

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.5

DOI 10.34822/1999-7604-2021-4-6-11

### ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК СИСТЕМА СИСТЕМ

Е. В. Гребенюк <sup>1✉</sup>, С. О. Крамаров <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

<sup>2</sup> Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

✉ E-mail: pev\_86@mail.ru

Проведено исследование способов формирования информационных полей и их включения в единое информационное пространство региона с учетом семантической связности и интероперабельности. Представлена математическая модель взаимодействия входящих в информационное пространство полей, описан понятийный аппарат и основные семантические взаимосвязи. Рассмотрены вопросы представления предметной области в соответствии с принципами системы систем исходя из разделения исследуемых и проектируемых объектов не на типы элементов, а на типы связывающих их отношений. В основу представления предметной области предлагается положить тип декомпозиции этих объектов.

**Ключевые слова:** информационное поле, информационное пространство, взаимодействие информационных объектов, модель, система систем.

### UNIFIED INFORMATION SPACE AS THE SYSTEM OF SYSTEMS

E. V. Grebenyuk <sup>1✉</sup>, S. O. Kramarov <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Surgut State University, Surgut, Russia

<sup>2</sup> Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

✉ E-mail: pev\_86@mail.ru

Means for the formation of information fields and their inclusion in the unified information space of the region are analyzed, considering semantic connectivity and interoperability. The mathematical model for interaction of fields entering the information space is presented, conceptual apparatus and basic semantic relationships are described. The issues of representing subject field according to the principles of the system of systems proceeding from the division of analyzed and designed objects by the types of the relations connecting them and not by the types of elements are considered. Decomposition of these objects is proposed to be put into the basis of representation of subject field.

**Keywords:** information field, information space, interaction of information objects, model, system of systems.

#### Введение

Построение единого информационного пространства определенной географической территории (региона, страны, мира) предполагает наличие систем информационных ресурсов, которые взаимодействуют на основе строгих конкретных организационных, чаще всего открытых, стандартов и обеспечивают безопасность и равнодоступность всем участникам.

Важное место в информационной теории занимает понятие информационного поля, которое включает всю совокупность характеристик и связей информационного объекта (ИО) в пространстве в динамике, трансформируется под влиянием окружающей среды и, в свою очередь, отражается в ней и меняет окружающую объективную реальность [1]. Однако, по-

сколько форматы представления информации в среде и вне ее будут отличаться на меру структурного элемента среды [2], правомерно следующее утверждение: *информационное поле – это наши модельные представления о реальном отражении ИО в окружающей его среде (материальной или виртуальной).*

По мнению Н. Винера, информация является обозначением содержания, полученного из внешнего мира в процессе приспособления к нему наших чувств [3]. Однако любой материальный объект обладает неограниченной совокупностью (внутренних) свойств, органично связанных между собой в нечто целое, систему, которая и придает объекту индивидуальные черты, отличающие его от других объектов. Иначе говоря, объект – это континуальная целостность, образующая его единое свойство. Эта целостность – своего рода вектор, проекции которого зависят от субъективного выбора системы координат, но с точки зрения нашего восприятия – это нечеткий вектор [4].

Таким образом, вне нас независимо существует задаваемый этим вектором целостный объект, а его субъективные проекции на органы чувств и измерительные приборы (измерители) образуют материальные свойства. Следовательно, в каждом конкретном случае мы имеем дело с теми свойствами, которые захотели и смогли измерить, абстрагируясь от остальных; эти свойства существуют лишь в связи с измерителями.

Целью исследования является построение математической модели процессов, происходящих в информационном пространстве, в основе которых будут находиться типы отношений между элементами.

### Материалы и модели

Информация о конкретном свойстве объекта пропорциональна измеряемой величине  $S$  и разрешающей способности измерителя  $I/\Delta S$

$$I = S / \Delta S,$$

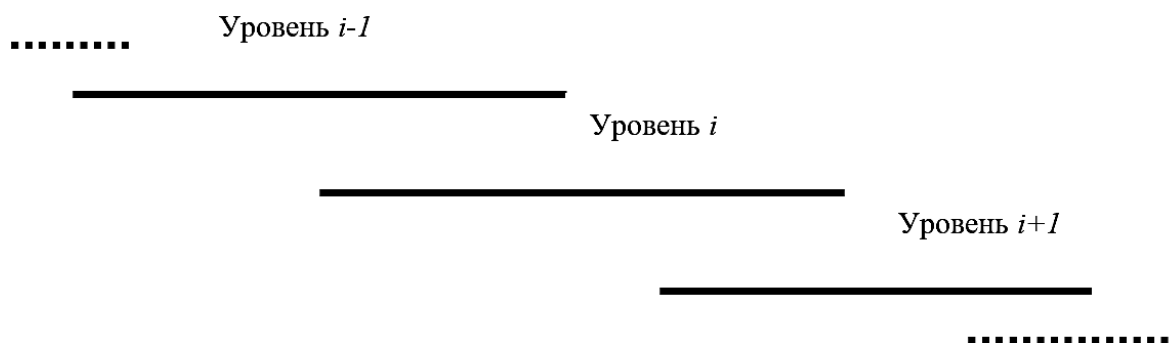
где  $\Delta S$  – цена деления шкалы этого измерителя.

Таким образом, информация, которой мы оперируем, зависит не только от объективного свойства  $S$ , но и от субъективного выбора параметра  $\Delta S$  измерителя. Чем больше  $\Delta S$ , тем меньше информации, но тем она интегративней. Наоборот, чем меньше  $\Delta S$ , тем больше информации, но тем меньшему диапазону свойств  $S$  она соответствует. В пределе при  $\Delta S \rightarrow \infty$  информации мало, но мы имеем дело с универсальными понятиями, а при  $\Delta S \rightarrow 0$  мы имеем дело с числом, лишенным качественной определенности.

Универсальные понятия (модели) в силу их размытости в пределах  $\Delta S$  носят обобщенный характер. Наоборот, числа являются атрибутами традиционной математики, характеризуют крайне конкретные свойства и поэтому далеки от реального объекта. Поэтому при построении количественных моделей необходимы компромиссы.

В целом в результате сложившегося опыта исследований знания (информация) об объекте, выделенном из объективной реальности, могут быть представлены в виде нескольких перекрывающихся уровней информации (рис. 1), при этом каждый уровень отображается некоторой шкалой, элементы которой в общем виде могут быть описаны схемой (рис. 2). Перекрытия уровней соответствуют двойному описанию одних и тех же свойств информационных объектов: например, уровень  $i-1$  может соответствовать биологическим, уровень  $i$  – химическим, а уровень  $i+1$  – физическим моделям одной и той же сущности.

Лучше других исследованы модели, основанные на количественных детерминированных и стохастических данных (при этом помимо стохастичности, вызванной неучетом отдельных параметров, имеет место и т. н. «детерминированная стохастичность», вызванная наличием точек бифуркации в нелинейных процессах), для которых существует разработанный математический аппарат, а для остальных частей шкалы на рис. 1 разработки практически отсутствуют.



**Рис. 1. Иерархия информации**  
Примечание: составлено авторами.

В зависимости от целей моделирования выбирается базовая часть общей шкалы данных, в терминах и единицах которой формируются общие описания входных и выходных потоков информации. Современные вычислительные системы позволяют использовать программные средства, работающие практически со всем диапазоном базовой шкалы (рис. 2).

| $\Delta S \rightarrow \infty$          |  |                |                | $\Delta S \rightarrow 0$ |  |
|----------------------------------------|--|----------------|----------------|--------------------------|--|
| Недетерминированные (недоопределенные) |  |                |                | Детерминированные        |  |
| Качественные (лингвистические)         |  | Количественные |                |                          |  |
| Шкалы качественных данных              |  |                |                | Целые, дробные и т.д.    |  |
| Наименований                           |  | Порядковые     |                |                          |  |
|                                        |  | Нечеткие       | Стохастические |                          |  |

**Рис. 2. Схема информационной шкалы**  
Примечание: составлено авторами.

Для восприятия информации всех возможных видов необходим определенный уровень знания:

- 1) предметной области (тезаурус);
- 2) специализированной модели окружающего мира, в качестве которой выступает профессиональный язык (в автоматизированных системах (АС) с этой целью создается специальная информационная база).

Анализ известных видов проявления и роли информации и информационных объектов в реализации процессов различной физической природы позволяет выделить их общие свойства:

- связанность с определенной системой (ультрасистемой);
- структурированность (связи между элементами информации);
- осмысленность (значение или концепт считается инвариантом переработки и преобразования информации, что позволяет говорить об эквивалентной информации на разных носителях) [5];
- запоминаемость (одного или множества эквивалентных вариантов представления информации на носителях);
- иерархичность (для каждого уровня предполагается необходимый тезаурус, обеспечивающий рецепцию или генерацию информации);
- содержательность (ценность для конечного потребителя) [6];
- защищенность от внешних и внутренних воздействий, выражающаяся в итоговой целостности [6];
- конфиденциальность, доступность, скрытность и проч. [7].

Одним из важнейших видов информации является содержательная (внутреннее качество информации о внешних по отношению к данному ИО компонентах системы) информа-

ция (рис. 3), определяемая как совокупность данных об определенном предмете, системе, концепции, принципе и используемая конечным потребителем для решения своих задач [8].

Система систем объединяет принципы информологии, лежащие в основе построения организационных (эргатических) информационных систем (ИС), и позволяет с единых позиций отразить множество элементов и отношений между ними в объектах различной природы, чтобы сконцентрировать их в едином научном направлении. Практическая значимость данной концепции уточняется на большом количестве порождающих систем технических объектов в виде общей схемы представления объекта анализа и синтеза, в том числе пространственной организации информации и ИС.

Важной составляющей такой теории является разработка информационной модели процесса анализа и синтеза, обобщающей многолетние исследования авторов в области систем защиты информации, автоматизации анализа и синтеза эргасистем.

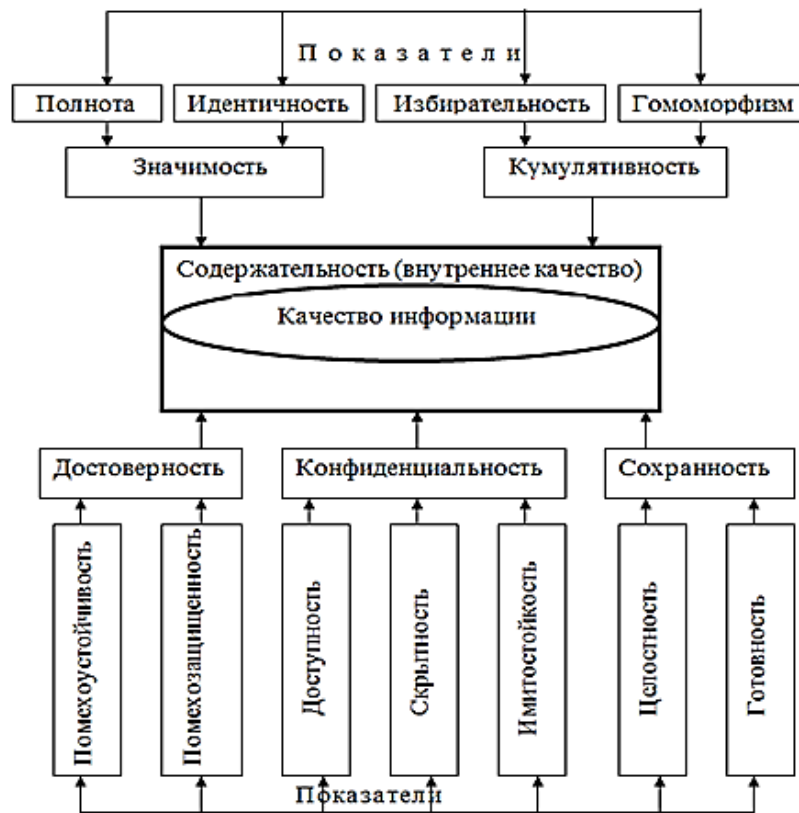


Рис. 3. Структура качества информации

Примечание: составлено авторами.

Рассуждения основаны на примерах АС в образовании и систем защиты информации, однако полученные результаты могут быть распространены на другие виды средств получения информации и имеют значение для общей теории решения информационных задач. В предыдущих работах [1, 4] авторами была приведена разработка универсального множества параметров, которые определяют характеристики объекта анализа и синтеза информационного пространства на  $i$ -м уровне описания (например, из показанных на рис. 1), включая структурные признаки подхода к решению задач информационной агрессивности и защиты программных средств. Основное внимание уделено ранним этапам концептуального или функционального анализа и синтеза, для которых методология является наиболее актуальной.

Формализация исходных ИС различной природы проводится в два этапа [5]:

1. Получение описания, проектируемого ИО с учетом конкретного уровня иерархии. При этом должны учитываться как характеристики объекта, его структурные признаки, зна-

чения подсистем, состояние и связи среды, показатели качества, так и технологические ограничения [9].

Решением проектной задачи будет «выделение ядра подмножества  $X^*$  из  $X$  по бинарному отношению  $\Phi$ :

$$X^* = \text{Fin}(X, \Phi); X_p \Phi X_{p+1}, \quad (1)$$

где операция  $\text{Fin}$  подразумевает оптимизацию по заданному критерию:

$$X^*: X \rightarrow \min(Q_i/Q^*) \quad (2)$$

или правило остановки по принципу неупрощаемого решения:

$$X_j \Phi X_{p+1} \rightarrow X_{p+1} \Phi X_p. \quad (3)$$

В общем случае  $X^*$  может состоять более чем из одного элемента (неоднозначное решение).

2. Определение метода решения задачи проектирования в виде:

$$\langle T, M, O \rangle, \quad (4)$$

где  $T = \{t_i\}$  – множество классов решаемых задач;

$M$  – примеры решения этих задач;

$O$  – способы описания объекта анализа и синтеза» [6, с. 281].

Поиск «метода решения проектной задачи состоит в определении функции:

$$t_i: M \rightarrow Q_i, \quad (5)$$

где  $Q_i$  – показатели представления объекта, т. е. в нахождении приема анализа и синтеза для класса задач и указания способа представления объекта» [9].

По предварительным качественным оценкам разработка интеллектуального информационного управления будет экономичнее, а по результатам применения в определенных областях – эффективнее обычных средств информационно-вычислительных систем [10–12].

Выполнение этих этапов, учитывая их важность, проводится комплексно с учетом решения проблем, охватывающих следующие направления:

- организационные принципы унификации и стандартизации принципов управления и инфологической защиты информационных объектов;
- научно-технические исследования в области создания теоретических основ информационной экологии и правил оценки степени экологичности;
- обеспечение безопасного геоинформационного пространства и соответствующих полей (каналы связи, глобальные сети, обмен в научных, банковских и др. объектах);
- обеспечение подготовки и переподготовки кадров, включая разработку новых дисциплин, курсов, специализаций и направлений обучения в высшей школе.

### Выводы

Рассмотрены вопросы представления предметной области в соответствии с принципами системы систем исходя из разделения исследуемых и проектируемых объектов не на типы образующих их элементов, а на типы отношений, связывающих элементы: три типа атомарных элементов и три типа функциональной связи.

В основу представления предметной области, согласно объектному подходу, положен тип декомпозиции объектов с выделением основных элементов (атомарных элементов) [13] структуры множеств отношений между ними (соединения, включения, наследования, дополнения и т. д.). Таким образом на верхнем уровне представлены возможные типы отношений в иерархии, а на нижнем – в неупорядоченной форме.

Такой подход возможно распространить на объекты различной природы – материальные и информационные, в том числе для формирования единого геоинформационного пространства.

### Литература

1. Kramarov S. O., Khramov V. V. Methodology of Formation of Unite Geo-Informational Space in the Region // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science. 2020. Vol. 1201. P. 309–316. DOI 10.1007/978-3-030-46895-8\_24.
2. Крамаров С. О., Гребенюк Е. В., Линденбаум Т. М. Современный подход к организации непрерывного образования на основе теории системы систем (system of systems). // Транспорт: наука, образование, производство» (ТРАНСПОРТ-2020) : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практич. конф., Ростов-на-Дону, 20–22 апреля 2020 г. Ростов-на-Дону : Ростов. гос. ун-т путей сообщения, 2020. С. 74–78.
3. Акперов И. Г., Храмов В. В. Мягкие модели оценки состояния информационной экологии единого геоинформационного пространства региона // Инновационные технологии в науке и образовании («ИТНО 2020») : сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-практич. конф. с применением дистанц. технологий. Ростов-на-Дону, 2020. С. 29–33. DOI 10.23947/itno.2020.29-33.
4. Khramov V. V., Kramarov S. O., Roshchupkin S. A. The Concept of Functional Connectivity of Measurements of Geo-Informational Space of the Region // Modern Information Technologies and IT-Education. 2020. Vol. 16, No. 2. P. 407–415. DOI 10.25559/SITITO.16.202002.407-415.
5. Babkin A. V., Kudryavtseva T. J. Identification and Analysis of Instrument Industry Cluster on the Territory of the Russian Federation // Modern Applied Science. 2015. Vol. 9, No. 1. P. 109–118. DOI 10.5539/mas.v9n1p109.
6. Jamshidi Mo. Systems of Systems Engineering: Principles and Applications. CRC Press, 2017. 480 p. URL: [https://books.google.ru/books?id=YvxUon2vAfUC&lr=&hl=ru&source=gbs\\_nav](https://books.google.ru/books?id=YvxUon2vAfUC&lr=&hl=ru&source=gbs_nav).
7. Persoon P., Bekkers R., Alkemade F. How Cumulative Is Technological Knowledge? // Quantitative Science Studies. 2021. Vol. 2, Is. 3. P. 1092–1118. DOI: [https://doi.org/10.1162/qss\\_a\\_00140](https://doi.org/10.1162/qss_a_00140).
8. Ловцов Д. А. Основные методологические понятия, концептуальные принципы и теоретико-прикладные положения правовой информатики // Правовая информатика. 2018. № 3. DOI 10.21681/1994-1404-2018-3-01-15.
9. Manukyan L., Montandon S. A., Fofonjka A., Smirnov S., Milinkovitch M. C. A Living Mesoscopic Cellular Automaton Made of Skin Scales // Nature. 2017. Vol. 544. P. 173–179. DOI 10.1038/nature22031.
10. Матюшкин И. В., Коробов С. В., Вильданов Р. Р. Особенности гексагональных клеточных автоматов на плоской поверхности для задач нанотехнологии // Труды МФТИ. 2014. Т. 6, № 1 С. 72–80.
11. Akl E. A., El-Jardali F., Bou Karroum L. et al. Effectiveness of Mechanisms and Models of Coordination between Organizations, Agencies and Bodies Providing or Financing Health Services in Humanitarian Crises: A Systematic Review // PLOS Medicine. 2015. Vol. 10, No. 9. DOI 10.1371/journal.pone.0137159.
12. Aggarwal C. C., Subbian K. Event Detection in Social Streams // Proceedings of the 2012 SIAM International Conference on Data Mining. California, USA, April 26–28, 2012. 2012. Vol. 12. P. 624–635. DOI: <http://dx.doi.org/10.1137/1.9781611972825.54>.
13. Khramov V. V. The Concept of Connectivity Model Measurements of Geographic and Information Space of the Region // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1323 AISC. P. 553–558. DOI 10.1007/978-3-030-68004-6\_72.