

А. А. Майоров

Пространственное когнитивное моделирование

Статья раскрывает когнитивное моделирование пространственных моделей. Описаны особенности пространственной информации и пространственных моделей. Описаны два вида мышления учащихся. Описаны задачи когнитивной графики. Показано, что когнитивная графика является основой пространственного моделирования. Показано, что геоинформационные системы создают возможность реализации образного и символического мышления. Показано, что пространственные модели характеризуются свойствами когнитивной направленности.

Ключевые слова: познание, образование, мышление, моделирование, когнитивное моделирование, пространственные модели, геоинформационные системы, когнитивная графика.

A. A. Maiorov

Spatial cognitive modeling

The article reveals the cognitive modeling of spatial models. This article describes the features of spatial information and spatial models. This article describes two types of students' thinking. This article describes the problem of cognitive graphics. Article shows that cognitive graphics is the foundation of spatial modeling. Paper shows that geographic information systems create the possibility of implementing figurative and symbolic thinking. Article shows that the spatial properties of the model are characterized by cognitive orientation.

Keywords: cognition, education, thinking, modeling, cognitive modeling, spatial models, geographic information systems, cognitive graphics

В науках о Земле широко применяют пространственное моделирование. Это обусловлено характером исходной информации. Информация, используемая в геодезии, фотограмметрии, дистанционном зондировании и картографии является пространственной. В геоинформатике также базисной информацией является пространственная информация [1, 2], но в зависимости от решаемой задачи ее процент может изменяться от 5 до 50.

Пространственное моделирование требует графического представления. Графическое представление пространственной информации приводит к необходимости графического моделирования. Графическое моделирование является составной частью геоинформационного моделирования [3].

При решении сложных задач [4] возникает необходимость использования когнитивной графики. Методы когнитивной графики широко используются в искусственном интеллекте, а также в эргатических системах, предназначенных для решения сложных, плохо формализуемых задач.

Поспеловым сформулированы три основных задачи когнитивной графики [5]:

- Создание моделей представления знаний, которые дают возможность стереотипными

средствами представлять объекты, характерные для логического мышления, так и образы-картины, с которыми оперирует образное мышление,

- Визуализация человеческих знаний, для которых невозможно подобрать текстовые описания,

- Поиск путей перехода от наблюдаемых образов-картин к формулировке некоторой гипотезы о тех механизмах и процессах, которые скрыты за динамикой наблюдаемых картин.

Когнитивная графика связана особенностями восприятия и мышления человека. В какой-то степени вопросы восприятия образов относятся к философии информации [7]. Термин когнитивный соответствует термину познавательный.

В настоящее время широко применяют информатику и информационные модели [8]. Однако формирование информационных моделей основано на человеческом познании и интерпретации внешнего мира. Это определяет важность анализа когнитивной графики.

Человеческое познание пользуется двумя механизмами мышления. Первый механизм создает возможность работать с абстрактными цепочками символов, с которыми связаны некоторые семантические и прагматические представления,

а именно: умение работать с текстами в самом широком смысле этого слова. Такое мышление чаще называют символическим и реже алгебраическим. Форму такого семантического представления информации часто называют вербальной.

Другой механизм мышления создает способность работать с ментальными образами и представлениями об этих образах. Эти образы обладают большей конкретностью и интегрированностью в сравнении с символическими представлениями. Соответственно, они менее структурированы, более расплывчаты, менее логичны.

Однако без них мы не могли бы отображать в нашем сознании окружающий мир в той полноте, которая для нас необходима. Способность работать со зрительными образами определяет то, что можно назвать геометрическим образным мышлением. Образная репрезентация — это основа построения ситуаций в геоинформатике [7], используемая методы хранения информации [9, 10] в виде пространственных образов, как совокупность пространственно-временной информации.

Физиологически логическое мышление связано с левым полушарием человеческого мозга, а образное мышление — с правым полушарием. Каждое из полушарий человеческого мозга является самостоятельной системой восприятия внешнего мира, переработки информации о нем и планирования поведения в этом мире. Левое полушарие представляет собой подобие логической вычислительной системы, оперирующей со знаками и процедурами их обработки. Естественно-языковая речь, мышление словами, рационально-логические процедуры переработки информации — все это реализуется именно в левом полушарии.

В правом полушарии реализуется мышление на уровне абстрактно ментальных интегрированных образов: эстетическое восприятие мира, музыка, живопись, ассоциативное узнавание, рождение принципиально новых идей, и пр. Часто механизм образного мышления определяют термином «интуиция», что определяется правополушарной областью деятельности мозга.

Многие правополушарное мышление связывают с деятельностью в искусстве. Однако высоко формализованные виды деятельности, например построение цифровых карт и цифровых моделей [11] в существенной мере используют интуитивный механизм мышления. Особенно важным этот комплексный подход является при решении сложных задач, таких как анализ гео-референции [12].

В общем случае человеческое мышление использует совместную работу обоих полушарий человеческого мозга. Однако в практической деятельности преобладает один либо логический, либо интуитивный компонент мышления. По мнению психологов, все люди делятся на три

группы: с преобладающим левополушарным, с правополушарным, со смешанным мышлением. Это разделение генетически предопределено, и существуют специальные тесты для выяснения склонности к тому или иному типу мышления. преобладающим

Опыт показывают, что способность к переходу от одной формы репрезентации к другой представляет собой важный источник творческих возможностей человека. Связи и трансформации, которые при одной форме репрезентации могут быть неявными, после смены репрезентации становятся явными, что может привести к быстрому решению проблемы.

Именно этим объясняется успешность применения геоинформационного подхода [13, 14] как универсального метода познания. Геоинформационный подход использует логическую обработку информации, ассоциативную обработку информации и смешанную обработку информации. Именно это обеспечивает инновационность геоинформационных технологий [15].

Специалисты в области психологии мышления убеждены, что наличие двух способов представления информации: в виде последовательности символов и в виде картин-образов — вместе с умением работать с ними и соотносить оба способа представления друг с другом обеспечивают сам феномен человеческого мышления. Этот феномен в полной мере раскрывается в геоинформатике, что определяет важность этого направления не только в техническом плане, но и в плане развития творческих способностей личности.

Фундаментальные различия между лево- и правополушарной стратегией переработки информации имеют прямое отношение к формированию когнитивных способностей. Для научного творчества, включающего преодоление стереотипных представлений, необходимо развитие образного мышления. Отмечено, что для людей, сохраняющих способности к образному мышлению, творческая деятельность менее утомительна, чем рутинная монотонная работа.

Люди, не выработавшие способности к образному мышлению, нередко предпочитают выполнять механическую работу, причем она им не кажется скучной, поскольку они как бы «закрепощены» собственным формально-логическим мышлением. Из этого ясно, как важно с ранних пор правильно строить воспитание и обучение, чтобы оба нужных человеку типа мышления развивались гармонично, чтобы образное мышление не оказалось скованным рассудочностью, чтобы не иссякал творческий потенциал человека.

Развитие средств интерактивной компьютерной графики как основы геоинформационного моделирования открывает для сферы обучения принципиально новые графические возможности, благодаря которым учащиеся могут в про-

цессе анализа картографических изображений динамически управлять их содержанием, формой, размерами и цветом, добиваясь наибольшей наглядности.

Применение графики в геоинформационных системах не только увеличивает скорость передачи информации учащимся и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция, профессиональное «чувство», образное мышление. Воздействие ГИС на интуитивное образное мышление привело к возникновению нового направления в науках о Земле, которое можно определить как когнитивная компьютерная графика.

В настоящее время когнитивная компьютерная графика — основа обработки информации с применением ГИС. Однако, необходимо различать две функции компьютерной графики: иллюстративную и когнитивную. Иллюстративная функция позволяет реализовать в адекватном визуальном оформлении то, что уже известно, например, формализовать некие стереотипы. Например, зарамочное оформление карт, легенда, координатная сетка.

Когнитивная функция ГИС состоит в том, чтобы с помощью совокупности визуальных моделей получить нечто новое, еще не существующее даже в голове специалиста, знание или, по крайней мере, способствовать интеллектуальному процессу получения этого знания. В ГИС существует специальный механизм, названный «оверлеем», который позволяет конструировать визуальный образ на основе совокупности других с использованием правил логики или теоретико-множественных операций.

Иллюстративные функции ГИС реализуются в учебных дисциплинах, в которых осуществляется передача учащимся артикулируемой части знания, представленной в виде заранее подготовленной информации с графическими, анимационными иллюстрациями, аудио- и видео иллюстрациями. Например, в истории, географии.

Когнитивная функция ГИС проявляется тогда, когда учащиеся «добывают» знания [16] с помощью исследований на пространственных моделях изучаемых объектов и процессов. Например, обновление карт или построение новых карт новых процессов.

Работа с ГИС опирается на известный эвристический подход. Он развивает профессионально-ориентированное мышление в задачах исследовательского характера. Применение ГИС позволяет интенсифицировать творческий процесс пространственного моделирования, устранив из него рутинные операции.

Иногда различия между иллюстративной и когнитивной функциями компьютерной графики достаточно условны. Нередко обычная топографическая карта может натолкнуть учащихся на новую мысль, позволит увидеть некоторые эле-

менты знания, которые не «вкладывались» преподавателем-разработчиком в эту модель декларативного типа. В этом случае, иллюстративная по замыслу модель, становится носителем когнитивной функции.

Аналогично когнитивная функция картографической модели после первых экспериментах с учебными ГИС процедурного типа в дальнейших экспериментах превращается в функцию иллюстративную. По существу оба подхода направлены на формирование информационных моделей и информационных ресурсов [17] с последующим формированием интеллектуальных ресурсов [18].

Образное мышление в при пространственном анализе и получении пространственной информации имеет весьма существенное значение.

Основой принципа визуализации при пространственном моделировании служит когнитивная графика, цель которой состоит в создании комбинированных когнитивных моделей представления знания, сочетающих в себе символический и геометрический способы мышления и способствующих активизации процессов познания.

Пространственные модели данных характеризуются рядом свойств, которые напрямую связаны с когнитивными способностями человека и когнитивной графикой. В работе [19] выделены свойства пространственных моделей, которые становятся понятными исходя из терминологии когнитивной графики. Это обозримость, восприимчивость, наглядность, и другие. В этих работах речь идет о научном исследовании как о методе познания окружающего мира.

К ним, с учетом образовательных процессов и процессов проектирования информационных систем [20], можно добавить свойства: предметность, целостность, осмысленность и обобщенность, структурность, селективность.

Наглядность — одна из основных особенностей когнитивной графики как совокупности приемов и методов образного представления условий задачи, которые позволяют либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения.

Предметность восприятия проявляется в отнесенности образов восприятия к реальным предметам или явлениям объективной действительности. Предметность восприятия означает адекватность, соответствие образов восприятия реальным предметам.

Целостность восприятия выражается в том, что образы восприятия представляют собой целостные, законченные, предметно оформленные структуры. Целостность предмета определяется его функциональным назначением в деятельности или жизни человека.

Осмысленность и обобщенность. Воспринимаемая предметы и явления, субъект осознает, понимает то, что воспринимается. Восприятие

связано с отнесением данного предмета к определенной категории, понятию и с обозначением его словом. Определив категорию воспринимаемого объекта, субъект восприятия распознает его признаки. Восприятие в значительной мере зависит от цели и задач деятельности. В объекте на передний план выступают те его стороны, которые соответствуют данной задаче. Наиболее простая форма осмысливания предметов и явлений — узнавание. Здесь восприятие тесно связано с памятью. Узнать предмет — значит воспринять его в соотношении с существующим стереотипным образом

Структурность — свойство, позволяющее воспринимать предметы в совокупности их устойчивых связей и отношений. Мы узнаем различные объекты благодаря устойчивой структуре их признаков. В восприятии вычлениваются взаимоотношения частей и сторон предмета. Осознанность восприятия неразрывно связана с отражением устойчивых отношений между элементами воспринимаемого объекта. Внешне различные, но по существу однотипные объекты опознаются как таковые благодаря отражению их структурной организации.

Селективность — преимущественное выделение одних объектов по сравнению с другими, обусловленное особенностями субъекта восприятия: его опытом, потребностями, мотивами и др. Из бесчисленного количества окружающих нас предметов и явлений мы выделяем в данный момент лишь некоторые из них. Это зависит от того, на что направлена деятельность человека, от его потребностей и интересов.

Пространственное когнитивное моделирование служит основой современной подготовки специалистов, бакалавров и магистров в области наук о Земле. Пространственное когнитивное моделирование использует геоинформационный подход и закрепляет геоинформационный подход позволяя решать задачи информационного управления [21]. Оно позволяет преодолевать сложность и информационные барьеры. Оно позволяет создавать модели, не представляемые человеком изначально. Пространственное когнитивное моделирование развивает творческие способности и вырабатывает комплексный метод мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майоров А.А. Состояние и развитие геоинформатики // Науки о Земле, 2012. – №3. – С.11-16.
2. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Прикладная геоинформатика. – М.: МаксПресс, 2005. – 360 с.
3. Цветков В.Я. Геоинформационное моделирование // Информационные технологии, 1999. – №3. – С.23-27.
4. Victor Ya. Tsvetkov. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p.64-69.
5. Зенкин А.А. Пospelov Д.А. Когнитивная компьютерная графика. – М: Наука, 1991. – 192 с.
6. Кудж С.А. О философии информации // Перспективы науки и образования, 2013. – №6. – С.9-13.
7. Соловьёв И.В. Применение модели информационной ситуации в геоинформатике // Науки о Земле, 2012. – №1. – С.54-58.
8. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика. – М.: Янус-К, 2002. – 392 с.
9. Майоров А.А. Новые системы хранения пространственной информации // Перспективы науки и образования, 2013. – №5. – С.25-31.
10. Майоров А.А., Соловьёв И.В., Кудж С.А. О новом подходе к доступу и хранению электронных аэрокосмических снимков и планов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2011. – №6. – С.80-84.
11. Цветков В.Я. Цифровые карты и цифровые модели // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2000. – №2. – С.147-155.
12. Цветков В.Я. Геоинформатика как инструмент анализа и получения знаний // Науки о Земле, 2011. – №2. – С.63-65.
13. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach // European Journal of Natural History, 2009. – № 5. – pp.102-103.
14. S. A. Kudz. Geoinformation Analysis // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2358-2365.
15. Цветков В.Я. Информатизация, инновационные процессы и геоинформационные технологии // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2006. – №4. – С.112-118.
16. Кудж. С.А. Добыча геоданных // Науки о Земле, 2013. – № 2-3. – С.82-84.
17. Цветков В.Я. Информационные модели и информационные ресурсы // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2005. – №3. – С.85-91.
18. Соловьёв И.В. Формирование интеллектуальных ресурсов в геоинформатике // Науки о Земле, 2013. – №2-3. – С.76-79.
19. V. Ya. Tsvetkov. Spatial Information Models // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2386-2392.
20. Соловьёв И.В., Майоров А.А. Проектирование информационных систем. Фундаментальный курс: Учеб. Пособие для высшей школы / Под ред. В.П.Савиных – М.: Академический проект, 2009. – 398 с.
21. Цветков В.Я. Информационное управление. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2012. – 201 с.

REFERENCES

1. Maiorov A.A. State and development of Geoinformatics. *Nauki o Zemle - Earth Sciences*, 2012, no.3, pp.11-16 (in Russian).
2. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Ia. *Prikladnaia geoinformatika* [Applied Geoinformatics]. Moscow, MaksPress, 2005. 360 p.
3. Tsvetkov V.Ia. Geoinformation modeling. *Informatsionnye tekhnologii - Information technology*, 1999, no.3, pp.23-27 (in Russian).
4. Victor Ya. Tsvetkov. Complexity Index. *European Journal of Technology and Design*, 2013, V.1, no.1, pp.64-69.
5. Zenkin A.A. Pospelov D.A. *Kognitivnaia komp'yuternaia grafika* [Cognitive computer graphics]. Moscow, Nauka, 1991. 192 p.
6. Kudzh S.A. About the philosophy of information. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2013, no.6, pp.9-13.
7. Solov'ev I.V. Application of a model of information situation in Geoinformatics. *Nauki o Zemle - Earth Sciences*, 2012, no.1, pp.54-58 (in Russian).
8. Poliakov A.A., Tsvetkov V.Ia. *Prikladnaia informatika* [Applied Informatics]. Moscow, Ianus-K, 2002. 392 p.

9. Maiorov A.A. New systems of spatial information storage. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2013, no.5, pp.25-31 (in Russian).
10. Maiorov A.A., Solov'ev I.V., Kudzh S.A. On a new approach to access and storage of electronic aerospace images and plans. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziia i aerofotos"emka - News of higher schools. Geodesy and air photography*, 2011, no.6, pp.80-84 (in Russian).
11. Tsvetkov V.Ia. Digital maps and digital models. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziia i aerofotos"emka - Izvestia of higher schools. Geodesy and air photography*, 2000, no.2, pp.147-155 (in Russian).
12. Tsvetkov V.Ia. Georeferense as a tool for analysis and knowledge. *Nauki o Zemle - Earth Sciences*, 2011, no.2, pp.63-65 (in Russian).
13. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach. *European Journal of Natural History*, 2009, no.5, pp.102-103.
14. S.A. Kudzh. Geoinformation Analysis. *European Researcher*, 2013, V.60, no.10-1, pp.2358-2365.
15. Tsvetkov V.Ia. Informatization, innovative processes and geoinformation technologies. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziia i aerofotos"emka - News of higher schools. Geodesy and air photography*, 2006, no.4, pp.112-118 (in Russian).
16. Kudzh S.A. Geogata mining. *Nauki o Zemle - Earth Sciences*, 2013, no.2-3, pp.82-84 (in Russian).
17. Tsvetkov V.Ia. Information models, and informational resources. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziia i aerofotos"emka - News of higher schools. Geodesy and air photography*, 2005, no.3, pp.85-91 (in Russian).
18. Solov'ev I.V. Development of intellectual resources in Geoinformatics. *Nauki o Zemle - Earth Sciences*, 2013, no.2-3, pp.76-79 (in Russian).
19. V. Ya. Tsvetkov. Spatial Information Models. *European Researcher*, 2013, V.60, no.10-1, pp.2386-2392.
20. Solov'ev I.V., Maiorov A.A. *Proektirovanie informatsionnykh sistem. Fundamental'nyi kurs: Ucheb. Posobie dlia vysshei shkoly / Pod red. V.P.Savinykh* [Design of information systems. Fundamental course: Textbook for high school, Ed. by V.P.Savinykh]. Moscow, Akademicheskii projekt, 2009. 398 p.
21. Tsvetkov V.Ia. *Informatsionnoe upravlenie* [Information management]. Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, 2012. 201 p.

Информация об авторе

Майоров Андрей Александрович

(Россия, Москва)

Ректор Московского государственного университета геодезии и картографии.

Доктор технических наук, профессор.

Заслуженный геодезист. Почетный работник высшего профессионального образования.

Академик международной академии наук Евразии, академик Российской академии космонавтики им.

Э.К.Циолковского.

E-mail: nirmiiigaik@yandex.ru

Information about the author

Maiorov Andrei Aleksandrovich

(Russia, Moscow)

Rector of the Moscow State University of Geodesy and Cartography.

Doctor of Technical Sciences, Professor. Honored geodesist. Honorary worker of higher professional education.

Academician of the international Eurasian Academy of Sciences, academician of the Russian Academy of cosmonautics named after E.K.Tsiolkovsky.

E-mail: nirmiiigaik@yandex.ru