

Многообразие карт в научном познании: между семиотикой и картосемиотикой

Углев Виктор Александрович (г. Железногорск, Россия)
uglev-v@yandex.ru

Введение

Карты и процесс их создания (картирование/картографирование) в последнее десятилетие набирают всё большую популярность. И если изначально они составлялись для нужд вовлечения доступного пространства в продуктивную деятельность (планирование маршрутов, описание концентрации различных ресурсов, изучения особенностей рельефа и пр.), то сейчас происходит трансформация как самой формы представления карт, так и сущности подхода. Как уже неоднократно отмечалось в (Володченко 2013), наблюдается тенденция не только к переходу к новым формам представления карт (электронные форматы), но и постепенная потеря самостоятельности картографии как науки. Поэтому сегодня так легко встретить электронное представление карт как в традиционной форме (имеющих пространственную привязку), так и в не традиционной (привязка совокупности образов ко времени и/или их визуализация в безразмерном отображении).

Собственно карта представляет из себя совокупность принятых (по возможности стандартизированных) знаков/образов, условно описывающих объект исследования, с учётом их взаимного положения, масштаба и смыслового контекста. Всё это позволяет осуществить свёртывание информации об изображаемом объекте в виде графического образа, позволяющего в определённом контексте эту информацию эффективно извлекать.

В мире много объектов, чьё отображение требует компактного и, вместе с тем, информативного отображения. И именно карты наиболее часто применяются для решения этой задачи, уступая лишь схемам. Таким образом, картирование, как эффективный метод упорядочивания и свёртывания данных об объекте, становятся широко применимым инструментом исследователя. Но где границы применения метода картирования? И необходимо ли в картосемиотике чётко определить классы «допустимых» карт? Попробуем в этом разобраться.

Картирование на службе познания

Робкие попытки исследователей прошлого описать объекты в идее упорядоченной совокупности знаков и/или графических образов к началу XX века превратились в становление целой науки о знаковых системах, получившей название семиотика. Целью семиотики является эффективная передача информации/знаний, закодированных в определённой знаковой системе. При этом формирование образа исследуемого объекта у получателя этой информации могло формироваться как через специальные знаковые структуры (включая устные и письменные языковые конструкции), так и через совокупность графических условных обозначений. Каждая отдельная наука в качестве доминирующего способа была вынуждена выбрать свой –

знаковый или образный. Для таких наук, как генетика, филология, педагогика и пр. ведущим методом стало знаковое представление. Для других наук, таких как геометрия, география, астрономия и пр. ведущим методом стал образный. И это понятно: там, где можно было ввести пространственные координаты, можно было отобразить объект исследований. А для человека, с физиологической точки зрения, именно зрительный канал восприятия является ведущим. Поэтому создание карт (картирование), как процесс свёртывания, фиксации и передачи информации стал так популярен и имеет высокую эффективность.

Мы привыкли привязывать карты к географическим ориентирам (координатам), но не обходимся и без знаковых дополнений как на самой карте, так и при передаче метаинформации (как минимум, в виде расшифровки условных обозначений). И термин карта стал наиболее сильно ассоциироваться именно с науками, где графическое представление взято за основу передачи информации. Определяющими размерностями являются пространство (описание соотношения координат элементов карты) и время (описание процесса изменения траектории при движении по карте при навигации).

Но появление новых технологий и развитие вычислительной техники совершенствуют методы познания. Это проявляется и в отношении картирования: следует констатировать диалектическое единство двух противоположных процессов. С одной стороны, имеется тенденция снижения роли картографии как самостоятельной науки (об этом уже много написано в (Володченко 2009), поэтому не будем на этом тезисе останавливаться). Но, с другой стороны, метод картирования переживает второе «рождение» в рамках других научных дисциплин. При этом всё больше наук, ранее базирующиеся на знаковом методе передачи информации, стали активно обращаться к процессу передачи знаний о своих объектах в виде карт. Попробуем кратко показать многообразие форм научного картирования, взяв за основу пространственно-временные характеристики.

Картирование в различных научных направлениях

Карты с точной привязкой координат

В первую очередь следует отметить традиционные виды карт, относящиеся к отображению географических объектов в различных системах координат. Так как специфика кодирования изображений на этих картах определяется исходя из прагматических соображений, то и выделяют политические, экономические, геологические и прочие виды карт. К таким картам можно причислить и карты, автоматически построенные по данным с систем технического зрения, функционирующим вне оптического диапазона: карты температурных градиентов, течений, интенсивности осадков и пр. Например, данные по радиации после аварии на АЭС Фукусима (рис. 1,а) по (ХЕНД 2014) или распределение льда в поверхностном слое планеты Марс (рис. 1,б) по (Winiarek 2014).

К картам сточной привязкой координат можно отнести и карты различных объектов, имеющих стабильное пространственное описание. Например, схема метро или карта мозга. Не смотря на то, что эти карты имеют схематическое изображение, они позволяют производить измерения и ориентироваться при обследовании картируемого объекта.

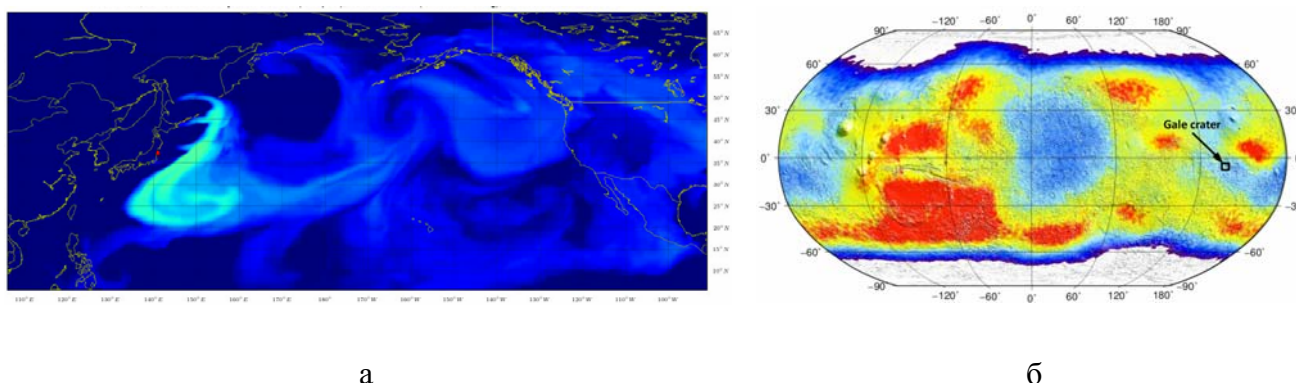


Рис. 1. Примеры карт, построенных по данным систем технического зрения

Карты с условной привязкой координат

В тех ситуациях, когда требуется описать соотношение взаимосвязанных элементов системы, о которых известна устойчивая последовательность, так же применяются карты. Но так как традиционными координатами элементы таких систем не обладают, то вводится искусственная метрика, базирующаяся на последовательности/ранге объекта в совокупности или его положении в иерархии. Поэтому карты данного типа чаще всего применяют для формализации знаний, имеющих высокую степень абстракции.

В биологии очень популярны карты различных генетических показателей или участков ДНК. Так же карты применяются при описании поля знаний об исследуемых объектах: методологический базис заимствован из математики (теория графов) и инженерии знаний (Гаврилова 2001), а так же концепции когнитивной компьютерной графики А.А. Зенкина (Зенкин 1991). Например, для исследования клеток рака в институте Кюри (Париж) формируется карта (точнее, атлас) знаний о генетике этого вида клеток, используя специальную графическую нотацию (System Biology Graphic Notation, рис. 2, а) из (Кондратова 2014). Другой пример – карта мозговой активности (рис. 2, б) из исследования (Petri 2014). Очевидно, что «чтение» и навигацию по таким картам можно осуществлять только учитывая специфику предметной области.

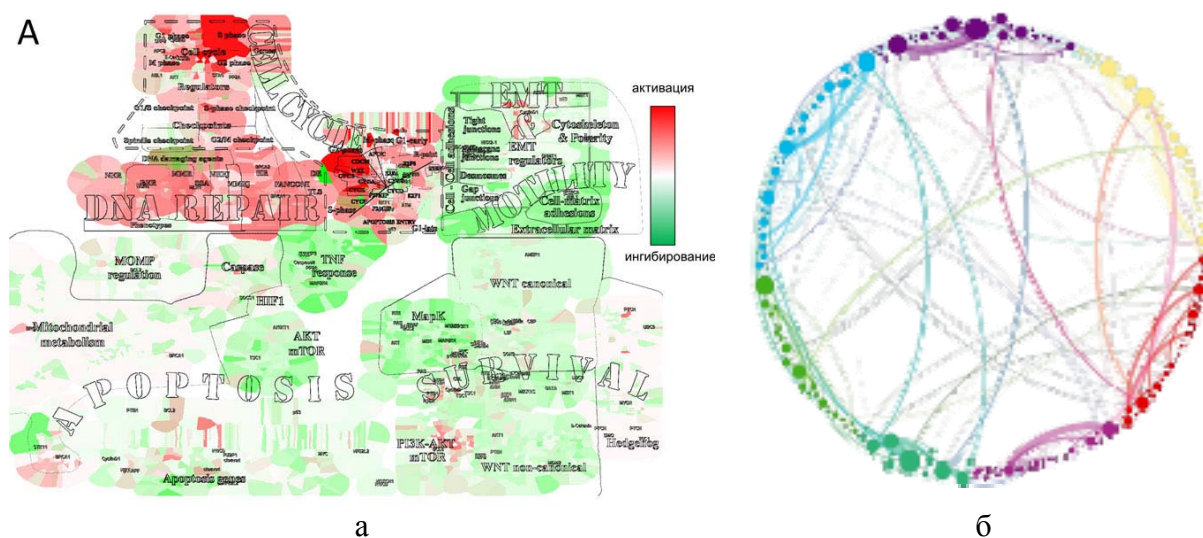


Рис. 2. Примеры карт в генетике и физиологии

Кстати, будет уместным отметить, что термин «Когнитивные карты» был введён ещё в 1948 году Э. Толменом в приложении к нейрофизиологии (Tolman 1948). Но позднее был развит в психологии (Buzan 1996) и педагогике (Карпенко 2008, Роменская 2011). В результате исследований по визуальной концентрации учебного материала (Грушевский 2012) привели к становлению метода когнитивных карт как решения задач передачи дидактического материала, так и при для процессов сопровождения обучения (например, когнитивные карты с рис. 3,а-б (Луценко 2004, Ковалева 2012, Углев 2012, 2014). Можно ли эти структуры считать полноценными картами – вопрос открытый, но экспериментально подтверждено, что их можно эффективно применять при решении задачи передачи информации и навигации в пространстве дидактического материала (включая автоматический режим) по (Uglev 2014).

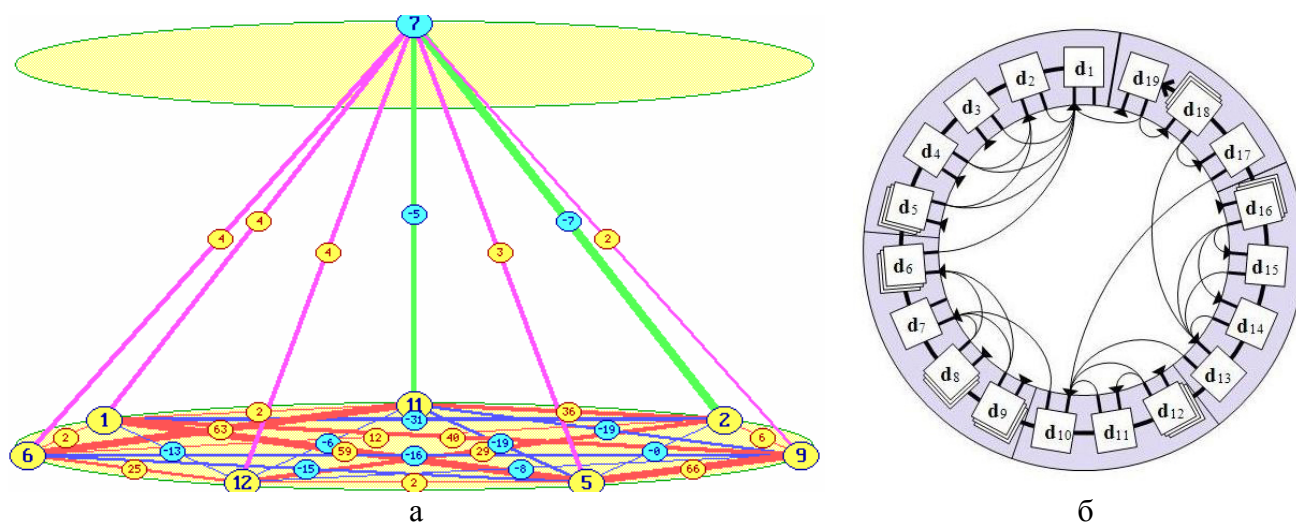


Рис. 3. Примеры карт в образовании

Примечательно, что термин когнитивная карта так же применяется и в отношении отдельных картографических сервисов (см., например, навигационные когнитивные карты по (Пестун 2014)).

Отдельного упоминания заслуживают карты, совмещающие в себе показатели пространства и времени. В первую очередь это карты из области компьютерной анимации или коллекции карт, отражающих изменение состояния картируемого объекта во времени.

Карты траекторий

Интересным направлением в картировании являются фазовые портреты. Они позволяют проанализировать и визуализировать процесс изменения объекта исследования не в пространственных координат, а в непосредственном пространстве факторов. Фактически, мы имеем карту (описание некоего пространства) и возможность измерить путь (траекторию) и оценить состояние исследуемого объекта (а в пределе и сформулировать задачу оптимального управления). Например, карта «взаимодействия» популяций хищников и жертв (уравнения Вольтерра-Лотки) по (Пайтген 1993) (рис. 4,а). В ряде задач управления технологическими процессами, описываемых, кстати, технологическими картами, могут вообще обходиться без пространственной составляющей: смотри, например, гостированный метод построения карт Шухарта (рис.4,б) из (ГОСТ 1999).

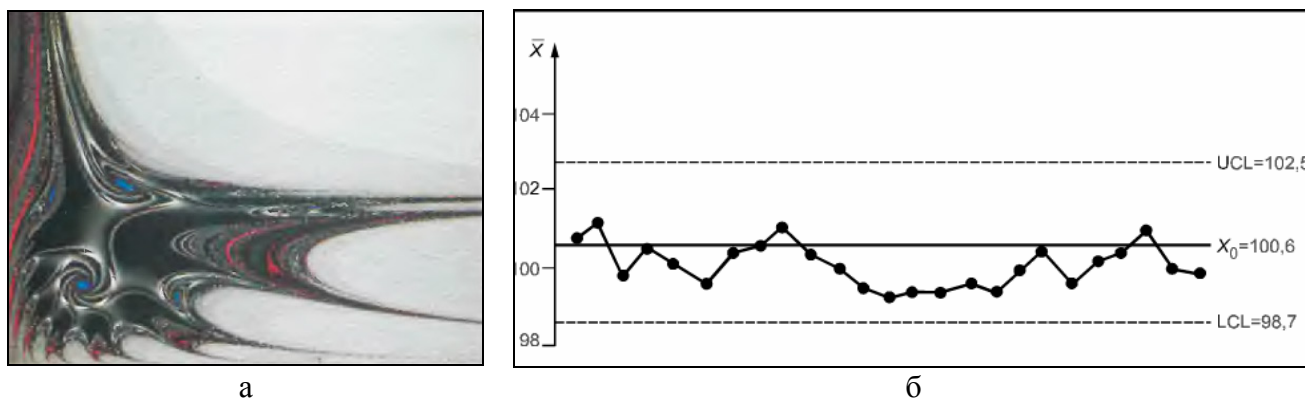


Рис. 4. Примеры карт параметров в биологии и технологии

Карты в гиперпространстве

Для визуализации совокупности объектов, характеризующихся разнородными (количественные и качественные значения) свойствами, нередко приходится прибегать к понижению размерности пространства факторов. В контексте применения метода картирования интересны исследования из направления Graph Mining (Chakrabarti 2006), ориентированные на визуализацию данных в гиперпространстве. Так как метрика у таких пространств задаётся исследователем, то и построение карт может производиться в двумерной и трёхмерной системах координат, а в качестве исходных данных выступать как количественные, так и качественные свойства изображаемых объектов. Например, на рис. 5,а представлена отрисовка поверхности в гиперпространстве методом упругих карт из социологического исследования (Gorban 2010); а на рис. 5,б – самоорганизующаяся карта Кохонена ещё из одного исследования по социологии (José 2013). Данные методы построения карт применяются для визуализации любых наборов данных, используя специализированное программное обеспечение (например, см. систему ViDaExpert из (Горбань 2014, ViDaExpert 2000)).

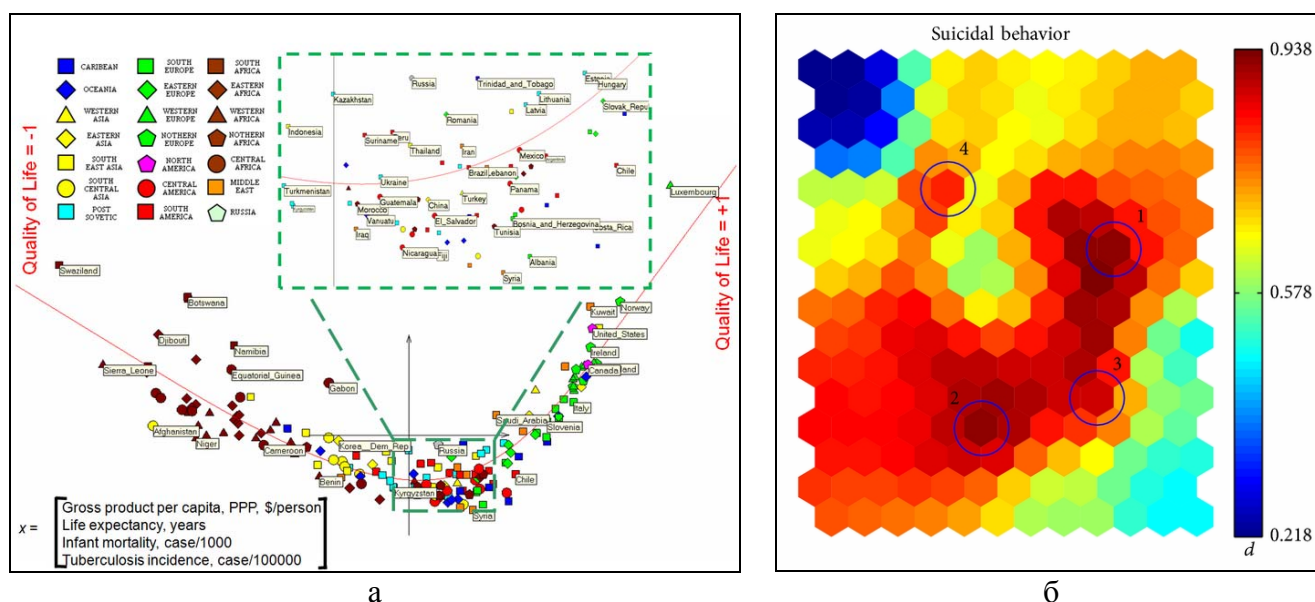


Рис. 5. Примеры карт в многомерном пространстве факторов

Семантическая многомерность

В век цифровых технологий многие карты стали характеризоваться не только масштабируемостью, но и многослойностью, динамичностью содержания и интерактивностью. Например, в ряде интернет-проектов, ориентированных на геоинформационные сервисы, можно гибко взаимодействовать с картой, оперируя масштабом и семантическими слоями (см. проект «Военный маркер» с рис. 6 (Маркер 2014)).

По мнению авторов, реализация возможностей многомерного представления карты позволяет выделить три связанных с ним направления, в которых картирование интенсивно развивается. Первое, – это комплексное описание на карте сложных структур знаний об исследуемом объекте (включая противоречивые). За методологическую базу формирования графического образа всё чаще принимается концепция онтологий (преимущественно в её весомой нотации) и Graph Mining. Второе – формирование коллекций карт, компокуемых в своеобразные атласы. Причём эти атласы зачастую формируются на основе гетерогенной информации, не ограничиваясь собственно картами: обычно в атлас дополнительно интегрируются фотографии, поясняющие тексты, реклама и даже гипертекст (Алешин 2013). И третье – это попытки автоматически синтезировать карты в зависимости от запроса пользователя ядром геоинформационной системы или модулем научной графики в специализированных приложениях. Все эти направления имеют отношение к картосемиотике и будут в той или иной мере способствовать расширению области применения метода картирования.

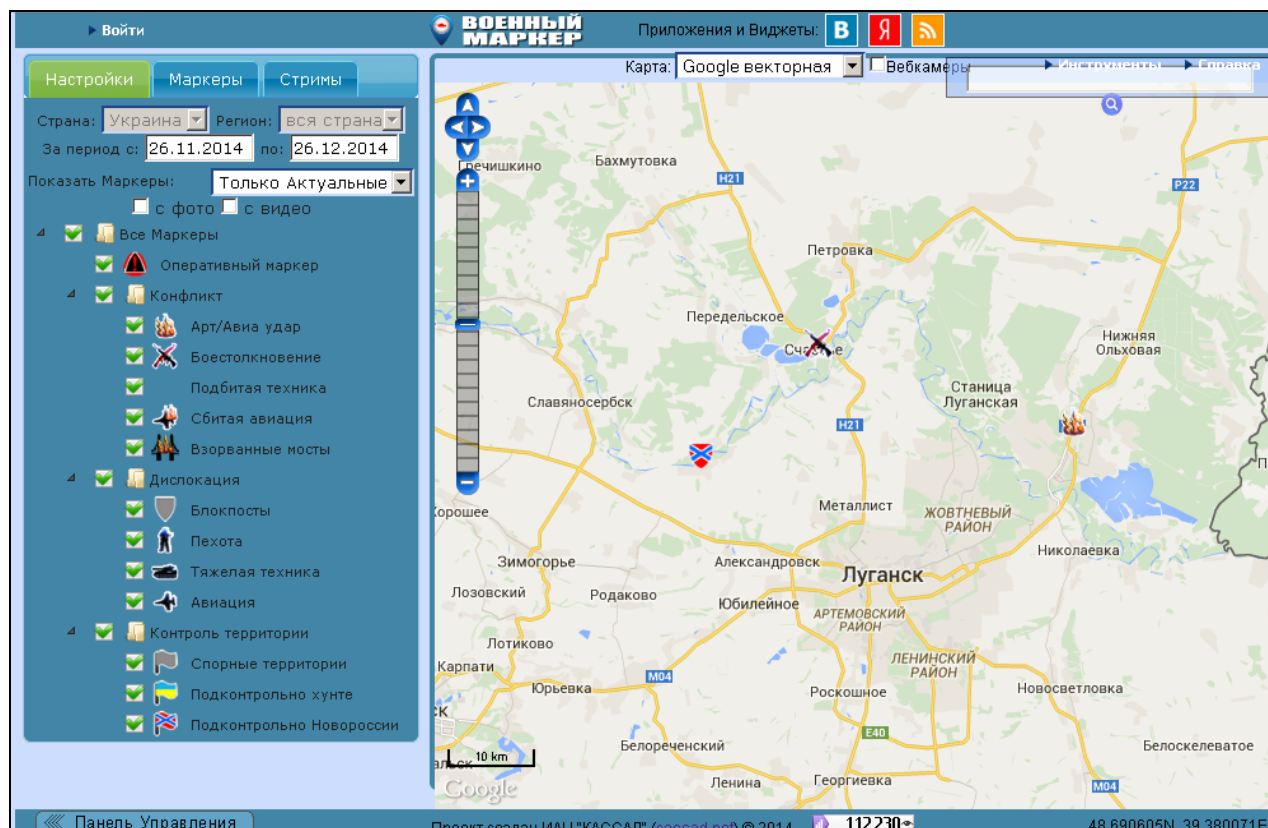


Рис. 6. «Многослойная» карта проекта «Военный маркер»

Заключение или границы картосемиотики

Завершая краткий обзор научных направлений, использующих для представления и познания метод построения карт, следует констатировать, что происходит стремительное расширение областей научного знания, где карты становятся широко употребляемым рабочим инструментом. И, как было показано выше, достаточно эффективным инструментом. В связи с этим возникает вопрос: должна ли картосемиотика, как «*интегральная отрасль знаний*», ограничиваться определением из словаря А. Володченко? Напомним, что в картосемиотическом толковании формулировка термина *карта* будет следующей: это «*один из основных видов картосемиотических моделей; как правило, уменьшенное (реже, увеличенное) образно-знаковое воспроизведение поверхности Земли, иного небесного тела, космического пространства, или тела иного происхождения (напр., тело или череп человека) и сопровождаемое или дополненное текстовой информацией*» (Володченко 2009). Если ответить утвердительно, то очевидно, что она начинает терять универсальную позицию и перекрывает лишь часть карт, применяемых для визуализации научного знания. Если же на поставленный вопрос ответить отрицательно, то тогда следует дать расширенное/уточнённое определение термину *карта*, а в методологии этой науки чётко показать, какие классы карт будут легитимны, а какие – нет. В любом случае, требуется внести терминологическую определённую для формализации границ картосемиотики, т.к. это позволит каждому, кто занимается картированием определиться с картосемиотическим подходом для его научных изысканий, и правильно выбрать методологическую базу.

Литература

- (Buzan 1996) Buzan T., Buzan G. The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential. – London: Plume, 1996. – 320 p.
- (Chakrabarti 2006) Chakrabarti D. Graph Mining: Laws, Generators, and Algorithms // ACM Computing Surveys, Vol. 38, March 2006. – pp. 1-69.
- (Gorban 2010) Gorban N., Zinovyev A. Principal manifolds and graphs in practice: from molecular biology to dynamical systems // International Journal of Neural Systems, Vol. 20, No. 3 (2010). – pp. 219–232.
- (José 2013) José M. Leiva-Murillo, Jorge López-Castromán, Enrique Baca-García, EURECA Consortium. Characterization of Suicidal Behaviour with Self-Organizing Maps // Computational and Mathematical Methods in Medicine, Volume 2013 (2013), Article ID 136743 [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://www.hindawi.com/journals/cmmm/2013/136743/>.
- (Petri 2014) Petri G., Expert P., Turkheimer F., Carhart-Harris R., Nutt D., Hellyer P.J., Vaccarino F. Homological scaffolds of brain functional networks // Journal of Royal Society. Interface. – 2014. – Vol. 11. – 20140873. [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/royinterface/11/101/20140873.full.pdf>.
- (Tolman 1948) Tolman E. Cognitive maps in rats and men // Psychological Review, 1948, vol. 55. – pp. 189-208.
- (Uglev 2014) Uglev V. Implementation of Decision-making Methods in Intelligent Automated Educational System Focused on Complete Individualization in Learning // AASRI Procedia. – 2014. – Vol. 6. – pp. 66-72. [Электронный ресурс]: режим доступа –

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212671614000110>.
- (ViDaExpert 2000) Программа ViDaExpert [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://bioinfo.curie.fr/projects/vidaexpert>.
- (Winiarek 2014) Winiarek V., Bocquet M., Roustan Y., Birman C., Tran P. Atmospheric dispersion of radionuclides from the Fukushima-Daichii nuclear power plant [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://cerca.enpc.fr/en/fukushima.html>.
- (Алешин 2013) Алешин А., Афонасьев В. и др. Актуальные информационные технологии: визуализация информации, виртуальное окружение, неогеография, осязаемые изображения // Научная визуализация. – 2013. – №1. – С. 1-17.
- (Володченко 2009) Володченко А. e-LEXICON. Картосемиотика. – Дрезден: 2009. – 61 с.
- (Володченко 2013) Володченко А. Взгляд за «карто-семиотический горизонт» // Геоконтекст. – 2013. – №1. – С. 26-51.
- (Гаврилова 2001) Гаврилова Т.А., Хорошавский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
- (Горбань 2014) Горбань А.Н., Зиновьев А.Ю., Питенко А.А. ViDaExpert: программа для нелинейной визуализации и анализа многомерных данных // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы VI Всероссийской конференции. – Красноярск: Центр информации, 2014. – С. 120-126.
- (ГОСТ 1999) ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта – М.: Госстандарт, 1999. – 36 с.
- (Грушевский 2012) Грушевский С.П., Остапенко А.А. Сгущение учебной информации в профессиональном образовании. Монография. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2012. – 188 с.
- (Зенкин 1991) Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. – М.: Наука, 1991. – 192 с.
- (Карпенко 2008) Карпенко А.П., Соколов Н.К. Контроль понятийных знаний субъекта обучения с помощью когнитивных карт // Управление качеством инженерного образования и инновационные образовательные технологии: Международная научно-методическая конференция. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. Ч. 2. – С. 55-57.
- (Ковалева 2012) Ковалева Т.М. Личностно-ресурсная карта как дидактическое средство реализации антропологического подхода в образовании // Письма в Эмиссия.Оффлайн. – 2012. – №2. [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://www.emissia.org/offline/2012/1742.htm>.
- (Кондратова 2014) Кондратова М., Куперштейн И., Зиновьев А. ACSN — глобальный атлас сигнальных путей. От молекулярной географии рака к новым информационным технологиям в биологии [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://biomolecula.ru/content/1504>.
- (Луценко 2004) Луценко Е.В. Возможности прогнозирования учебных достижений студентов на основе АСК-анализа их имиджевых фотороботов // Научный журнал КубГАУ. – 2004. - №2. – article ID: 0040402013. [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/13.pdf>.
- (Маркер 2014) Геоинформационный сервис «Военный маркер» [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://cassad.net/?do=warmarker>.
- (Пайтген 1993) Пайтген Х.-О, Рихтер П. Х. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем: пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 176 с.
- (Пестун 2014) Пестун М. Алгоритм построения и хранения навигационной

когнитивной карты для взаимодействия с человеком // ГрафиКон`2014: Материалы XXIV Международной конференции. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2014. – С. 119-122.

(Роменская 2011) Роменская Е.А. Навигация морская и образовательная: использование понятий в тьюторском сопровождении // Тьюторство в открытом образовательном пространстве: IV Международная конференция. – М.: МПГУ, 2011. – С. 130-132.

(Углев 2012) Углев В.А. Когнитивные карты диагностики знаний // Открытое и дистанционное образование. – 2012. – № 4(48). – С. 17-23.

(Углев 2014) Углев В.А., Ковалёва Т.М. Когнитивная визуализация как инструмент сопровождения индивидуального обучения // Наука и образование. – 2014. – №3. – С. 420-449. [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://technomag.bmstu.ru/doc/700661.html>.

(ХЕНД 2014) Российский прибор ХЕНД: 13 лет наблюдений за водой на Марсе (Сообщение Пресс-центра ИКИ РАН от 02.05.2014) [Электронный ресурс]: режим доступа – <http://press.cosmos.ru/rossiyskiy-pribor-hend-13-let-nablyudeniy-za-vodoy-na-marse>.

Резюме

В статье рассматривается вопрос определения границ применения картосемиотики, опираясь на многообразие точек приложения метода картирования. Сделана попытка классифицировать модели карт (с жесткой и с условной привязкой координат, в пространствах факторов малой и большой размерности) и приведены соответствующие примеры карт из различных отраслей знаний (точных, естественнонаучных и гуманитарных). Поставлен вопрос об уточнении термина карта в контексте картосемиотического подхода.

Abstract

The issue of determining the scope of cartosemiotics leaning on a variety of points of application of the mapping method was considered in the article. The attempt to classify models of the cards was made (with hard and with conditional binding of coordinates in the factor space of small and large size) and respective examples of maps from various branch of knowledge were given (exact sciences, natural sciences and the Humanities). Question about clarification of the term map in the context of cartosemiotics approach was put.

Zusammenfassung

Der Artikel befasst sich mit der Frage der Abgrenzung der Kartosemiotik-Anwendung auf der Grundlage der Vielzahl des Kartierungsverfahrens. Es wurde versucht, Karten mit festen und konventionellen Referenzkoordinaten in dem Faktorenraum (kleiner und großer Dimensionen) von ausgewählten Karten-Beispielen aus verschiedenen Disziplinen (Natur- und Geisteswissenschaften) zu klassifizieren. Im Rahmen des kartosemiotischen Ansatzes wurde die Frage aufgeworfen, den Begriff Karte zu erläutern.