

Анатолий А. Чупринов
ФГУП «Мытищинский научно-исследовательский институт радиоизмерительных приборов»,
ул. Колпакова, 2а, Мытищи, Московская обл., 141002, Россия
email: toliy1962@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-6797>

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2021.4.10>

Аннотация. Для решения практически любой сложной научно-технической или производственной задачи организации требуется проводить информационный поиск, оценивать качество данных различных информационных систем. Большое число доступных ресурсов делает актуальной проблему выбора источника данных за минимальное время анализа. Следовательно, пользователь все чаще сталкивается с научно-технической проблемой формирования и выбора информационных ресурсов, релевантных решаемым задачам управления и планирования, из переполненного отраслевого информационного пространства предметных областей знаний. Решение проблемы предполагает проведение исследований, цель которых заключается в создании комплекса взаимосвязанных между собой инструментальных, автоматизированных средств обработки информации (в том числе и архивной) и информационных ресурсов, хранящихся в информационном пространстве отрасли (множество $\{M_i\}$), использование и доступ к которому приведет к повышению эффективности решения задач управления и формирования рынка электронной компонентной базы (ЭКБ), радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и материалов двойного назначения при выделенном материальном ресурсе и заданных ограничениях в каждый момент времени по любым направлениям и мероприятиям. Рассмотрена задача формирования информационного пространства отрасли для повышения управляемости процессов разработки ЭКБ и РЭА для вооружения, военной техники и специальной техники (ВВСТ). Разработаны математические модели, описывающие вычислительную среду функционирования, процессы формирования и обработки информационных ресурсов для информационных систем управления и поддержки принятия решений, что дает возможность приступить к созданию аппаратно-программных средств поддержки и использования объединенного информационного пространства радиоэлектронной отрасли.

Ключевые слова: информационный ресурс, релевантность, информационное пространство, распределенная вычислительная среда, распределенная обработка данных, мастер-данные, витрины данных, входные данные аналитических модулей, системы управления и поддержки принятия решений, электронная компонентная база.

Для цитирования: ЧУПРИНОВ, Анатолий А. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ. Безопасность информационных технологий, [S.l.], т. 28, № 4, с. 127–138, 2021. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/view/1382>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2021.4.10>.

Anatoliy A. Chuprinov
FSUE “MNIIRE”,
Kolpakova Str. 2a, Mytischki, 141002, Russia
email: toliy1962@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-6797>

**Mathematical model of the formation of a unified information space
of the radio-electronic industry**

DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2021.4.10>

Abstract. In order to solve almost any complex scientific, technical or industrial problem an information search and an evaluation of data quality from various information systems are required. The large number of available resources makes the problem of choosing a data source in the shortest analysis time to be

urgent. Consequently, the users are faced with the scientific and technical problem of forming and selecting needed information resources from the overloaded information space of subject areas of knowledge. The solution the problem involves conducting research with the aim to create a complex of interconnected instrumental, automated means of information processing (including archival) and information resources stored in the information space of the industry (a lot of {M}). The use and access to the complex will increase the efficiency of solving management problems and the formation of the market of ECB, REA and dual-use materials with a dedicated material resource and specified restrictions at any given time in any direction and activities. The task of forming the information space to increase the controllability of the development processes of electronic component base (ECB) and electronic equipment (REA) for weapons, military equipment and special equipment (MMST) is considered. Mathematical models describing the computational environment of functioning, the processes of formation and processing of information resources for information management systems and decision support have been developed. This makes it possible to start creating hardware and software tools for supporting and using the unified information space of the radio-electronic industry (REO).

Keywords: information resource, unified information space, information data, distributed computing environment, distributed processing of information resources, master data, normative reference information, data showcases, input data of analytical modules, management and decision support systems, electronic component base.

For citation: CHUPRINOV, Anatoliy A. Mathematical model of the formation of a unified information space of the radio-electronic industry. IT Security (Russia), [S.l.], v. 28, n. 4, p. 127–138, 2021. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/view/1382>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2021.4.10>.

Введение

Одной из основных ценностей любой научно-технической или производственной организации является информация, которой она располагает. Опыт решения задач проектирования, анализа и планирования говорит о том, что эти решения базируются на использовании информационных ресурсов, детализация которых повышает точность конечного результата.

Информационных ресурсов огромное количество, объем информации в них безграничен, а вот возможности его использования ограничены и даже при применении всех известных подходов к сбору, обработке, хранению и доступу к информационным ресурсам; получить положительный эффект очень сложно, а иногда и невозможно.

Возникают проблемы, связанные с использованием больших объемов информации, получившие название – информационный взрыв или информационная перегрузка [1]. Они значительно усложняют оперативность решения задач управления и планирования, приводят к снижению эффективности использования полезной информации из-за затруднения ее нахождения в переполненном информационном пространстве предметных областей. Возникает проблема – ресурсы есть, но они недоступны для пользователей в виде, необходимом для проведения аналитических действий.

Одним из направлений решения данной проблемы стал подход, основанный на создании объединенного информационного пространства (ОИП) [2–4], при котором востребованные информационные ресурсы формируются посредством объединения различных массивов и баз данных предметной области для их использования в системах управления и поддержки принятия решений (СППР). При этом результирующий массив отвечает основному требованию, предъявляемому к информационным ресурсам – нормализации и однозначности хранимых в нем данных [5].

В парадигме ОИП, система распределенной обработки данных предназначена для нахождения информации, отвечающей заданным требованиям, сформулированным в запросе пользователя к различным узлам компьютерной сети и подготовки по результатам поиска информационных ресурсов (БД, витрин данных, массивов и т.д.), используемых в

качестве основного элемента описания управляющих воздействий в системах поддержки принятия решений АСУ радиоэлектронной отрасли (РЭО).

Обобщая вышеизложенное, предлагается разработать математические модели систем распределенных вычислений и распределенной обработки информации для формирования ОИП и получения из него распределенных витрин данных и входной информации, используемой в СППР РЭО.

1. Обобщенная формулировка математической модели распределенной обработки данных

Рассмотрим обобщенную формулировку математической модели распределенной обработки данных. В рамках решаемой задачи разработки математической модели формирования и функционирования ОИП выделим:

1. Структурную модель сетевой вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов (метакомпьютер).

2. Модель объединения информационных ресурсов в распределенной сетевой структуре РЭО.

3. Модель Grid-системы, функционирующей поверх вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов, объединяющую вычислительные и информационные ресурсы сети.

Это один из примеров распределенных систем, характерный особенно для тех случаев, когда компьютерная сеть используется для передачи компьютерной информации.

Вычислительные системы могут быть сосредоточенными и распределенными (рис. 1, 2). Опишем более подробно каждую из перечисленных выше моделей.

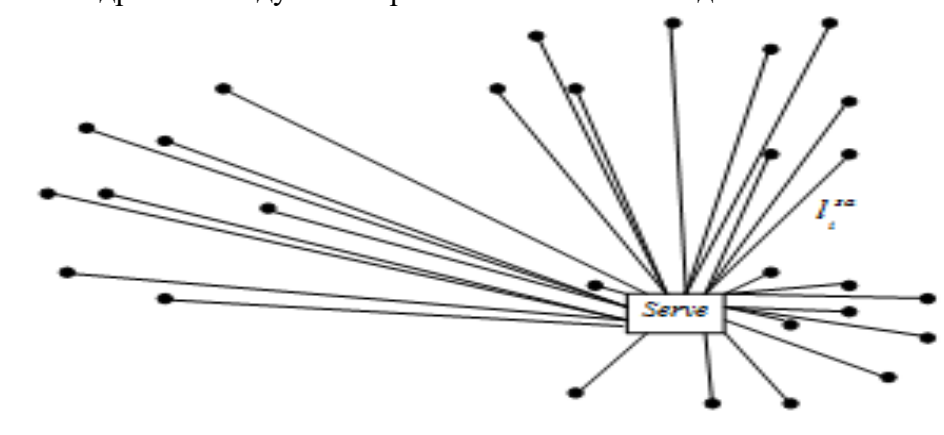


Рис. 1. Сосредоточенная вычислительная система
Fig. 1. Concentrated computing system

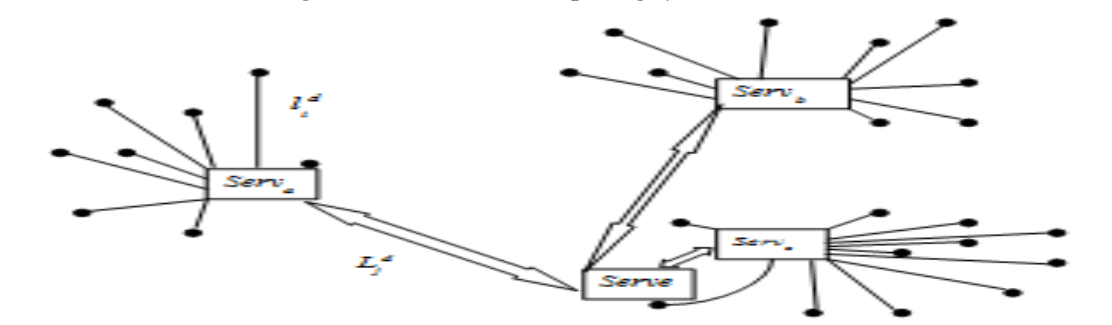


Рис. 2. Распределенная вычислительная система
Fig. 2. Distributed computing system

2. Структурная модель сетевой вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов

Схема, описывающая данную модель, является распределенной, рис. 3.

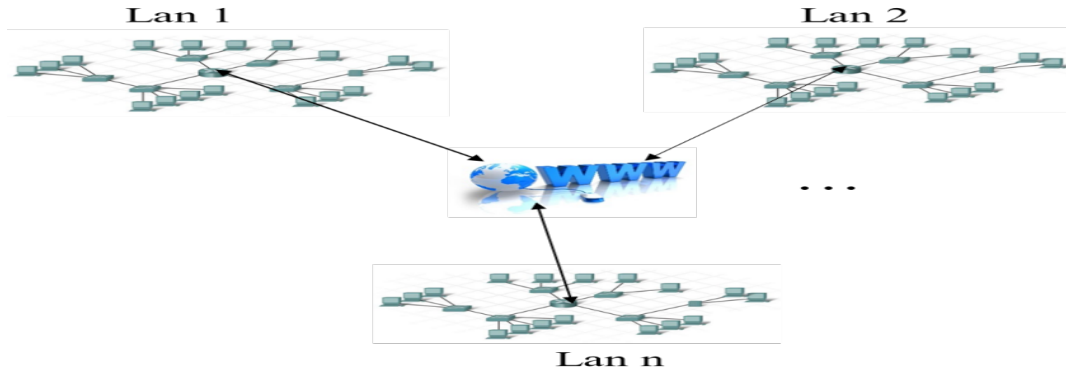


Рис. 3. Структурная схема сетевой вычислительной системы распределенной обработки
информационных ресурсов

Fig. 3. Block diagram of a network computing system for distributed processing of information resources

Структурная модель может быть представлена в виде сетей Петри, в которой вершины графа определяются:

- узлами локальных вычислительных сетей

$$Lan = \{Lan1, Lan2, Lan3, \dots, Lann\}, \quad (1)$$

где Lan – множество из n отдельных территориально разделенных локальных вычислительных сетей.

Каждая локальная сеть $i=1, n$ может быть представлена зависимостью:

$$Llani = \xi \left(\{RC_{1,k}^i\}, \{KC_{1,l}^i\}, \{LC_{1,q}^i\}, \alpha \left(PT_{1,k}^i \left(LC_{1,q}^i, t \right), t \right), \beta \left(MR_i \left(PT_i^{1,n} \left(Llan_{1,n}^i, t \right), t \right) \right) \right), \quad (2)$$

где: $\{RC_k^i\}$ – множество рабочих станций $Lani$; $\{KC_l^i\}$ – множество коммутационных блоков концентраторов l , размещенных в $Lani$; $\{LC_q^i\}$ – множество линий и каналов связи, соединяющих q -устройств $Lani$ между собой (где $q = l+k$); $\alpha \left(PT_{1,k}^i \left(LC_{1,q}^i, t \right), t \right)$ – функция описания информационных потоков, циркулирующих в $Lani$ между q -устройствами сети; $\beta \left(MR_i \left(PT_i^{1,n} \left(Llan_{1,n}^i, t \right), t \right) \right)$ – функция ввода/вывода информации в $Lani$ извне через маршрутизатор MR_i .

- множеством линий коммутации между распределенными ЛВС

$$Llan = \{ Llan_{1,n-1}^1, Llan_{1,n-1}^2, \dots, Llan_{1,n-1}^n \}, \quad (3)$$

– набором потоков информации, циркулирующих между n ЛВС в момент времени t . Условия их циркуляции могут быть представлены функцией, описывающей циркуляцию информационных потоков в распределенной сети. Она имеет следующий вид:

$$NPT_n^i = \alpha(LC_{1,l}^i, PT_i^{1,n} \left(Llan_{1,n}^i, t \right), \beta \left(MR_i \left(PT_i^n \left(Llan_n^i, t \right), t \right) \right), \beta \left(MR_i \left(PT_n^i \left(Llan_n^i, t \right), t \right) \right), t), \quad (4)$$

где NPT_n^i – значение (объем) информационного потока, циркулирующего между i -й и n -й Lan распределенной сети отрасли.

Следует отметить, что сеть может иметь архитектуру «шина», «кольцо» и «звезда». Наиболее трудоемкой в представлении является архитектура «звезда», где количество зависимостей величин потоков максимально, т.к. необходимо рассчитать для n сетей $n*n$ значений NPT_n^i (каждый с каждым).

При представлении линий связи между вершинами графа, значение потока будет представлять временную задержку $Tzdr$, размещенную на линии соединения вершин графа, например:

$$Tzdr_{1,n}(Lan1, Lann) = NPT_n^i / PSk(LC1n), \quad (5)$$

где: $Tzdr(Lan1, Lann)$ – время задержки прохождения потока информации от $Lan1$ к $Lann$;

NPT_n^i – объем информационного потока от $Lan1$ к $Lann$;

$PSk(LC1n)$ – пропускная способность канала от $Lan1$ к $Lann$.

3. Модель Grid-системы, функционирующей поверх вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов

Модель Grid-системы, функционирующей поверх вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов, может быть представлена в виде сетей Петри, где вершинами графа являются:

- узлы локальных вычислительных сетей

$$Lan = \{Lan1, Lan2, Lan3, \dots, Lann\},$$

- линии коммутации между распределенными ЛВС

$$Llan = \{Llan_{1,n-1}^1, Llan_{1,n-1}^2, \dots, Llan_{1,n-1}^n\},$$

- узел управления, позволяющий по пользовательскому запросу организовать навигацию доступа к данным на серверах отдельных $Lani$ с использованием базы метаданных, SQL-запросов и их аннотаций, а также обратную транзакцию информационных потоков для формирования управляющих воздействий при решении задач управления и поддержки принятия решений.

Схема, описывающая данную модель, является сосредоточенной, рис. 4.

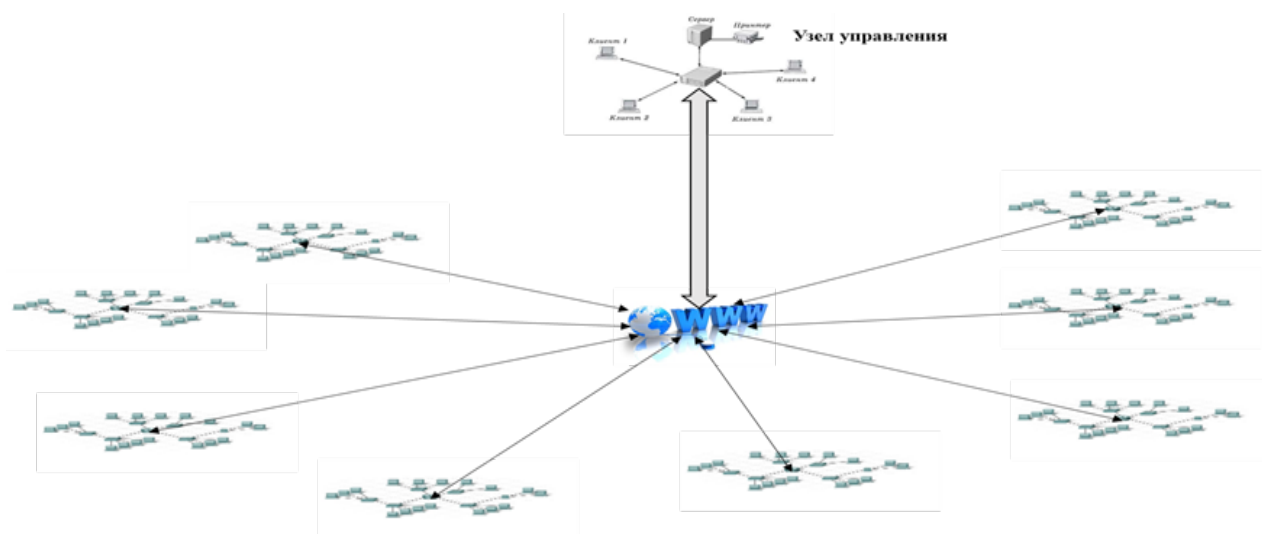


Рис. 4. Структурная схема Grid-системы, функционирующей поверх вычислительной системы распределенной обработки информационных ресурсов

Fig. 4. Block diagram of a Grid-system operating on top of a distributed computing system for processing information resources

Последовательность действий в узле может быть следующей:

- | | | |
|--|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ввод запроса пользователя на обслуживание в сети $v()$. формирование образа запроса $\rho()$; 2. запрос в сеть; 3. обработка запроса в сети; $\varphi()$; 4. прием результата запроса из сети; 5. отправка результатов запроса $\omega()$ пользователю. | | функция получения результата на запрос в виде информационного ответа |
|--|--|--|

Функция, описывающая данную последовательность, имеет вид:

$$\chi() = \omega(\varphi(\rho(v()))), \quad (6)$$

$$\text{где } \omega(IN, \sigma(Lan_i)) = \mu(a, b, \dots, c) \in \{M\} \quad (7)$$

$\omega(IN, \sigma(Lan_i))$ – функция получения результирующего информационного ресурса от узла Lan_i для клиента σ из сети, запрашивающей информацию, $i=1, n$;

$\mu(a, b, \dots, c)$ – функция формирования результирующего массива данных, полученного из ОИП по запросу v ($CV_{IN}, PT_{IN}^f(Llan_{1,n}^f, t)$), состоящего из нормализованного множества данных $\{M\}$, отвечающего требованиям запроса $v()$;

$$(v(CV_{IN}, PT_{IN}^f(Llan_{1,n}^f, t))) = \psi(v, PT_{IN}^{CVIN}(Llan_{IN}^{CVIN}, t), \{BD(IN)\}), \quad (8)$$

где CV_{IN} – сервер узла; $BD(IN)$ – база данных метаданных узла, хранящая информацию о местоположении и перечне информационных ресурсов в запросе $v()$,

$$\{BD(IN)\} = \{Bd1, Bd2, \dots, Bdi\}; \quad (9)$$

$\psi(v, PT_{IN}^{CVIN}(Llan_{IN}^{CVIN}, t), \{BD(IN)\})$ – функция формирования запроса в сеть;

$\rho(\psi(v, PT_{IN}^{CVIN}(Llan_{IN}^{CVIN}, t), \{BD(IN)\}))$ – результат запроса в сеть;

$\varphi(\rho(\psi(v, PT_{IN}^{CVIN}(Llan_{IN}^{CVIN}, t), \{BD(IN)\}))) =$

$$\tau(LC_{1,n}^{IN}, PT_{1,n}^{CVIN}(Llan_{1,n}^{CVIN}, t), \beta_{ВХ}(MR_{IN}(PT_{CVIN}^{1,n}(Llan_{CVIN}^{1,n}, t), t)), \beta_{ВЫХ}(MR_{IN}(PT_{1,n}^{CVIN}(Llan_{1,n}^{CVIN}, t), t)), t), \quad (10)$$

– результат ответа на запрос из сети;

где $LC_{1,n}^{IN}$ – канал связи между узлом и конкретным Lan на множестве распределенных ЛВС отрасли;

– $PT_{1,n}^{CVIN}(Llan_{1,n}^{CVIN}, t)$ – поток информации в канале связи между узлом и сервером данных узла в единицу времени t ;

– $\beta_{ВХ}(MR_{IN}(PT_{CVIN}^{1,n}(Llan_{CVIN}^{1,n}, t), t))$ – функция ввода информации в узел через маршрутизатор MR_{IN} в единицу времени t ;

– $\beta_{ВЫХ}(MR_{IN}(PT_{1,n}^{CVIN}(Llan_{1,n}^{CVIN}, t), t))$ – функция вывода информации из узла через маршрутизатор MR_{IN} в единицу времени t ;

$$\omega(\varphi(\rho)) = \varepsilon(LC_{1,l}^{IN}, PT_{IN}^{CVIN}(Llan_{IN}^{CVIN}, t), \beta_{ВЫХ}(MR_{IN}(PT_{f}^{CVIN}(Llan_{f}^{CVIN}, t), t)), t), \quad (11)$$

где $\beta_{ВЫХ}(MR_{IN}(PT_{f}^{CVIN}(Llan_{f}^{CVIN}, t), t))$ – функция вывода информации из узла IN через маршрутизатор MR_{IN} в $Lanf$, где $f \in [1, n]$ в единицу времени t .

Описанное выше может быть представлено в виде графа (рис. 5).

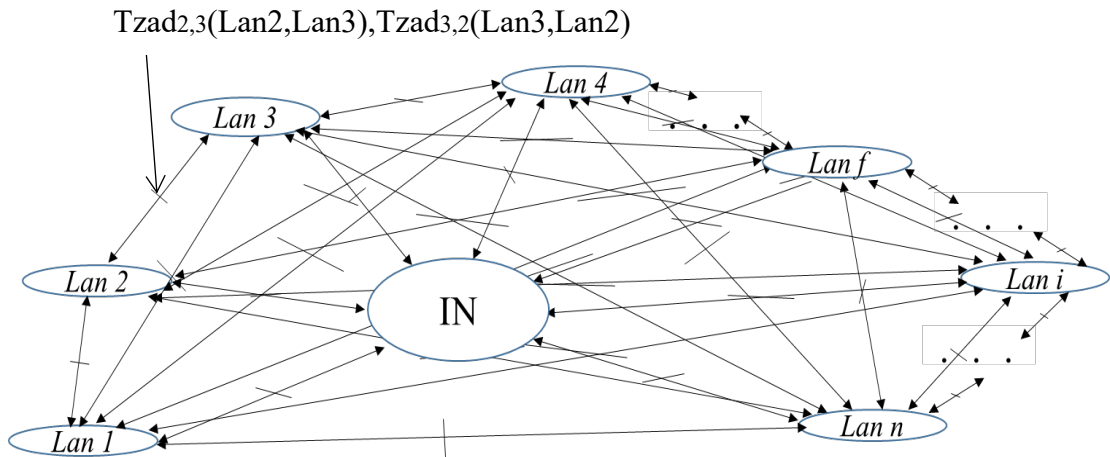


Рис. 5. Граф Grid-модели, представленной в виде сетей Петри
Fig. 5. Graph of a Grid-model represented as Petri nets

Объединив данные и знания в единую семантическую модель предметной области, можно построить ОИП отрасли, которое будет служить основанием для принятия достоверных решений в проектировании, производстве и управлении, что сейчас частично реализуется в системах управления мастер-данными, т.е. в МДМ-системах [6].

4. Математическая модель объединения информационных ресурсов распределенной сетевой структуре радиоэлектронной отрасли

Рассмотрим математическую модель МДМ-системы, как инструмент объединения информационных ресурсов, используемых в пользовательских программах (назовем их предустановленными сервисами (ПУС)) в – семантическую сеть. Построенная математическая модель может быть формализована, например, в виде графа или UML-диаграммы.

Дано: – множество информационных ресурсов РЭО

$$\{M\} = \{M1, M2, \dots, Mn\}, \quad i=1,n;$$

– множество задач управления и СППР РЭО

$$\{ПУС\} = \{ПУС1, ПУС2, \dots, ПУСk\}, \quad q=1,k.$$

Необходимо: Разработать ИПС, формирующую и поддерживающую в актуальном состоянии транзакционные данные $\{TRq\}$, являющиеся информационными массивами для задачи из множества $\{ПУС\}$, т.е.:

$$TR(ПУСq) = \lambda(\{M\}) = MRTq(xq, yq, zq), \quad (12)$$

где: xq – вектор данных по измерению x для решения задачи q ;

yq – вектор данных по измерению y для решения задачи q ;

zq – вектор данных по измерению z для решения задачи q ;

$MRTq(x,y,z)$ – n -мерная матрица данных для задачи q ;

$\lambda()$ – функция формирования n -мерной матрицы данных из $\{M\}$ для задачи q из множества $\{ПУС\}$.

Рассмотрим данную функцию. Её реализация предполагает решение двух задач:

– диагноза (идентификация перечня изделий по эталонному классификатору) [7];

– объединения элементов из двух и более информационных источников (баз данных), являющихся синонимами друг друга по признакам мастер-данных, их определяющих.

Приведем два возможных варианта ситуации представления информационных источников (две базы данных) в форме онтологий, описывающих их содержание (рис. 6).

Вариант № 1. Существуют информационные ресурсы, описывающие одну и ту же область знаний, но различные сферы ее существования. Например, перечень ЭКБ и БД научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), отдельные поля которых пересекаются, в частности, шифры работ и условное обозначение типа ЭКБ, разработанного в рамках выполненной ОКР.

Для дополнительной идентификации объектов, обладающих семантическим однообразием, могут использоваться классификаторы, такие как ФНН, ОКПД2 и т.д.^{1 2}

Вариант № 2. Существуют два или более информационных ресурса, описывающих определенный вид данных, например, Перечень ЭКБ³.

В данных ресурсах при описании конкретного электронного компонента используются, например, различные наборы технических характеристик, необходимых разработчикам.

Формирование транзакционного множества в теории СУБД осуществляется на уровне SQL-запросов, реализация которых проводится различными способами, описанными в правилах функционирования языка SQL и технологиях доступа к информации в базах данных [8–10].

1 Задача диагноза и объединения информационных ресурсов

Задача диагноза и объединения состоит в идентификации в различных информационных ресурсах множества $\{M\}$, объектов предметной области, принадлежащих и описанных множеством мастер-данных $\{MD\}$.

Перед получением результирующего информационного ресурса (БД, массива информации, вектора данных и т.д.) выбирается информационный ресурс, определяемый, как *эталонный*, относительно которого и будут совершаться все действия по формированию результирующего множества.

Для устранения повторов и неоднозначности в результирующем массиве проводится нормализация информации, что эквивалентно математической операции объединения элементов результирующего множества, после чего результат нормализации определяется, как эталонный и процесс объединения продолжается циклически.

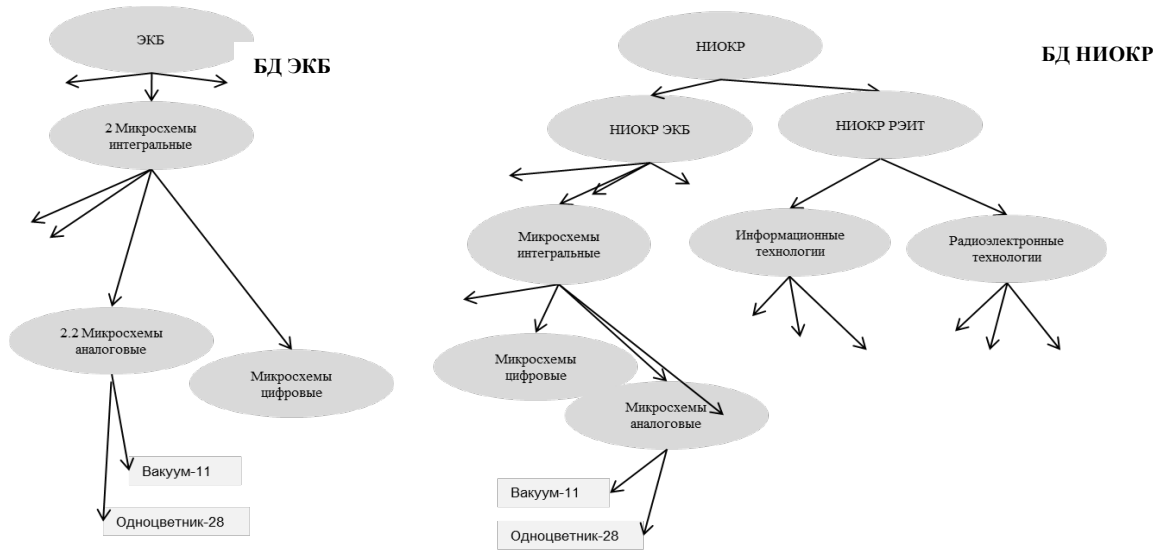
В процессе объединения информации посредством множества объектов с использованием множества нормативно-справочной информации $\{NSI\}$, отсутствующие в эталонном множестве технические характеристики рассматриваемого объекта добавляются из второго множества в эталонный массив. После чего процесс объединения повторяется для следующей записи.

¹ГОСТ Р 50.5.005-2002 Каталогизация продукции для Федеральных государственных нужд. Продукция для Федеральных государственных нужд. Федеральные номенклатурные номера предметов снабжения. Правила присвоения.

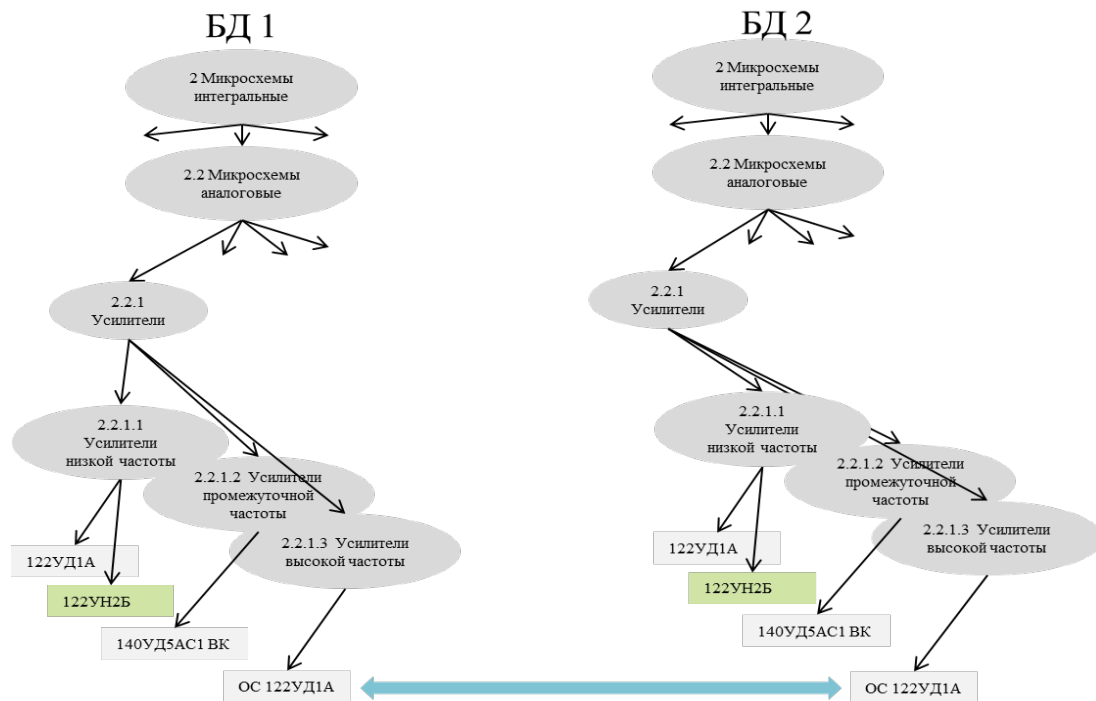
²Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (принят и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 января 2014 г. N 14-ст).

³Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники. Минпромторг РФ, ФГУП «МНИИРИП», Часть 1-22. 2020. – 2140 с.

Вариант № 1



Вариант № 2



№ пп	УН ТХ	Наименование ТХ в БД 1	Наименование ТХ в БД 2
1	4.1	Тип корпуса	-
2	2.1.9	Максимальное выходное напряжение	-
3	2.1.15	Напряжение смещения нуля	-
4	2.2.17	-	Ток утечки
5	2.1.18	Падение напряжения на интегральной микросхеме	Падение напряжения

Рис. 6. Два варианта представления онтологий информационных ресурсов (баз данных), подготовленных к объединению

Fig. 6. Two variants of the presentation of ontologies of information resources (databases) prepared for unification

Данная последовательность действий представима зависимостью:

$$\{M\} = \bigcup_{i=1}^n \{Mi\} = \xi \left(\bigcup_{i=2}^n (\{MI\}, \{Mi\}, \chi_{Md}(MI, Mi), \theta_{NSI}(MI, Mi)) \right), \quad (13)$$

где: $\xi()$ – функция формирования объединенного множества;

χ_{Md} – функция нормализации информации по множеству мастер-данных;

$$\{MD\}, \{MD\} = \bigcup_{x=1}^r \{Mdx\}; \quad (14)$$

θ_{NSI} – функция нормализации информации по множеству нормативно-справочной информации $\{NSI\}$.

2 Задача формирования транзакционного множества

Имея в наличии ОИП, соответствующее требованиям однозначности, непротиворечивости, достоверности и актуальности информации, можно приступить к формированию транзакционного множества $\{TRq\}$, предназначенного для подготовки информационных ресурсов, содержащих агрегированные данные, которые в дальнейшем могут стать основой для создания входных массивов информации для задач управления и СППР.

$$TR(\text{ПУС}q) = \lambda(\pi(g(\{M\}, \{NSI^q\}, \{Md^q\}), x, y, z)) = MRTq(x, y, z), \quad (15)$$

где: $\{NSI^q\}$ – множество записей НСИ, описывающих объект множества $\{M\}$ для q -й задачи;

$\{Md^q\}$ – множество мастер-данных, использующих описание объектов из множества $\{MD\}$ для решения q -й задачи из библиотеки $\{\text{ПУС}\}$;

$g()$ – функция выбора информации по вектору данных из множества $\{M\}$ для решения q -й задачи;

$\pi()$ – функция нормализации результата выбора информации по вектору данных из множества $\{M\}$ для решения q -й задачи;

$\lambda()$ – функция формирования n -мерной матрицы данных по задаче q .

$MRTq(x, y, z)$ – получаемый информационный ресурс, отвечает определению, данному специализированному хранилищу данных, называемому *витриной данных* [11].

3 Задача формирования входных данных для аналитических задач

Для формирования входных данных задачи $\text{ПУС}q$ необходимо иметь структуру представления информации и алгоритм ее формирования. Представим, что существует библиотека алгоритмов формирования входных данных VDi для множества аналитических задач и задач управления $\{LIBVD\} = \{VD1, VD2, \dots, VDk\}$.

Для формирования массива входных данных задачи $\text{ПУС}q$ $PT_f^{\text{CVIN}}(Llan_f^{\text{CVIN}}, t) \in TR(\text{ПУС}q)$, необходим вызов функции (7) для которой $IN = \alpha(VDq)$ – информационный ресурс, сформированный по алгоритму VDq из библиотеки $\{LIBVD\}$, и тогда:

$$\omega(\alpha(VDq), \sigma(Lani)) = \mu(a, b, \dots, c), \quad (16)$$

$$\text{где: } \mu(a, b, \dots, c) = \delta(IN) = \delta(MRTq(x, y, z)) = PT_f^{\text{CVIN}}(Llan_f^{\text{CVIN}}, t); \quad (17)$$

$\delta()$ – функция формирования массива входных данных для задачи q .

Следовательно, есть система формирования информационных ресурсов $\lambda()$, для которой, если существует функция формирования транзакционных множеств $g()$

$$g(\{M\}, \{NSI_i^q\}, \{Md_i^q\}) = U_i^q(\delta(\{M\}) \wedge \{NSI_i^q\} \wedge \{Md_i^q\}) \rightarrow (\exists PT_f^{CVIN}(Llan_f^{CVIN}, t)) TR(ПУСq), \quad (18)$$

состоящих из элементов множества $\{M\}$ и объединяющих данные по правилам $\{NSI\}$, $\{Md\}$, то существует такой объект данных $PT_f^{CVIN}(Llan_f^{CVIN}, t) \in TR(ПУСq) \in \{M\}$, являющийся входным массивом данных для $ПУСq$, сформированный из множества $TR(ПУСq) \in \{M\}$ (в терминах рассматриваемой задачи – это витрина данных).

На основе разработанных математических моделей можно создать методы, методики и технологию формирования ОИП, необходимого для реализации аналитических задач управления РЭО.

Заключение

Таким образом, представленная математическая модель распределенных вычислений и обработки распределенной информации, включающая в себя структурную модель, модель Grid-системы, функционирующей поверх структурной модели и модель объединения информационных ресурсов в распределенной сетевой структуре РЭО, может быть положена в основу разработки технологии формирования ОИП. Данная технология позволит проследить создание информационных ресурсов и управление потоками информации между уровнями абстракции в Grid-системе распределенной обработки информационных ресурсов РЭО и на этапе реализации программно-аппаратных комплексов учесть требования информационной безопасности доступа и формирования информационных ресурсов РЭО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Доклад на тему информационная перегрузка. URL: <https://galaxys6blog.ru/doklad-na-temu-informacionnaja-peregruzka/> (дата обращения: 23.11.2021).
2. Чупринов А.А. Особенности формирования единого информационного пространства как базиса реализации военно-технической политики Российской Федерации. Пленарные доклады XIX Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». РАН, Санкт-Петербург, Россия 2016. С. 62–67.
3. Исаев В.М., Чупринов А.А. Объединенное информационное пространство как основа создания аппаратуры отечественного производства. НАНО-индустрия, спецвыпуск 2018 (82), Международный форум «Микроэлектроника-2017», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули», сборник докладов, Республика Крым, г. Алушта, 02-07 октября 2017 г., Техносфера, 2017. С. 28–30. DOI: <http://dx.doi.org/10.22184/1993-8578.2018.82.28.30>.
4. Алексеев В.В., Исаев В.М., Чупринов А.А., Боков С.И. Концепция объединенного информационного пространства – эскизный проект инструментальных и информационно-аналитических средств разработки радиоэлектронной аппаратуры для различных категорий пользователей. НАНО-индустрия, спецвыпуск 2018 (82), Международный форум «Микроэлектроника-2018», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули», сборник докладов, Республика Крым, г. Алушта, 02-07 октября 2017, Техносфера, 2017. С. 129–134. DOI: <http://dx.doi.org/10.22184/1993-8578.2018.82.129.134>.
5. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. М.: Ленанд, 2015. – 104 с. URL: <https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=206459#FF1> (дата обращения: 23.11.2021).
6. Андриченко А.Н., Чупринов А.А. МДМ-система, инструмент интеграции информационных ресурсов в процессе создания объединенного информационного пространства радиоэлектронной отрасли страны. Москва, ФГУП «МНИИРИП», Научно-технический журнал «Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения», 2021, № 2. С. 21–27. URL: <https://www.library.ru/item.asp?id=46622898> (дата обращения: 23.11.2021).

7. Покровский М.П. Классология как система. Вопросы философии. 2006. № 7. С. 99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9211271> (дата обращения: 23.11.2021).
8. Гудсон Джон, Стюард Роб. Практическое руководство по доступу к данным (+ DVD-ROM) / Джон Гудсон. М.: БХВ-Петербург, 2013. – 304 с. URL: <https://spbib.ru/ru/catalog/-/books/11101815-the-data-access-handbook> (дата обращения: 23.11.2021).
9. Карвин Билл Программирование баз данных SQL. Типичные ошибки и их устранение. М.: Рид Групп, 2018. – 336 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005428737> (дата обращения: 23.11.2021).
10. Маркин А. В. Построение запросов и программирование на SQL. Учебное пособие. М.: Диалог-МИФИ, 2014. – 384 с. URL: https://mx3.urait.ru/uploads/pdf_review/B6EC876D-B196-4BDE-A797-75A6D608FEEF.pdf (дата обращения: 23.11.2021).
11. Бабенко М.А., Левин М.В. Введение в теорию алгоритмов и структур данных. М.: МЦНМО. 2020. – 144 с. URL: <https://www.litres.ru/m-a-babenko/vvedenie-v-teoriu-algoritmov-i-struktur-dannyh-20055395/> (дата обращения: 23.11.2021).

REFERENCES:

- [1] Report on information overload. URL: <https://galaxys6blog.ru/doklad-na-temu-informacionnaja-peregruzka/> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [2] Chuprinov A.A. Features of the formation of a unified information space as a basis for the implementation of the military-technical policy of the Russian Federation. Plenary reports of the XIX All-Russian Scientific and practical conference "Actual problems of protection and security". RARAN, St. Petersburg, Russia 2016. P. 62–67 (in Russian).
- [3] Isaev V.M., Chuprinov A.A. Unified information space as the basis for the creation of equipment of domestic production. NANO-industry, Special Issue 2018 (82), International Forum Microelectronics-2017", 3rd Scientific Conference "Electronic Component Base and Electronic Modules", collection of reports, Republic of Crimea, Alushta, 02-07 October 2017, Technosphere, 2017. P. 28–30. DOI: <http://dx.doi.org/10.22184/1993-8578.2018.82.28.30> (in Russian).
- [4] Alekseev V.V., Isaev V.M., Chuprinov A.A., Bokov S.I. The concept of a unified information space is a draft design of instrumental and information-analytical tools for the development of electronic equipment for various categories of users. NANO-industry, Special Issue 2018 (82), International Forum "Microelectronics-2018", 3rd Scientific Conference "Electronic Component Base and Electronic Modules", collection of reports, Republic of Crimea, Alushta, 02-07 October 2017, Technosphere, 2017. P. 129–134. DOI: <http://dx.doi.org/10.22184/1993-8578.2018.82.129.134> (in Russian).
- [5] Information technologies and computing systems: Information processing and data analysis. Software engineering. Mathematical modeling. Applied aspects of computer science. Edited by S.V. Yemelyanov. M.: Lenand, 2015. – 104 p. URL: <https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=ru&blang=ru&page=Book&id=206459#FF1> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [6] Andrichenko A.N., Chuprinov A.A. MDM is a system, a tool for integrating information resources in the process of creating a unified information space of the country's radio-electronic industry. Moscow, FSUE "MNIRIP", Scientific and Technical Journal "Radioelectronic Industry: problems and their solutions", 2021, no. 2. P. 21–27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46622898> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [7] Pokrovsky M.P. Classiology as a system. Questions of philosophy. 2006. No. 7. P. 99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9211271> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [8] John Goodson, Steward Rob A practical guide to data access (+ DVD-ROM). John Goodson. M.: BHV-Petersburg, 2013. – 304 p. URL: <https://spbib.ru/ru/catalog/-/books/11101815-the-data-access-handbook> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [9] Carvin Bill SQL Database Programming. Typical errors and their elimination. M.: Reed Group, 2018. – 336 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005428737> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [10] Markin A.V. Query construction, and programming to SQL. Study guide. M.: Dialogue-MEPH, 2014. – 384 p. URL: https://mx3.urait.ru/uploads/pdf_review/B6EC876D-B196-4BDE-A797-75A6D608FEEF.pdf (accessed: 23.11.2021) (in Russian).
- [11] Babenko M.A., Levin M.V. Introduction to the theory of algorithms and data structures. M.: ICNMO. 2020. – 144 p. URL: <https://www.litres.ru/m-a-babenko/vvedenie-v-teoriu-algoritmov-i-struktur-dannyh-20055395/> (accessed: 23.11.2021) (in Russian).

*Поступила в редакцию – 23 Ноября 2021 г. Окончательный вариант – 06 декабря 2021 г.
Received – November 23, 2021. The final version – December 06, 2021.*