

ВИРТУАЛЬНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КАРТА

*Сергей Геннадьевич Дышленко, канд. техн. наук,
начальник отдела,
e-mail: dishlenko@yandex.ru,
КБ Панорама,
http://www.gisinfo.ru*

*Виктор Яковлевич Цветков, проф., д-р техн. наук,
лауреат премии Президента РФ, лауреат премии Правительства РФ,
«Заслуженный деятель науки и образования», «Почетный работник науки и техники»,
«Почетный работник высшего профессионального образования»,
«Отличник геодезической службы»,
академик: Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ),
Российской академии естествознания (РАЕ), Российской академии информатизации
образования (РАО), Международной академии наук Евразии (IEAS),
советник ректората,
e-mail: cvj2@mail.ru,
Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и
автоматики (МГТУ МИРЭА),
https://www.mirea.ru*

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-5-72-80

Статья описывает технологию построения виртуальной карты, которую применяют для решения многих задач. Показано, что данная модель является развитием цифровой модели и цифровой карты. Дана технология построения виртуальной карты. Показаны возможности виртуальной карты при решении задач обучения и управления. Показано, что основой композиции виртуальной карты являются информационные единицы. Статья доказывает, что виртуальная карта ближе к пространственной информационной модели, чем к картографической модели.

Ключевые слова: прикладная геоинформатика; виртуальная карта; пространственные модели; цифровые модели; цифровые карты; трехмерные карты; электронная картография; информационная конструкция; информационные единицы.

Введение

Термин «виртуальные карты» появился более 40 лет назад [1]. Однако виртуальные карты применяют не только как картографические модели, но и как специальные модели практического исследования [2] или модели извлечения знаний при обучении [3]. Характерно, что термин «виртуальная карта» так же широко применяется в медицинских исследованиях [4], как трехмерная модель диагностики и познания, где она не имеет отношения к картографии, равно как и термин топологическая модель, которая по существу является лингвистической моделью понятий.

Поэтому не всякая работа с названием виртуальная карта имеет отношение к пространственной информации, к картографии или к геоинформатике. Поэтому для разграничения виртуальных карт, содержащих картографическую и пространственную информацию, и виртуальных карт в медицине, лингвистике, философии и пр. введем термин «виртуальная пространственная карта», которым будем обозначать пространственную, картографическую или геоинформационную



С.Г. Дышленко



В.Я. Цветков

модель. Следует подчеркнуть, что первые работы по виртуальным картам [1] были связаны с исследованиями в области интерактивной картографии и были направлены на создание электронных виртуальных карт. Современные технологии получения и применения виртуальных карт основаны на виртуальной реальности. Виртуальная реальность (VR) является новой формой представления реальности [5–8]. Виртуальная реальность служит основой получения пространственного знания [2], геознания [9, 10] и даже космического знания [11]. Виртуальный подход использует и развивает информационный подход [12, 13]. Прецедент виртуальной реальности начался с появления мультимедийных технологий [14]. «Виртуальность» имеет свою специфику [7, 15, 16]. Виртуальные составляющие включают: виртуальное информационное поле, виртуальное пространство, виртуальные модели, виртуальные технологии, виртуальные информационные конструкции, виртуальное информационное взаимодействие. Эти компоненты обуславливают синтез компонент виртуального моделирования. Виртуальные технологии создают новые модели соотношения визуального представления с объективной реальностью. Они допускают расширенную масштабность пространства, масштабность времени, моделирование нереальных ситуаций и т. д. Виртуализация в широком смысле включает виртуальное познание и виртуальные технологии. Виртуализация в технологическом плане описывает процесс виртуализации устройств и создание виртуального интерфейса.

Когнитивность виртуальных пространственных карт. Виртуальные пространственные карты ориентированы на человеческое восприятие в первую очередь по визуальному каналу. По этой причине виртуальное моделирование в значительной степени построено на традиционных технологиях визуального моделирования. Виртуальные пространственные карты являются трехмерными пространственными моделями [17]. Наглядность их представления мотивирует применять их для обучения на различных тренажерах [18]. Индивидуализация восприятия приводит к необходимости учета когнитивности и когнитивных технологий при построении и применении виртуальных карт. По этой причине происходит и продолжается исследование специфических когнитивных факторов виртуальной реальности [19]. Один из таких факторов обозначен как виртуальное окружение [20]. В сфере информационной семантики основой виртуального окружения является семантическое окружение [21].

Восприятие виртуальной информации как рецепция и перцепция информации не тождественно сбору информации. В процедуре восприятия виртуальной реальности участвуют когнитивные технологии рецепции [22, 23] и перцепции [24] информации. Часто в работах с виртуальной реальностью, особенно в сфере управления, упоминают когнитивные карты. Понятие когнитивных карт из сферы управления никакого отношения к виртуальным картам не имеет. Когнитивные карты представляют собой топологические схемы познания (ориентированный граф) или принятия решений при слабоструктурированной информации.

Одной из когнитивных проблем при работе с виртуальными пространственными картами является ориентация в пространстве виртуальной реальности, когда масштабы не соответствуют обычному человеческому восприятию [25]. Человек должен привыкать к таким масштабам путем тренировок и обучения.

Для определения преимуществ виртуальной пространственной карты рассмотрим обычный подход к анализу ситуации и виртуальный подход. Обычный подход восприятия мира приведен на рис. 1. Субъект (С) воспринимает мир через призму своих когнитивных возможностей, включая естественную обзорность ситуации.

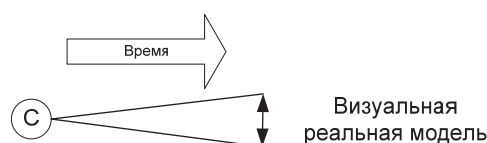


Рис. 1. Восприятие внешнего мира субъектом в реальности

При естественном восприятии мира время течет только в одном направлении, сектор обзора ограничен возможностями человека, человек воспринимает ограниченное количество информации. Воспринимаемая визуальная реальная модель (ВРМ) представляет собой некую часть мира, которая воспринимается через когнитивный фильтр [26] субъекта (С). Можно говорить о том, что обзорность или обозримость при восприятии реальности всегда фиксированная. Это касается не только реального пространства, но и любых визуальных компьютерных моделей и виртуальных моделей. Человек в состоянии запоминать и анализировать ограниченный объем информации. Кроме того, человек не в состоянии менять информативность естественного мира. Виртуальный подход восприятия мира приведен на рис. 2.

При виртуальном восприятии внешнего мира между реальным миром и человеком возникает буфер (посредник), обладающий памятью и возможностью фильтрации. Фильтрация состоит в том, что из исходного массива информации выделяется информативно необходимая информация, что облегчает ее восприятие. В общем случае такой фильтрующий буфер является виртуальной информационной конструкцией (ВИК). В частном случае это виртуальная модель (ВМ) или виртуальная пространственная карта (ВК).

Благодаря наличию памяти ВК время можно запускать в двух направлениях. При этом можно ускорять или замедлять течение времени, что важно при обучении, когда рутинные операции можно ускорять, а важные операции замедлять и повторять. Это дает возможность циклического изучения реальности через виртуальность и обеспечивает ее лучшее понимание.

Визуальная виртуальная модель (ВВМ) (рис. 2) охватывает большую часть мира в сравнении с субъектным восприятием реальности (рис. 1). Ситуация на рис. 2 может быть интерпретирована как широкообзорная. Для нее возможен более широкий обзор за счет мультимасштабности виртуальной карты. Мультимасштабность означает свойство изменения масштаба в обе стороны: увеличение обзорности с целью выделения наиболее важных деталей или уменьшение обзорности с целью выделения мелких деталей.

Виртуальная пространственная карта за счет генерализации (исключения мелких деталей и упрощения крупных) при уменьшении масштаба может создавать большую обзорность ситуации. Эта обзорность может превосходить естественную (рис. 1). При необходимости детального изучения части ситуации виртуальная карта за счет увеличения масштаба и уменьшения обзорности (сужения обзора и увеличения числа мелких деталей) может создавать большую детальность выбранной части ситуации для ее тщательного изучения.

Свойство мультимасштабности создает виртуальная информационная конструкция (ВИК) или виртуальная карта. Виртуальная информационная конструкция играет роль «линзы познания» окружающего мира (рис. 2). Виртуальная информационная конструкция увеличивает обзорность, позволяет проводить редукцию и генерализацию и позволяет запускать процессы в прямом и обратном времени (рис. 2), что повышает изучаемость мира и анализ протекающих в нем процессов. Эта линза познания играет важную роль анализа информации при управлении и применении виртуальной карты.

Виртуализация опирается на когнитивные факторы [27], визуальные факторы, ситуационные факторы, пространственные факторы. Виртуализация может быть рассмотрена в широком (познавательном) и узком (технологическом) смысле. В широком

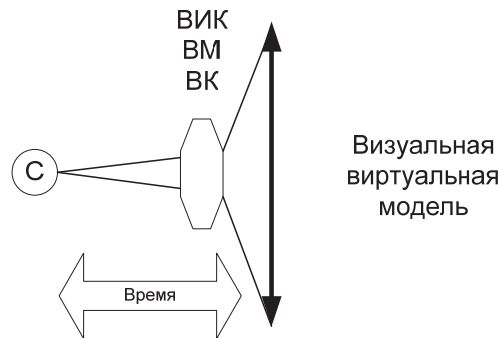


Рис. 2. Виртуальное восприятие внешнего мира

смысле эта модель предназначена для исследования и познания глобальных процессов и явлений.

В технологическом смысле виртуальная пространственная модель – это сбалансированная самоорганизующаяся комплексная система, предназначенная для решения технических и научных задач, *расширяющая возможности* человека в познании мира и дающая ему *дополнительные когнитивные инструменты* познания, управления и принятия решений.

Человек имеет ограничения по возможности восприятия реального пространственного образа и виртуальной модели. Эти ограничения задают когнитивный ограничительный фильтр [26]. Эти ограничения определяют границы построения визуальной реальной модели (рис. 1) или в более широком случае реально воспринимаемой модели (РВМ) (рис. 3).

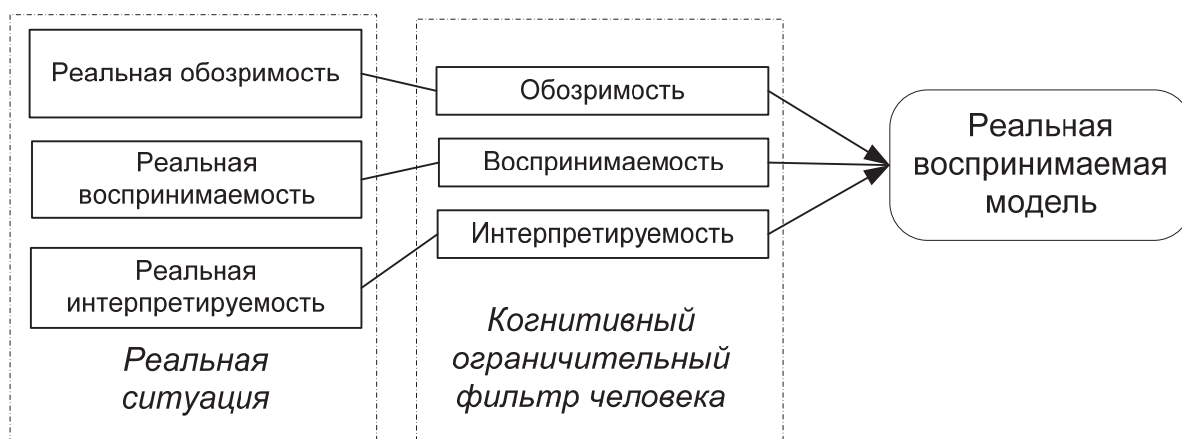


Рис. 3. Схема получения реально воспринимаемой модели человеком

Существует различие между воспринимаемой визуальной реальной моделью (ВРМ) и реально воспринимаемой моделью (РВМ). ВРМ – это то, что *видит* человек, РВМ – это то, что он *видит и понимает*.

Когнитивный ограничительный фильтр человека имеет интегральное ограничение по мультипликативному критерию *Объем × Информативность*.

При большом объеме человек плохо воспринимает информативность модели, не улавливает детали. При большой информативности человек плохо воспринимает информационный объем модели, не охватывает всю модель. Виртуальная пространственная карта снимает эти ограничения за счет буфера ВИК.

Мультимасштабность виртуальной пространственной карты. Важным свойством и отличием виртуальных пространственных карт от реальных карт является мультимасштабность. Она проявляется во времени и в пространстве. Мультимасштабность времени позволяет изменять масштаб времени и создавать режим неоднородности времени. Изменение масштаба времени позволяет осуществлять процессы, которые в реальности протекают медленнее на 2-3 порядка. Это свойство очень важно при обучении и повышении квалификации [28]. При этом в виртуальном моделировании существует возможность запускать время в прямом и обратном направлении.

Важным этот эффект становится при обучении и работе на тренажере. При обучении любой субъект может «тормозить» развитие процессов, которые ему непонятны и которые он хочет детально освоить. И наоборот, при обучении любой субъект может «ускорять» развитие процессов, которые ему понятны и которые он хочет пропустить. Это создает возможность гетерогенности времени, адаптированного под индивидуальные способности обучаемого. Мультимасштабность времени позволяет создавать индивидуализацию обучения и выравнивать результаты обучения по группе обучаемых.

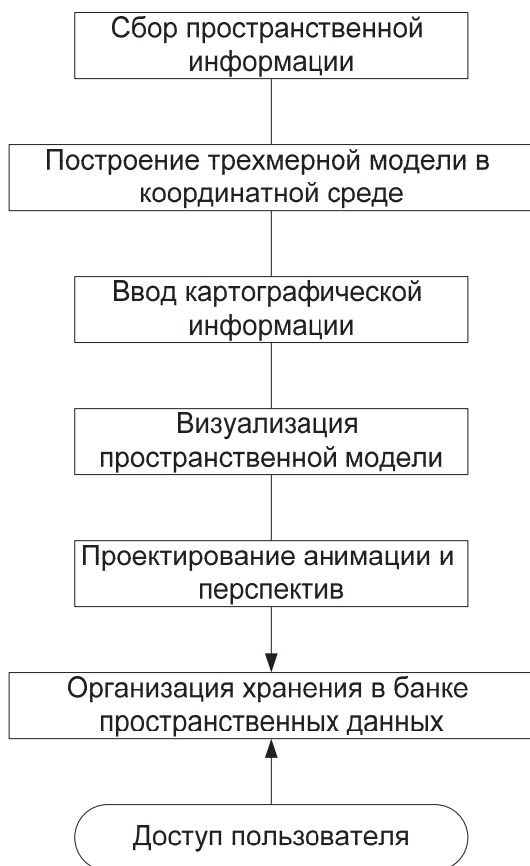
Мультимасштабность пространства позволяет менять обозримость и воспринима-

емость ситуации для наблюдения частных или общих закономерностей и условий. При обучении или исследовании любой субъект может «увеличивать» в любом масштабе фрагменты пространственной ситуации, которые ему непонятны и которые он хочет детально изучить. И наоборот, субъект может «сжимать» пространственную ситуацию, которая ему понятна.

Формирование виртуальных пространственных карт. Формирование виртуальных пространственных карт напоминает формирование цифровых моделей местности с дополнением технологией визуального моделирования и анимацией. На рис. 4 приведена обобщенная схема построения виртуальных пространственных карт. На первом этапе осуществляют сбор пространственной информации. Он происходит с помощью разных технологий, включая использование уже созданных цифровых моделей.

На следующем этапе осуществляют построение трехмерной модели в координатной среде. На этом этапе вводится существенное отличие виртуальной пространственной карты от многочисленных виртуальных моделей. Трехмерная модель строится в реальной системе координат земной поверхности, что позволяет соотносить ее с реальными объектами и решать задачи реального пространства. Однако эта трехмерная модель, по сути, является информационной конструкцией, то есть неким обобщенным описанием. Она предназначена не для самостоятельного использования, а как базовая основа для создания последующей пространственной модели.

Для того чтобы пространственная модель превратилась в виртуальную пространственную карту, на следующем этапе осуществляют ввод картографической информации.



Содержание этой информации определяется целевым назначением виртуальной карты: для обучения, для научного исследования, для тренажера, для решения практических задач.

Виртуальная пространственная карта, как всякая виртуальная реальность, имеет визуальную форму представления, поэтому на следующем этапе осуществляется визуализация пространственной модели. Технологически визуализация может происходить в несколько этапов, каждый из которых создает новый визуальный образ под задачи виртуальной карты.

Принципиальным является то, что виртуальная пространственная карта создается как динамическая модель. Поэтому следующий этап задает параметры динамики, проектирование анимации и перспектив. Виртуальная пространственная карта, особенно ее визуальная форма, требуют большого объема памяти на машинных носителях.

Поэтому последний этап – организация хранения виртуальной пространственной карты в банке пространственных данных. Следует подчеркнуть, что хранение

Рис. 4. Обобщенная технологическая схема построения виртуальных карт

организовано именно в банке данных, а не в базе данных, которая имеет небольшой объем и возможности. Здесь следует отметить, что виртуальная пространственная карта является мультимасштабной. Она позволяет решать задачи в разных масштабах и переходить от одного масштаба ситуации к другому.

На рис. 5 приведена технологическая схема построения виртуальных пространственных карт.

Основой является виртуальная информационная конструкция (ВИК). Она задает систему моделей, систему покрытий и систему сценариев. Следует отметить, что виртуальная карта содержит не один сценарий, как при обучении, а именно систему сценариев. На основе сценария применяют двухмерные (2ДИЕ) информационные единицы (условные знаки). Они хранятся в библиотеке условных знаков. Это классические картографические знаки. Двухмерные информационные единицы трансформируют в трехмерные информационные единицы (3ДИЕ), если их нет в библиотеке трехмерных знаков.

Существующие на момент построения виртуальной пространственной карты трехмерные условные знаки (трехмерные информационные единицы) хранятся в библиотеке трехмерных информационных единиц. Концептуальной основой и проектом виртуальной карты является трехмерная информационная конструкция (3ДИК). Она, по

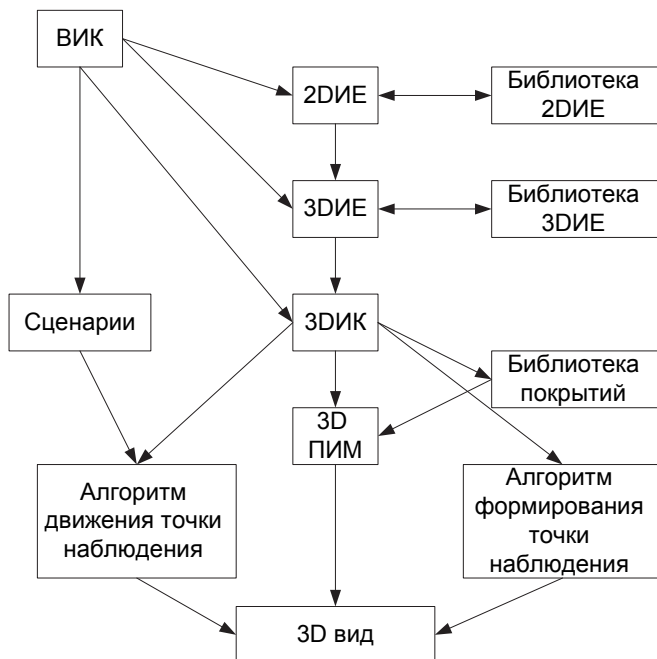


Рис. 5. Технологическая схема построения виртуальных пространственных карт

существу, задает трехмерную информационную модель. Для создания виртуальной реальности необходимо применять библиотеку покрытий. Это задает статическую модель карты или трехмерную цифровую карту [29]. При этом возможна ситуация, когда на трехмерную карту накладывается реальное изображение [30], что актуализирует виртуальную карту и приближает ее к оперативной реальности. Для создания виртуальной реальности необходимо также задать точку зрения и параметры виртуальной камеры. Для этого необходимо осуществить пространственное преобразование [31, 32]. В результате формируется 3D-вид, максимально приближенный к реальности. Однако следует заметить, что такая виртуальная карта не является по существу картографической моделью, а является информационной моделью, предназначенной для обучения и использования на тренажерах, то есть для подготовки специалистов предметной области.

Формализованное описание виртуальной пространственной карты. В общем виде модель виртуальной карты (VMM) запишется как

$$VMM = F(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, \dots). \quad (1)$$

Здесь A_i – совокупность упорядоченных параметров. Информационная определенность всех параметров дает основание считать данную модель информационной ситуации полной. Наличие в модели (1) ограниченного числа параметров, необходимых для решения одной задачи T_1 (необходимых для достижения данной цели), дает основание считать такую модель информационной ситуации полной по задаче (цели) T_1 , но не полной по параметрам.

Как прогнозная система, VMM дает возможность исследователю оценить последствия принимаемых решений. Как область научного исследования, VMM дает возможность объединить процессы теоретических исследований с экспериментом и критиче-

ски изучить действующие теории и концепции. В информационном аспекте, как инструмент моделирования, VMM дает возможность объединить теоретические информационные ресурсы для получения технологических информационных ресурсов. Как инструмент накопления опыта, VMM дает возможность интеграции опыта разных подходов и создает возможность решения одной из главных задач информатики – междисциплинарного переноса знаний.

Заключение. Модель виртуальной пространственной карты дает возможность решать задачи, которые с помощью других моделей решить нельзя. Модель виртуальной пространственной карты дает возможность решать задачи обучения и подготовки специалистов. Термин «виртуальная пространственная карта» для специалистов в области наук о Земле является синонимом термина «виртуальная карта». Но поскольку термин «виртуальная карта» применяют совсем не в картографическом значении, целесообразно вводить термин «виртуальная пространственная карта» при междисциплинарных исследованиях для облегчения понимания специалистами других областей. Модель виртуальной карты дает возможность извлечения знаний и оценки квалификации специалиста. Модель виртуальной карты дает возможность анализировать пространственную ситуацию и решать задачи пространственного и ситуационного управления. Модель виртуальной карты дает возможность осуществлять динамическое моделирование и решать задачи управления с множеством целей и с выбором цели. Таким образом, модель виртуальной карты, по существу, ближе к информационным моделям, чем к картографическим.

Следует выделить технологические и информационные компоненты построения виртуальных карт: информационное конструирование, геоинформационное моделирование, визуальное моделирование, ситуационное моделирование. Интегрирующей основой цифровых карт, трехмерных карт, цифровых моделей и виртуальных карт являются информационные единицы. Виртуальные технологии широко применяют в образовании. Поэтому построение виртуальных карт для этих целей органично вписывается в образовательные технологии.

Литература

1. *Moellering H.* Real maps, virtual maps and interactive cartography // *Spatial statistics and models*. – Springer Netherlands, 1984. P. 109–132.
2. *Richardson A. E., Montello D. R., Hegarty M.* Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments // *Memory & cognition*. 1999. Vol. 27. No. 4. P. 741–750.
3. *Okada A., Zeiliger R.* The building of knowledge through virtual maps in collaborative learning environments // *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2003*.
4. *Goldammer T. et al.* Cytogenetic anchoring of radiation hybrid and virtual maps of sheep chromosome X and comparison of X chromosomes in sheep, cattle, and human // *Chromosome research*. 2009. Vol. 17. No. 4. P. 497–506.
5. *Regian J. W., Shebilske W. L., Monk J. M.* Virtual reality: An instructional medium for visual-spatial tasks // *Journal of Communication*. 1992. Vol. 42. P. 136–149.
6. *Майоров А. А.* Виртуальные модели при изучении логистики // *Славянский форум*. 2015. № 1 (7). С. 169–176.
7. *Deshko I. P., Kryazhenkov K. G., Cheharin E. E.* Virtual Technologies // *Modeling of Artificial Intelligence*. 2016. Vol. 9. Iss. 1. P. 33–43.
8. *Дешко И. П., Кряженков К. Г., Цветков В. Я., Чехарин Е. Е.* Экосистема виртуализации. – М.: МАКС Пресс, 2016. 64 с.
9. *Кулагин В. П., Цветков В. Я.* Геознание: представление и лингвистические аспекты // *Информационные технологии*. 2013. № 12. С. 2–9.
10. *Савиных В. П.* Геознание. – М.: МАКС Пресс, 2016. 132 с.
11. *Savinych V. P.* On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 2016. Vol. 2. Iss. 1.

Р. 23–32.

12. *Цветков В. Я.* Информационный подход // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4 (часть 3). С. 645–645.

13. *Пеньков В. Е.* Информационный подход: философские и методологические основания // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2008. № 5. С. 25–27.

14. *Кужелев П. Д.* Сценарии обучения с использованием мультимедиа // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2 (10). С. 17–22.

15. *Tsvetkov V. Ya.* Virtual Modeling // European Journal of Technology and Design. 2016. Vol. 11. Iss. 1. P. 35–44.

16. *Дешко И. П., Кряженков К. Г., Цветков В. Я., Чехарин Е. Е.* Технологии виртуализации: учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2016. 64 с.

17. *Дышленко С. Г., Цветков В. Я.* Построение трехмерных карт // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 4 (16). С. 130–138.

18. *Bliss J. P., Tidwell P. D., Guest M. A.* The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters // Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. Vol. 6. P. 73–86.

19. *Wickens C. D., Baker P.* Cognitive issues in virtual reality // Virtual environments and advanced interface design / T. A. F. Woodrow Barfield III (Ed.). – New York: Oxford University Press, 1995. P. 514–541.

20. *Ruddle R. A., Payne S. J., Jones D. M.* Navigating buildings in «desk-top» virtual environments: Experimental investigations using extended navigational experience // Journal of Experimental Psychology: Applied. 1997. Vol. 3. P. 143–159.

21. *Tsvetkov V. Ya.* Semantic environment of information units // European Researcher. 2014. Vol. 76. Iss. 6-1. P. 1059–1065.

22. *Rozenberg I. N.* Information reception in information and cognitive systems // European Journal of Technology and Design. 2015. Vol. 10. Iss. 4. P. 140–148.

23. *Цветков В. Я.* Рецепция информации // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 1 (13). С. 121–129.

24. *Henry D., Furness T.* Spatial perception in virtual environments: Evaluating an architectural application // Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual Symposium. – Piscataway, NJ: IEEE Service Center, 1993. P. 33–40.

25. *Darken R. P., Sibert J. L.* Navigating large virtual spaces // International Journal of Human-Computer Interaction. 1996. Vol. 8. P. 49–71.

26. *Tsvetkov V. Ya.* Intelligent control technology // Russian Journal of Sociology. 2015. Vol. 2. Iss. 2. P. 97–104.

27. *Цветков В. Я.* Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Перспективы науки и образования. 2013. № 3. С. 38–46.

28. *Ожерельева Т. А.* Когнитивные особенности получения второго высшего образования // Перспективы науки и образования. 2013. № 3. С. 106–111.

29. *Дышленко С. Г., Цветков В. Я.* Построение трехмерных карт // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 4 (16). С. 130–138.

30. *Лебедев М. А., Бондаренко М. А., Комаров Д. В. и др.* Алгоритмы автоматического совмещения сенсорной и синтезируемой видеоинформации для авиационной системы комбинированного видения // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. № 7. С. 8–13.

31. *Цветков В. Я.* Алгоритм преобразования координат пространственных объектов при построении трехмерных сцен и карт // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 10 (часть 2). С. 186–189.

32. *Бондаренко М. А.* Алгоритм совмещения сенсорной и синтезированной видеоинформации в авиационной системе комбинированного видения // Кибернетика и программирование. 2016. № 1. С. 236–257.

Virtual spatial map

Sergey Genad'evich Dyshlenko, Ph.D., KB Panorama

Viktor Yakovlevich Tsvetkov, Professor, Doctor of Technical Sciences

The article describes a model of a virtual map that is used for many purposes. The article shows that this model is the development of digital models and digital maps. This article describes the technology of construction of the virtual map. The article describes the possibilities of the virtual map in addressing training and management tasks. The article shows that the basis of the virtual map compositions are information units. The article proves that the virtual map closer to the spatial information model than to a cartographic model.

Keywords: applied geoinformatics, virtual map, spatial models, digital models, digital maps, three-dimensional maps, electronic cartography, information construction, information units.

УДК 1.61

ГЕОРЕФЕРЕНЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЯХ

*Владимир Петрович Кулагин, д-р техн. наук, профессор,
лауреат премии Президента РФ в области образования (2003 г.),
лауреат премии Правительства РФ в области образования (2009 г.),
член-корреспондент Российской академии естественных наук,
действительный член Академии информатизации образования, зав. лабораторией,
e-mail: kyp@miem.ru,
Московский институт электроники и математики Национального исследовательско-
го университета «Высшая школа экономики»,
<http://miem.hse.ru>*

DOI: 10.21777/2312-5500-2016-5-80-86

Статья описывает геореференцию как специальный объект изучения геоинформатики. Геореференция в прикладной области является описанием пространственных отношений. Лингвистика определяет геореференцию как производную референции. Логика определяет геореференцию как логическую цепочку. Информационное поле определяет геореференцию как полевую переменную. Статья описывает реализацию геореференции через фонд информационных единиц и их актуализаторы.

Ключевые слова: геоинформатика; прикладная геоинформатика; геореференция; геокодирование; геореференцирование; пространственный анализ; информационные единицы; моделирование; информационное конструирование; информационное поле; полевая переменная.

Введение

В настоящее время возрастает значение оперативного получения и использования пространственной информации для решения задач управления [1–3]. При этом важным является не просто получение пространственной информации, а преобразование ее в модели: цифровые модели [2, 4], модели ситуаций [5], дескриптивные модели, прескриптивные модели [6], управленческие модели [7, 8]. Именно модели являются основой обработки информации в информационных системах. Это повышает актуальность формирования моделей [9, 10] для информационных систем с использованием различных методов. Значительный объем пространственной информации, накопленный в результате производственной деятельности предприятиями России, а также разнообразие форматов, систем координат и технологий затрудняют процессы обмена информацией [11] и использование уже полученной информации. Требования рынка, предъявляемые к пространственной информации, обуславливают необходимость поиска новых методических решений и построение новых теоретических моделей. Выход из сложившейся ситуации видится в создании условий, обеспечивающих доступ потребителей к пространственным данным в электронном виде и их эффективное использова-



В.П. Кулагин