

5. *Tsvetkov V. Ya.* Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. 2014. Vol. 86. Iss. 11-1. P. 1901–1909.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-scale_analysis.
7. *Цветков В. Я.* Триада как интерпретирующая система // Перспективы науки и образования. 2015. № 6. С. 18–23.
8. *Цветков В. Я.* Информационная неопределенность и определенность в науках об информации // Информационные технологии. 2015. № 1. С. 3–7.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale.
10. *Zadeh L. A.* The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning // Information Sciences. 1975. Vol. 8. Iss. 3. P. 199–249.
11. *Алтунин А. Е., Семухин М. В.* Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография. – Тюмень: ТюмГУ, 2000.
12. *Дюбуа Д., Прад А.* Теория возможностей / Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1990. 328 с.
13. *Малышев Н. Г., Берштейн Л. С., Боженьюк А. В.* Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. – М.: Энергоатомиздат, 1991. 136 с.
14. https://en.wikipedia.org/wiki/Rasch_model.
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Тест_производительности.
16. *Цветков В. Я.* Основы теории предпочтений. – М.: Макс Пресс, 2004. 48 с.
17. *Нейман Ю. М., Хлебников В. А.* Педагогическое тестирование как измерение. – М.: Центр тестирования МО РФ, 2002.

Opposition scale analysis

Viktor Yakovlevich Tsvetkov, Professor, Doctor of Technical Sciences, Moscow technological University (MIREA).

Evgeniy Evgen'evich Chekharin, Deputy Head of the Informatization Center, The senior teacher of the department of instrumental And application software, Moscow Technological University (MIREA)

The article reveals the contents of a large-scale analysis of the opposition. This article describes the trinitarian analysis system. The article describes the use of methods of the theory of opportunities for processing fuzzy data. This article describes the feasibility of using Likert scale and Rasch model to gather information. This article describes the information model of paired comparisons, which is the basis of the algorithm of data information into a single ranking system.

Keywords: information analysis, analysis of the opposition, the opposition variables Trinitarian system preferences, algorithm, information technology.

УДК 001.6: 001.51

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ

*Виктор Петрович Савиных, д-р техн. наук, профессор,
президент Московского государственного университета геодезии и картографии,
член-корреспондент РАН,
летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза,
лауреат Государственной премии, лауреат премии Президента РФ,
дважды лауреат премии Правительства РФ,
«Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники»,
«Заслуженный геодезист»,
академик: Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ),
Инженерной академии, Международной академии астронавтики,
Международной академии наук Евразии,
Московский государственный университет геодезии и картографии,
<http://www.miigaik.ru>*

Статья анализирует информационные пространственные отношения. Показано различие между отношением и связями на примере топологии и геометрии. Описаны теоретико-множественные отношения как основа формального описания информационных пространственных отношений. Описаны виды тематических карт, отражающих информационные пространственные отношения. Раскрыто содержание иерархических пространственных отношений. Раскрыто содержание информационных пространственных отношений в оверлейных операциях.

Ключевые слова: геоинформатика; прикладная геоинформатика; пространственные отношения; информационные отношения; оверлей; тематические карты; топология; связи.

Введение

10.21777/2312-5500-2017-1-79-88

Информационные отношения [1] являются относительно новым понятием, связанным с информационным полем [2] и информационным пространством [3, 4]. Пространственные отношения связаны с работами в области искусственного интеллекта [4]



В.П. Савиных

при моделировании пространственного знания [5, 6]. Пространственные отношения с точки зрения формализма достаточно полно описаны в теории множеств. Пространственные отношения неявно присутствуют в топологии. Пространственные отношения широко применяют в геоинформатике [6, 7] и картографии [9, 10]. Общим для информационных и пространственных отношений является искусственное и естественное информационное поле [11, 12]. Информационные отношения отражают объективно существующие отношения между реальными объектами окружающего мира в естественном информационном поле. Информационные отношения также отражают закономерности искусственного информационного поля. В качестве примера можно привести закон Мура [13], принцип Парето [14], закон Ципфа. Пространственные информационные отношения отражают закономерности математики и объектов реального пространства. Они могут принимать специфические формы, одной из которых является геореференция [15, 16]. Однако исследований в области систематики информационных пространственных отношений практически не выполнялось. Данная работа является одной из первых.

Различие между отношением и связью. В литературе иногда некорректно определяют отношения. Иногда отношения называют связями, что выглядит так, как если бы отношения были частным понятием, а связи более общим. В Большой Советской энциклопедии дается такая формулировка: «Отношение – философская категория или научный термин, обозначающий любое понятие, реальным коррелятом которого является определенное соотнесение (связь) двух и более предметов». В философской энциклопедии дается подобная формулировка: «Отношение – взаимная связь разных величин, предметов, действий». Покажем, что это не так.

Для начала напомним понятие отношения из словаря «Математика» [17]: «Произвольное подмножество R множества A^n упорядоченных наборов (a_1, a_2, \dots, a_n) , где a_1, a_2, \dots, a_n – элементы векторного множества A . Для этого случая говорят, что R есть – местное отношение на A .

Отметим два важных отношения: универсальное и нуль-отношение. Универсальное отношение – это отношение, связывающее все элементы заданных множеств, то есть, совпадающее с декартовым произведением:

$$R = M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n.$$

Универсальное отношение играет важную роль в координатных системах и в теории баз данных, где оно служит основой (первым этапом) для построения реляционной базы данных.

Нуль-отношение означает отношение, не связывающее никакие элементы, то есть

пустое множество.

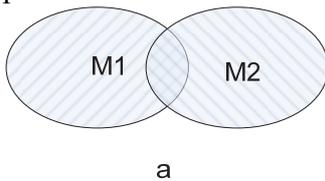
$$R = \emptyset \subset M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n.$$

1. Одноместные (унитарные) отношения называют свойствами. Унитарными отношениями называют наличие какого-либо свойства у элементов множества. Свойство не есть связь.

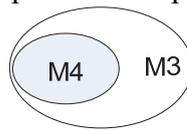
2. Двуместным, или бинарным, отношением R называется подмножество пар $(a, b) \in R$ декартова произведения $M_1 \times M_2$, т. е. $R \subseteq M_1 \times M_2$. Множество M_1 называют областью определения отношений, множество M_2 – областью значений. Возможно рассмотрение отношения R между парами одного и того же множества $M_1 \times M_2$. В этом случае $R \subseteq M \times M$. Если (a, b) находятся в отношении R , то это записывается как aRb . Бинарные отношения задаются списком или матрицей. Определить набор бинарных отношений на заданном множестве – одна из типичных задач теории предпочтений [18].

3. Трехместными или тернарными отношениями называют отношения, связывающие упорядоченные тройки элементов множества, принадлежащие разным подмножествам. Ярким примером является декартова система координат, в которой положение точки в пространстве определяют тройки координат (X, Y, Z) , каждая из которых принадлежит своему подмножеству.

Наиболее ярко отношения рассматриваются в теории множеств. На рис. 1 приведены две информационные ситуации теоретико-множественных отношений [19], которые полностью соответствуют реальным пространственным отношениям.



а



б

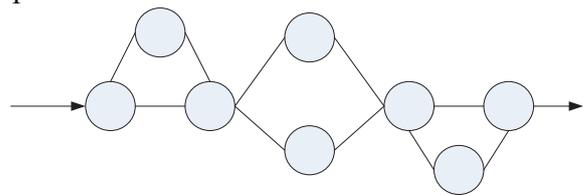


Рис. 1. Теоретико-множественные отношения

Рис. 2. Топологические связи

Ситуация *а* описывает пересечение множеств M_1 и M_2 . Информационная ситуация *б* описывает включение множества M_4 в множество M_3 .

Применительно к информационным пространственным отношениям рис. 1 позволяет интерпретировать понятие «отношение» как состояние в информационной ситуации, или как информационную ситуацию [20].

Более четко различие между отношением и связью прослеживается на топологических и геометрических моделях. Топологические пространственные связи показаны на рис. 2 в виде неориентированного графа. Объекты соответствуют вершинам графа. Связи соответствуют дугам в графе.

На рис. 3 приведены три информационные ситуации топологических отношений, исследуемые в геоинформатике и пространственных знаниях [21, 22]. Эти ситуации характеризует параметр d , определяемый расстоянием между границами объектов. Ситуация *а* описывает $L_{\min} > d_1 > 0$. Где L_{\min} – параметр близости. Информационная ситуация *а* на рис. 2 описывает отношение близости между объектами.

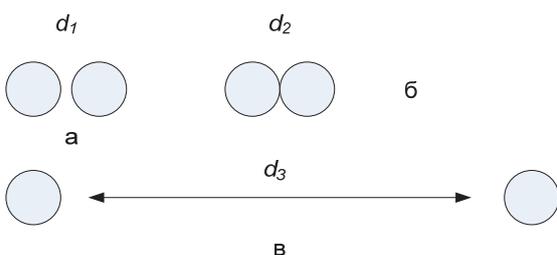


Рис. 3. Топологические отношения

Ситуация *б* описывает $d_2 = 0$. Ситуация *б* описывает *отношение примыкания* (тангенциальные отношения) между объектами. Ситуация *в* описывает $d_3 > L_{\max}$. Где L_{\max} – параметр удаленности. Ситуация *в* описывает *отношение удаленности* между объектами [23]. Отношения близости и удаленности визуально выглядят как качественные, но они подразумевают наличие числовых кри-

териев d , которые определяются по расстоянию между границами объектов. Если $d < L_{\min}$, то говорят об отношении близости. Если $d > L_{\max}$, то говорят об отношении удаленности. Выводом из этих рисунков следует то, что связи на рис. 2 не эквивалентны отношениям на рис. 2 и нельзя говорить что отношения – это связи.

Рассмотрим два геометрических примера на связи и отношения. Информационная ситуация \bar{b} : $Y_1 = kX + h$. Информационная ситуация a : $Y_2 = -k_2X + h_2$. Связь в этих выражениях отражается знаком равенства. Все выражения отражаются линиями или линейными множествами. Эти связи показаны на рис. 4. Они определяют функциональные зависимости между функцией и аргументом.

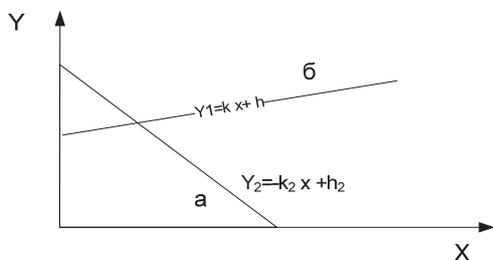


Рис. 4. Геометрические связи

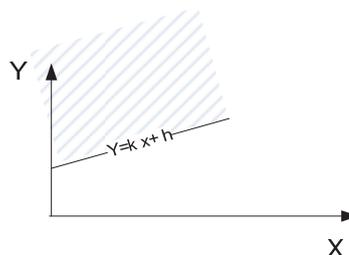


Рис. 5. Геометрические отношения для прямой с положительным наклоном

Рассмотрим те же выражения, связанные отношением «больше». Информационная ситуация \bar{b} : $Y > kX + h$. Информационная ситуация a : $Y_2 > -k_2X + h_2$. Эти отношения приведены на рис. 5 и рис. 6

Связи умещаются на одном рисунке, для отношений понадобилось два рисунка.

Отношения на рис. 5 и рис. 6 описывают полуплоскость, то есть ареальное множество. Вывод: связи отображаются линейными объектами, отношения ареальными, то есть объектами разных категорий.

Следствием из рис. 4 и рис. 5 является то, что отношения (рис. 5, рис. 6) и связи (рис. 4) не эквивалентны.

В области искусственного интеллекта, в которой исследуют пространственное знание [22, 24], и в геоинформатике существуют пространственные отношения [25]. Эти отношения описывают отношения между частью и целым, а также топологические отношения. Эти отношения также не приравнивают к связям. Связь – функциональное соответствие между разными величинами одной категории на основе математического выражения или аналитической функции.

Отношение – категория, характеризующая состояние или ситуацию соответствия элементов двух систем, которые могут относиться к разным категориям или к одной. Отношения фиксируют состояние и возможность наличия связи. Но связь они не описывают. При одном и том же отношении возможны разные виды связей.

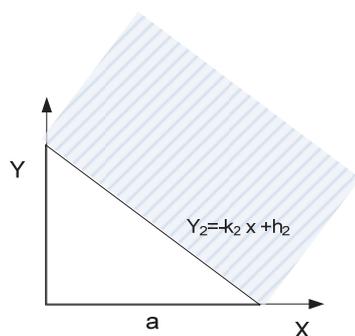


Рис. 6. Геометрические отношения для прямой с отрицательным наклоном

Например, отношение между функцией и аргументом может отражаться множеством линейных и нелинейных функциональных зависимостей.

Иерархические пространственные отношения ISA, АКО. Пространственное отношение ISA называют также отношением классификации. Пространственные иерархические отношения могут выполнять классификационные функции. Отношение классификации ISA происходит от английского «is a» [26, 27]. При иерархической информационной конструкции множество (класс) классифицирует свои экземпляры (например, улица есть элемент городской территории). Иногда это отношение именуют «member of». По-русски это может называться «есть» (единственное число) или «суть»

(множественное число). Связь ISA предполагает, что *свойства объекта наследуются от множества*. Отношение ISA дает возможность создания механизма (процесса) порождения элементов из множества. Этот механизм производится от слов «example of», или «пример». Поэтому процесс порождения элементов из множества называется экземплярцией [28]. Отношение ISA это отношение между классом и элементом класса.

Класс как сложная система может иметь подсистемы, то есть подклассы. Для выражения отношений между пространственным классом и подклассом применяют отношение АКО. Отношение между множеством и подмножеством АКО происходит от английского «a kind of», например: «городские районы есть подмножество городской территории». Отличие АКО от отношения ISA заключается в том, что ISA – отношение «один ко многим», а АКО – отношение «много к многим».

Для классификационных отношений ISA, АКО есть близкие упрощенные понятия: отношения части к целому и целого к части. Эти отношения не являются классификационными, а являются констатирующими. Пространственный объект как сложная система состоит из частей и элементов. Это определяет типы отношения: целого и части, части и целого.

Отношение целого к части «has part» называют отношением меронимии. Соответственно, мероним – объект, включающий другой объект как часть. «Город включает городские районы. Городская территория включает улицы».

Отношение части к целому «is a part» называют отношением холонимии. Соответственно, холоним – пространственный объект, являющийся частью другого объекта. «Улица часть городской территории». Улица – холоним для городской территории. Городская территория – мероним для улицы. В отношениях холонимии и меронимии нет различия между элементом и подклассом. Они только констатируют отношения, но не классифицируют объекты и их составляющие.

Из четырех рассмотренных примеров следует вывод, что пространственные отношения не коммутативны. Отношение «сверху вниз» не эквивалентно отношению «снизу вверх».

Отражение пространственных отношений на тематических картах. Карта представляет собой пространственную модель реального мира. Согласно [29], «Карта – математически определенная, уменьшенная и генерализованная модель поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающая расположенные или спроецированные на ней объекты в принятой системе условных знаков». Из этого канонического определения следует, что главная функция карты – «показывать расположение объектов». В задачи карты не входит показ пространственных отношений. Это может делать (а может и не делать) тематическая карта.

Тематическая карта – карта, содержание которой определяется конкретной темой. Принципиальным является то, что к ней не предъявляют жестких требований как к топографической карте. Топографические карты дают совместное изображение совокупности взаимосвязанных объектов и явлений, но каждого в своих классификациях, отражающих свойства, показатели, характеристики объектов. Это комплексные карты [30].

Тематические карты более узкие по тематике и менее стандартизованы по оформлению. Однако не всякая тематическая карта отображает пространственные отношения. В этом аспекте пространственные отношения – это отношения точек пространства, характеризующие некую изменчивость в пространстве. Отсутствие изменчивости есть отсутствие пространственных отношений.

Только та тематическая карта, которая показывает изменчивость или возможную изменчивость, отражает и показывает пространственные отношения. Среди множества тематических карт, отражающих пространственные отношения, рассмотрим в качестве примеров карту гравитационного поля, карту лавин, лавинной опасности, карту ледового режима, карту радиационной опасности, карту использования земель.

Карта гравитационного поля – геофизическая карта, отображающая напряженность гравитационного поля, характеризующуюся распределением масс в земной коре и изменением радиальных напряжений во времени. Гравитационное поле зависит от тяготения масс к центру Земли, геоморфологических процессов на поверхности планеты, суточного вращения Земли, притяжения Солнца, Луны и других планет, плотности слоев, неоднородности земной коры и мантии. Гравитационное поле условно разделяется на нормальное, соответствующее идеализированной фигуре Земли с равномерным распределением плотностей внутри нее, и аномальное, отражающее детали фигуры Земли, аномалии силы тяжести (обусловленные неравномерностью распределения пород разной плотности и представляющие отклонения от значений «нормального» гравитационного поля) [29]. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с гравитацией.

Карта использования земель – карта, отображающая размещение земельных угодий, их функциональное назначение, зонирование, интенсивность и динамику использования земель [29]. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с состоянием земель и их использованием.

Карта лавин, лавинной опасности – гляциологическая карта, характеризующая генетические, морфологические, динамические особенности лавин и лавинной деятельности. Тематика и содержание карт четко определяются их названиями: генетические типы лавин, степень лавинной опасности; густота сети лавин, мощность лавин, период (периоды) лавинной опасности, противолавинные мероприятия. Карты лавинной опасности характеризуют риск чрезвычайных ситуаций, связанных со сходом лавин, и могут рассматриваться как прогнозные при использовании для разработки защитных мероприятий [29]. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с состоянием ледяного покрова и возможным его перемещением.

Карта ледового режима – карта, отображающая особенности и изменение во времени процессов образования, развития и разрушения ледяных образований на водных объектах. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с ледовым режимом на водных объектах и его возможной динамикой.

Карта лесов и лесного хозяйства – карта, изображающая размещение, динамику, биологические и хозяйственные характеристики лесов, а также нелесные площади. Биологически леса характеризуются на картах типологических, фенологических, производительности лесов, распространения древесных пород, лесов научного значения. Хозяйственные характеристики отображаются на лесохозяйственных, лесоэксплуатационных, лесопромысловых, лесотранспортных картах [29]. Карты лесов могут показывать антропогенную динамику, экологическое состояние лесов. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с характеристиками лесов, их освоением и их возможной динамикой.

Карта радиационной опасности – карта размещения объектов радиационной опасности, вероятности поражения населения ионизирующим излучением и его возможных последствий, в том числе распространения лучевой болезни. Карта радиационной опасности может содержать оценку опасности радиационного загрязнения окружающей среды, показывать распространение и концентрацию радиоактивных веществ и изотопов в окружающей среде и отдельных ее компонентах (атмосфере, недрах, природных водах, почвах, растительном покрове) в результате деятельности человека, а также отображать комплекс мер по предупреждению и ликвидации его последствий [29]. Эта карта характеризует пространственные отношения, связанные с радиационной опасностью, ее динамикой и динамикой воздействия на окружающие территории.

Информационные пространственные отношения в оверлейных операциях. Мир представляет собой совокупность вложенных систем. Свойства объектов окружающего мира обычно не меняются скачком, а меняются непрерывно от точки к точке. Это является принципом системного подхода при исследовании пространственных

объектов и явлений. Эта непрерывность отражается в пространственных отношениях и является их свойством. Пространственные отношения, с одной стороны, отражают свойства объектов, с другой стороны, они отражают непрерывность изменения свойств от одной точки пространства к другой точке пространства. Пространственные отношения характеризуют пространственные объекты и пространственно-логические связи между объектами. Непрерывность пространственных отношений замечена геостатистикой [31, 32], которая на этом основании создает специальные геостатистические модели, например модели пространственных отношений стоимости недвижимости на определенной территории [33].

Как уже отмечалось, пространственные отношения близки теоретико-множественным отношениям, а формализм теоретико-множественных отношений применим для пространственных отношений. В настоящее время в геоинформационных системах этот формализм расширен, тем более что пространственные отношения отражают пространственно-логические связи между пространственными объектами. Целый ряд пространственных операций выполняется с помощью процедуры, которая называется оверлей. Это привело к формированию направления пространственного анализа оверлей-анализу (overlay analysis) [34, 35].

Типичные вопросы, которые стоят перед пространственным анализом такие:

- Какой тип почвы находится в данной зоне землепользования?
- Какие участки находятся в пределах многолетней поймы данной реки?
- Какие дороги находятся в ближайшем и отдаленном округах?
- Какие скважины находятся на территории заброшенных шахт?

Чтобы ответить на такие вопросы, картографы создавали карты на прозрачных пластиковых листах, накладывали их друг на друга на столе с подсветкой и создавали новую карту на чистом листе на основе перекрытия данных. В ГИС эту задачу в автоматическом режиме решает оверлей. Такая операция наложения гораздо сложнее, чем простое слияние векторных карт. Она не только решает задачи наложения, но и выполняет расчеты того, чего нет, но что возможно. Например, расчет зон затопления.

Ключевыми элементами операции наложения являются входной слой (условно А), покрывающий слой (их может быть несколько – условно В) и выходной (результатирующий – условно С) слой. Функция наложения разделяет функции во входном слое, где они перекрываются особенностями наложения слоя. Новые зоны создаются там, где происходит информационное взаимодействие между слоями в соответствии с заданной операционной процедурой. Элементы слоев имеют аналогичные маленькие буквы. На основе операции новые признаки сохраняются в выходном слое, при этом исходный входной слой не изменяется. На рис. 7–11 приведены примеры оверлея для разных логических операций, демонстрирующие разнообразие применения информационных пространственных отношений.

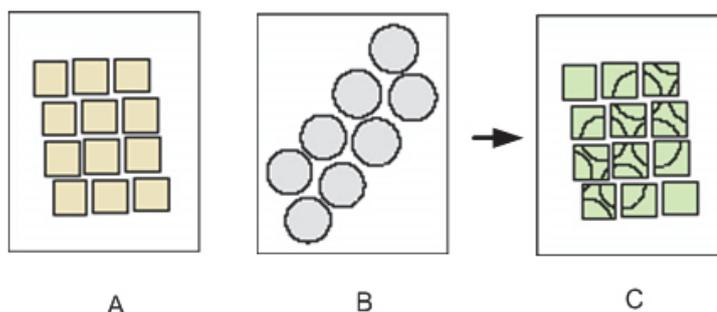


Рис. 7. Оверлейная операция идентификации (identity)

Синтаксис операции идентификации: « $c = a + a \& b$ ».

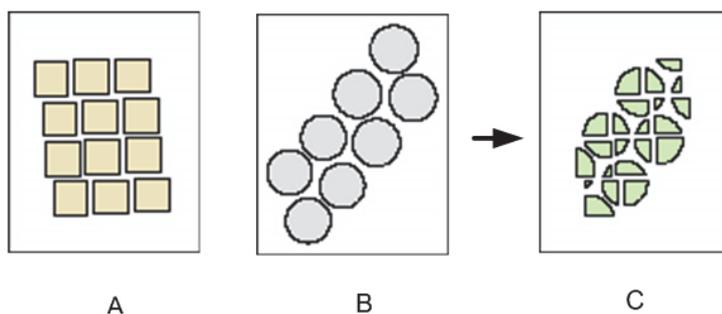


Рис. 8. Оверлейная операция пересечения (intersect)

Синтаксис операции пересечения: « $c = a \& b$ ».

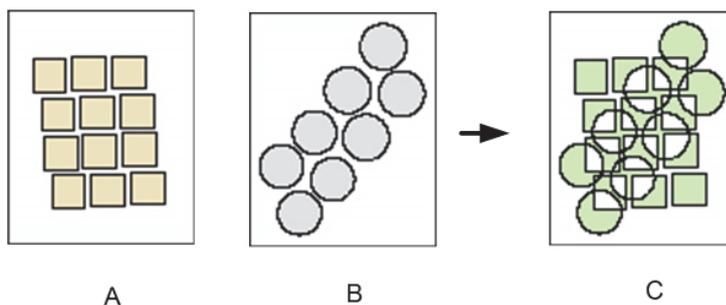


Рис. 9. Оверлейная операция симметричной разности (symmetrical difference)

Синтаксис операции симметричной разности: « $c = a + b - a \& b$ ».

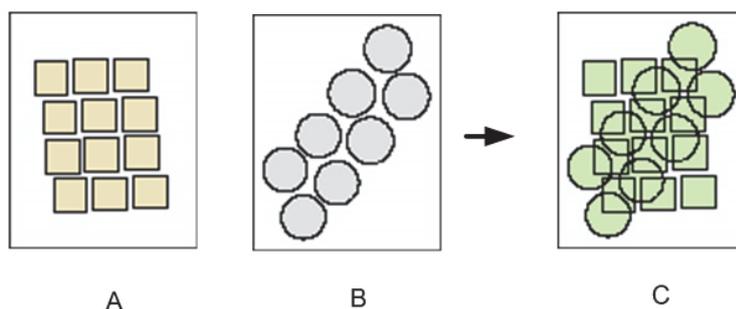


Рис. 10. Оверлейная операция объединения (union)

Синтаксис операции объединения: « $c = a + b$ ».

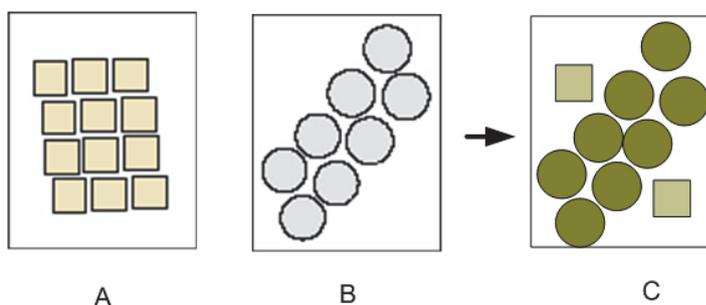


Рис. 11. Оверлейная операция обновления (Update)

Синтаксис операции обновления: « $c = \text{if } (a \& \text{not } b) \text{ then } a; \text{ and } (\text{if } a \& b \text{ then } b)$ ».

Рассмотренные операции оверлея являются простейшими примерами использования пространственных отношений для формирования пространственных информационных конструкций. На практике встречаются более сложные комбинации с большим числом слоев и сложным синтаксисом. Именно по этой причине оверлей применяют в

теории искусственного интеллекта [36–38] для формирования образов, которые не в состоянии представить человеческое воображение.

Заключение

Информационные пространственные отношения являются синтезом пространственных отношений и информационных моделей. Информационные пространственные отношения являются развитием информационных отношений в область пространственного знания. Анализ показывает, что «связь» и «отношение» представляют собой разные категории и не являются эквивалентными. Причем более общим понятием является отношение, которое служит качественной характеристикой. Информационные пространственные отношения являются неявными в эмпирических данных. Для их выявления необходимо применять коррелятивный, регрессионный или латентный анализ. Выявление пространственных информационных отношений позволяет решать широкий класс задач пространственной экономики, управления, принятия мер в чрезвычайных ситуациях, обновления баз геоданных и обновления инфраструктур пространственных данных и исследования пространственных знаний. Развитие научного направления «информационные пространственные отношения» позволит сделать шаг вперед в исследовании окружающего мира и создавать новые методы для решения практических задач.

Литература

1. *Tsvetkov V. Ya.* Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence. 2015. Vol. 8. Iss. 4. P. 252–260.
2. *Бондур В. Г.* Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 107–113.
3. *Boisot M. H.* Information space. – Int. Thomson Business Press, 1995.
4. *Dillon A.* Spatial-semantics: How users derive shape from information space // Journal of the American Society for Information Science. 2000. Vol. 51. Iss. 6. P. 521–528.
5. *Цветков В. Я.* Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
6. *Савиных В. П.* Геознание. – М.: МАКС Пресс, 2016. 132 с.
7. *Кудж С. А.* О философии геоинформатики // Перспективы науки и образования. 2016. № 6. С. 7–16.
8. *Цветков В. Я.* Пространственные отношения в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. Вып. 1. С. 59–61.
9. *Соловьев М. Д.* Математическая картография: учебное пособие. – М.: Недра, 1969.
10. *Лютый А. А.* Язык карты: сущность, система, функции. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1988. 291 с.
11. *Ожерельева Т. А.* Об отношении понятий информационное пространство, информационное поле, информационная среда и семантическое окружение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10 С. 21–24.
12. *Цветков В. Я.* Естественное и искусственное информационное поле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 5 (часть 2). С. 178–180.
13. *Moore G. E.* Cramming more components onto integrated circuits // Electronics Magazine, 1965. Vol. 38. No. 8. P. 114–117.
14. *Pareto V.* Cours d’Economie Politique / Nouvelle édition par G.-H. Bousquet et G. Busino. – Geneva: Librairie Droz, 1964. P. 299–345.
15. *Hill L. L.* Georeferencing: the geographic association of Information. – Massachusetts Institut of Technology. 2009.
16. *Куприянов А. О.* Информационная модель геореференции // Перспективы науки и образования. 2016. № 6. С. 96–100.
17. Математика: большой энциклопедический словарь / гл. ред. Ю. В. Прохоров. 3-е изд. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. 848 с.
18. *Цветков В. Я.* Основы теории предпочтений. – М.: Макс Пресс, 2004. 48 с.
19. *Ильин В. А., Ким Г. Д.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.

20. Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Информационная ситуация // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 12. С. 126–127.
21. Ishikawa T., Montello D. R. Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places // Cognitive psychology. 2006. Vol. 52. Iss. 2. P. 93–129.
22. Galton A. Spatial and temporal knowledge representation // Earth Science Informatics. 2009. Vol. 2. Iss. 3. P. 169–187.
23. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. 288 с.
24. Kuipers B. Modeling Spatial Knowledge // Cognitive Science. 1978. No. 2. P. 129–153.
25. Бутко Е. Я. Геоинформатика как метод познания // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 5 (17). С. 56–63.
26. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.
27. Васютинская С. Ю. Пространственные отношения в кадастре // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 4 (12). С. 91–96.
28. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных / пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985.
29. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия / под ред. А. В. Бородко, В. П. Савиных. – М.: Картоцентр-геодезиздат, 2008. Т. I: А–М. 496 с.
30. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: энциклопедия / под ред. А. В. Бородко, В. П. Савиных. – М.: Картоцентр-геодезиздат, 2008. Т. II: Н–Я. 464 с.
31. Diggle P. J., Ribeiro P. J., Geostatistics M. Springer Series in Statistics. – Springer, 2007.
32. Зайцева О. В. Применение геостатистики при управлении территориями // Науки о Земле. 2013. Вып. 1. С. 69–73.
33. Майоров А. А., Матерухин А. В. Геоинформационный подход к задаче разработки инструментальных средств массовой оценки недвижимости // Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 5. С. 92–98.
34. http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/geoprocessing/overlay_analysis.htm.
35. Walke N. et al. GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium spp.*): A case study in the black soil region of Central India // Computers & Geosciences. 2012. Vol. 41. P.108–118.
36. Савиных В. П., Цветков В. Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С. 41–43.
37. Openshaw S. Some suggestions concerning the development of artificial intelligence tools for spatial modelling and analysis in GIS // The annals of regional science. 1992. Vol. 26. No. 1. P. 35–51.
38. Itami R. M., Gimblett H. R. Intelligent recreation agents in a virtual GIS world // Complexity International. 2001. Vol. 8. P. 1–14.

Information spatial relations

Savinych Viktor Pttrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of the Moscow State University of Geodesy and Cartography

The article analyzes the spatial relationship information. The article shows the difference between the ratio and the communication on the example of the topology and geometry. This article describes the set-theoretic relationships as the basis of a formal description of information of spatial relations. The article gives a description of thematic maps showing the spatial relationship information. The article reveals the contents of hierarchical spatial relationships. The article reveals the content of information of spatial relationships in overlay operations.

Keywords: geoinformatics, applied geoinformatics, spatial relationships, information relations, overlay thematic maps, topology, communication.