

ОСНОВЫ ТЕОРИИ СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Цветков Виктор Яковлевич¹,

д-р техн. наук, профессор,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Курдюков Никита Сергеевич¹,

e-mail: nskurdyukov@gmail.com,

¹Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), г. Москва, Россия

Статья исследует категорию «соответствие» в области информационного поля и информационного моделирования. Категория «соответствие» имеет многогранную природу существования по форме, содержанию, отношениям между объектами. Соответствие может быть функцией, отображением, вычислительной или логической операцией, способом передачи информационных единиц и т.д. Соответствие можно рассматривать как отношение, как свойство между двумя сущностями, как результат сравнения информационных объектов, как оценку результатов информационного поиска. Соответствие может быть процессуальным, семантическим, морфологическим, структурным и т.д. Разные виды соответствия обуславливают актуальность его исследования. В статье представлена систематика соответствий по формальным и прикладным признакам. Раскрывается содержание соответствий формального и прикладного значения. В терминах теории множеств и математической логики представлены обобщенные свойства категории «соответствие» и его дополнения «несоответствие». Показано различие между полным и частичным соответствием. Показано, что важной категорией соответствия является онтологическое соответствие, которое позволяет формировать знания, и информационное соответствие, которое является составным соответствием в информационном поле. Разработанные основы теории соответствия между информационными объектами направлены на расширение и уточнение формализованных процедур информационного поиска и информационного моделирования и выявление неявных знаний.

Ключевые слова: теория соответствия, информационный объект, информационная единица, неявные знания, отношение, виды соответствий

FUNDAMENTALS OF THE THEORY OF CORRESPONDENCE BETWEEN INFORMATION OBJECTS

Tsvetkov V.Ya.¹,

professor, doctor of technical sciences,

e-mail: cvj7@mail.ru,

Kurdyukov N.S.¹,

e-mail: nskurdyukov@gmail.com,

¹Russian Technological University (RTU MIREA), Moscow, Russia

The article explores the category of “correspondence” in the field of information field and information modeling. The category of “correspondence” has a multifaceted nature of existence in terms of form, content, and relationships between objects. Correspondence can be a function, an image, a computational or logical operation, a way of transmitting information units, etc. Correspondence can be considered as a relationship, as a property between two entities, as a result of comparing information objects, as an assessment of the results of an information search. Correspondence can be procedural, semantic, morphological, structural, etc. Different types of correspondence determine the relevance of its research. The article presents a systematics of correspondences according to formal and applied features. The content of the correspondences of formal and applied meaning is

revealed. Generalized properties of the category “correspondence” and its complement “nonconformity” are presented in terms of set theory and mathematical logic. The difference between full and partial correspondence is shown. It is shown that an important category of correspondence is ontological correspondence, which allows the formation of knowledge, and information correspondence, which is a composite correspondence in the information field. The developed foundations of the theory of correspondence between information objects are aimed at expanding and clarifying the formalized procedures of information retrieval and information modeling, and identifying implicit knowledge.

Keywords: correspondence theory, information object, information unit, implicit knowledge, relation, types of correspondences

DOI 10.21777/2500-2112-2024-2-82-90

Введение

Термин «соответствие» отражает соотношение рассматриваемого объекта с некоторым множеством заданных требований или характеристик¹. В зависимости от области применения термина меняется его содержательная сущность и методы оценки соотношения или *соответствия*. Например, в информатике широко употребляются термины «информационное соответствие» [1], «семантическое соответствие» [2]. В теории моделирования и теории образов используется «морфологическое соответствие» [3]. В математике с соответствием связаны такие понятия, как ассоциация, сравнение, математическая гомология, гомоморфизм, изоморфизм, метафора, соразмерность, эквивалентность². Наличие этого типологического ряда дает основание говорить о сильном соответствии и слабом соответствии. Эквивалентность обозначает сильное соответствие. Соразмерность обозначает слабое соответствие. С позиций метамоделирования *соответствие* может быть рассмотрено как форма постфиксного метамоделирования [4]. Соответствие может быть рассмотрено как форма получения онтологии. В научных исследованиях *соответствие* используют при формировании новых идей и гипотез, а также для проверки гипотез. В теории аргументации и в юридической сфере соответствие используют в эвристическом методе рассуждения. Компьютерный алгоритм можно рассматривать как соответствие между человеческими рассуждениями и вычислительной обработкой. Соответствие можно рассматривать как отношение в информационном поле. Оно может описывать свойство между двумя сущностями, описывать результат сравнения или информационного поиска. Это разные виды соответствия.

Соответствие может быть свойством, отношением, характеристикой состояния. Это задает типы соответствий. Соответствие может быть процессуальным, например, оно может существовать в вычислениях, в рассуждениях, в доказательствах. Соответствие как свойство является основой развития и критерием подобия между развивающимся объектом и предшествующим объектом. Таким образом, соответствие можно рассматривать с разных позиций.

С целью обобщения существенных свойств категории «соответствие» применительно к разнородным объектам и последующего применения выявленных закономерностей в информационных процессах целесообразно создать систему описания представлений и принципов на основе формального аппарата, повышающей результативность обработки данных. Этим и обусловлена актуальность данной работы.

Анализ отношения «соответствие»

Информационное поле задает информационные отношения, которые служат основой дальнейшего исследования и выявления закономерностей и зависимостей [5]. В области информационного поля и

¹ Толковый словарь Ушакова: «Соотношение между чем-нибудь, выражающее согласованность, равенство в чем-нибудь или чему-нибудь в каком-нибудь отношении, гармонию». – URL: <https://ushakovdictionary.ru/word.php?wordid=72512> (дата обращения: 10.05.2024). – Текст: электронный.

² Математика. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. Ю.В. Прохоров. – 3-е изд. – Москва: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 848 с.

информационного моделирования отношение «соответствие» может существовать между сущностями. Принципы этого отношения заложены в логике³. Тавтология есть полное логическое жесткое соответствие. Отношение эквивалентности – более мягкое соответствие. В математике применяются отношения *соответствия* такие как изоморфизм (жесткое соответствие), гомоморфизм (мягкое соответствие). В сравнительном анализе существует аналогия (мягкое соответствие), подобие (мягкое соответствие).

Отношение *соответствия* определяют по сравнению совокупности показателей рассматриваемых объектов. Соответствие возможно по ключевым показателям, при этом допускают несоответствие по другим показателям. Для стационарных объектов *соответствие* оценивают на основе сравнения фиксированных параметров. Степень соответствия определяют как отношение множества сходных (соответственных) признаков к общему числу признаков. Для процессов *соответствие* определяют на основе сравнения динамических и статических параметров. Моделирование в общем смысле и информационное моделирование в частности использует наличие *соответствия* между объектом моделирования и его моделью. Преобразование исходного объекта во вторичный объект использует свойство *соответствия* по выбранным параметрам. В информационном поиске используется критерий соответствия между поисковым запросом и результатом поиска [6]. Этот критерий включает совокупность правил, по которым при информационном поиске определяется степень соответствия поискового образа документа поисковому предписанию и принимается решение о выдаче или невыдаче этого документа в ответ на информационный запрос. Наряду с информационно-поисковым языком критерий соответствия является одним из важных элементов информационно-поисковой системы.

Как отношение *соответствие* рассматривается в информационном поле, отображающем соотношение объектов на множестве информационных единиц [7]. Информационные единицы служат средством описания информационных объектов.

Исследуемые на соответствие объекты могут иметь отличительные характеристики, свойства, особенности, которые не подлежат количественному измерению. В этом случае оценка соответствия связана с принятием решений на основе сравнительного анализа качественных показателей.

В соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 (ISO/IEC 17000:2004) термин «оценка соответствия» определен как «доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены». Оценка соответствия рассматривается как последовательность выполнения следующих функций: «выбор», «определение», «проверка и подтверждение соответствия». *Функция выбора* включает набор действий, который может варьироваться в широких пределах и зависит от объекта оценки соответствия. Это могут быть, например, следующие действия: выбор документов, устанавливающих требования; выбор методики отбора образцов; выбор программы испытаний; выбор или установление правил принятия решений о соответствии (несоответствии). *Функция определения* предусматривает получение информации об объекте оценки соответствия, необходимой для реализации функции проверки и подтверждения соответствия. *Функция проверки и подтверждения соответствия* предусматривает на базе полученной информации об объекте, в соответствии с заранее установленными (на стадии выбора) правилами, принятие решения о соответствии объекта установленным требованиям.

Систематика категории «соответствие»

В информационном поле понятия «соответствие/несоответствие» используют в информационных процессах, решении задач, проектировании, управлении, познании. Соответствие является обобщением таких понятий, как аналогия, подобие, соразмерность, эквивалентность и др. В силу этого оно является важным отношением и значимой характеристикой объектов и процессов.

Необходимо различать качественные и количественные виды соответствия. Так, например, необходимо определить количественное соответствие при сравнении стационарных объектов, показатели которых представлены в числовой форме. Качественное соответствие определяется для объектов, которые характеризуются качественными показателями, например, при анализе ситуаций, процессов,

³ Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления. – 4-е изд., испр. – Москва: МЦНМО, 2012. – 240 с.

преобразований. В соответствии с этим типологическим рядом можно выделить следующие типы соответствий: объектное, ситуационное [8], процессуальное, атрибутивное, качественное, количественное, полное, частичное. Существует несколько типов прикладных соответствий: символическое функциональное соответствие, морфологическое, топологическое, семантическое, контекстное, алгоритмическое, онтологическое [9]. Этот перечень также не является исчерпывающим.

Можно сравнивать и оценивать соответствие двух сущностей, которые связаны преобразованием так, что на основе этого преобразования один объект преобразуется в другой. Такое соответствие называют «соответствием при преобразованиях». Его примером является соответствие между достигнутым результатом (В) и поставленной целью (А). Упрощенно такое преобразование можно обозначить в терминах теории множеств с помощью операции следования или импликации

$$A \rightarrow A_c \rightarrow B. \quad (1)$$

Выражение (1) следует интерпретировать так: цель А влечет действия A_c , которые приводят к результату В.

Рассуждение как преобразование можно расширить на большее число объектов. Можно выделить следующие виды соответствий при преобразованиях: структурное, параметрическое, морфологическое, содержательное.

В процессе преобразования (1) некоторые параметры объектов останутся соответствующими, другие параметры будут не соответствующими.

Структурное соответствие означает подобие структур. Разновидностью структурного соответствия является топологическое соответствие. На рисунке 1 показано структурное или топологическое соответствие разных фигур.

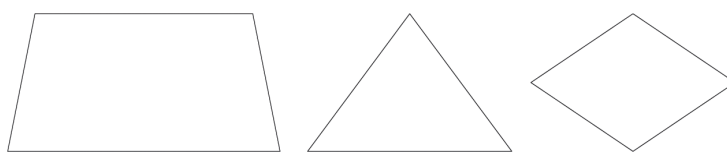


Рисунок 1 – Топологическое соответствие

Параметрическое соответствие означает соответствие параметров сравниваемых объектов. В теории множеств эта ситуация может быть представлена как пересечение множеств (рисунок 2).

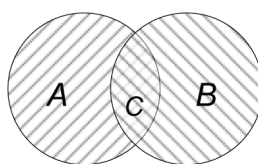


Рисунок 2 – Параметрическое соответствие при преобразованиях А в В

На рисунке 2 область $C=A \cap B$ есть область соответствия. Все параметры сравниваемых объектов редко бывают соответствующими. Поэтому для таких случаев вводят понятие степени соответствия параметров K_p . Под этим понятием понимают отношение соответствующих параметров (подмножество С) к общему числу параметров преобразованного объекта, т.е.

$$K_p = C / (A + (B - C)).$$

При полном параметрическом соответствии $K_p = 1$.

Морфологическое соответствие означает соответствие форм разных моделей или объектов.

Содержательное соответствие означает соответствие содержания, значений или семантики сравниваемых объектов. Семантика задается значениями аргументов и функций. Содержательное соответствие или семантическое соответствие оценивается по содержанию объектов, которые могут быть не связаны преобразованием или иной связью. Содержание и форма есть философские категории, описы-

вающее общее «целое». В информационном поле «целым» является информационный объект. Содержание есть определяющая характеристика его сущности.

Дескриптивные или описательные модели построены как набор фактов, или описание объекта. Они выполняют функции информационного описания. При моделировании всегда существует частичное соответствие между объектом моделирования и его моделью.

Рассмотрим две ситуации C1 и C2 (рисунок 3), которые описывают преобразования объектов. На примере этих ситуаций рассмотрим виды соответствий. Исходными на рисунке 2 являются объекты A, которые преобразуются в объекты B. Объекты представим общими выражениями с учетом соответствующих индексов:

$$A(\text{Str}_a, S_a, \text{Mrf}_a, \text{Col}_a), \\ B(\text{Str}_b, S_b, \text{Mrf}_b, \text{Col}_b),$$

где Str – структура соответствующего объекта;

S – площадь объекта;

Mrf – морфология объекта;

Col – цвет объекта.

В качестве примера приведем графические аналоги ситуаций на рисунке 3.

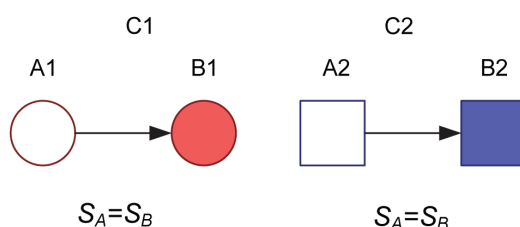


Рисунок 3 – Ситуации преобразования объектов

Для ситуаций C1, C2 в преобразованиях сохраняется площадь и морфология, меняется только цвет. Вывод: имеет место соответствие по морфологии и площади, нет соответствия по цвету (одному параметру) для каждой ситуации.

Если проводить сравнение между ситуациями по исходным объектам, то между A1 и A2 существует соответствие по цвету и существует несоответствие по площади и форме. То есть для разных ситуаций имеет место частичное соответствие. Если проводить сравнение между преобразованными объектами, то между B1 и B2 существует несоответствие по цвету, по площади и по форме. Между ними полное несоответствие. В данном примере морфологическое соответствие означает соответствие форм; цветовое соответствие означает соответствие цветов; параметрическое соответствие означает соответствие площадей (количественное соответствие параметров).

При анализе соответствия используют системный подход. Системный подход включает рассмотрение объектов сравнения как систем и выделение общих элементов сравнения как неделимых единиц. В информационном поле такими единицами являются информационные единицы. Содержательность соответствия можно оценивать по общности информационных единиц или элементов сравнения.

На рисунке 4 приведены три варианта соответствия по условной содержательности. Рассмотрим условно объект A и объект B как независимые объекты сравнения. Общими у них могут быть элементы.

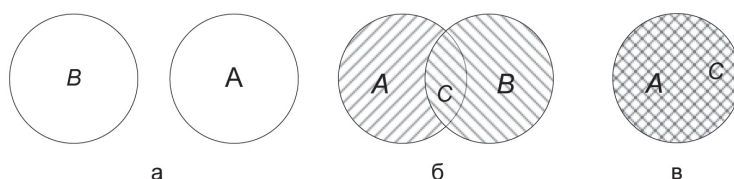


Рисунок 4 – Три варианта анализа соответствия по содержательности

Для ситуации на рисунке 4а имеет место полное несоответствие, т.е. отсутствие общих элементов сравнения

$$A \cap B = \emptyset.$$

Для ситуации на рисунке 4б имеет место частичное соответствие (множество C) и частичное несоответствие

$$A \cap B \neq \emptyset.$$

Для ситуации на рисунке 4в имеет место полного соответствия (множество C выделено двойной штриховкой)

$$C \subseteq A; C \subseteq B; A \cap B = A = B = C.$$

Частичное соответствие означает наличие общих элементов сравнения

$$\forall (x_a \in A; x_b \in B; x_c \in C), \quad (2)$$

$$\exists (x_c \in A; x_c \in B). \quad (3)$$

Выражение (2) описывает отношение принадлежности. Выражение (3) описывает отношение соответствия. Уровень соответствия для преобразования определится выражением

$$K_c = C/B.$$

Рассмотрим соответствие при преобразованиях. На рисунке 5 показано частичное соответствие при преобразованиях фигуры A3 в фигуру B3.

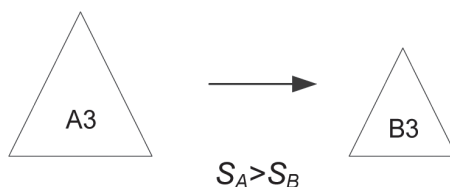


Рисунок 5 – Преобразование, уменьшающее содержание

Для ситуации на рисунке 5 между A3 и B3 существует соответствие по цвету и форме, но существует несоответствие по площади (содержанию). Можно ввести дополнительную характеристику несоответствия

$$S_A > S_B. \quad (4)$$

Выражение (4) говорит о том, что содержательно A превосходит B. Такое преобразование уменьшает площадь (содержание) и вносит несоответствие. На рисунке 6 дан другой вариант соответствия и несоответствия.

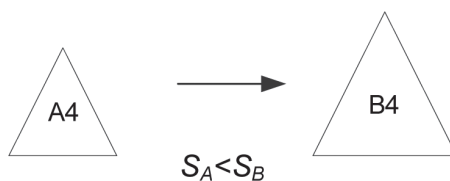


Рисунок 6 – Преобразование, увеличивающее содержание

Для ситуации на рисунке 6 между A4 и B4 существует соответствие по цвету и форме и существует несоответствие по площади (содержанию).

Базовые принципы теории соответствия

Сформулируем базовые принципы теории соответствия.

Если P_A – множество параметров объекта A, P_B – множество параметров объекта B, т.е.

$$P_A \in A, P_B \in B$$

и существует цепочка преобразований

$$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow \dots \rightarrow A_n \rightarrow B,$$

то между элементами этой цепочки существует частичное соответствие. Частичное соответствие задает логическое следование или функциональное следование. Объект В называется «логически соответствующим» исходному объекту A_1 , если существует логический вывод, в котором последний результат равен В. В аспекте исследования содержания объектов такой вывод является семантическим следованием. В работе [10] отмечается, что семантическое следование равносильно выводимости в логике. Существует символ $\vdash$ выводимость и аналогичный $\models$ символ логического следования. В соответствии с законами логики логическое следование исключает неопределенность, модальность и вопросительные предложения. Семантическое понятие логического следования введено А. Тарским в 1936 году и отражено в ряде поздних публикаций.

В общем случае логическое соответствие можно представить в виде

$$(A_1, \dots, A_n) \vdash B. \quad (5)$$

Выражение (5) есть аналог выражения (1).

Определение 1. Соответствие объекта В объектам $(A_1, \dots, A_n)$ выводимо из исходных посылок $(A_1, \dots, A_n)$, если дефиниции посылок $(D_{A_1}, \dots, D_{A_n})$ истинны и не противоречивы.

Соответствие (объект С) может иметь интерпретацию.

Определение 2. Интерпретацией соответствия IC называется отношение

$$C \rightarrow IC, \quad (6)$$

где С – понятие или сущность;

IC – интерпретация, толкование, определение.

Отношение (6) называется отношением интерпретации соответствия.

Определение 3. Если каждому соответствию С имеется одна интерпретация IC , то такое соответствие называется однозначным.

Определение 4. Если для соответствия С имеется множество IC , то такая интерпретация называется множественной.

Определение 5. Вложенностью или вложением соответствий называется функционально логическая цепочка вида (5).

Определение 6. Вложение (5) называется морфологическим соответствием, если оно сохраняет морфологию для А и В.

Определение 7. Вложение называется семантическим соответствием, если оно сохраняет семантику для А и В.

Определение 8. Соразмерным соответствием $\text{corr}(A, B)$ называется приближенное соответствие по базовым или выделенным параметрам. Синтаксис такого соответствия имеет вид

$$(A, B) \rightarrow \text{corr}(A, B).$$

Оценка соответствия относится к области сравнительного анализа.

Определение 9. Моделью соразмерного соответствия $\text{Sm}()$ называется модель, построенная по параметрам соответствия объектов сравнения. Для полного соответствия модель имеет вид

$$\text{Sm}(\text{corr}(A, B)) = A = B.$$

Для всех остальных видов соответствия модель имеет вид

$$\text{Sm}(A, B) = M(A \cap B). \quad (7)$$

В формуле (7) М означает обобщенную модель.

Для цепочки объектов (A, B, D, F, H) модель имеет вид

$$\text{Sm}(A, B, D, F, H) = M(A \cap B \cap D \cap F \cap H).$$

Определение 10. Семантической моделью соответствия $\text{SMC}()$ называется модель, построенная по параметрам строгого соответствия объектов сравнения

$$\text{SMC}(A, B) = \text{Sm}(\text{corr}(A, B)).$$

Определение 11. Моделью онтологии $\text{OM}()$ называется семантическая модель соответствия, построенная по параметрам строгого соответствия объектов сравнения для всей цепочки объектов

$$\text{OM}(A, B, D, F, H) = \text{Sm}(\text{corr}(A, B, D, F, H)). \quad (8)$$

Формула (8) позволяет устранять второстепенные терминологические различия, выполнять обобщения в терминологическом и информационном поле, извлекать знания на основе оценки соответствий.

Использование модели онтологий $OM()$ позволяет трансформировать неявное знание в явное знание и устранять противоречия. Неявное знание имеет другую морфологию, но по смыслу соответствует явному. Использование модели онтологий $OM()$ позволяет выявлять неявные связи и трансформировать их в явные. Использование модели онтологий $OM()$ позволяет подключать методы логического анализа к анализу соответствий.

Заключение

Существуют разные виды соответствия. Оценка соответствия может быть полной и частичной. Полная оценка включает оценку соответствия и несоответствия. Частичная оценка включает только оценку соответствия. Факторы оценки соответствия многообразны. Для разных видов соответствия существуют разные виды информационных единиц. Информационные единицы выполняют функции квантов или элементов оценки соответствия и несоответствия информационных объектов. Информационные единицы позволяют формировать прикладные модели и паттерны информационного поиска. Информационное соответствие является составным и сложным. Оно включает сочетания простых соответствий, таких как функциональное, морфологическое, топологическое, семантическое, процессуальное, контекстное, алгоритмическое, онтологическое и др. Наряду с соответствием существует отношение несоответствия. Несоответствие может быть полным и частичным. Частичное несоответствие связано с частичным соответствием. Оценка чего больше – соответствия или несоответствия – представляет задачу теории соответствий. С позиций логики соответствие связано с понятием выводимости или следования.

Разработанные основы теории соответствия между информационными объектами направлены на расширение и уточнение формализованных процедур обработки данных и выявление неявных знаний.

Список литературы

1. Ожерельева Т.А. Информационное соответствие и информационный морфизм в информационном поле // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – № 4 (4). – С. 86–92.
2. Liu Y. et al. Semantic correspondence as an optimal transport problem // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2020. – P. 4463–4472.
3. DeLancey S. Nocte and Jinghpaw: morphological correspondences // North East Indian Linguistics. – 2011. – Vol. 3. – P. 61–75.
4. Цветков В.Я., Булгаков С.В., Титов Е.К., Рогов И.Е. Метамоделирование в геоинформатике // Информация и космос. – 2020. – № 1. – С. 112–119.
5. Цветков В.Я. Естественное и искусственное информационное поле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5-2. – С. 178–180. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5365> (дата обращения: 28.06.2024). – Текст: электронный.
6. Zhu Y. et al. Large language models for information retrieval: A survey (arXiv preprint arXiv:2308.07107, 2023.). – DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.07107>.
7. Тодорова А.И. Теория информационных единиц // Современные информационные технологии: сборник научных статей 9-й Международной научно-технической конференции. – Бургас, 2023. – С. 220–228.
8. Liu N. et al. Situational Voluntary Compliance // China Review. – 2023. – Vol. 23, No. 3. – P. 31–69.
9. Payne T.R., Tamma V. Negotiating over ontological correspondences with asymmetric and incomplete knowledge // Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems. – 2014. – P. 517–524.
10. Tarski A. On the concept of logical consequence // Logic, Semantics, Metamathematics. – Second edition. – Indianapolis: Hackett, 1983. – P. 409–420.

References

1. *Ozherel'eva T.A.* Informacionnoe sootvetstvie i informacionnyj morfizm v informacionnom pole // ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii. – 2017. – № 4 (4). – S. 86–92.
2. *Liu Y. et al.* Semantic correspondence as an optimal transport problem // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2020. – P. 4463–4472.
3. *DeLancey S.* Nocte and Jinghpaw: morphological correspondences // North East Indian Linguistics. – 2011. – Vol. 3. – P. 61–75.
4. *Cvetkov V.Ya., Bulgakov S.V., Titov E.K., Rogov I.E.* Metamodelirovanie v geoinformatike // Informaciya i kosmos. – 2020. – № 1. – С. 112–119.
5. *Cvetkov V.Ya.* Estestvennoe i iskusstvennoe informacionnoe pole // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2014. – № 5-2. – S. 178–180. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5365> (data obrashcheniya: 28.06.2024). – Tekst: elektronnyj.
6. *Zhu Y. et al.* Large language models for information retrieval: A survey (arXiv preprint arXiv:2308.07107. – 2023.) – DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.07107>.
7. *Todorova A.I.* Teoriya informacionnyh edinic // Sovremennye informacionnye tekhnologii: sbornik nauchnyh statej 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. – Burgas, 2023. – S. 220–228.
8. *Liu N. et al.* Situational Voluntary Compliance // China Review. – 2023. – Vol. 23, No. 3. – P. 31–69.
9. *Payne T.R., Tamma V.* Negotiating over ontological correspondences with asymmetric and incomplete knowledge // Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems. – 2014. – P. 517–524.
10. *Tarski A.* On the concept of logical consequence // Logic, Semantics, Metamatematics. – Second edition. – Indianapolis: Hackett, 1983. – P. 409–420.