$  — из структуры  $ПАСП$ .

Рассмотрим простейшую модель расчета платежа за жилищную услугу. Реквизит номер

$$КВАП = n (\text{номер}) КВАП = u, y, d, \kappa (\text{номер}) КВАП,$$

где  $u, y, d, \kappa$  — номер участка обслуживания, улица, номер дома и номер квартиры соответственно. Реквизит  $(\text{хар}) КВАП$  включает в себя характеристики жилья, которые влияют на расчет жилищной услуги. Набор этих характеристик прописан в законодательных актах органов местной власти. Существуют характеристики жилья, которые во всех законодательных актах содержатся как основные, — размер жилья и число жильцов. Обозначим их как  $s$  и  $k_{жс}$  соответственно, тогда

$$(\text{хар}) КВАП = (s, k_{жс}) КВАП.$$

Стоимость жилищной услуги

$$c = f_1(s) + f_2(k_{жс}),$$

где функции  $f_1$  и  $f_2$  задаются законодательными органами местной власти в виде табличных данных или формул зависимости. Расчет стоимости жилищной услуги может быть заложен вводом дополнительных зависимостей, учитывающих, например, наличие лифта — параметр  $l(\text{хар}) КВАП$ .

Стоимость жилищной услуги в этом случае может быть определена следующим образом:

$$c = f_1(s) + f_2(k_m) + f_3(l),$$

где  $f_3(l)$  определяет зависимость стоимости жилищной услуги от наличия лифта.

Таким образом, можно получить варианты расчета стоимости жилищной услуги в зависимости от учитываемых параметров, в общем виде она будет выглядеть:

$$c = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_n(x_n),$$

где  $x_1, x_2 \dots x_n$  — параметры, от которых зависит стоимость жилищной услуги, например:  $x_1 = s$  — площадь жилья;  $x_2 = k_{жс}$  — число жильцов на жилплощади  $m$  и т. д.;

$n$  — число параметров, влияющих на расчет стоимости;  $f_n$  — функция, описывающая зависимость влияния параметра  $x_n$  на стоимость  $c$ .

Таким образом, можно рассмотреть конечное число параметров и построить программное обеспечение по модульному принципу, где  $f_n(x_n)$  — программа расчета величины стоимости жилищной услуги от параметра  $x_n$ .

Реквизит (*хар 2*) *КВАП* описывает множество параметров, не влияющих на величину стоимости жилищной услуги, например:  $z_1(\text{хар 2})$  *КВАП* — номер ордера на проживание;  $z_2(\text{хар 2})$  *КВАП* — дата выписки ордера на квартиру;  $z_3(\text{хар 2})$  *КВАП* — номер договора на обслуживание жилья;  $z_t(\text{хар 2})$  *КВАП* —  $t$ -й параметр, который несет дополнительную информацию по жилью, не влияющую на стоимость жилищной услуги, но важную при формировании выходных документов, при общении с клиентом (жильцом), при выдаче всевозможных справок, для бухгалтерских проводок, связи с другими подсистемами ЖКХ и т. п.

Структуру в самом общем виде можно представить:

$$\begin{aligned} \text{КВАП} &= (\text{номер}(\text{хар}) (\text{хар 2}) (\text{фио}(\text{хар 1})) (\text{сум})) = \\ &= (n(x_1, x_2, \dots, x_n)(z_1, z_2, \dots, z_t)(\phi(y_1, y_2, \dots, y_m))c), \end{aligned}$$

где  $\{x_1 \dots x_n\}$  — множество параметров, влияющих на расчет жилищной услуги;  $\{z_1, \dots, z_t\}$  — множество параметров жилья, не влияющих на стоимость жилищной услуги;  $\phi$  — фамилия, имя, отчество и ИНН жильца;  $\{y_1, \dots, y_m\}$  — множество параметров характеристик жилья из подсистемы “Паспортный стол”;  $c$  — стоимость жилищной услуги за заданный период (обычно принят месяц), определяется расчетным путем.

Сосредоточение сбора всех коммунальных платежей в одном рабочем центре позволяет вести обработку платежей со сложной структурой без дополнительного увеличения трудозатрат по сбору денежных средств, с одной стороны, и с удобством для пользователей услуг, которые могут быть обслужены сразу и в одном месте, с другой.

Введем в поле структуры такую характеристику, как расчет потребляемой теплоэнергии ( $\varepsilon_n$ ) *КВАП*. В настоящее время этот показатель формируется, как правило, расчетным путем. При этом:

$$\varepsilon_n = f(s_k),$$

где  $s_k$  — площадь квартиры.

Этот показатель может формироваться более точно, если в квартире стоит теплосчетчик. В последнем случае  $\varepsilon_n$  формируется путем снятия показаний счетчика потребления тепловой энергии, умноженных на тариф:

$$\varepsilon_n = v_T c_T,$$

где  $v_T$  — объем потребленного тепла, в килокалориях;  $c_T$  — тариф, утвержденный местной властью за потребляемую теплоэнергию.

$$\begin{aligned} \text{КВАП} &= (\text{номер}(\text{хар}) (\text{хар 2}) (\text{фио}(\text{хар 1})) (\text{потр})) = \\ &= (n(x_1, \dots, x_n)(z_1, \dots, z_t)(\phi(y_1, \dots, y_m))(c_n, \varepsilon_n)), \end{aligned}$$

где  $c_n$  — нормативная (расчетная) стоимость жилищной услуги.

В общем виде структуру, описывающую сбор всех видов платежей, можно представить следующим образом.

Пусть  $i$  — вид услуги,  $c_i$  — нормативная расчетная стоимость  $i$ -й услуги,  $q$  — количество установленных услуг.

$$\begin{aligned} \text{КВАП} &= (\text{номер} (\text{хар}) (\text{хар } 2) (\text{фио} (\text{хар } 1)) (\text{потр})) = \\ &= (n (x_1, \dots, x_n)(z_1, \dots, z_t), (\phi(y_1, \dots, y_m))(c_1, \dots, c_q)). \end{aligned}$$

Если в структуру КВАП введем параметр периода расчета  $p$ , то структура изменится следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{КВАП} &= (\text{номер} (\text{хар}) (\text{хар } 2) (\text{фио} (\text{хар } 1)) (\text{потр})) = \\ &= (n, \partial_p(x_1, \dots, z_n)(z_h, \dots, z_t), (\phi(y_1, \dots, y_m))(c_1, \dots, c_q)) \end{aligned}$$

В последнем случае записи хранятся, как правило, в соответствии с месячным периодом расчета. В год таких блоков записей 12. В этом случае в  $\partial_p p \in \{1.12\}$ .

#### 4. Усложнение модели при учете льгот

Пусть  $\{\mathcal{L}_1, \dots, \mathcal{L}_p\}$  — множество типов льгот, которые приняты государственной или муниципальной властью, тогда  $f(\mathcal{L}_i, c_j)$  — функция, описывающая влияние  $i$ -й льготы на стоимость соответствующей услуги  $j$  из множеств стоимостей  $\{c_1, \dots, c_q\}$ :

$$s_{\mathcal{L}} = f_1(\mathcal{L}_1, c_1) + f_2(\mathcal{L}_2, c_1) + \dots + f_p(\mathcal{L}_p, c_1) + f_1(\mathcal{L}_1, c_2) + \dots + f_p(\mathcal{L}_p, c_q)$$

— это сумма компенсаций (льгот), положенных по всем видам льгот и всем видам услуг. В этом случае каждому потребителю, проживающему в данной квартире, рассчитывается сумма компенсаций:

$$\mathcal{L}_{\phi_n} = \begin{cases} 0, & , \\ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q f_i(\mathcal{L}_i, c_j), \end{cases}$$

где  $n$  — номер квартиры, по которой рассчитывается льгота;  $\phi_n$  — фамилия, имя, отчество потребителя, которому положены льготы.

Некоторые (большинство) из  $f_i(\mathcal{L}_i, c_j) = 0$ , так как льготы даются по определенному законодательством критерию. В связи с вышеизложенным можно выписать структуру:

$$\text{ЛЬГОТ} = (\text{фио} (\text{номер}) (\text{льгот})) = (\phi (n) (\mathcal{L}_1, \dots, \mathcal{L}_p)),$$

где  $\{\mathcal{L}_1, \dots, \mathcal{L}_p\}$  — перечень льгот, положенных жителю  $\phi$ , проживающему в квартире  $n$ . Суммы рассчитанных льгот вычитаются из сумм нормативов оплаты услуги:  $c_i = c_i - \mathcal{L}_{\phi_i}$ , где  $c_i$  — нормативная стоимость  $i$ -й услуги;  $\mathcal{L}_{\phi_i}$  — сумма льгот по этой услуге, положенная всем проживающим в квартире  $n$  льготникам.

Сумма компенсации по всем видам услуг и по всем видам льгот гражданам, проживающим во всех квартирах города:

$$s_{\mathcal{L}} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^Q f_i(\mathcal{L}_{ij} l_k, c_{ik}),$$

где  $\mathcal{L}_{ij}$  —  $i$ -я льгота по  $j$ -й услуге;  $l_k$  — количество жильцов в  $k$ -й квартире;  $c_{ik}$  — нормативная стоимость  $i$ -й услуги по  $k$ -й квартире;  $K$  — количество всех квартир в городе;  $L$  — число жильцов в  $k$ -й квартире, которым положены льготы;  $P$  — количество видов льгот  $i$ ;  $Q$  — количество услуг, представляемых жителям, по которым начисляются льготы;  $s_{\mathcal{L}}$  — сумма, которая должна быть запланирована в бюджете города или государства для компенсации льгот из соответствующих бюджетов.

## Заключение

Предлагаемый метод позволяет описывать все множество возможных вариантов построения платежных систем. При рассмотрении вариантов, усложняющих биллинговые системы и охватывающих различные виды услуг, расширяются возможности таких систем. Количество вариантов моделей платежных систем исчисляется тысячами, что объясняет большое количество проектов, внедренных в практику. В конечном счете, данная работа является попыткой построения технологии разработки и внедрения информационных автоматизированных систем в данном конкретном приложении. В заключение хочется акцентировать, что проектирование информационных автоматизированных систем, связанных с управлением, основанное на несистематических знаниях и на оплате индивидов, имеет весьма ограниченные возможности своего развития. Только фундаментальные исследования способны открыть перспективы и подготовить квалифицированные кадры для создания новых систем управления и их использования.

## Список литературы

- [1] ЗУБОК И.Г. Информационная теория оперативного управления опытными производствами. Новосибирск: Наука, 1985. 295 с.
- [2] ЗУБОК И.Г., НЕФЕДОВ Б.Н. Автоматизация распорядительной деятельности, Новосибирск: Наука, 1986. 111 с.
- [3] НЕФЕДОВ Б.Н., ШОСТАК О.И. Реформа жилищно-коммунального хозяйства. Структура управления. Информационные компьютерные системы. Новосибирск: Наука, 2001. 160 с.

*Поступила в редакцию 28 апреля 2007 г.,  
в переработанном виде — 1 июня 2007 г.*