



Российская Академия Наук

А.Н. Бешенцев

**Информационная концепция
картографического
метода исследования**

Научный доклад

2017 Москва

УДК 528.91
ББК 26.17
Б57

ISBN 978-5-906906-60-1

© Российская академия наук, 2017
© А.Н. Бешенцев, 2017

Информационная концепция картографического метода исследования

А.Н. Бешенцев

*Байкальский институт природопользования СО РАН,
Улан-Удэ*

Аннотация. *В статье выполнен анализ существующих теоретических концепций в картографии. Представлены результаты разработки новой концепции картографического метода исследования на основе феномена картографической информации и возможностей ее преобразования. Предложена структура концепции, описаны процессы создания и моделирования картографической информации. Раскрыта сущность информационных постулатов, концептов, процедур и конструкторов. Установлена сущность картографического метода исследования как социально-технического процесса, управляемого технологическим и общественно-историческим механизмами.*

Введение

Особенность современного периода развития социума – информатизация производственных и общественных отношений. Важное значение в территориальной деятельности приобрели географические информационные системы, банки и базы данных. Современные приборы и методики регистрации географической реальности обеспечивают формализацию геосвойств различной природы происхождения и интеграцию наук о Земле на базе геоинформационной технологии. В результате технического переоснащения традиционных способов картографирования на информационные процедуры отображения явлений природы и общества происходит модернизация и диверсификация картографической деятельности, а благодаря доступности картографических сервисов, ГИС-программ и глобального позиционирования персональное картографирование стало повседневным приемом и приобрело массовый характер.

Сущность модернизации картографического метода исследования (КМИ) и новых взглядов на картографическую науку отражается термином «информационный подход», предоставляющим широкие возможности в познании пространственно-временной действительности на базе обобщающей категории информации. В настоящее время информационный подход в картографии окончательно не оформился в самостоятельное исследовательское направление, что объясняет существование значительного количества разработок и публикаций практической реализации картографического метода при отставании теоретического осмысления его коммуникативных и познавательных возможностей. Отсутствие концептуально оформленного информационного обоснования, охватывающего все сферы картографического метода, сдерживает техническое развитие и системное представление картографической науки в целом и каждой дисциплины в частности, тормозит научное предвидение результатов их развития. В картографической науке возникла проблема несоответствия теоретической формы КМИ его современному технологическому, программно-техническому и телекоммуникационному содержанию. Такое положение дел ставит перед наукой задачу методологической адаптации картографического метода требованиям современного информационного общества.

Разрабатываемая информационная концепция КМИ представляет информационное понимание отображаемых пространственных объектов и процессов, раскрывает картографический метод как систему создания, моделирования и использования картографической информации в условиях информационного общества. Предлагаемый термин «информационная концепция» отражает назначение картографии (в отличие от «геоинформационная») познавать не только земные объекты и процессы, обосновывает методологическую возможность исследовать поверхности других планет и космических тел. При этом очевидно, что разработка такой концепции не может быть осуществлена в отрыве от ранее оформившихся картографических концепций.

Создание информационной концепции не является внутренней потребностью только картографии, а нацелено на решение проблемных аспектов такой широкой области, как территориальная деятельность. Целью предлагаемого доклада является разработка концептуальных основ и методических рекомендаций по использованию КМИ на основе феномена картографической информации и закономерностей ее преобразования.

Концептуализация картографического метода исследования

В картографии с 40-х до начала 60-х годов XX в. господствовала модельно-познавательная концепция, опиравшаяся на теорию картоведения, разработанную Н.Н. Баранским и К.А. Салищевым и их многочисленными последователями. Модельно-познавательная концепция [1] делает акцент на познании действительности посредством картографического моделирования, рассматривая карту как образно-знаковую модель действительности. Именно в рамках этой концепции оформилось представление о картографическом методе познания действительности. В метакартографической трактовке познавательной концепции [2] карты – это одновременно идеальные и материальные модели конкретного пространства объектов и явлений. Главное в метакартографической трактовке – признание способности и назначения карты давать новые знания о моделируемом объекте. В результате развития информатики и внедрения в картографию компьютерных технологий в начале 60-х годов прошлого века сформировалась коммуникационная концепция, которая трактует картографию как науку о передаче пространственной информации, как особую отрасль информатики, а карту рассматривает как канал информации, средство коммуникации между создателем карты и ее потребителем. Отсюда речь может идти лишь об оптимизации этого канала, снижении помех в нем, совершенствовании способов передачи информации, понимаемой в формальном смысле. В разработке коммуникационной концепции приняли участие многие видные зарубежные картографы – Е. Арнбергер [3], А. Колачный [4], А. Робинсон [5], К. Борд, Дж. Моррисон, И. Кречмер и др.

С начала 80-х годов XX в. в картографию активно внедряется семиотический подход, результатом которого явилась разработка языковой концепции. Истоки ее прослеживаются в трудах отечественных и зарубежных картографов М.К. Бочарова [6], Ж. Бертэна [7], А.Ф. Асланикашвили [2], Л. Ратайского. В разработке теории языковой концепции активно участвовали А.А. Лютыгый [8], Я. Правда, А. Володченко, Х. Шлихтманн, Е. Гроссер и др. Главные положения этого направления сводятся к тому, что картография – это наука о языке карты, одна из отраслей семиотики, а следовательно, карта – особый текст, составленный с помощью картографической языковой системы.

С 80-х годов XX в. начинается конвергенция концепций на базе становления новой геоинформационной концепции, которая представляет картографию как науку о системном информационном моделировании и познании геосистем. Информационное моделирование реализуется на базе географических информационных систем, а карты трактуются как информационные слои в цифровой или графической форме [9]. Сущность информационного подхода в картографическом методе заключается в том, что все пространственные объекты независимо от их размеров, происхождения и физико-химического субстрата локализуются, кодируются и преобразуются по единым информационным принципам посредством единых информационных процессов. При этом картографирование трактуется как система процессов преобразования географических сведений в картографическую форму хранения и моделирования с целью познания мира и решения территориальных задач. При этом перспективной тенденцией в развитии теории картографии считается дальнейшее сближение модельно-познавательной и коммуникационной концепций.

Такое сближение обеспечивает разрабатываемая информационная концепция КМИ, которая рассматривает принципы коммуникации и познания как приоритетные функции разных этапов картографического исследования пространственно-временной действительности. Необходимость разработки информационной концепции в картографической науке обусловлена информатизацией всех этапов процесса «создание – использование карт», но, что не менее важно, в этих условиях картографический метод приобрел конкретный и универсальный объект исследования – пространственные данные, в случае исследования земной поверхности – геоданные. Именно информационный подход к картографированию пространственных объектов и процессов обеспечивает методологическое единство картографической науки как при познании земной поверхности, так и поверхностей других планет и космического пространства.

Структура информационной концепции картографического метода исследования

Сущность информационной концептуализации картографического метода заключается в выявлении информационных концептов, описывающих отдельные этапы картографического исследо-

вания как земной поверхности, так и любого другого космического тела и установлении связи между этими концептами на основе информационных закономерностей. Системообразующим основанием формирования информационных концептов служат базовые постулаты, утверждающие понятие картографической информации (КИ) на каждом этапе картографического отображения и являющиеся исходными принципами для логических построений и дедуктивных выводов концепции (рис. 1).



Рис. 1. Структура информационной концепции КМИ

Информационный постулат определяет форму КИ на конкретном этапе ее преобразования, а концепт раскрывает смысловое содержание этапа и выполняемых при этом человеко-машинных действий. Каждый концепт характеризует современное знание определенного вида картографической деятельности и дает научное обоснование специфики КИ как продукта этой деятельности. Теоретическое описание концепта закреплено в обществе посредством научной, технической, нормативной и учебной литературы и функционирует в режиме объяснения-обучения. Теоретические концепты реализуются в производственных, учебных и научно-исследовательских коллективах на основе организации управляемых информационных процедур. Процедуры определяют порядок действий по картографическо-

му отображению действительности и созданию цифровых моделей-заместителей на основе геоинформационной технологии. Они базируются на опыте и прикладных знаниях соответствующих научно-технических дисциплин и выступают как практические методики создания КИ на каждом этапе ее преобразования. Кроме того, научно-технический прогресс при модернизации процедур способствует развитию соответствующих концептов. Процедуры формализации и кодирования обеспечивают однозначное, математически определенное подобие и визуализацию КИ. Продукт этих процедур – материальные копии географической реальности. Процедуры преобразования и воспроизводства КИ благодаря отражению меняющейся географической реальности непрерывно воспроизводят новую КИ и обеспечивают географическими сведениями новых членов социума. Результаты этих процедур – территориальные знания, гипотезы, концепции, а также новые механизмы пространственного поведения социума. Процедуры формализации и кодирования геоданных формируют технологический механизм КМИ, который обеспечивает коммуникацию между субъектом и географической действительностью. Процедуры моделирования и воспроизводства КИ формируют общественно-исторический механизм КМП, обеспечивающий познание географической действительности и ретрансляцию КИ для нужд общества.

Материально-технической основой концепции служат информационные конструкторы, обеспечивающие материализацию КИ отдельными субъектами и коллективами. Конструкторы отражают инструментальный аспект процедур и обеспечивают взаимосвязь теоретического знания с практической реальностью. Каждый конструктор фиксирует наблюдаемые сущности конкретного вида картографической деятельности и представляет собой регламентированный процесс оформления конечного информационного продукта.

Разрабатываемая концепция базируется на универсальных принципах теории картографии, ее законах, основных смыслообразующих категориях и понятиях. Она формирует современную организационную структуру картографического метода, в которой постулаты выражают объектно-предметный аспект КМИ, концепты характеризуют его методологически исследовательские задачи, а процедуры и конструкторы обеспечивают практически целевую реализацию.

Информационные постулаты

Картографическое преобразование пространственно-временной действительности возможно лишь в системе отдельных информационных подкатегорий, отражающих различные формы географической реальности, а в совокупности – всю реальность (рис. 2). Информационные подкатегории возникли и развиваются как результат исторического познания и общественной практики и характеризуют собой идеальный аналог материального мира, его общих свойств, связей и отношений. Подкатегории связаны между собой так, что каждая из них может быть осмыслена лишь как элемент всей информационной картины мира. Каждая подкатегория отражает действительность лишь в плоскости своих информационных свойств, отношений и закономерностей, понятия специальных областей знания и более узких сведений вырастают на почве исследования и обобщения отдельной информационной подкатегории.



Рис. 2. Создание картографической информации

Субстанциональная подкатегория определяет физическую и химическую сущность объектов географической оболочки, ее формирование обусловлено формами существования и движе-

ния материи. Топологическая информационная подкатегория определяет локализацию объектов на земной поверхности и в околоземном пространстве. Хронологическая подкатегория определяет развитие географической оболочки и фиксируется последовательностью географических событий, ритмами и циклами. Антропогенная информационная подкатегория определяется природой человеческого мышления и обуславливает существование КИ как феномена практической деятельности. Отражая действительность, информационные подкатегории вместе с тем являются необходимым интеллектуальным средством ее анализа и преобразования. Они выступают в роли системообразующих элементов умопостигаемой объективной реальности, логического средства ее понимания и регистрации.

Современный механизм картографического преобразования пространственно-временной действительности в информационную модель, приемлемую для практического использования, представляет совокупность последовательных целенаправленных этапов:

1) создание пространственно-координированной информации (геоинформации) в результате однозначной локализации пространственных и субстанциональных геоданных в геоинформационном поле посредством картографической проекции;

2) создание КИ посредством кодирования геоданных элементами языка карты для обеспечения коммуникации;

3) преобразование КИ посредством картографического моделирования для инвентаризации и познания действительности;

4) воспроизводство и обновление КИ для обеспечения непрерывной территориальной деятельности социума.

Каждый этап картографического отображения действительности осуществляется в рамках определенной области научно-практической деятельности и имеет результатом присущую только ему физическую сущность КИ, характеризующуюся формами хранения и представления, внутренними свойствами, возможной областью использования и выполняемыми социальными функциями. На первом этапе в результате совмещения пространственных и субстанциональных геоданных объектов в геоинформационном поле осуществляется создание геоинформации. Механизм локализации геоданных обеспечивает картографический метод исследования. В таком понимании геоинформация определяет собой регистрируемый факт однозначного соответствия сущности и пространственного размещения геообъекта. Она зафиксирована

в программной среде в виде совокупности геодезических координат и атрибутивных таблиц, представлена в цифровой форме и предназначена для процессорного хранения и обработки.

Второй этап создания КИ основан на феномене картографической коммуникации как информационного процесса кодирования – перевода геоданных на язык картографических знаков, специально приспособленный к особенностям канала связи – карты. Основная задача кодирования заключается в адекватном воспроизведении географических объектов и процессов посредством способов картографического изображения. Таким образом, в результате кодирования элементами языка карты КИ представляет собой картографический эквивалент геообъекта, приемлемый для всех участников территориальной деятельности. Она зафиксирована системой условных картографических знаков в виде штриховых и фоновых графических элементов, представлена цифровыми и аналоговыми объектными слоями и предназначена для коммуникации пространственных сведений.

Третий этап информационного преобразования заключается в манипулировании объектными слоями посредством прикладных и аналитических операций используемой программной среды. Результатом информационного картографирования являются топографические и тематические карты, результатом моделирования – географические теории, концепции и гипотезы. При этом КИ представляет собой территориальную совокупность однородных геоданных, актуальную для решения пространственной задачи. Она зафиксирована в информационной среде (ГИС) в виде цифровых слоев и покрытий и предназначена для метрической оценки объектов и территорий и управления территориальным развитием.

Этап воспроизводства КИ в социуме осуществляется при участии государства посредством организации геодезических и картографических предприятий, профильных образовательных и научно-исследовательских учреждений, обеспечивающих ее непрерывное производство и распространение в обществе в виде пространственных документов для нужд хозяйства, обороны, образования и т.п. На этом этапе КИ является общественно полезным продуктом научно-производственной деятельности. Она зафиксирована в аналоговой и цифровой форме в виде карт, атласов, учебников, научных трудов, фондов и т.п. и предназначена для массового повседневного использования и ретрансляции географических знаний от поколения к поколению.

Информационные концепты

Математический концепт раскрывает этап регистрации геоданных и базируется на законах математической картографии, определяет математическую связь между виртуальной программной средой и отображаемой территорией. Для опосредованной локализации геоданных необходима некоторая опорная плоскость, на которой распределяется множество пространственных позиций. В геоинформационной технологии такой плоскостью является геоинформационное поле – векторная модель земного геоида, определенная геодезическими измерениями и локализованная посредством картографической проекции. Поле представляет собой позиционную систему счисления, организованную в программной среде в виде трехмерного множества пространственных позиций и устанавливающую однозначный порядок их размещения. Создание КИ происходит в результате устанавливаемого однозначного соответствия пространственного и содержательного состояния позиционируемого объекта. Как модель объективно существующей реальности, геоинформационное поле непрерывно и имеет свои метрические параметры. Каждая позиция поля соответствует ограниченному ареалу земной поверхности и регистрируется метрическими величинами. Экспериментально установлено, что минимальная площадь позиции поля, в зависимости от программного продукта, составляет 1–4 мм² земной поверхности.

В соответствии с позиционным порядком поля отдельные информационные единицы вступают в топологические отношения, составляя единое целое – информационную модель описываемого объекта. Порядок пространственного расположения единиц, связи и отношения между позициями поля определяется математическими алгоритмами используемой картографической проекции. В качестве таксономической единицы картографической оценки геообъектов целесообразно использовать территорию – любую совокупность точек геоинформационного поля, ограниченную для формирования и оценки координатных моделей объектов. Как объект информационной оценки и моделирования, территория представляет собой сегмент геоинформационного поля, в пределах которого условно частные масштабы длин и площадей равны главному масштабу.

В процессе создания КИ происходит заполнение позиций поля векторными примитивами (векторизация) в соответствии с гео-

дезическими координатами узлов картографируемого объекта и создание его информационной модели. Информационный размер пространственной модели объекта фиксируется совокупностью векторизованных позиций поля. Метрический размер пространственной модели определяется масштабом поля и фиксируется в метрической системе отсчета. Такая форма записи дает возможность вероятностно-статистического подсчета объема КИ.

Геометрические данные о геообъектах образуют класс координатных моделей и хранятся в виде геодезических координат, что дает возможность определения пространственных связей и отношений между бесконечным множеством различных объектов. Образование субстанциональной модели геообъекта происходит в автоматическом режиме посредством формирования таблицы его атрибутов, где хранятся качественно-количественные данные в виде кодированного набора чисел или символов. Данные о группах однородных объектов логически организуются в цифровые тематические слои. Для разновременных данных дополнительно вводится идентификатор времени и объекты организуются в разновременные слои.

Математический концепт раскрывает смысловое содержание математических элементов геоинформационного поля: масштаба, используемой картографической проекции и координатной системы. Кроме того, положения концепта устанавливают принципы генерализации геообъектов при масштабировании поля, а также обосновывают проекционное моделирование КИ (равновеликое, равноугольное, равнопромежуточное) на этапе ее создания.

Семиотический концепт характеризует процесс картографического кодирования геоданных с целью их визуализации в программной среде посредством языка карты [10]. Он базируется на опыте проектирования систем картографических знаков и оформления карт. Картографический код как знаковую систему образуют совокупности графических элементов, а также принципы их сочетания и комбинирования в картах-текстах. Элементы языка карты реализуются в материальных графических знаках и связаны со зрительным аппаратом человека и физиологической работой мозга. Они отражают смысл и идею объекта кодирования и хранятся в сознании субъекта в форме идеального отображения. В результате картографического кодирования геоданные приобретают свойства воспроизводить значения объектов в рамках картографической знаковой системы: с одной стороны, выражать пространственную

определенность географических объектов, а с другой – характеризовать их субстрат.

Механизм картографического кодирования определяют законы и алгоритмы визуального восприятия объективной реальности, а в качестве элементов картографических знаков выступают зрительно воспринимаемые графические примитивы и фигуры, цветовые стимулы, их комбинации и совокупности. Благодаря устанавливаемым отношениям значений между сигнификатами и денотатами геообъектов графические конструкции выражают и дифференцируют действительность и, следовательно, воспроизводят ее смысловые значения. Через эти значения реализуются топологические связи субъективных геоинформационных моделей с объективной реальностью посредством закрепления в сознании субъекта в виде мысленных карт и географических образов.

Пространственные геоданные локализуются в геоинформационном поле на основании установленных геодезических координат посредством 1-го подязыка карты [8], с которым связана специфика языка карты. Его средствами обеспечивается отражение данных о размещении объектов картографирования, их взаимном положении, пространственной форме и ориентации. Субстанциональные геоданные локализуются посредством 2-го подязыка карты. Его средствами обеспечивается отображение в картах содержательной определенности объектов картографирования – что представляет собой или каков картографируемый объект.

Разработка картографических условных знаков для отображения геообъектов базируется на знании и рациональном использовании семиотических аспектов, с одной стороны, и глубоком изучении сущности исследуемых объектов – с другой. Понимание сущности объекта картографирования, его специфических черт облегчает поиск путей к повышению информативности знаков, способствует адекватному выражению их смыслового содержания средствами языка карты. Системный принцип проявляется в отображении графическими средствами иерархических ступеней КИ, он обуславливает определенную логику в построении знаков, четко выделяя различия между знаками подсистем, сохраняя их графическое сходство внутри каждой подсистемы.

Технологический концепт базируется на теоретических положениях составления и редактирования карт, раскрывает механизм преобразования КИ и описывает совокупность программно-тех-

нических устройств и выполняемых действий при ее преобразованиях. Познавательный замысел картографического метода реализуют две технологии – геоинформационного картографирования и геоинформационного моделирования [11]. Каждая технология используется в определенной сфере человеческой деятельности, присуща разным этапам процесса «создание – использование карт», имеет функциональные особенности, обособливается логической очередностью и спецификой решаемых задач (рис. 3).



Рис. 3. Технологии КМИ

Создание КИ обеспечивает технология картографирования, которая реализуется в материальной сфере человеческой деятельности, представляет собой коллективный производственный процесс, регламентирована и снабжает территориальную деятельность социума актуальными сведениями в виде топографических карт и ведомственных пространственных документов. На этапе создания КИ картографический метод опирается на практические операции и методики регистрации геосвойств. В результате топографической съемки и камерального картографирования производится систематизация и классификация фактических данных на основе способов картографического изображения и осуществляется закрепление КИ. Таким образом, в процессе создания КИ картографический метод решает задачу инвентаризации объектов околоземного пространства и нацелен на воспроизводство и закрепление КИ в виде материальных документов для нужд хозяйства, населения, образования и т.д.

Использование КИ обеспечивает технология моделирования, которая реализуется в идеальной сфере человеческой деятельности, представляет собой творческий процесс индивидуального характера, базируется на индуктивных обобщениях и дедуктивных умозаключениях и осуществляется одновременным манипулированием идеальных и виртуальных картографических образов. В результате, на этапе использования КИ картографический метод решает задачу моделирования КИ и нацелен на познание и прогнозирование развития исследуемой территории.

Продуктом технологии картографирования являются материальные копии реальности. Как средства закрепления и ретрансляции территориальных сведений они способствуют реализации коммуникативной общественно-исторической функции языка карты. Технология моделирования базируется на идеальных и виртуальных моделях. Результатом моделирования являются пространственные гипотезы и концепции, описания, рекомендации и т.п. Соответственно как средства познания действительности эти модели способствуют реализации познавательной общественно-исторической функции языка карты.

Социально-экономический концепт раскрывает процессы создания картографических продуктов, их обновления и распространения в обществе. Кроме того, он описывает экономические и образовательные мероприятия по подготовке специалистов, производству топографических и тематических карт, разработке ГИС и баз данных для обеспечения территориальной деятельности общества, а также по надзору за распространением и использованием КИ. Общегосударственная значимость геодезических и картографических материалов состоит в их интеграционном характере, поскольку они используются многими министерствами, ведомствами, учреждениями и гражданами при решении различных территориальных прикладных и научных задач. В этом аспекте КИ понимается как общественно полезный продукт научно-практической деятельности.

Хранение и ретрансляцию КИ в обществе в виде карт и процедур их составления обеспечивают государственные стандарты и нормативы, регламентирующие метрическую и содержательную унификацию создаваемых документов. В различных сферах территориальной деятельности используются специальные пространственные документы, отличающиеся методиками составления, элементами содержания, точностью, оформлением и т.п.

Метрической базой ведомственных документов являются топографические карты, создаваемые по результатам государственных геодезических съемок в установленном масштабном ряду на основании единых картографических проекций. Работы по поддержанию эффективности производства геодезических, топографических и картографических работ федерального назначения выполняют научно-исследовательские и научно-производственные организации Росреестра, работающие в тесном контакте с аэрогеодезическими предприятиями, центрами геоинформации и картографическими предприятиями отрасли.

Развитие ГИС-технологий и национальных инфраструктур пространственных данных, расширение области их применения приводят к формированию особой научно-технической деятельности и образованию самостоятельной отрасли производства и потребления КИ – геоинформационной индустрии. В контексте определения направлений и содержания профессиональной подготовки геоинформационных кадров следует отметить, что в этой области в настоящее время работают специалисты, занятые следующими видами профессиональной деятельности: сбором, архивированием и обновлением КИ; проектированием баз пространственных данных; проектированием предметных ГИС; планированием, управлением и администрированием геоинформационных проектов; разработкой и эксплуатацией ГИС; маркетингом и распространением геоинформационных услуг; профессиональным геоинформационным образованием и переподготовкой служащих. Перечисленные специальности формируют требования к рынку специалистов в области картографии и ГИС со стороны организаций и учреждений, определяя стандарты геоинформационного образования и обучения [12].

Государственный надзор за производством КИ осуществляется в целях обеспечения соблюдения законодательства Российской Федерации всеми участниками отношений в области геодезической и картографической деятельности.

Информационные процедуры и конструкты

Формализация геоданных объектов местности представляет собой процесс однозначного преобразования их метрических и субстанциональных геосвойств в цифровую форму. В полевых условиях регистрация геосвойств объектов осуществляется с по-

мощью топографических съемок, лазерного сканирования, съемок беспилотными летательными аппаратами и глобального позиционирования. Субстанциональные характеристики регистрируются геофизическими и геохимическими приборами, посредством отбора проб и т.п. В камеральных условиях для регистрации геосвойств используются ДДЗ, ранее изданные топографические и тематические карты, ведомственные пространственные документы.

Наиболее распространенной процедурой формализации геоданных является векторизация – процесс ввода геоданных в информационную среду, который представляет собой замену совокупностей растровых точек на векторные примитивы. Создание топологической модели векторного слоя представляет собой математическую процедуру определения пространственных свойств объектов с целью построения полигонов. Затем формируются пространственные взаимоотношения между объектами: связность, соседство, близость, пересечение, расположение в пределах, относительное положение, превышение.

В результате экспорта векторных данных в геоинформационную среду образуются цифровые тематические слои геобъектов. Процедуры СУБД ГИС позволяют осуществлять ввод, манипулирование, обработку и анализ геоданных, арифметические и логические операции, а также подготовку итоговых документов. Реляционная модель базы данных позволяет создавать сложные таблицы, входящие одна в другую. В качестве сопряженных характеристик объектов могут быть использованы данные различных типов: целые и дробные числа, буквенные и цифровые символы, даты.

Кодирование геоданных. Визуализация геоданных представляет собой процесс кодирования качественно-количественных параметров геобъектов картографическими условными знаками. Являясь следствием развития территории, изменяющаяся геоинформация в сознании субъекта определяется специфическими характеристиками: быстрое – медленное; стабильное – динамичное; опасное – безопасное; старое – новое и т.п. Вполне очевидно, что именно благодаря своему влиянию на жизнедеятельность субъекта геоинформация характеризуется психологическим взаимодействием с его знаниями, ассоциациями, опытом, ощущением последствий изменений. На основании экспериментов по психологии визуального восприятия [13] разработана система условных картографических знаков, обеспечивающая создание знаковых рядов формально-се-

мантической иерархии посредством конструирования значковых и площадных знаков на базе выявленных психологических констант. Было установлено, что при определенном конструировании графических значковых и площадных моделей можно вызвать психологическую зависимость читателя карты и использовать эту зависимость для оптимального соответствия плана содержания геоданных плану выражения их средствами языка карты.

В отношении цветового кодирования геоданных было установлено, что, когда субъект говорит нравится или не нравится ему тот или иной цветовой стимул, он имеет в виду меньший или больший объем информации ему приходится анализировать. По этой причине чистые цвета (красный, желтый, зеленый, синий), содержащие минимум информации, наиболее привлекательны для человека. Смесь же цветовых стимулов обладает большей информативностью, так как увеличивает нагрузку на работу зрительных анализаторов. Чем дальше друг от друга в спектре расположены смешиваемые цветовые стимулы, тем информативнее будет их смесь. Наиболее информативными будут красно-синий и сине-красный, а наименее – желто-зеленый и зелено-желтый. Следовательно, цветовой тон здесь выступает как независимый графознак, имеющий помимо формально-семантического свойства способность выражать порядковые различия денотатов как насыщенность и светлота.

Таким образом, под информативностью цвета и формы мы понимаем объем информации, возникающей при анализе субъектом визуальной модели, обусловленный психологическими особенностями восприятия, которые имеют генетическое и ассоциативное происхождение. Если визуальная модель соответствует параметрам психологических констант восприятия человека, то она обладает минимальной информативностью. Информативность цвета и формы – величина относительная и определяется степенью отклонения от этих параметров. Нами было установлено, что оптимальное количество порогов информативности цвета – шесть, формы – от четырех до восьми, в зависимости от используемых параметров и размера модели.

При разработке условных знаков в семантическом аспекте свойство информативности цвета и формы позволяет добиться соответствия плана содержания геоданных плану их выражения средствами языка карты с помощью выявленных закономерностей: динамичное – максимально информативное, стабильное –

минимально информативное. В формальном аспекте эти свойства позволяют строить формально-логические знаковые ряды, имеющие легко читаемую иерархию.

Моделирование картографической информации. При информационной оценке действительности в качестве основного заместителя объективной реальности выступает картографическая модель. При создании картографических моделей используются эмпирические геоданные, получаемые при качественно-количественной оценке и геодезических измерениях параметров геосистем. Технологической основой этого процесса является информационно-картографическое моделирование – интерактивный человеко-машинный процесс манипулирования цифровыми картографическими слоями и идеальными картографическими моделями (мысленными картами). В качестве пространственных критериев моделирования используются полигональные тематические слои, упорядочивающие геоданные: административно-территориальное деление, бассейны рек, ландшафты, почвы, а также различные регулярные и нерегулярные сети геометрических ячеек.

В результате оверлейных операций над тематическими слоями создается картографическое хранилище векторных данных, которое состоит из рабочего векторного покрытия и реляционной базы данных (рис. 4). Единая программная среда обеспечивает возможность поддержки составительского процесса на основе общей базы данных для создания необходимых производных слоев и покрытий посредством манипуляций с элементами содержания. При этом структурная целостность и связность массивов



Рис. 4. Картографическое хранилище векторных данных

пространственных и атрибутивных данных остается неизменной. Такое программно-управляемое картографирование оптимизирует решение традиционных задач, связанных с выбором математической основы и компоновки карт, позволяет оперативную смену проекции, свободное масштабирование, обеспечено новыми изобразительными средствами и алгоритмами автоматической генерализации и т.п. Кроме того, разработка математической основы, составление и оформление карт, подготовка к изданию реализуются на одном рабочем месте с помощью единой системы логико-математических моделей, в интерактивном режиме.

Методика использования хранилища векторных данных представляет совокупность последовательных операций программной среды и заключается в формировании множества картографических представлений, в которых меняются лишь элементы содержания и способы картографического изображения объектов, а целостность массивов данных сохраняется и не зависит от их комбинирования. Применение указанного подхода обеспечивает топологическую целостность данных и удобство применения любых преобразований как в интерактивном режиме, так и в автоматическом, по заданному алгоритму. Для каждого атрибута базы данных хранилища создается авт-легенда, позволяющая моментальное формирование визуального представления геоданных (рис. 5).

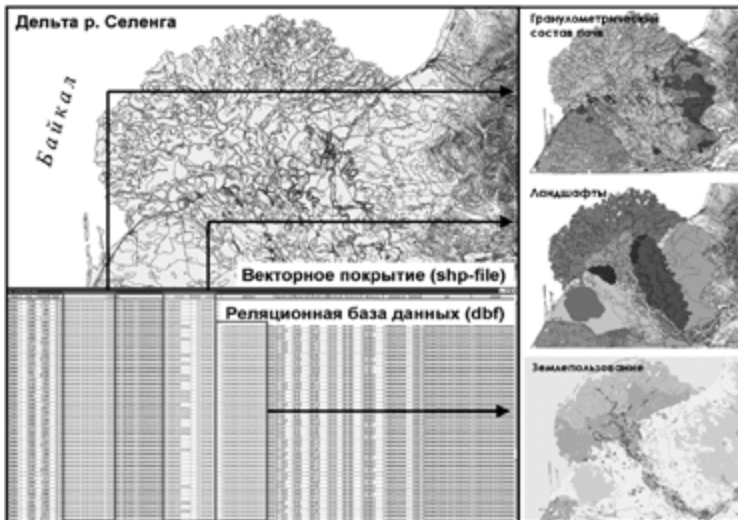


Рис. 5. Пример работы с хранилищем векторных данных

Хранилище открыто для ввода разновременной цифровой КИ о любых объектах. Каждая точка рабочего покрытия имеет пространственные координаты и атрибуты всех совмещенных векторных слоев. В зависимости от целей и задач исследования хранилище позволяет создавать производные покрытия по введенным пространственным критериям, например площадь объектов природопользования в пределах муниципальных образований.

Воспроизводство и обновление КИ является важной задачей картографического обеспечения территориального развития, поскольку способствует оперативному доступу органов управления и планирования, бизнеса и общественных организаций к актуальным и надежным картографическим ресурсам для принятия согласованных территориальных решений. Обмен информацией и другие виды информационной активности хозяйствующих субъектов являются основой успешного экономического и природоохранного взаимодействия. В первую очередь это касается трансграничных геосистем, разделенных государственными рубежами. Такой геосистемой является бассейн оз. Байкал, на пространстве которого находятся территории четырех субъектов Российской Федерации и значительная часть Монголии. Процесс информатизации приграничных территорий соседних стран характеризуется технологическими и организационными особенностями, но в целом определяется внедрением общих технических инноваций. При этом экономические и социальные взаимоотношения здесь во многом связаны с природопользованием, а его приграничные проблемы имеют сходный характер. Таким образом, эффективное развитие этой территории требует внедрения межгосударственного информационно-телекоммуникационного комплекса, обеспечивающего непрерывное обновление, воспроизводство и распространение КИ среди мирового сообщества.

Решение этой задачи было осуществлено усилиями российско-монгольского коллектива. Итогом совместной работы явилось создание международного геопортала, который функционирует на технологии открытой системы управления контентом Plone (<http://bic.iwlearn.org>) и обеспечивает телекоммуникационный доступ к ГИС управления трансграничной территорией. При разработке тематической структуры геопортала был проведен анализ государственной и ведомственной статистики России и Монголии и определен перечень картографируемых информационных показателей и собираемых массивов, а также разработана



Рис. 6. Пример публикации карты на геопортале

структура единого банка данных о состоянии окружающей среды в бассейне оз. Байкал. Контент геопортала структурирован по рубрикам и представлен на русском, монгольском и английском языках. Рубрика «ГИС» содержит картографические ресурсы. Через эту рубрику установлен доступ к картографическому сервису, который организован на открытой платформе управления и публикации геопространственных данных Geonode. Значительную часть картографического контента представляет Экологический атлас бассейна оз. Байкал [14], содержащий 142 карты территории природной, социальной и экологической тематики. Для каждой карты помещается ссылка на цифровую версию на картографическом сервисе (<http://geonode.iwlearn.org>, профиль baikalgis), которая представляет совокупность векторных слоев

(shp) и таблиц атрибутов (dbf). Сервис имеет функциональный интерфейс, позволяющий пользователям с небольшим опытом быстро и легко использовать данные для создания и публикации собственных карт.

Геопортал БИЦ имеет социальную ориентацию и обеспечивает безвозмездное информирование всех слоев населения КИ социально-экономического и экологического характера, результатами научных и прикладных исследований, а также предоставляет открытую площадку для обмена картографическими ресурсами всем лицам, заинтересованным в устойчивом развитии Байкальского региона.

Информационные механизмы

Общественно-исторический механизм КМИ сопровождается совершенствованием операций оценки территории, нормированием технологий измерения земной поверхности и разработкой необходимых метрологических средств. Разделение труда способствовало формированию стандартных индивидуальных и коллективных действий по регистрации используемых объектов и территорий. Создаваемые при этом знания передавались от поколения к поколению в устной форме, а также в виде образцов деятельности (чертежи, карты и т.п.) и функционирующих структур жизнеобеспечения. Таким образом в социуме формировалась особая нормативная система, как способ существования социальной памяти общества [15], определяющая порядок действий и ретрансляцию опыта по отслеживанию хозяйственного преобразования земной поверхности с помощью карт.

Нормативная система КМИ обеспечивает организацию целенаправленного поведения участников, установленного набора действий, которые сохраняются, воспроизводятся и передаются от участника к участнику за счет обучения и копирования. Каждый участник, подключаясь к системе, осуществляет определенные действия (межевание, картографирование, космосъемку и др.), чем обеспечивает постоянно повторяющийся процесс создания и использования карт. Кроме того, благодаря отражению меняющейся географической реальности каждый участник создает новые карты. В любой момент в системе могут быть выделены участники, с которыми связана функция памяти (кто помнит технологию или образцы деятельности), но в следующий момент

это будут другие участники. При этом сами участники являются носителями знаний, а образцы (картографические модели) являются предметами ретрансляции этих знаний. Возникновение системы упорядоченных действий по регистрации параметров пространственно-временной действительности способствовало формированию отдельных профессиональных коллективов для реализации промежуточных действий: геодезических, картографических, фотограмметрических и т.д. Научно-технический прогресс способствовал автоматизации большинства процедур нормативной системы и высвобождению трудовых ресурсов и как следствие активизации аналитической составляющей КМИ и усилению его значения в территориальной деятельности социума.

Эволюция нормативной социальной системы сопровождалась появлением технологических уровней КМИ и обусловила переход индивидуальных действий в научно-практическую деятельность. Мотивом этой деятельности является необходимость познания экологически важных геосистем и точной регистрации их пространственных параметров на занимаемой территории для удовлетворения своих потребностей. Цель этой деятельности – оптимизация территориальной структуры жизнедеятельности для удовлетворения потребностей общества (экономических, рекреационных и др.). Общественно полезным продуктом этой деятельности является КИ, обеспечивающая эффективность территориальных управленческих решений. Она реализуется в новых знаниях, государственных и административных решениях, природоохозяйственных и экономических мероприятиях и др. В идеальном виде – фиксированные в мышлении модели отдельных субъектов, а также региональных, национальных и корпоративных коллективов. В материальном виде – различные модели реальности (топографические и тематические карты, атласы, труды и др.). При сохранении этих сведений в обществе накапливается знание – проверенный практикой и удостоверенный логикой результат метрической оценки и познания действительности, отраженный в сознании человека в виде географических представлений, понятий, суждений и теорий. Знания, характеризующие конкретную информационную подкатегорию географической реальности, описывают определенную предметную область окружающего мира, объекты и закономерности которой отображаются специальным формальным языком и определяют пределы изучения объекта в конкретном исследовании (рис. 7).

Информационная концепция картографического метода исследования

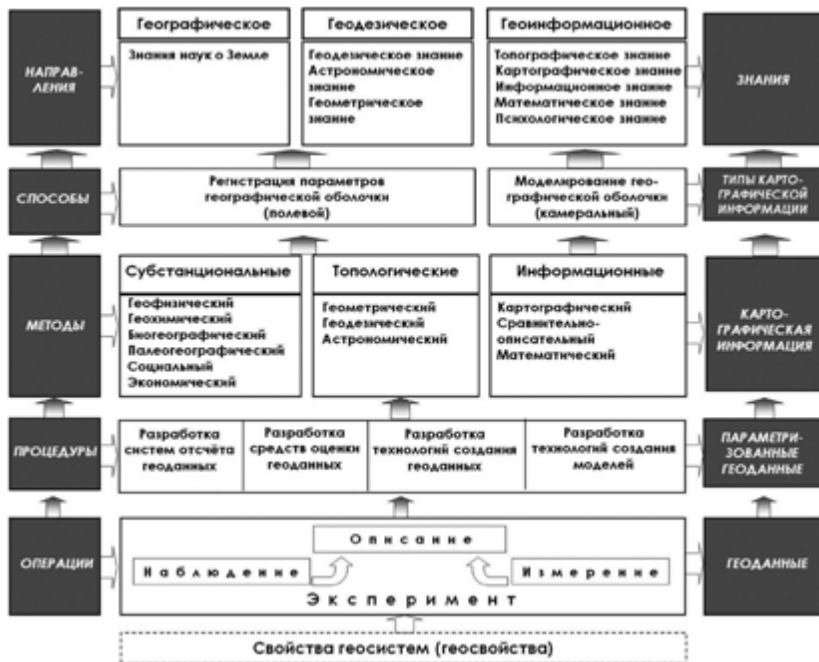


Рис. 7. Общественно-исторический механизм КМИ

Направления знаний отражают современный уровень познания отдельной предметной области и решают задачу описания отдельной информационной подкатегории в общем процессе картографического исследования околоземного пространства. Они описывают информационные конструкции высшего порядка и характеризуются спецификой процедур и методов, а также особенностями промежуточных и итоговых результатов. Социальное развитие направлений сопровождается организацией специальных научно-исследовательских и производственных учреждений, обеспечено отраслевыми учебными заведениями. Направления определяют в социуме фундаментальные пути создания и использования КИ и формируют предметные системы знаний. Методической основой направлений являются специальные научно-технические дисциплины. При этом операции решают задачи создания геоанных, процедуры обеспечивают их объективную параметризацию и закрепление в социуме, а также разработку наиболее эффективных технологий их создания и хранения.

Методы решают задачи создания КИ как общественно полезного продукта (товара). Связи между методами, процедурами и операциями объективированы состоянием научно-технического развития конкретного коллектива, общества и отдельного члена, который подключается к механизму путем обучения и повсеместному персональному картографированию посредством мобильных устройств, навигаторов, народных карт и т.п.

Технологический механизм КМИ представляет собой совокупность функционирующих программно-технических и интеллектуальных действий по созданию и использованию КИ в программной среде для регистрации и оценки объектов околоземного пространства (рис. 8).



Рис. 8. Технологический механизм КМИ (на примере исследования природопользования)

КМИ занимает дуалистическое положение в социуме, поскольку, с одной стороны, он представляет собой долговременную социально-техническую деятельность по созданию, хранению и ретрансляции картографической информации в обществе, что определяет его общественно-историческую сущность. В этом аспекте КМИ имеет высокое интеграционное значение в социуме, поскольку обеспечивает механизм непрерывной регистрации географических сведений и создание географических знаний. С другой стороны, его реализация осуществляется отдельными специализированными коллективами посредством краткосрочных проектов картографической оценки земной поверхности, что определяет его как технологический процесс.

Заключение

Разработана информационная концепция КМИ как методологический комплекс теоретических положений и практических действий по исследованию пространственно-временного развития объектов и территорий на основе феномена картографической информации и закономерностей ее преобразования. Введен новый подход и система понятий для исследования процесса картографирования как формы научной и производственной деятельности, особенности которой обусловлены уровнем информатизации общества и способами преобразования пространственно-координированных сведений в историческом и технологическом аспектах. Предложены новые концептуальные модели отдельных этапов КМИ.

В результате апробирования концепции установлено, что КМИ является социально-техническим процессом, управляемым технологическим и общественно-историческим механизмами. Технологический механизм регулирует в социуме создание КИ и реализует коммуникативную функцию языка карты, общественно-исторический механизм регулирует в социуме использование КИ и реализует познавательную функцию языка карты. Информационная концепция рассматривает принципы коммуникации и познания как приоритетные функции разных этапов картографического исследования пространственно-временной действительности и в полной мере обосновывает механизм отображения параметров территориальных систем от полевой регистрации до приращения нового знания.

В теоретическом аспекте концепция дифференцирует социальную и техническую сферы КМИ и обозначает области его применения как особого способа информационного описания действительности, характеризующегося высокой точностью и надежностью познания. В практическом аспекте концепция раскрывает алгоритм производственной реализации КМИ и устанавливает его модулирующую позицию по упорядочиванию информационных массивов при междисциплинарных исследованиях наук о Земле и космосе.

Список литературы

1. *Берлянт А.М.* Картографический метод исследования [Текст] / А.М. Берлянт. М.: Изд-во МГУ, 1978. 256 с.
2. *Асланикашвили А.Ф.* Метакартография: основные проблемы [Текст] / А.Ф. Асланикашвили. Тбилиси: Мецниереба, 1974. 125 с.
3. *Arnberger E.* Eigenschaften der graphischen Darstellungsmittel. // Kartographische Schriftenreihe. Herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie. 1978. № 3. P. 7–13.
4. *Koláčny A.* Cartographic information – a fundamental concept and term in modern cartography // The Cartographic journal. 1968. V. 6. № 1. p. 47–49.
5. *Робинсон А.* Карта как коммуникационная система [Текст] / А. Робинсон, Б.Б. Петченек. // Картография. Вып. 1. Зарубежные концепции и направления исследований. М.: Прогресс, 1983. С. 34–51.
6. *Бочаров М.К.* Основы теории проектирования систем картографических знаков [Текст] / М.К. Бочаров. М., 1966. 136 с.
7. *Бертен Ж.* Визуальное восприятие и картографическая транскрипция [Текст] / Ж. Бертен // Картография. Зарубежные концепции и направления исследований. М., 1983. Вып.1 С. 76–94.
8. *Лютый А.А.* Язык карты: сущность, система, функции [Текст] / А.А. Лютый. М.: Изд-во ИГ АН СССР, 1988. 290 с.
9. *Берлянт А.М.* Геоинформационное картографирование [Текст] / А.М. Берлянт. М., 1997. 64 с.
10. *Лютый А.А.* Язык карты [Текст] / А.А. Лютый. М.: Знание, 1981. 48 с.
11. *Бешенцев А.Н.* Геоинформационный подход к картографическому методу исследования [Текст] / А.Н. Бешенцев // Геодезия и картография. 2009. № 11. С. 40–43.

12. *Симонов А.В.* Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития [Текст] / А.В. Симонов // ИБ ГИС-Ассоциации: Сб. ст. М.:1996. № 3. С. 54–55.

13. *Бешенцев А.Н.* Об использовании свойств информативности цвета и формы в языке карты [Текст] / А.Н. Бешенцев // География и природные ресурсы. 1996. № 2. С. 121–122

14. Экологический атлас бассейна озера Байкал [Карты]. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.

15. *Розов М.А.* Проблемы эмпирического анализа научных знаний [Текст] / М.А. Розов. Новосибирск: Наука, 1977. 222 с.

Научный доклад

А.Н. Бешенцев

**Информационная концепция
картографического
метода исследования**

Формат 60 x 84/16
Гарнитура Таймс
Усл. печ. л. 1,9. Усл. изд. л. 1,3
Тираж 20 экз.

Издатель – Российская академия наук

Подготовлено к печати
Управлением научно-издательской деятельности РАН

Отпечатано на оборудовании Управления делами РАН

Издано в авторской редакции

Издается в соответствии с распоряжением
президиума Российской академии наук
от 24 октября 2017 г. №10106-765,
распространяется бесплатно.