

УДК 631.171:658.011.56

**Феликс Иванович Ерешко**

доктор технических наук, профессор, руководитель отдела,  
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН,  
+7 (910) 437-80-87, fereshko@yandex.ru

**Владимир Васильевич Кульба**

доктор технических наук, профессор, руководитель отдела,  
Институт проблем управления РАН, +7 (909) 992-66-94, kulba@ipu.ru

**Виктор Иванович Меденников**

доктор технических наук, старший научный сотрудник, руководитель отдела,  
Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А.А. Никонова, +7 (916)  
680-73-29, dommed@mail.ru

**Реализация цифровой платформы АПК на основе идей А.И. Китова и В.М. Глушкова  
об ОГАС**

**Введение**

Одной из причин, могущих помешать успешной реализации Программы цифровой экономики, является недостаточный уровень интеграции информационных систем различных отраслей. Негативную роль в этом сыграл и отказ от реализации национального сетевого проекта, основанного на типизации и интеграции ИС, предложенного А.И. Китовым и академиком В.М. Глушковым по созданию Общегосударственной автоматизированной системы (ОГАС) в 70-е годы XX века. Поэтому необходимо на современном этапе развития цифровизации страны попытаться избежать (печальной) участи ОГАС. В настоящей работе рассмотрим опыт реализации системы управления на идеях ОГАС эталонным объектом – агрокомбинатом «Кубань» Всероссийским научно-исследовательским институтом кибернетики АПК (ВНИИК) в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ. На основе осмысления этого опыта подготовлены предложения по цифровой трансформации АПК. ВНИИК был организован в 1985г. по договоренности М.С. Горбачева и академиков Н.Н. Моисеева и А.А. Никонова, как институт системного анализа АПК, в котором была собрана большая команда выпускников МФТИ (около 50).

В результате чего по развитию информатизации АПК вышел на передовые рубежи среди других отраслей в конце существования СССР. Фактически в АПК произошел качественный скачок от оригинального, позадачного подхода к индустриальному проектированию, разработке и внедрению информационных систем.

Если до настоящего момента еще можно было мириться с «позадачным» (еще называют лоскутной, островной информатизацией) методом разработки и внедрения информационных систем в силу незначительного уровня информатизации предприятий, то неконтролируемое развитие ИКТ, Интернет-технологий сулит огромные издержки. Технологии проектирования информационно-управляющих систем (ИУС) на идеях А.И. Китова и В.М. Глушкова об ОГАС предполагают разработку единой системы сбора и анализа статистической и учетной отчетности, разработку унифицированных производственных типовых ИУС, информационно-вычислительных систем в науке и образовании.

### **1. Эволюции развития общемировых информационных средств**

Совершенствование ИКТ, Интернет-технологий в последние годы заставили многие развитые страны осознать неизбежность цифровизации экономики и начать движение в эту сторону. Однако переход к цифровой экономике (ЦЭ) требует осознания грядущих огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем, составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием.

Для того, чтобы оценить последствия внедрения Интернет-технологий в информатизацию сельского хозяйства, необходимо рассмотреть эволюцию средств информатизации: технических и программных средств информатизации во временном разрезе.

В информационных системах (ИС) первого поколения (таб. 1) практически все программное обеспечение (ПО) создавалось силами самих предприятий. Оно было приспособлено либо к конкретному предприятию, либо к узкому кругу родственных предприятий и требовало значительных трудозатрат на поддержку силами высококлассных программистов. Это, так называемый, позадачный подход. Последующая эволюция ИС была связана, прежде всего, с появлением более мощных средств хранения, переработки и передачи информации.

Таблица 1 Эволюции развития общемировых информационных средств

| Показатели                   | 1 этап   | 2 этап   | 3 этап  | 4 этап  |
|------------------------------|--|--|---|---|
| Программное обеспечение (ПО) | Требуется перекомпиляция ПО после любых изменений данных | Не требуется перекомпиляция ПО после изменений данных. ПО может переноситься между компьютерами без данных | ПО размещено на разных компьютерах в узлах локальной сети   | ПО размещено на разных компьютерах, как в узлах локальной сети, так и в сети Интернет. Пользователь может даже не знать место их нахождения (облачные вычисления) |
| Данные                       | Внутри программ  | Данные отделены от ПО, размещаются на различных машинных носителях, могут переноситься между компьютерами  | Данные находятся в файлах под управлением систем управления данными (СУБД) на разных компьютерах в узлах локальной сети | Данные находятся в файлах, как в узлах локальной сети, так и в сети Интернет.   |
| Место размещения             | Привязаны к конкретному компьютеру                       | Привязаны к конкретным компьютерам   | Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью  | Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью, Интернет, Интранет  |

Функциональные возможности ИС при этом также расширялись. Большую роль сыграло совершенствование инструментальных компьютерных средств, уменьшающих трудозатраты на создание и сопровождение ИС. Такое совершенствование способствовало углублению специализации, стандартизации, кооперации и интеграции разработок. Все это позволило оптимизировать функции управления, режимы обработки информации, обеспечить однократный ввод и многократное использование информации.

Если ИС первого поколения были доступны лишь крупным предприятиям, то с удешевлением информационных средств потребность в них возникла у большинства организаций. А это уже потребовало создания ПО в виде программного продукта на основе типизации и интеграции.

В свое время позадачный метод разработки и внедрения программного обеспечения был обусловлен большой стоимостью и технологическими особенностями больших компьютеров. Появление большого количества персональных компьютеров (ПК) привело к пониманию необходимости комплексного, системного подхода к проблеме создания и

внедрения информационных систем. Особенно это стало необходимо с появлением и использованием Интернета, который дал возможность доступа неограниченного числа пользователей к различным информационным системам.

## **2. Модель синтеза оптимальных информационных систем в АПК**

В свое время с появлением локальных сетей (до Интернета) была предпринята попытка проанализировать территориально-организационные структуры сельскохозяйственных предприятий с целью выделения конечного количества типовых ИУС. Примером служила работа по выделению 50 типов предприятий из нескольких десятков тысяч для типологизации заказа промышленности сельскохозяйственной техники. Однако этого не удалось сделать. Конфигураций территориально-организационных структур сельскохозяйственных предприятий оказалось слишком много и они постоянно менялись.

Поскольку затраты на ИС в свете предстоящего массового внедрения их в сельском хозяйстве оценивались значительными, была разработана технология синтеза оптимальных информационных систем. Технология синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий опиралась на соответствующую модель. Благодаря применению технологии синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий повышалось качество и надежность ИС, а также снижалась стоимость их внедрения. Реальные расчеты показали, что экономия средств на информатизацию среднего по размерам хозяйства составляли около 40%.

Под структурой ИУС АПК будем понимать организационную совокупность ее взаимосвязанных элементов, определяющих их место как в чисто физическом, так и технологическом смысле (уровень и конкретное место размещения элемента в пространстве и технологической схеме принятия решений и обработки информации).

В общем случае под элементом структуры ИУС АПК понимается некоторый физический элемент (узел, техническое устройство или средство, исполнитель или коллектив исполнителей и т.п.), реализующий вполне определенным образом некоторую функцию системы (задачу, группу взаимосвязанных функций или задач).

Таким образом, понятие структуры ИУС АПК предполагает частичную упорядоченность ее элементов относительно друг друга как в смысле их размещения по физическим узлам и уровням, так и в смысле решаемых ими функциональных задач процесса управления. Под синтезом структуры ИУС АПК понимается процесс построения

взаимосвязей элементов структуры ИУС АПК и самих элементов в соответствии с заданными критериями эффективности ИУС АПК в целом.

#### *Описание структуры системы управления*

Рассматривается система, состоящая из множества узлов управления  $j$  (например, животноводческих ферм, растениеводческих отделений, механических мастерских и т.д.), множества задач  $K$ , кластеров данных  $L$ , типов связи  $R$ .

Считаем, что информация делится на 2 типа: первичную, то есть возникающую в узлах управления, иначе в пунктах возникновения информации; вторичную, возникающую после решения некоторой задачи. С другой стороны, разбиение на кластеры осуществляется процедурой разбиения данных на предметные базы данных.

Процесс управления предполагается периодически с периодом  $T$ , и все операции расчетов, передачи данных и т.д. усреднены по времени.

Будем считать, что любая задача может решаться в любом узле, в том числе разбиваться по этим узлам. Например, начисление заработной платы может решаться в каждом узле на своем объеме информации.

Для решения задач используются технические средства нескольких типов.

#### *Математическая модель*

Введем обозначения:

$k$  - номер задачи (запрос на информацию, на корректировку БД);

$l$  - номер группового информационного элемента;

$l \in L^1$  - первичная информация;

$l \in L^2$  - вторичная;

$K^1$  - множество задач, использующих лишь первичную информацию;

$K^2$  - множество задач, использующих хотя бы один вторичный групповой информационный элемент;

$j$  - номер узла управления,  $j \in J$ ;

$i$  - номер технического средства,  $i \in I$ ;

$$\varphi_{pk} = \begin{cases} 1, & \text{если } p\text{-ый пользователь использует } k\text{-ю задачу;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$\omega_{pj} = \begin{cases} 1, & \text{если } p\text{-ый пользователь прикреплен к } j\text{-му узлу;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$\beta_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-ая группа используется в } k\text{-ой задаче;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$g_l$  - вектор длины групп;

$f_l$  - вектор количества экземпляров в группах;

$f_{klj}^e$  - средние характеристики (объем информации, временные, пропускные способности и т.д.) на информацию  $l$ -ой группы, необходимый для задачи  $k$ , возникающий в узле  $j$ ,  $e \in E$ ;

$p_{kln}^e$  - средние характеристики (объем информации, временные, пропускные способности и т.д.) на информацию  $l$ -й группы, необходимой для задачи  $k$ , после решения задачи  $n$ ;

$w_{i_1 j_1 i_2 j_2 r}$  - временные характеристики при передаче информации из  $(i_1, j_1)$  в  $(i_2, j_2)$   $r$ -м средством связи;

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-я задача решается в} \\ & \text{узле } j\text{-м на } i\text{-м типе оборудования} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$x_{tij} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-я информационная группа входит в } t\text{-й} \\ & \text{тип записи в } j\text{-м узле на } i\text{-м оборудовании} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$y_{tij} = \begin{cases} 1, & \text{если } t\text{-й тип записи размещается на } i\text{-м} \\ & \text{типе оборудования } j\text{-го узла;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$a_{klj} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-я группа возникает в узле } j \\ & \text{для } k\text{-й задачи;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$u_{i_1 j_1 i_2 j_2 r} = \begin{cases} 1, & \text{если информация из } l\text{-й группы не} \\ & \text{передается из } i_1\text{-го типа оборудования} \\ & j_1\text{-го узла в } i_2\text{-й тип оборудования} \\ & j_2\text{-й узел посредством связи } r; \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$b_{kln} = \begin{cases} 1, & \text{если } l\text{-я группа используется в } k\text{-й} \\ & \text{задаче после решения задачи } n; \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$z_{ij}$  - количество оборудования  $i$ -го типа в  $j$ -м узле;

$d_{mijk}$  - необходимые ресурсы  $m$ -го типа для решения  $k$ -й задачи на  $i$ -м типе оборудования в  $j$ -м узле;

$M_{mi}$  -  $m$ -е ресурсы  $i$ -го типа оборудования;

$$s_{i_1 j_1 i_2 j_2 r} = \begin{cases} 1, & \text{если } r\text{-й тип связи используется для} \\ & \text{передачи информации из } i_1\text{-го типа} \\ & \text{оборудования } j_1\text{-го узла в } i_2\text{-й тип} \\ & \text{оборудования } j_2\text{-го узла;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$G_r^e$  - характеристики средств связи;

$c_{ij}^1$  - стоимость  $i$ -го оборудования в  $j$ -м узле;

$c_{i_1 j_1 i_2 j_2 r}^2$  - стоимость  $r$ -го средства связи при передаче информации из  $(i_1, j_1)$  в  $(i_2, j_2)$ ;

$c_{i_1 j_1 i_2 j_2 r}^3$  - затраты на передачу единицы информации из  $(i_1, j_1)$  в  $(i_2, j_2)$ ;

$c_{mijk}^4$  - стоимость  $m$ -го ресурса для решения  $k$ -й задачи на  $i$ -м типе оборудования в  $j$ -м узле;

$c_k^5$  - обобщенная стоимость  $k$ -й задачи;

$c^0$  - средства, выделенные на внедрение ИУС;

$$v_k = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{i,j} x_{ijk} \geq 1, \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases},$$

$$u_{kn} = \max_{l \in L_k} b_{kln},$$

Ограничения на размещение задач по узлам и техническим средствам:

$$\sum_{i,j} x_{ijk} \geq 1, \quad k \in K^3 \in K, \quad \text{либо} \quad (1)$$

$$\sum_{i,j,p} x_{ijk} \varphi_{pk} \omega_{pj} \geq 1, \quad \text{то есть } k\text{-я задача должна быть решена хотя бы в одном узле;}$$

$$\sum_i x_{ijk} \geq 1, \quad j \in J_1, \quad k \in K^4 \in K, \quad \text{либо} \quad (2)$$

$$\sum_{i,p} x_{ijk} \varphi_{pk} \omega_{pj} \geq 1, \quad \text{т.е. некоторые задачи из множества } K \text{ должны быть обязательно}$$

решены в некоторых узлах  $j \in J_1$ , например, в центральной бухгалтерии предприятия, в том числе вторичные задачи;

$$\sum_i x_{ijn} \geq u_{kn} v_k, \quad k, n \in K, \quad i \in I, \quad j \in J, \quad (3),$$

то есть должны быть решены все задачи  $n$ , информация которых используется для решения задачи  $k$ .

Условия передачи информации из узла  $j_1$  в узел  $j_2$ :

$$\sum_r y_{li_1 j_1 i_2 j_2 r} = \sum_n \sum_k b_{kln} x_{i_1 j_1 n} x_{i_2 j_2 k}, \quad l \in L^2 \quad (4)$$

$$\sum_r y_{li_1 j_1 i_2 j_2 r} = \sum_k a_{klj_1} x_{i_2 j_2 k} \quad l \in L^1$$

Информация передается из узла  $j_1$  в узел  $j_2$ , когда она либо возникает в узле  $j_1$  и используется в узле  $j_2$  для задачи  $k$ , либо, когда вторичная информация заданной задачи  $n$ , решаемой в узле  $j_1$ , необходима для задачи  $k$ , решаемой в узле  $j_2$ ;

$$\sum_r y_{li_1 j_1 i_2 j_2 r} \leq 1, \quad (5)$$

информация передается одним средством связи;

$$\sum_{i_2 j_2, r} y_{li_1 j_1 i_2 j_2 r} = \sum_{t, k} \beta_{kl} x_{lt} y_{li_1 j_1}, \quad (6)$$

условие, что все группы в узле  $j_1$  на  $i_1$ -м типе оборудования формируются в записи  $t$ .

Ограничение на число групп в составе логической записи

$$\sum_l x_{lt} \leq N_t, \quad t \in [1, t_0] \quad (7)$$

Ограничения на длину формируемой логической записи

$$\sum_l x_{lt} y_{lij} g_l \leq \eta_{ij}, \quad (8)$$

Ограничение на однократность включения групп в логические записи:

$$\sum_t x_{ltij} = 1, \quad \forall l \in L. \quad (9)$$

Ограничение на число типов записей, размещаемых в БД  $j$ -го узла на  $i$ -м типе оборудования

$$\sum_i y_{ij} \leq h_{ij}, \quad (10)$$

Ограничение на загрузку оборудования:

$$\sum_{jk} d_{mijk} x_{ijk} \leq M_{mi}, \quad (11)$$

Ограничения на канал связи:

$$\sum_{l,k} y_{li_j i_2 j_2 r} f_{klj_2}^e + \sum_{l,k,n} p_{kln}^e y_{li_j i_2 j_2 r} \leq G_r^e s_{i_j i_2 j_2 r} \quad (12)$$

Финансовые ограничения:

$$\sum_{i,j,k} c_{ij}^1 x_{ijk} + \sum_{i_j, j_1 i_2 j_2 r} c_{i_j, j_1 i_2 j_2 r}^2 s_{i_j i_2 j_2 r} + \sum c_k^5 x_{ijk} \leq c^0 \quad (13)$$

Критерий эффективности:

$$\begin{aligned} & \sum c_{ij}^1 x_{ijk} + \sum c_{i_j, j_1 i_2 j_2 r}^2 s_{i_j i_2 j_2 r} + \sum c_{i_j, j_1 i_2 j_2 r}^3 f_{klj_2}^e y_{li_j i_2 j_2 r} + \\ & \sum c_{i_j, j_1 i_2 j_2 r}^3 p_{kln}^e y_{li_j i_2 j_2 r} + \sum c_{mijk}^4 d_{mijk} x_{ijk} + \sum c_k^5 x_{ijk} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (14)$$

Очевидно, что решить данную задачу в общем виде - сложная проблема. Для ее решения существует несколько подходов. Первый - воспользоваться алгоритмами, предложенными в [1] с небольшими модификациями, связанными с появлением блока синтеза структур. Второй - исходя из конкретики каждого хозяйства, на основе требований и пожеланий руководства, финансовых возможностей, сложившихся структур управления, ее консерватизма, попытаться свести задачу к многоэтапной итеративной процедуре, аналогично изложенной в [2].

Для этого введем предположение, что информация для задач из множества  $K^2$  всегда имеется, например, задачи из множества  $K^1$  решаются либо вручную, либо на ЭВМ, и информация эта возникает в месте ее решения. Тогда система уравнений примет следующий вид:

Уравнения (1), (2) остаются без изменений, в уравнении (3) нет необходимости.

Уравнение (4) принимает вид:

$$\sum_r y_{li_j i_2 j_2 r} = \sum_k a_{klj_1} x_{i_2 j_2 k}$$

Уравнения (5)-(11) остаются без изменений. Уравнение (12) принимает вид:

$$\sum_{l,k} y_{li_1j_1i_2j_2r} f_{klj_2}^e \leq G_r^e s_{i_1j_1i_2j_2r} \quad (16)$$

Уравнение (13) остается без изменений. Критерий эффективности приобретает вид:

$$\begin{aligned} & \sum c_{ij}^1 x_{ijk} + \sum c_{i_1j_1i_2j_2r}^2 s_{i_1j_1i_2j_2r} + \sum c_{i_1j_1i_2j_2r}^3 f_{klj_2}^e y_{li_1j_1i_2j_2r} + \\ & + \sum c_{mijk}^4 d_{mijk} x_{ijk} + \sum c_k^5 x_{ijk} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (17)$$

Данная система уравнений все еще имеет нелинейный вид. Для приведения ее к линейному виду произведем замену переменных:

$$z_{lij} = x_{lij} y_{ij} \quad (18)$$

с исключением из системы уравнения (10).

После решения данной системы уравнений получим, в частности, конкретные значения  $x_{lij}^0, y_{ij}^0$ . Если при этом выполняется условие (10), то есть

$$\sum_i y_{ij}^0 \leq h_{ij}, \quad (19)$$

то на этом процедура расчета по модели завершается. Если же условие (10) не выполняется при некоторых  $(i, j) \in (I^0, J^0)$ , тогда для данных  $(i, j) \in (I^0, J^0)$ , либо подбирается такая СУБД, которая удовлетворяет условию (19), либо, если такую замену совершить невозможно, вместо выражения (10) в систему включается следующее:

$$\sum_i z_{lij} \leq h_{ij}, \quad \forall l \in L, \quad (20)$$

Очевидно, что при  $x_{lij} = 1$ , выражение (20) совпадает с (10), при  $x_{lij} = 0$  условие (10) выполняется автоматически.

С другой стороны, современные СУБД столь мощны по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия, что уравнения (7) и (8) в большинстве своем теряют смысл.

Труднее обстоит дело в том случае, когда приобретаемое программное обеспечение жестко завязано по логической структуре собственной БД. В этом случае придется написать интерфейс по доступу к этим БД из других задач и при расчете по рассматриваемой в работе модели соответствующие переменные заменить константами, определяющими заданные логические структуры БД.

Модель также упрощается, когда, например, руководство предприятия жестко требует создания локальной сети в центральной конторе на основе уже имеющейся вычислительной техники, расставленной по рабочим местам, причем не только в центральной конторе. В такой ситуации модель распадается на ряд блоков, решаемых последовательно. Другой пример - руководство предприятия выделяет на компьютеризацию столь малые средства, например, на один или два ПК. В этом случае модель также существенно упрощается. И таких примеров можно привести много. Модель заработает в полном объеме в том случае, когда руководство решится на комплексную компьютеризацию предприятия с возможной в последующем реорганизацией системы управления.

Технология синтеза должна была решить еще одну важную задачу – помочь ожидаемой всеобщей реорганизации предприятий, поскольку реорганизация в условиях тотальной информатизации должна происходить одновременно с синтезом оптимальных информационных систем. По нашей классификации ИУС по степени влияния на объект управления условно делятся на 4 класса.

1. Системы, которые на каждом уровне и в каждом звене управления автоматизируют существующие функции управления.
2. Системы, которые оптимизируют систему управления в части затрат на информационную технику и передачу информации, дублирование функций и данных.
3. Системы, которые изменяют структуру системы управления объектом.
4. Системы, которые способствуют изменению самого объекта, например, структуры производства.

Модель интеграции оптимальных информационных систем, состоит из следующих блоков:

- блок размещения запросов пользователей (задач) по узлам управления и техническим средствам;
- блок расчета потребностей в средствах вычислительной техники и распределения их по узлам управления и закрепления за пользователями;
- блок расчета инвестиций в средства связи;
- блок расчета распределения информации по узлам управления и техническим средствам;
- блок формирования логических структур распределенных баз данных (РБД).

Модель позволяет создать архитектуру ИУС второго, третьего и, частично, четвертого класса.

Подавляющее же количество работ по проектированию ИУС относится к первому классу, так проектирование ИС основывается на постулате, что структура системы и узлы управления заданы, информационная техника с заданными характеристиками установлена, потребности в информации определены.

Модель позволяет в пределах выделенных финансовых ресурсов определить наиболее рациональную структуру ИУС, распределяет информационные средства, и решаемые задачи по узлам управления, определяет при необходимости инвестиции в телекоммуникационные средства с оптимизацией информационных потоков и логических структур распределенных баз данных.

### **3. Цифровая платформа АПК**

Появление Интернет существенно изменяет технологию проектирования ИУС. Включая в модель синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий в качестве канала связи Интернет и проводя онтологическое моделирование предметной области, получаем следующие результаты с далеко идущими последствиями. Вся первичная учетная информация сформирована в виде универсальной структуры (кортежа): **вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства производства, объем операции, вид потребленного ресурса, объем потребленного ресурса** (рис. 1). Таким образом, вся первичная учетная информация любого предприятия может храниться в единой БД (ЕБД) в виде указанного кортежа. Анализ различных предприятий других отраслей показал, что у них возможна такая же универсальная структура. Более того, учитывая современные возможности облачного хранения информации на основе мощных систем управления БД (СУБД), первичная учетная информация всех предприятий может храниться в данной ЕБД первичного учета (ЕБДПУ) в виде указанного кортежа, интегрированная как между собой, так и с единой системой классификаторов, справочников, нормативов, опять же на основе онтологического моделирования данных видов информационных ресурсов.

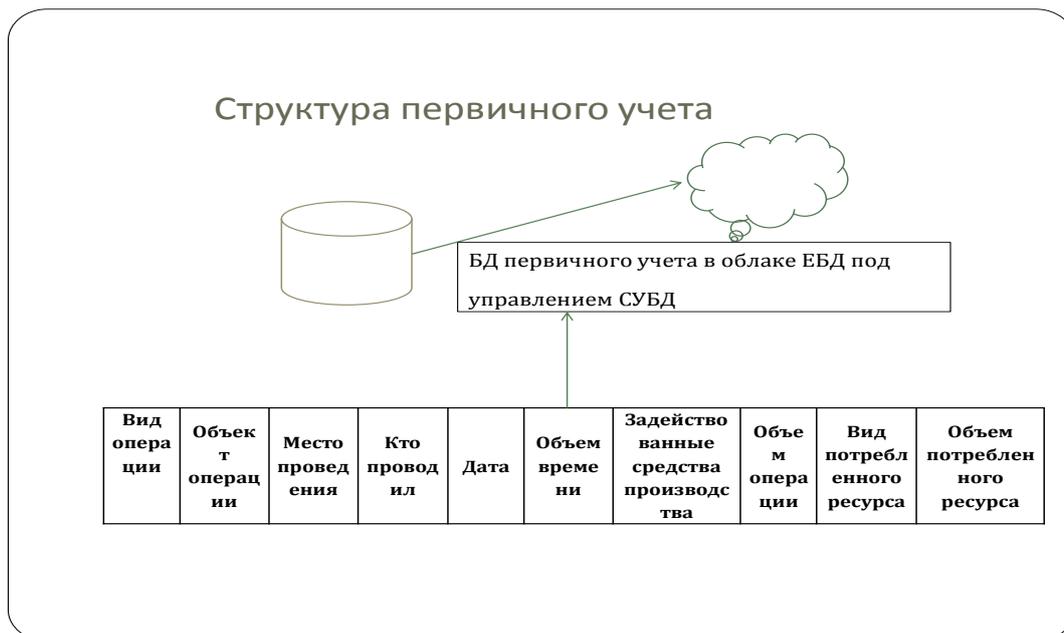


Рисунок 1 Универсальная структура первичного учета

Аналогичным образом, проведя интеграцию (рис. 2) на основе онтологического моделирования технологических БД в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д. получим типовые логические структуры технологических БД, которые также могут храниться в единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий под управлением СУБД.

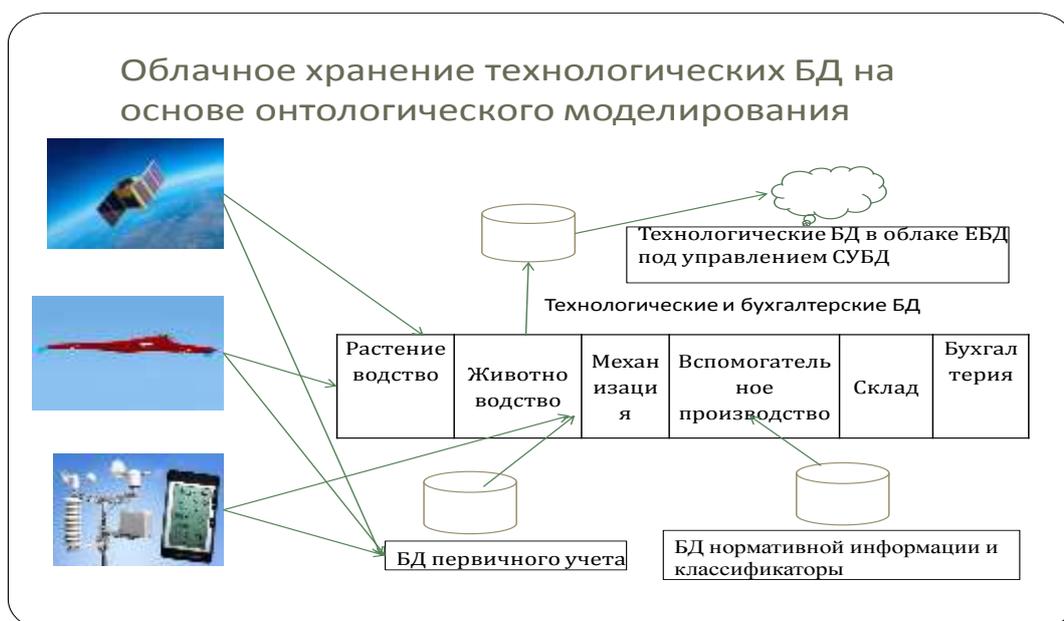


Рисунок 2 Облачное хранение технологических БД

Например, на рис. 3 приведена укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства на основе онтологического моделирования информационных ресурсов в растениеводстве, общая для всех растениеводческих предприятий России. В скобках указано количество атрибутов в соответствующем информационном блоке.



Рисунок 3 Укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства

При этом ЕБДПУ и ЕБДТУ могут заполняться учетчиком с любого мобильного устройства. Часть полей заполняется автоматически информацией с различных датчиков и приборов, размещаемых как стационарно, так и на различных летательных устройствах. По аналогичной схеме была проведена интеграция знаний различных агропромышленных технологий в животноводстве и других отраслях.

Данная работа была проведена на эталонном объекте – агрокомбинате «Кубань» в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ при реализации подсистемы растениеводства силами творческого коллектива из различных ведущих отраслевых растениеводческих НИУ и ВНИИК на единой методической основе. Первоначально данные отраслевые растениеводческие НИУ пытались внедрить свои разработки, исходя из собственных представлений о предметной области, собственных баз данных и концептуальных моделей (онтологических моделей) предметной области, не говоря уж о математическом и программном обеспечении, которое представляло собой

традиционное в нашей стране позадачное (лоскутное) проектирование на разных платформах. Интегрировать их методами федерализации, консолидации и др. не представлялось возможным.

Требование интегрированности решения задач по информации, по режимам ее обработки, а также требование функциональной их полноты послужило основой для формирования перечня задач и их классификации (выделено для автоматизации 140 задач), и для проектирования логической структуры базы данных (БД) (151 вид записей), общей для всех сельскохозяйственных предприятий России на основе онтологического моделирования и САПР БД.

Анализ различных информационных систем в растениеводстве показывает, что в стране продолжается эпоха «позадачного» проектирования и разработки их с формированием собственных концептуальных логических моделей растениеводства, являющихся онтологически несовместимым подмножеством единой концептуальной информационной модели растениеводства, указанной выше. Например, ГК «Беспилотные системы» создает филиалы по стране, выбор же ГИС и концептуальной модели предметной области остается за регионами. Таких фирм появляется все больше и больше, например, кто-то предлагает бороться с грызунами с помощью беспилотников, в этом случае им нужны лишь карта полей и прогноз появления грызунов. По нашим расчетам в ближайшее время будет создано несколько сотен тысяч ИС в сельском хозяйстве с такими же проблемами. Следуя позадачному подходу (еще называют островной, лоскутной информатизацией) и оценивая с округлением количество задач, решаемых в растениеводстве, в размере 150, различных технологических операций – около 20, регионов – 80, культур - 20, получим 4800000 информационных систем. Это еще не учитывая различные технологии, применяемые при этом.

Другой пример: ФГИС «Меркурий». В 2018 году, согласно ФЗ от 13.07.2015 № 243 «О внесении изменений в Закон РФ „О ветеринарии“», все компании, которые участвуют в обороте товаров животного происхождения, обязаны перейти на электронную ветеринарную сертификацию через федеральную государственную информационную систему ФГИС «Меркурий». Опять применяется позадачный подход. Ведь эту систему намного легче было бы разработать и внедрить через типовые сайты предприятий и ЕБДПУ первичного и ЕБДТУ технологического учета с применением блокчейн-технологии. Из-за

несовместимости ФГИС «Меркурий» и ИС поставщиков, покупателей, складов, логистических центров почти три года не могли запустить ее.

Таким образом, с размещением ЕБДПУ и ЕБДТУ всех предприятий также в некотором “облаке”, например, у провайдера, имеющего мощную систему управления базами данных (СУБД), будут устранены все барьеры для проектирования, разработки типовых информационно-управляющих систем (ИУС), а также типовых сайтов сельскохозяйственных предприятий (рис.4), размещаемых также в единой БД (ЕБДСХП). Это и есть ЦП.

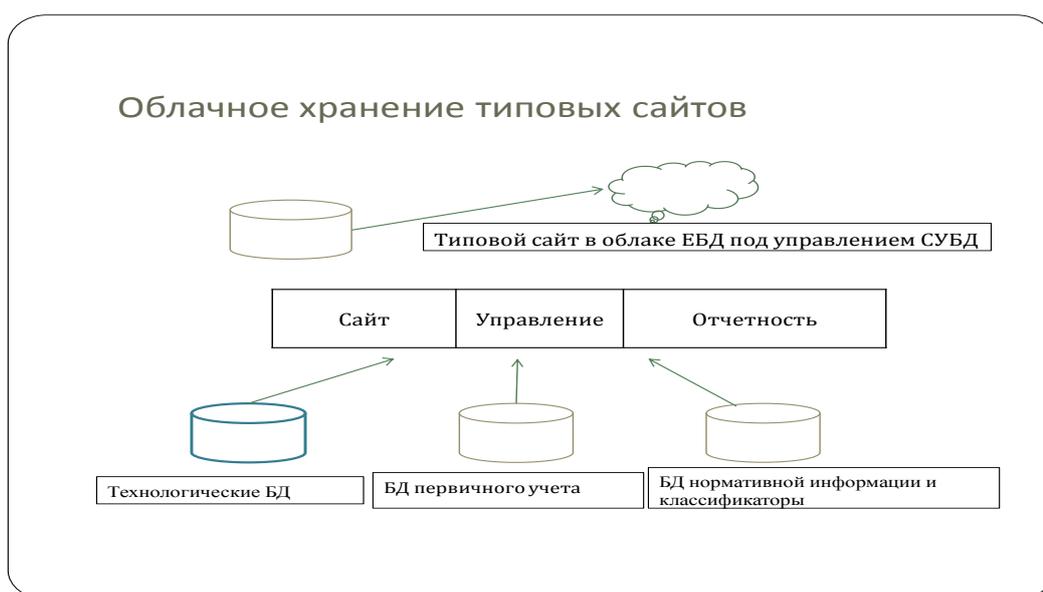


Рисунок 4 Облачное хранение типовых сайтов

Приведем лишь некоторые характеристики данной ЦП.

1 ЦП - явится интегратором всех систем точного земледелия, космического мониторинга земель и других ИУС с единых позиций и стать основой для стандартизации цифровой экономики АПК.

2 ЦП позволит реализовать типовые решения, практически бесплатные для товаропроизводителя.

3 ЦП – основа системы оперативного управления, планирования, инструмент для экономического анализа производства на основе математического моделирования, big data, нейросетей в различных срезах от конкретных земельного участка, головы скота, средства производства, работника на каждом уровне вплоть до федерального уровня. Позволяет отслеживать все перемещения животных, техники, материальных ресурсов, людей и т.д.

даже из хозяйства в хозяйство на протяжении всего жизненного цикла их использования, деятельности.

4 Бухгалтерский учет должен претерпеть изменения. На основе этой ЦП можно рассчитать как заработную плату, так и вычислить материальные затраты, осуществить технологический учет и т.д. без создания промежуточных баз данных. Из ЕБД могут получать информацию для расчетов непосредственно, как бухгалтера, так и остальные специалисты, причем, в оперативном режиме, в отличие от бухгалтерских систем. Кроме того можно проводить анализ информации не только на уровне предприятий, но и на всех других уровнях, вплоть до федерального. При введении же стандартов на функции управления (стандарты нужны, чтобы отразить в них 10% существующей специфики предприятий) бухгалтерский учет существенно упростится, который в существующем виде громоздок, дорог и ложится тяжким бременем на себестоимости продукции. При введении стандартов на функции управления такие фирмы, как «1С» должны существенно видоизмениться, как информационные посредники, а расчеты будут вести программы-роботы.

5 При обязательности отражения в СУБД общего «облака» статистической информации ЕБДСХП существенно видоизменится Росстат. Расчеты также могли бы делать некие программы-роботы.

6 Позволит сводить напрямую продавцов и покупателей с расчетом транспортного плеча и оптимизацией издержек на основе блокчейна.

7 Позволит проводить целенаправленную миграцию трудовых ресурсов.

8 При реализации данной ЦП и обязательности отражения в ней всей отраслевой информации экономика АПК становится прозрачной.

Рассмотрим, например, реализацию электронной торговой площадки (ЭТП) [4] на основе типового сайта сельскохозяйственного предприятия в ЕБДСХП. Наиболее бурно в мире развивается Интернет-торговля. В сельском хозяйстве РФ также стихийно создаются сайты, отражающие, в той или иной степени, автоматизацию информационных процессов реализации продукции и услуг сельскохозяйственных предприятий в Интернете, в основном, в виде досок объявлений.

Электронная торговля получила бы широкое развитие на основе типизации сайтов сельскохозяйственных предприятий в рамках Единого информационного Интернет-Пространства АПК, а также технологии блокчейн. Внедрение блокчейн-технологии в

сертификацию производства и переработки пищевой продукции – решение, которое дает возможность эффективно защитить добросовестного поставщика, а также оказывается проще, дешевле и надежнее традиционных систем сертификации. Данная система могла бы заменить «Меркурий». После того, как товаропроизводитель внес информацию о своем продукте в систему, никто не может изменить или дублировать ее. Нельзя продать два продукта с одинаковыми цифровыми сертификатами – проверка сразу выявит подделку.

Приведем модель поиска наиболее выгодного торгового партнера. Данная ЭТП внешне напоминает БД таких агрегатов, как Яндекс-Маркет и Прайс Рамблера. Отличие в том, что в указанные БД ежедневно большое число сотрудников собирают по сайтам торговых компаний необходимую информацию и заносят в БД агрегатов, например, в Рамблере недавно для этих целей штат составлял около 70 человек. Здесь же при формировании ЕБДСХП данная информация автоматически заносится в БД.

$v_{ik}$  - объем потребности  $i$  - го потребителя в  $k$  - ом продукте,  $i \in I$ ;  $k \in K$ ;

$w_{jk}$  - объем наличия  $k$  - го продукта у  $j$  - го производителя,  $j \in J$ ;

$p_{jk}$  - цена  $k$  - го продукта у  $j$  - го производителя;

$m_{ijr}$  - расценки на транспортировку из пункта нахождения  $j$  - го производителя в пункт нахождения  $i$  - го потребителя  $r$ -м видом транспорта;

$v_{ijk}^1 = v_{ik}$ , если  $v_{ik} \leq w_{jk}$ , и  $v_{ijk}^1 = w_{jk}$ , иначе;

$c_{ijrk}^1 = v_{ijk}^1 \times m_{ijr}$  - расходы на транспортировку  $k$  - го продукта от  $j$  - го производителя  $i$  - му потребителю  $r$ -м видом транспорта;

$c_{ijk}^2 = v_{ijk}^1 \times p_{jk}$  - стоимость  $k$  - го продукта, приобретаемого  $i$  - м потребителем у  $j$  - го производителя;

$c_{ijrk} = c_{ijrk}^1 + c_{ijk}^2$  - общая стоимость  $k$  - го продукта, приобретаемого  $i$  - м потребителем у  $j$  - го производителя.

Тогда,

шаг 1: введем множество  $J^* \in J$ ,  $J^* = 0$ ;

шаг 2: решается задача  $c_{ijrk} \rightarrow \min$  по переменным  $r$  и  $j$  при ограничениях  $v_{ik} \leq$

$\sum_j w_{jk}$ ,  $j \in J/J^*$ . Найденное решение  $J^*$  включается во множество  $J^*$ ;

шаг 3: выполняется шаг 2 до тех пор, пока не будут найдены все производители, удовлетворяющие критерию шага 2, то есть способные поставить необходимое количество нужного продукта конкретному потребителю. При этом они будут ранжированы в порядке возрастания суммарной стоимости  $k$ -го продукта.

Дальнейшее взаимодействие потребителю и производителя зависят от уровня автоматизации торговых операций.

Сведения о расстояниях, видах транспорта и тарифах предоставляют транспортные учреждения. Номера или названия пунктов выбираются по адресу учреждения, указанного в разделах типового сайта.

Другой пример. Реализация ЦП, позволяющая собирать и хранить всю информацию обо всех хозяйственных операциях, позволит расширить инструмент для экономического анализа, разработки систем оперативного управления, планирования. В том числе позволит применить такой инструмент, как сценарный подход к управлению развитием сложных социально-экономических систем [5]. Понятие сценария в теории управления является относительно новым. При использовании данного подхода должно быть получено достаточно большое число данных об их внутренних процессах и взаимодействующих факторах. Вместе с наличием большого числа данных для проведения конкретных расчетов с помощью вычислительной техники применение сценарного подхода требует четкой математической формализации, обеспечивающей построение экспертных систем, позволяющих изучать различные аспекты развития ситуаций на основе генерации формализованных сценариев поведения социально-экономических систем. Такая формализация до недавнего времени практически отсутствовала, и лишь в последнее время появились работы, в значительной мере выполняющие указанный пробел. Согласно им, сценарий изменения состояния объекта – система моделей, описывающих процесс изменения его параметров и условий функционирования, дискретно фиксирующих принципиальные с точки зрения исследователя моменты перехода объекта в новое качественное состояние.

Как видно из изложенного, огромный недостаток, доставшийся в наследство при переходе от первых трех этапов (таб. 1) эволюции развития общемировых информационных средств к четвертому, заключается в отсутствии интеграционного подхода в технологиях проектирования и разработки ИС в нашей стране, в результате чего появилась сборная солянка из десятков, а затем сотен и тысяч изолированных и функционально несовместимых

локальных систем управления на предприятиях АПК, в НИУ, ВУЗах. Поскольку в сельском хозяйстве России данная проблема стоит наиболее остро, то в ближайшее время она будет сдерживать цифровизацию АПК. Например, товаропроизводителю в настоящее время трудно найти разработки, публикации, прочую информацию по проблемам АПК, поскольку старая система распространения инноваций на бумажных носителях была разрушена, а новая на электронных не создана.

Проблемы такого состояния.

1 Негативную роль сыграл отказ в своё время от национального сетевого проекта, основанного на типизации и интеграции ИС, предложенного академиком Глушковым В.М. по созданию ОГАС. Хотя значительно возросшие возможности и уровень развития программно-технических средств Интернет в настоящее время позволяют реализовать идеи Глушкова В.М. в полной мере.

2 Высокая стоимость разработки комплексных, типовых ИС (на порядок выше стоимости оригинального проектирования).

3 Отсутствие социального заказа, примитивность экономики.

4 Падение технологической дисциплины во всем народном хозяйстве, как следствие, и при проектировании и разработке комплексных ИС.

5 Безграмотность многих руководителей в области информатизации. Как сказал У. Черчилль “Генералы всегда готовятся к прошлой войне”.

#### **4. Единое информационное Интернет-пространство аграрных знаний**

Выше была представлена цифровая платформа, порожденная информационными потоками снизу от производства. Рассмотрим теперь информационные потоки, идущие сверху, на примере научно-образовательных ресурсов.

В настоящее время в интересах сельского хозяйства в российских информационных системах, в наибольшей степени ориентированных на поддержку инновационной деятельности, можно найти информацию из следующих источников: elibrary, БД ФИПС, БД “ЕГИСУ НИОКТР”, сайты НИУ, федеральный портал по научной и инновационной деятельности ([www.sci-innov.ru](http://www.sci-innov.ru)), информационная система Российского фонда фундаментальных исследований ([www.rfbr.ru/rffi/ru](http://www.rfbr.ru/rffi/ru)), информационная система ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического

комплекса России на 2014–2020 годы» ([www.fcntp.ru](http://www.fcntp.ru)), информационная система Фонда содействия развитию малых и средних предприятий в научно-технической сфере (<http://fasi.ru>), информационная система Центра информационных технологий и систем органов исполнительной власти ([www.citis.ru](http://www.citis.ru)). Все эти источники, как и следовало ожидать, имеют гетерогенные структуры. Хотя государство затратило 2 млрд. рублей на разработку нового варианта БД “ЕГИСУ НИОКТР” (с 2014 года). При этом эта БД по 2013 года не вошла в структуру нового варианта БД “ЕГИСУ НИОКТР” в силу несовместимости их. В новом варианте БД “ЕГИСУ НИОКТР” уже используется ГРНТИ, но только трех уровней, что для сельского хозяйства недостаточно.

К сожалению, ценная и актуальная информация российских научных фондов и федеральных целевых программ практически недоступна для использования в инновационной сфере. Основная причина — неразвитость коммуникативной функции, т.е. отсутствие свободного доступа к их информационным базам данных из сети Интернет, отсутствие их интеграции.

Анализ сайтов НИИ, ВУЗов сельскохозяйственного профиля, ИКС, других предприятий, занимающихся сельскохозяйственной тематикой, позволил выделить семь видов ИР, присутствующих в том или ином виде на этих сайтах: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация, дистанционное обучение, пакеты прикладных программ, базы данных. Именно данные виды представлений аграрных знаний наиболее востребованы в экономике.

При этом совершенствование Интернет-технологий позволяет осуществить интеграцию их в единое информационное Интернет-пространство аграрных знаний (ЕИПАЗ) с единых научно-методологических позиций с размещением ИР у одного провайдера под управлением мощной СУБД на основе единых классификаторов, таких, как ГРНТИ и ОКП [6]. Например, товаропроизводитель, выбрав разработку в виде средства борьбы с какой-либо болезнью, может получить тут же все публикации, всех консультантов, нормативно-правовую информацию, дистанционное обучение на эту тему. Потом в соответствующей базе данных найти нужного поставщика препарата.

Возможность создания ЕИПАЗ проверена на основе экономико-математического моделирования, а также практической реализацией при разработке портала РАСХН. Было заведено: 10321 публикация, 2541 разработка, 444 консультанта для проведения

консультационной деятельности по тематике [7].

Интеграция ИР в ЕИПАЗ позволит осуществлять возможность различной аналитической обработки информации, в частности, строить различные рейтинги, выборки, группировки, рассчитывать индексы цитирования, обнаруживать плагиат.

При интеграции ЕИПАЗ с типовыми сайтами сельскохозяйственных предприятий, сельскохозяйственных НИИ и ВУЗов; типовыми ИУС и системами первичного учета, реализованных с помощью Интернет-технологий, данная система превращается в Единое Интернет-пространство АПК, логическая структура которого готова к интеграции с различными цифровыми устройствами и приборами.

Экономия только на разработке и сопровождении сайтов превысит 1 млрд. рублей в год, как за счет многосайтовости системы разработки сайтов, так и типовых решений. Реализация Единого Интернет-пространства АПК в таком виде позволит перейти сельскому хозяйству действительно к цифровой экономике.

В процессе работы над ЕИПАЗ пришло понимание, что ЕИПАЗ должен быть интегрирован в единое информационное Интернет-пространство страны. Вообще говоря, разумней и эффективней было бы, если бы Минкомсвязи России инициировал разработку типовых производственных, региональных, отраслевых и ведомственных информационных ИС, порталов многоцелевой направленности, интегрированных между собой по формату данных, по классификаторам, что привело бы к значительному повышению эффективности использования информационного ресурса.

Эти мероприятия должны сопровождаться разработкой единой системы сбора и анализа статистической и учетной отчетности, разработкой унифицированных производственных типовых информационно-управляющих систем, информационно-вычислительных систем в науке и образовании, типовых информационно-управляющих систем для управления транспортными, логистическими, энергетическими и другими инфраструктурными системами. Это и была бы структура единого информационного Интернет-пространства страны, которая бы учитывала потребности и возможности большинства информационных систем и потребителей информационных ресурсов.

Предлагается начать реализацию идей А.И. Китова и В.М. Глушкова на примере АПК на эталонных объектах, поскольку в АПК развитие интернет-технологий находится в зачаточном состоянии, например, лишь около 5% сельскохозяйственных предприятий имеют сайты [8], да и то низкого качества. Здесь можно было бы «с нуля» начать эту работу.

В других отраслях ситуация сложнее. Слишком много внедрено различных ИС. Приведем опыт интеграции ИС в Эстонии [9]. Современная система электронного взаимодействия в Эстонии - интеграция информационных ресурсов X-Road. X-Road – это децентрализованная система, в которой определены единые интерфейсы и протоколы взаимодействия и обмена данными. Каждое министерство и ведомство имеет свою базу данных, которые чаще не совместимы и работают на различных платформах. X-Road-центр, расположенный в Министерстве экономики и коммуникаций, отвечает за то, чтобы формат, даты и предоставляемая информация совпадали. Это краеугольный камень всей системы госуслуг Эстонии. В Эстонии X-Road осуществляет информационное взаимодействие 170 баз данных.

В этой связи опять уместно вспомнить об ОГАС, предлагаемой А.И. Китовым и академиком В.М. Глушковым [10]. В начале 60-х годов Глушков В.М. представил руководству СССР проект своей системы. Он предлагал покрыть страну вычислительной сетью. Сеть должна была состоять из трех уровней. На первом и втором – объединить едиными каналами связи около 100 мощных вычислительных центров (один из них в центре), расположенных в крупных промышленных городах и экономических районах. К этим мощным центрам подсоединить около 20 тысяч мелких из второго яруса. Главная цель системы – вести постоянный учет и контроль за любым объектом в гигантской экономике страны. Понятно, что в такой ситуации человеческий фактор сводился к минимуму, а экономика становилась прозрачной и честной. Данный проект не был реализован по причине высокой оценочной стоимости – 20 млрд. рублей. Как видно из представленного материала, предлагаемый проект реализует ОГАС на современных ИКТ.

Перечислим основные задачи, обеспечивающие достижение цели создания единого информационного Интернет-пространства страны:

1. Анализ информационных потребностей Российской Федерации, всех ее отраслей, населения на основе долгосрочной стратегии развития страны.
2. Анализ состояния и опыта информатизации, объемов и методов обработки информационных ресурсов в Российской Федерации в отраслевом, территориальном и иерархическом разрезе.
3. Анализ и моделирование влияния цифровой экономики на структуру, экономический рост и качество жизни в условиях глобализации и интеграционных процессов в мировой экономике.

4. Разработка проектных решений по выбору архитектуры, системных решений, программного обеспечения, стандартизации и информационной безопасности информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений, системного программирования в интересах единого информационного Интернет-пространства страны.

5. Разработка иерархии (по облакам) методов накопления, обработки, защиты, анализа данных, а также математических моделей, экспертных систем, систем принятия решений по уровням управления в Российской Федерации в отраслевом, территориальном и иерархическом разрезе.

6. Разработка типовых модульных производственных, региональных, районных, территориальных, отраслевых и ведомственных информационных порталов, интегрированных между собой, с учетом многоцелевого использования.

7. Разработка интеллектуальных систем управления; систем управления знаниями и системами междисциплинарной природы.

8. Разработка универсальной электронной торговой площадки на основе типовых сайтов.

9. Разработка универсальной электронной биржи труда на основе типовых сайтов.

10. Разработка систем защиты и безопасности.

### **Заключение**

Анализ различных предприятий других отраслей показал, что с большой долей вероятности у них возможна такая же универсальная структура первичной информации, представленной на рис. 1. Конечно, при этом должна быть проделана большая работа по онтологическому моделированию предметной области всей страны. Экономия только на разработке и сопровождении сайтов в АПК превысит 1 млрд. рублей в год. Стоимость же ИУС будет снижена в сотни-тысячи раз. Реализация Единого Интернет-пространства АПК в таком виде позволит перейти в АПК действительно к цифровой экономике. Общий эффект оценивается в размере 70 млрд. рублей в год.

### **Литература**

1. В.В.Кульба, С.С.Ковалевский, С.А.Косяченко, В.О.Сиротюк. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных.-М.: Синтег, 1999.

2. Меденников В.И. Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством. // Аграрная наука, 1993, N 2.
3. Ерешко Ф.И., Меденников В.И. , Сальников С.Г. "Интернет-технологии в экономике знаний", Материалы Девятой международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2016. Доклады. ИПУ РАН, 3-5 октября 2016 г. т.1 С.178-182.
4. Меденников В.И., Сальников С.Г., Тухина Н.Ю., Микулец Ю.И. Моделирование электронной торговой площадки на основе типизации сайтов сельскохозяйственных предприятий в ЕИПАЗ. Журнал "Вестник Московского гуманитарно-экономического института", 2016, №4., С. 38-49.
5. Архипова Н.И., Кульба В.В., Косяченко С.А., Шелков А.Б. Информационный менеджмент. Учебное пособие для вузов// [под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы]: РГГУ. М.: Экономика, 2013. – 749 с.
6. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. и др. «Разработать технико-экономическое обоснование проекта единого информационного Интернет-пространства знаний агронауки», отчет о НИР, ВИАПИ им. Никонова, 2010г.
7. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Сальников С.Г. Проектирование единого информационного Интернет-пространства страны. Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. Выпуск №6 2016 г., стр. 184-187.
8. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. и др. Отчет о НИР «Разработать методику оценки эффективности использования информационных ресурсов и формирования баз данных научно-исследовательских учреждений аграрно-экономического направления». -ВИАПИ РАСХН. 2017.
9. Benjamin Peters. How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet. — MIT Press, 2016.
10. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. - М.: «Статистика». 1975.