

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 528.91

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОНЦЕПЦИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ

Андрей Николаевич Бешенцев

Байкальский институт природопользования СО РАН, 670031, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, доктор географических наук, профессор РАН, зав. лабораторией, тел. (3012)43-36-76, e-mail: abesh@mail.ru

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 этапы создания и моделирования картографической информации. Раскрыта сущность информационных постулатов, концептов, процедур и конструктов предлагаемой концепции. Установлена сущность картографического метода исследования как социально-технического процесса, управляемого технологическим и общественно-историческим механизмами. Представлен практический пример создания картографического хранилища векторных данных, раскрыты возможности автоматизированного картографирования на основе хранилища векторных данных, а также пример интерактивного моделирования картографической информации посредством запросов. Предложен пример создания международного геопортала, включающего в себя картографический сервис на открытой платформе, для публикации и распространения картографической информации.

Ключевые слова: картографический метод исследования, картографическая информация, информационная концепция, постулаты, концепты, процедуры, конструкты, механизмы.

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. Таким образом, в картографической науке обозначилась *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.

Предлагаемая 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. Создание информационной концепции не является внутренней потребностью только картографии, а нацелено на решение проблемных аспектов такой широкой области, как территориальная деятельность. При этом очевидно, что разработка такой концепции не может быть осуществлена в отрыве от ранее оформившихся картографических концепций.

Предлагаемый термин «информационная концепция» указывает, что назначение картографии (в отличие от «геоинформационная») – познавать не только земные объекты и процессы, он обосновывает методологическую возможность исследовать поверхности других планет и космических тел. Общепринятые термины «геоинформационная технология» и «геоинформатика» появились в результате возможности формализации аналоговых географических карт в информационной среде. При этом, что вполне естественно, общество имело дело с картами, отображающими земную поверхность. Соответственно, значение терминов было ретранслировано в картографию как «геоинформационное картографирование», «геоинформационное моделирование» и т. п. Когда же речь идет о картографировании других поверхностей, приставка «гео» некорректна. По аналогии, например, при картографировании поверхности Луны, следует говорить о «селеноинформационном картографировании». Поскольку здесь мы имеем дело с совсем другим объектом, существенно отли-

чающимся по физическим характеристикам и, соответственно, по геодезическим параметрам и используемым картографическим проекциям. По нашему мнению, в картографической науке целесообразно конкретизировать понятие «информационная технология в картографическом методе исследования». Поэтому целью предлагаемой статьи является разработка концептуальных основ и методических рекомендаций по использованию КМИ на основе феномена картографической информации и закономерностей ее преобразования.

Концептуализация картографического метода исследования

С начала 1940-х гг. до начала 1960-х гг. XX в. в картографии господствовала модельно-познавательная концепция, опиравшаяся на теорию картоведения, разработанную Н. Н. Баранским [1] и К. А. Салищевым [2] и их многочисленными последователями. Модельно-познавательная концепция делает акцент на познании действительности посредством картографического моделирования, рассматривая карту как образно-знаковую модель действительности [3]. Именно в рамках этой концепции оформилось представление о картографическом методе познания действительности. В метакартографической трактовке познавательной концепции [4] 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 гг. 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 [5], А. Колачный [6], А. Робинсон [7], К. Борд, Дж. Моррисон, И. Кречмер и др.

С начала 1980-х гг. в картографию активно внедряется семиотический подход, результатом которого явилась разработка языковой концепции. Истоки ее прослеживаются в трудах отечественных и зарубежных картографов: М. К. Бочарова [8], Ж. Бертэна [9], А. Ф. Асланикашвили [4], Л. Ратайского. В разработке теории языковой концепции активно участвовали А. А. Лютый [10], 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 1980-х гг. начинается конвергенция концепций на базе становления новой геоинформационной концепции, развиваемой А. М. Берлянтом [11],

И. К. Лурье [12] и др., 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. 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. Сущность информационного подхода в картографическом методе заключается в том, что все пространственные объекты независимо от их размеров, происхождения и физико-химического субстрата регистрируются, кодируются и преобразуются по единым информационным принципам посредством единых информационных процессов. Картографирование рассматривается как система процессов преобразования географических сведений в картографическую форму хранения и моделирования с целью познания мира и решения территориальных задач [13]. При этом важное значение в построении теоретической базы данных процессов приобретают процедуры спецификации и квалификации цифрового картографического отображения [14].

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 при познании земной поверхности, а также поверхностей других планет и космического пространства.

Структура информационной концепции картографического метода исследования

Сущность информационной концептуализации КМИ заключается в выявлении *информационных концептов*, описывающих отдельные этапы картографического исследования как земной поверхности, так и любого другого космического тела, и установлении связи между этими концептами на основе информационных закономерностей. Поскольку предлагаемая концепция разрабатывается на примере картографирования земной поверхности, базовой категорией описания пространственно-временной действительности является «геоинформация». Системообразующим основанием информационных концептов служат *информационные постулаты*, утверждающие понятие картографической ин-

формации (КИ) на последовательных этапах преобразования этой действительности и являющиеся исходными принципами для логических построений и 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 аналоговых и автоматизированных 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 картографическому преобразованию действительности и созданию цифровых моделей-заместителей на основе информационной технологии. Они базируются на опыте и прикладных знаниях соответствующих научно-технических дисциплин и выступают как практические методики создания КИ на каждом этапе ее преобразования. При этом 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 *моделирования и воспроизводства КИ* благодаря отражению меняющейся пространственно-временной действительности непрерывно воспроизводят новую КИ и обеспечивают территориальными 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 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 концепции и обеспечивают взаимосвязь теоретического знания с практической деятельностью. Каждый конструктор фиксирует наблюдаемые сущности конкретного вида картографической деятельности и представляет собой регламентированный процесс оформления конечного информационного продукта.

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

Информационные постулаты

Современный механизм информационно-картографического преобразования пространственно-временной действительности в информационную модель, приемлемую для практического использования, представляет собой 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 информационно-картографического преобразования действительности осуществляется в рамках определенной научно-практической картографической 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 обеспечивают картографические проекции. 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 информационно-картографического преобразования действительности 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 объектными слоями и предназначена для коммуникации пространственных сведений.

Третий этап информационно-картографического преобразования действительности 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. Информация о любых территориальных объектах и процессах, как и материя, не существует вне времени и пространства, она всегда отнесена к некоторой системе отсчета [15]. В геоинформационной технологии такой системой отсчета является геоинформационное поле – векторная модель земного геоида, определенная геодезическими измерениями и локализованная посредством картографической проекции. Поле представляет собой виртуальную базовую плоскость, 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 [16].

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 геодезическими 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, а объекты организуются в разновременные слои.

Таким образом, 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 [17]. 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 смысловое значение. 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 [17], 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 существа 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-технических устройств и выполняемых действий при ее преобразованиях. Познавательный замысел картографического метода реализуют две технологии – *геоинформационного картографирования* и *геоинформационного моделирования*. 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 [18].

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. Таким образом, 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, обновления и распространения в обществе картографических продуктов. 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 интеграционном характере, поскольку они используются министерствами, ведомствами, учреждениями и гражданами при решении различных территориальных 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 масштабом в 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 информационных технологий в картографии и национальной инфраструктуры пространственных данных, расширение области их применения требует внедрения комплекса мероприятий по совершенствованию кадрового

потенциала картографической отрасли [19]. В настоящее время информатизацию и диверсификацию картографической деятельности обеспечивают специалисты, занятые: 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 [20].

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

Информационные процедуры и конструкты

Формализация геоданных территориальных объектов представляет собой процесс однозначного преобразования их метрических и субстанциональных геосвойств в цифровую форму. В полевых условиях регистрация геосвойств объектов осуществляется с помощью топографических съемок, лазерного сканирования, съемок беспилотными летательными аппаратами и глобального позиционирования и др. Субстанциональные характеристики регистрируются геофизическими и геохимическими приборами, посредством отбора проб и т. п. Поскольку большинство современных приборов снабжено приемниками глобального позиционирования, геоданные автоматически локализуются в информационной среде.

В камеральных условиях для регистрации геосвойств используются ДДЗ, ранее изданные топографические и тематические карты, ведомственные пространственные документы. Наиболее распространенной процедурой формализации геоданных является векторизация с последующим созданием топологической модели территории. В результате экспорта векторных данных в информационную среду образуются цифровые тематические слои геообъектов. Процедуры СУБД ГИС позволяют осуществлять ввод, манипулирование, обработку и анализ геоданных, арифметические и логические операции, а также составление итоговых карт.

Кодирование геоданных территориальных объектов представляет собой процесс визуализации их качественно-количественных параметров условными знаками с целью адекватного понимания читателем карты картографируемых процессов и явлений. При кодировании геоданных статичного объекта отображается его одномоментное качественно-количественное состояние, а при кодировании динамики объекта возникает задача отображения развития этого объекта в едином пространстве-времени, что, несомненно, требует использования

более сложных графических моделей. Кроме того, благодаря своему влиянию на жизнедеятельность субъекта, изменения действительности оказывают на него психологическое воздействие посредством специфических характеристик: быстрое – медленное; стабильное – динамичное; опасное – безопасное; старое – новое и т. п. Для отображения информации о динамике интерес представляет система графологического исчисления Ж. Бертена [9], основанная на константах психологического восприятия и позволяющая устанавливать формально-семантическую иерархию отображаемых объектов посредством комбинации графических средств.

На основании экспериментов по психологии визуального восприятия [21] было определено свойство *информативности цвета и формы* графической модели – объем информации, возникающей при анализе субъектом визуальной модели, обусловленный психологическими особенностями восприятия. Было установлено, что степень психологического воздействия на субъект определенной значковой модели связана с объемом информации, который она в себе содержит. Эта информация имеет ассоциативное и генетическое происхождение и не зависит от семантического содержания графознака. Чем сложнее графическая модель, тем большую мысленную работу вынужден проделать субъект, тем сложнее ему выполнить каждую операцию визуального анализа: восприятие, различение, идентификацию, сравнение и запоминание. Информативность графознака зависит от психологических констант: форма, ориентировка, асимметрия, визуальное соответствие закону всемирного тяготения. Если визуальная модель соответствует параметрам психологических констант восприятия человека, то она обладает минимальной информативностью. Простая модель быстрее и легче запоминается, а использование в качестве плана выражения наименее информативных фигур (круг, треугольник, квадрат) усиливает выделение графознаков из информационного текста карты. Круг лучше всего воспринимается как графознак именно по причине наименьшей информативности: он симметричен, не имеет углов, не зависит от закона всемирного тяготения и от расположения фронтальной плоскости. При этом установлено, что наибольшая динамичность геообъекта, наибольшая его мобильность в пространстве-времени, а также наибольшая продолжительность существования одного качества или одного количества (наибольший возраст) объекта ассоциируются человеком с наибольшей информативностью: динамичное – максимально информативное, стабильное – минимально информативное. Такой подход позволяет минимизировать важное противоречие картографии между статическим характером традиционной карты и динамическим состоянием картографируемого пространства [22].

В отношении цветового кодирования геоданных 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, такие, как насыщенность и светлота.

В результате, на основе выявленных психологических констант, была разработана система условных картографических знаков, позволяющая создать знаковые ряды формально-семантической иерархии, где оптимальное количество ступеней шкалы информативности цвета – шесть, формы – от четырех до восьми, в зависимости от используемых параметров и размера модели. Формально-семантический подход при разработке картографических условных знаков устанавливает психологическую взаимосвязь между читателем карты и ее содержанием и обеспечивает оптимальное соответствие плана содержания гео-данных плану выражения их средствами языка карты.

Моделирование КИ представляет собой интерактивный человеко-машинный процесс манипулирования цифровыми картографическими слоями и идеальными картографическими моделями (мысленными картами) с целью получения новой пространственно-временной информации о картографируемых объектах, процессах и явлениях. Основным инструментом геоинформационной технологии для моделирования КИ являются оверлейные операции, обеспечивающие исследование пространственно-временной действительности посредством совмещения множества тематических слоев, описывающих состояние и динамику этой действительности.

В результате оверлейных операций над тематическими слоями создается картографическое хранилище векторных данных, которое состоит из рабочего векторного покрытия и реляционной базы данных (рис. 2). Единая программная среда обеспечивает возможность моделирования КИ на основе общей базы данных для создания необходимых производных слоев и покрытий, посредством манипуляций с элементами содержания. При этом структурная целостность и связность массивов пространственных и атрибутивных данных остается неизменной. Такое программно-управляемое моделирование 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.

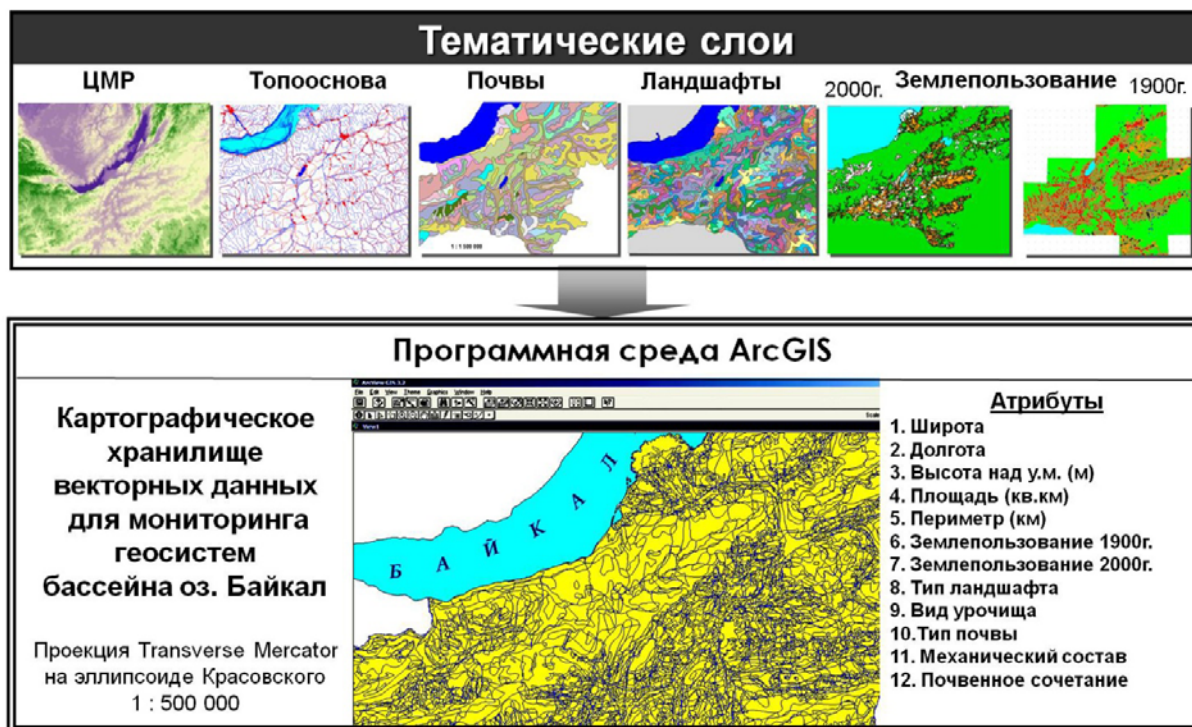


Рис. 2. Создание картографического хранилища векторных данных

Методика использования хранилища векторных данных представляет собой 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. 3).

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 землепользования в границах ландшафтных выделов.

Моделирование КИ осуществляется в интерактивном режиме посредством пользовательских запросов. Например, на запрос «Создать модель динамики распаханности природных ландшафтов бассейнов рек Тугнуй и Куйтунка в XX в.» первым шагом реализации запроса является выбор территории (рис. 4).

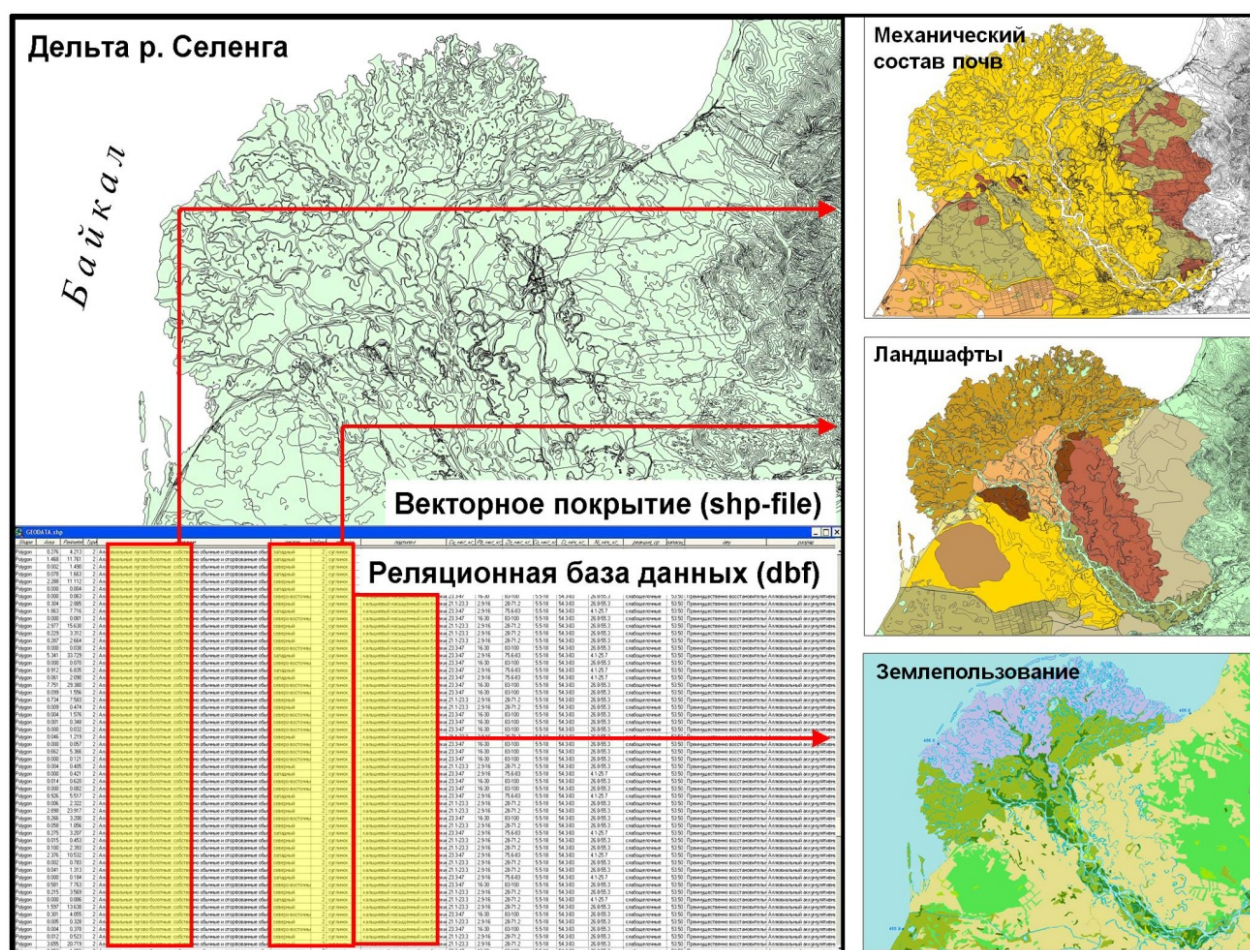


Рис. 3. Пример автоматизированного картографирования на основе хранилища векторных данных

Затем осуществляется выбор объектов моделирования (пашня и ландшафты), ограниченных границами водосборных бассейнов. Затем устанавливаются топологические отношения между этими слоями и выполняется автоматизированная метрическая оценка образовавшихся полигонов. В результате этих операций на покрытии формируется новое картографическое представление, регистрирующее пространственное и количественное состояние моделируемого явления (в данном случае распаханность ландшафтов). При этом картографическая модель характеризует планово-высотные параметры явления, графическая дает качественно-количественную оценку, математическая содержит метрические параметры образовавшихся полигонов (общая площадь ландшафта, площадь пашни по временным срезам, площадь новой пашни, площадь заброшенной пашни).



ЗАПРОС: «Создать модель динамики распаханности ландшафтов бассейнов рек Тугнуй и Куйтунка в XXв.»



Рис. 4. Пример интерактивного моделирования на основе картографического хранилища векторных данных

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 территориальных решений. Кроме того, в условиях глобализации территориальной деятельности обозначилась проблема согласования национальных картографических ресурсов. В первую очередь это касается трансграничных геосистем, разделенных государственными рубежами. Примером такой геосистемы 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 таких территории требует внедрения межгосударственных информационно-телекоммуникационных комплексов, направленных на непрерывное обновление, воспроизводство и распространение КИ.

Примером решения этой задачи является создание российско-монгольского геопортала, который обеспечивает телекоммуникационный доступ к ГИС управления трансграничной территорией и функционирует с применением технологии открытой системы управления контентом Plone (Режим доступа : <http://bic.iwlearn.org>). 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 структура единого банка данных о состоянии окружающей среды. 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» [23], содержащий 142 карты территории природной, социальной и экологической тематики (рис. 5). Для каждой карты помещается ссылка на цифровую версию на картографическом сервисе (Режим доступа : <http://geonode.iwlearn.org>, профиль «baikalgis»), которая представляет собой 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.

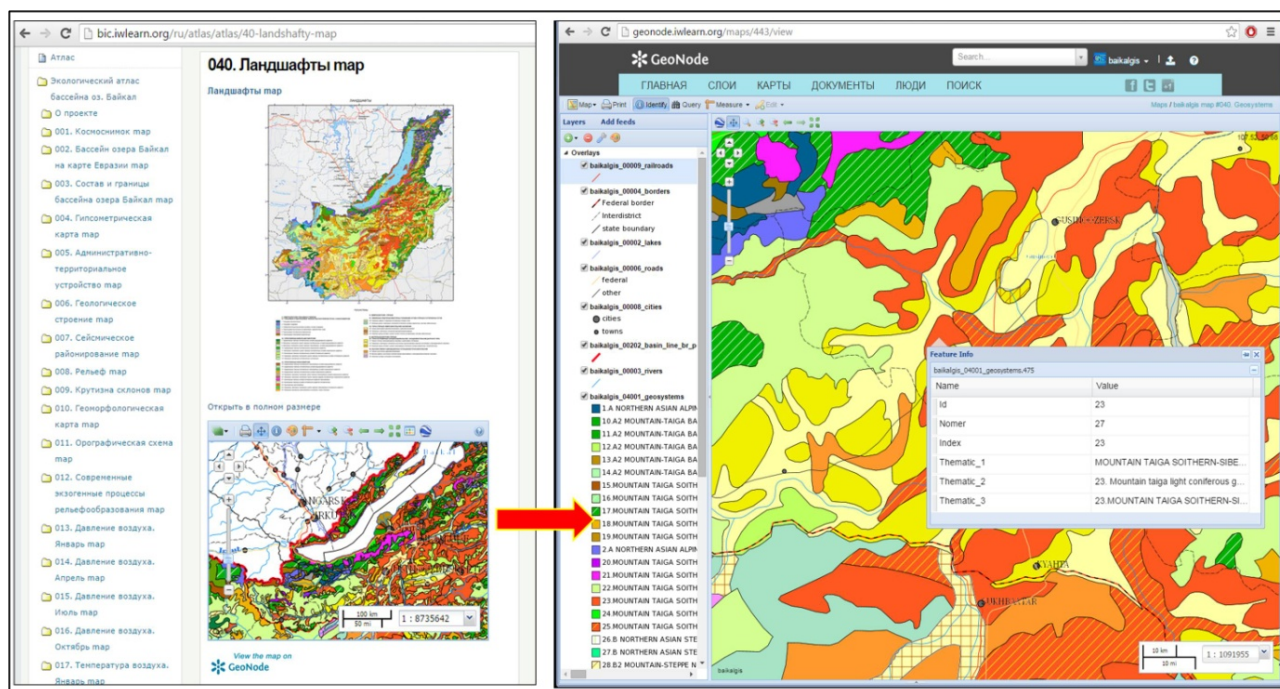


Рис. 5. Пример публикации карты на геопортале

Геопортал имеет социальную ориентацию и безвозмездно обеспечивает все слои населения КИ социально-экономической и экологической информацией о результатах научных и прикладных исследований, а также предоставляет открытую площадку для обмена картографическими ресурсами всем лицам, заинтересованным в устойчивом развитии Байкальского региона.

Информационные механизмы

Эволюция КМИ способствовала формированию стандартных индивидуальных и коллективных действий по регистрации и картографированию используемых объектов и территорий. Создаваемые при этом знания передавались от поколения к поколению в описаниях и в виде образцов деятельности (чертежи, карты и т. п.). Таким образом, в социуме формировалась особая нормативная система как способ существования социальной памяти общества [24], определяющая порядок действий и ретрансляцию опыта по изучению земной поверхности с помощью карт. Развитие нормативной социальной системы КМИ осуществляется посредством *общественно-исторического механизма КМИ* (рис. 6), обеспечивающего организацию целенаправленного поведения участников и 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 новую КИ. При этом сами участники являются носителями знаний, а образцы (картографические модели) являются предметами ретрансляции этих знаний.

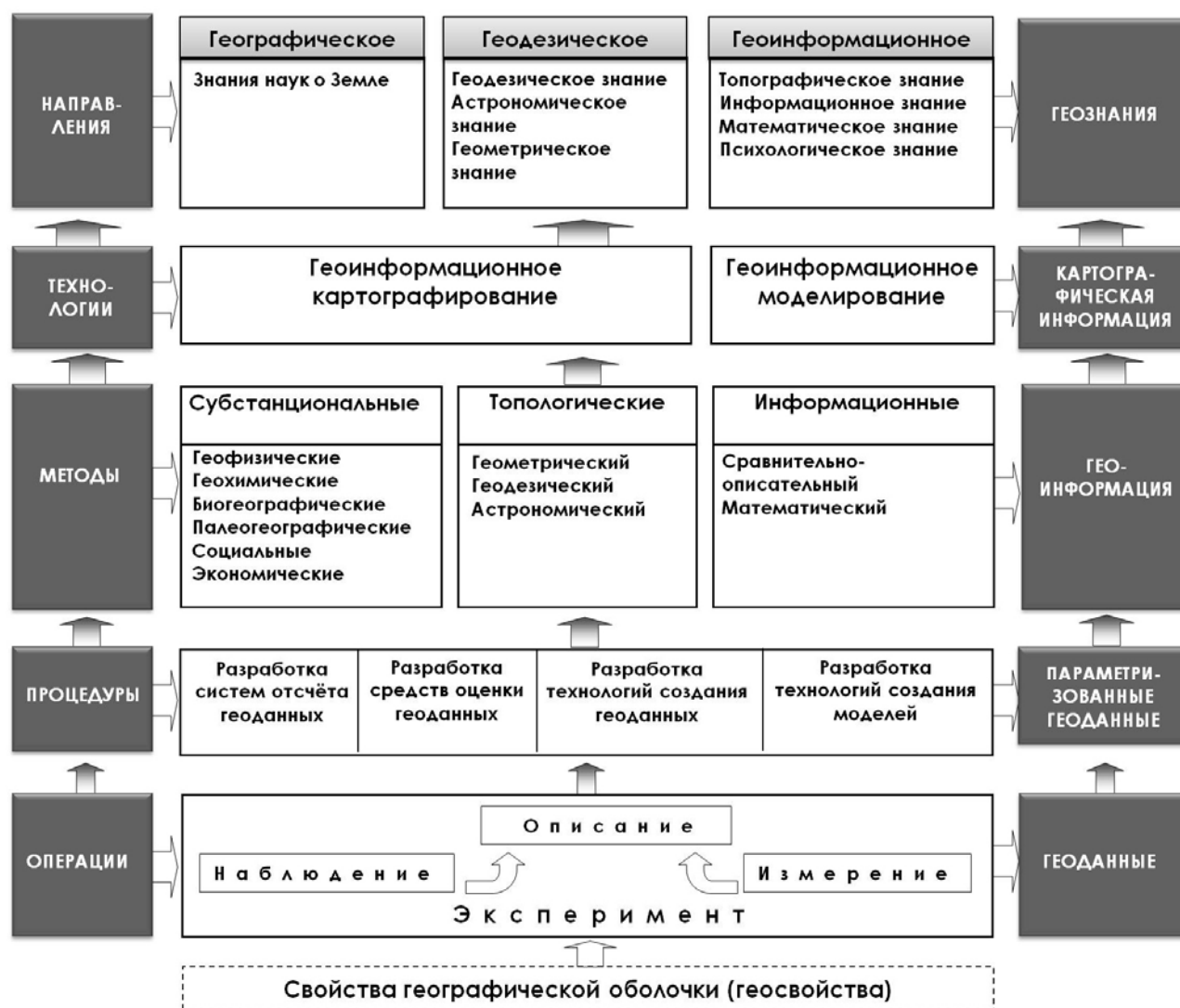


Рис. 6. Общественно-исторический механизм КМИ
(на примере исследования географической действительности)

Эволюция нормативной социальной системы происходила путем последовательной смены технологических укладов [25], сопровождалась появлением технологических уровней КМИ и обусловила переход индивидуальных действий в научно-практическую деятельность по картографированию пространственно-временной действительности. Мотивом этой деятельности является необходимость познания используемой территории и точной регистрации ее пространственных параметров для удовлетворения своих потребностей. Цель этой

деятельности – оптимизация территориальной структуры жизнеобеспечения. Общественно полезным продуктом этой деятельности является КИ, обеспечивающая эффективность территориальных управленческих решений. Она реализуется в новых знаниях, государственных и административных решениях, природохозяйственных и экономических мероприятиях и др. В идеальном виде – это фиксированные в мышлении модели отдельных субъектов, а также региональных, национальных и корпоративных коллективов. В материальном виде – это 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 описывают определенную предметную область КМИ, объекты и закономерности которой отображаются специальным формальным языком и определяют пределы изучения объекта в конкретном исследовании.

Направления общественно-исторического механизма КМИ описывают информационные конструкции высшего порядка (знания) и характеризуются спецификой процедур и методов, а также особенностями промежуточных и итоговых результатов. Социальное развитие направлений сопровождается организацией специальных научно-исследовательских и производственных учреждений, а также 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 геоданных, процедуры обеспечивают их объективную параметризацию и закрепление в социуме, а также разработку наиболее эффективных технологий их создания и хранения. Методы решают задачи создания геоинформации как фундаментальной категории отдельной предметной области действительности. Технологии обеспечивают создание и использование КИ как фундаментальной категории описания и опосредованной визуализации действительности. Связи между технологиями, методами, процедурами и операциями объективированы состоянием научно-технического развития общества.

Технологический механизм КМИ представляет собой совокупность функционирующих программно-технических устройств и интеллектуальных действий по созданию и использованию КИ в программной среде для регистрации и картографирования объектов пространственно-временной действительности (рис. 7).



Рис. 7. 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 КИ в обществе, что определяет его общественно-историческую сущность. В этом аспекте КМИ имеет высокое интеграционное значение в социуме, поскольку обеспечивает механизм непрерывной регистрации пространственно-временных сведений и создание территориальных знаний. С другой стороны, его реализация осуществляется отдельными специализированными коллективами посредством краткосрочных проектов картографической оценки земной поверхности, что определяет его как технологический процесс.

Заключение

Предлагаемая информационная концепция КМИ представляет собой методологический комплекс теоретических положений и практических действий по исследованию пространственно-временного развития объектов и территорий на основе феномена КИ и закономерностей ее преобразования. Кроме того, концепция устанавливает систему 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.

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 moderирующую позицию по упорядочиванию информационных массивов при междисциплинарных исследованиях наук о Земле и космосе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранский Н. Н. Экономическая география. Экономическая картография. – М. : Изд-во Географгиз, 1956. – 368 с.
2. Салищев К. А. Картоведение. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 406 с.
3. Берлянт А. М. Картографический метод исследования. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – 256 с.
4. Асланикашвили А. Ф. Метакартография: основные проблемы. – Тбилиси : Изд-во Мецниереба, 1974. – 125 с.
5. Arnberger E. Eigenschaften der graphischen Darstellungsmittel // Kartographische Schriftenreihe. Herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie. – 1978. – № 3. – P. 7–13.
6. Kolácný A. Cartographic information – a fundamental concept and term in modern cartography // The Cartographic journal. – 1968. – Vol. 6, № 1. – P. 47–49.

7. Робинсон А., Петченек Б. Б. Карта как коммуникационная система // Картография. Зарубежные концепции и направления исследований. – М. : Прогресс, 1983. – Вып. 1. – С. 34–51.
8. Бочаров М. К. Основы теории проектирования систем картографических знаков. – М. : Изд-во Недра, 1966. – 136 с.
9. Бертен Ж. Визуальное восприятие и картографическая транскрипция // Картография. Зарубежные концепции и направления исследований. – М., 1983. – Вып. 1 – С. 76–94.
10. Лютый А. А. Язык карты. – М. : Знание, 1981. – 48 с.
11. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 64 с.
12. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. – М. : Изд-во КДУ, 2008. – 424 с.
13. Бешенцев А. Н. Информационная концепция картографического мониторинга гео-систем: дисс. ... д-ра геогр. наук. – Иркутск, 2013. – 281 с.
14. Матерук А. Ю., Топчилов М. А. Спецификация и квалификация цифрового картографического отображения (обоснование приоритетов исследований) // Вестник СГГА. – 2001. – Вып. 6. – С. 93–97.
15. Вовк И. Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2001. – Вып. 14. – С. 69–75.
16. Бешенцев А. Н. Геоинформационный подход к картографическому методу исследования // Геодезия и картография. – 2009. – № 11. – С. 40–43.
17. Лютый А. А. Язык карты: сущность, система, функции. – М. : Изд-во ИГ АН СССР, 1988. – 290 с.
18. Бешенцев А. Н. Геоинформационная концепция картографического метода исследования // Геодезия и картография. – 2011. – № 9. – С. 31–37.
19. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. Стратегические направления развития топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 5–23.
20. Симонов А. В. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития // ИБ ГИС-Ассоциации : сб. статей. – 1996. – № 3. – С. 54–55.
21. Бешенцев А. Н. Об использовании свойств информативности цвета и формы в языке карты // География и природные ресурсы. – 1996. – № 2. – С. 121–122.
22. Лисицкий Д. В., Комиссарова Е. В., Колесников А. А. Теоретические основы и особенности мультимедийной картографии // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 72–87.
23. Экологический атлас бассейна озера Байкал. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 145 с.
24. Розов М. А. Проблемы эмпирического анализа научных знаний. – Новосибирск : Изд-во Наука, 1977. – 222 с.
25. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып 2 (22). – С. 8–16.

Получено 22.12.2017

© А. Н. Бешенцев, 2018

SCIENTIFIC BASIS OF THE INFORMATION CONCEPT CARTOGRAPHIC RESEARCH METHOD

Andrei N. Beshentsev

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670031, Russia, Ulan-Ude, 6 Sakhyanovoy St., Dr. Sc., Professor of RAS, Head of laboratory, phone: (3012)43-36-76, e-mail: abesh@mail.ru

In the article executed the analysis of existing theoretical concepts in cartography. Presented the results of development of a new concept of cartographic method based on the phenomenon of cartographic information and its transformation. Proposed the structure of the concept, describe the stages of creation and modeling of cartographic information. Presented the essence of information postulates, concepts, procedures and constructs of the proposed concept. Established the essence of the cartographic method of research as a socio-technical process, which manage the technological and socio-historical mechanisms. Presented a practical example of creating a map store vector data, revealed the possibility of automated mapping based on the store of vector data, and an example interactive simulation of cartographic information through queries. Proposed the example of creating an international geoportal, which includes a cartographic service on open platform for the publication and dissemination of cartographic information.

Key words: cartographic method of research, cartographic information, information concept, postulates, concepts, procedures, constructs, mechanisms.

REFERENCES

1. Baranskiy, N. N. (1956). *Ekonomicheskaya geografiya. Ekonomicheskaya kartografiya. [Economic geography. Economic cartography]*. Moscow: Geografiz Publ. [in Russian].
2. Salischev, K. A. (1982). *Kartovedenie [Cartography]*. Moscow: MGU Publ. [in Russian].
3. Berlyant, A. M. (1978). *Kartograficheskiy metod issledovaniya [The cartographic method of research]*. Moscow: MGU Publ. [in Russian].
4. Aslanikashvili, A. F. (1974). *Metakartografiya: osnovnyie problemy. [Metacartography: the main problems]*. Tbilisi: Metsniereba Publ. [in Russian].
5. Arnberger, E. (1978). Properties of cartographic representations. *Kartograficheskaya seriya. Izdaetsya Shveytsarskim obshchestvom kartografii [Cartographic Series. Published by the Swiss Society of Cartography]*, 3, 7–13 [in German].
6. Kolachnyi, A. (1968). Cartographic information – a fundamental concept and term in modern cartography. *Kartograficheskiy zhurnal [Cartographic Journal]*, 6(1), 47–49.
7. Robinson, A., & Petchenek, B. B. (1983). The map as communication system. *Kartografiya. Zarubezhnyie kontseptsii i napravleniya issledovaniy [Cartography. Foreign Concepts and Research Areas]*, 1, 34–51 [in Russian].
8. Bocharov, M. K. (1966). *Osnovyi teorii proektirovaniya sistem kartograficheskikh znakov [Fundamentals of the theory of designing systems of cartographic signs]*. Moscow: Nedra Publ. [in Russian].
9. Berten, Zh. (1983). Visual perception and cartographic transcription. *Kartografiya. Zarubezhnyie kontseptsii i napravleniya issledovaniy [Cartography. Foreign Concepts and Research Areas]*, 1, 76–94 [in Russian].
10. Lyutyiy, A. A. (1981). *Yazyik kartyi [The map language]*. Moscow: Znanie Publ. [in Russian].
11. Berlyant, A. M. (1997). *Geoinformatsionnoe kartografirovanie [The geoinformation mapping]*. Moscow: MGU Publ. [in Russian].
12. Lure, I. K. (2008). *Geoinformatsionnoe kartografirovanie [The geoinformation mapping]*. Moscow: KDU Publ. [in Russian].

13. Beshentsev, A. N. (2013). Informacionnaja koncepcija kartograficheskogo monitoringa geosistem [Information concept of cartographic monitoring of geosystems]. *Doctor's thesis*. Irkutsk [in Russian].
14. Materuk, A. Yu., & Topchilov, M. A. (2001). Specification and qualification of digital cartographic mapping (justification of research priorities). *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 6, 93–97 [in Russian].
15. Vovk, I. G. (2001). Modeling in applied geoinformatics. *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 14, 69–75 [in Russian].
16. Beshentsev, A. N. (2009). The geoinformation approach to the cartographic method of research. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 11, 40–43 [in Russian].
17. Lyutyiy, A. A. (1988). *Yazyik kartyi: suschnost, sistema, funktsii [Map language: entity, system, functions]*. Moscow: IG AN SSSR Publ. [in Russian].
18. Beshentsev, A. N. (2011). Geoinformation concept of the cartographic method of research. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 9, 31–37 [in Russian].
19. Vasilev, I. V., Korobov, A. V., & Pobedinskiy, G. G. (2015). Strategic directions of development of topographic and geodetic and cartographic support of the Russian Federation. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 2(30), 5–23 [in Russian].
20. Simonov, A. V. (1996). Geoinformation education in Russia: problems, directions and opportunities for development. *IB GIS-Assotsiatsii [IB GIS-Association]*, 3, 54–55 [in Russian].
21. Beshentsev, A. N. (1996). On the use of properties of the informative nature of color and form in the map language. *Geografiya i prirodnyie resursyi [Geography and Natural Resources]*, 2, 121–122 [in Russian].
22. Lisitskiy, D. V., Komissarova, E. V., & Kolesnikov, A. A. (2017). Theoretical bases and features of multimedia cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(3), 72–87 [in Russian].
23. Plusnin, V. M. (Ed.). (2015). *Ekologicheskiy atlas basseyna ozera Baykal [Ecological Atlas of the Lake Baikal Basin]*. Irkutsk: Institute of Geography SB RAS Publ. [in Russian].
24. Rozov, M. A. (1977). *Problemyi empiricheskogo analiza nauchnyih znaniy [Problems of the empirical analysis of scientific knowledge]*. Novosibirsk: Nauka Publ. [in Russian].
25. Lisitskiy, D. V. (2013). Perspectives of the development of cartography: from the system "Digital Earth" to the system of virtual georeality. *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 2(22), 8–16 [in Russian].

Received 22.12.2017

© A. N. Beshentsev, 2018