

15. *Popovnin V.V.* Sovremennay evoluciy lednikov Zemli [Modern evolution of the Earth's glaciers], Sovremennye globalnye izmeneniya prirodnoy sredi [Today's global environmental changes]. T. 1. M.: Nauchnyy mir, 2006. Pp. 507–577.
  16. *Preobrazhenskiy V.S.* Kodarskiy lednikoviy raion [Kodar glacial area]. M.: Izd-vo AN SSSR, M., 1960, 64 p.
  17. Rukovodstvo po sostavleniyu Kataloga lednikov SSSR [Guidelines for the Catalogue of glaciers of USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 154 p.
  18. *Suslov S.P.* Fizicheskaya geografiya SSSR. Aziatskaya chast [Physical geography of the USSR. The Asian part]. 2nd ed. M.: Uchpedgiz, 1954. 699 p.
  19. *Kitov A.D., Kovalenko S.N., Plyusnin V.M., Suvorov E.G.* Modern changes of high altitude landscapes and glaciation in Southern Siberia (Russia) on the example of the East Sayan Mountains. Environmental Earth Sciences, 2015, vol. 74, iss. 3, Pp. 1931–1946. DOI 10.1007/s12665-015-4455-y.
  20. *Osipov E.Y., Osipova O.P.* Mountain glaciers of southeast Siberia: current state and changes since the Little Ice Age. Ann Glaciol, 2014, 55 (66), p. 167–176. doi: 10.3189/2014AoG66A135.
  21. *Osipov E.Y., Osipova O.P.* Glaciers of the Levaya Sygkta River watershed, Kodar Ridge, southeastern Siberia, Russia: modern morphology, climate conditions and changes over the past decades. 2015, vol. 74, iss. 3, p. 1969–1984. doi:10.1007/s12665-015-4352-4
  22. *Stepanova O.G., Trunova V.A., Zvereva V.V., Melgunov M.S., Fedotov A.P.* Reconstruction of glacier fluctuations in the East Sayan, Baikalsky and Kodar Ridges (East Siberia, Russia) during the last 210 years based on high-resolution geochemical proxies from proglacial lake bottom sediments. Environ Earth Sci., 2015, vol. 74, iss. 3, p. 2029–2040. DOI 10.1007/s12665-015-4457-9.
  23. *Stokes C.R., Shahgedanova M., Evans I.S., Popovnin V.V.* Accelerated loss of alpine glaciers in the Kodar Mountains, south-eastern Siberia. Glob Plan Change, 2013, 101, Pp. 82–96. doi:10.1016/j.gloplacha.2012.12.010.
  24. *Shahgedanova M., Popovnin V., Aleynikov A., Stokes C.R.* Geodetic mass balance of Azarova Glacier, Kodar mountains, eastern Siberia, and its links to observed and projected climatic change. Ann Glaciol, 2011, 52 (58), p. 129–137. doi:10.3189/172756411797252275.
  25. WEBGEO (2015) <http://www.webgeo.ru/index.php?r=47&id=38>.
- 

УДК 528.92

А.Н. Бешенцев<sup>1</sup>

## ИНФРАСТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА: РАЗМЕЩЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

**Резюме.** В работе рассмотрена инфраструктура пространственных данных (ИПД) как особое географическое явление современного информационного общества. Выполнен географический анализ компонентов ИПД, предложены способы их картографирования. Представлена карта ИПД Байкальского региона и дана сравнительная оценка обеспеченности отдельных субъектов РФ информационными ресурсами.

**Ключевые слова:** инфраструктура пространственных данных, Байкальский регион, компоненты ИПД, картографирование.

**Введение.** Для организации информационного взаимодействия в нашей стране создаётся инфраструктура пространственных данных (ИПД) – информационно-телекоммуникационная

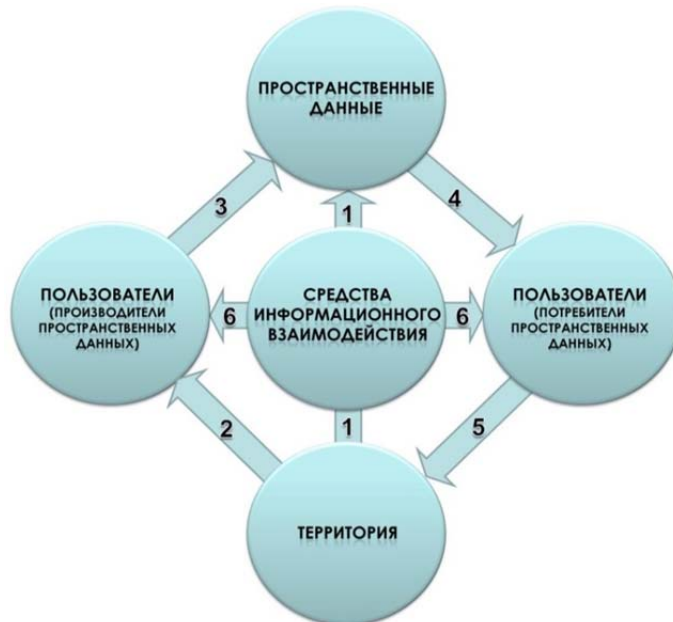
---

<sup>1</sup> Байкальский институт природопользования СО РАН, лаборатория геоинформационных систем, Улан-Удэ, 670047, Россия, заведующий, проф. РАН, докт. геогр. н.; e-mail: abesh@mail.ru.

система, обеспечивающая доступ населения и органов государственной власти к ресурсам пространственных данных, а также распространение и обмен данными в целях повышения эффективности их производства и использования [1]. Развитие ИПД является следствием информатизации территориальной деятельности общества и представляет собой особое географическое явление, которое характеризуется наличием специфических природных и антропогенных объектов, виртуальной географической среды и геоинформационных ресурсов, а также территориальных процессов взаимодействия пользователей и перемещения ресурсов в пределах освоенного околоземного пространства. Надёжное управление этим явлением современного информационного общества требует точной и оперативной инвентаризации информационных центров, телекоммуникационных магистралей, базовых пространственных объектов, геокодирования участников взаимодействия и т.п. Решение этих задач обеспечит картографическая регистрация компонентов ИПД и пространственно-временной анализ их развития. Кроме того, картографическая оценка природных и социально-экономических условий размещения ИПД позволит установить физико-географические особенности локализации её компонентов и выполнить прогнозное моделирование их проектирования.

**Материал и методы исследований.** Оценка размещения ИПД на территории Байкальского региона выполнена посредством картографического метода исследования на базе геоинформационной технологии. В качестве основных материалов использованы топографические и тематические карты, материалы интернет-провайдеров, материалы из открытых источников. Картографирование ИПД и выявление физико-географических особенностей размещения её компонентов выполнено в геоинформационной среде ArcGIS.

Теоретический анализ современного состояния ИПД позволяет сделать вывод, что она представляет собой территориально распределённую систему пользователей, массивов пространственных данных (ПД), программно-технических средств взаимодействия и информационных потоков между ними (рис. 1).



**Рис. 1.** Компоненты и информационные потоки ИПД.

Информационные потоки: – 1 автоматическое создание геоданных (метеостанции, посты мониторинга, спутники и т.п.); 2 полуавтоматическое создание геоданных (полевые работы и т.п.); 3 создание и публикация ПД (картографирование, ГИС, базы геоданных); 4 использование ПД (справочное, образовательное и т.п.); 5 решение территориальных задач (управление, реагирование на ЧС, хозяйственное освоение и т.п.); 6 информационный обмен

*Пользователи.* Размещение объектов ИПД во многом определяется заселённостью территории, а именно сосредоточением значительного количества субъектов, участвующих в процессе

создания, распространения и использования геоинформационных ресурсов. Таким образом, материально-виртуальной базой ИПД являются люди – субъекты информационного взаимодействия в лице активных пользователей, организаций, сообществ и государств. Именно от их экономической мотивации и активности по созданию и использованию ПД, внедрению средств информационного взаимодействия, строительству телекоммуникационных магистралей и зависит состояние ИПД и доступ населения к его составляющим. Каждый пользователь, включаясь в процесс создания-использование ПД, становится участником информационного взаимодействия и субъектом локальной, либо глобальной ИПД. Кроме того, регистрация своих координат с помощью приёмников глобального позиционирования, определяет любого пользователя как объект картографирования и позволяет создавать и публиковать индивидуальные пространственные данные.

Пользователи, ресурсы и средства информационного взаимодействия сосредоточены в населённых пунктах, причём объём и предметная специфика информационных ресурсов, а также количество средств информационного взаимодействия обусловлены количеством и деятельностью пользователей. Эта особенность пространственного размещения определяет крупные административные и экономические центры как системообразующие узлы ИПД. В этих населённых пунктах сосредоточены основные государственные и академические учреждения, органы управления территориальным развитием, они обладают высоким научным и производственным потенциалом, развитой инфраструктурой и технологическими инновациями. Наличие этих условий определяет такие населённые пункты как центры производства и потребления ПД и обеспечивает механизм связи и информационного взаимодействия посредством телекоммуникационных систем. Именно в крупных населённых пунктах формируется рынок информационных продуктов и услуг как экономическая основа современной ИПД.

*Пространственные данные.* Современное состояние ИПД позволяет сделать вывод, что её информационную основу составляют сайты субъектов, организаций и сообществ, а также тематические порталы (социальные, правительственные, ведомственные и т.п.), некоторые из них обеспечены картографическими сервисами и приложениями. Транзакционная активность любого ВЕБ-узла обусловлена актуальностью публикуемых ресурсов для решения широкого круга территориальных задач. Наибольшей востребованностью характеризуются базовые пространственные данные – цифровые и растровые топографические карты, цифровые модели рельефа, планы, космоснимки и т.п. На основании выборочного анализа сайтов географической тематики можно сделать вывод, что основной объём геоинформационных ресурсов опубликован в текстовых форматах и представляет физико-географические описания, научные и популярные статьи. Ресурсы в графических форматах (графики, диаграммы, карты, космоснимки и т.п.) составляют около 8%, ресурсы в геоинформационных моделях (векторные объекты, grid-покрытия и т.п.) – менее 1%. Как правило, все информационные ресурсы создаются на национальных языках пользователей конкретного региона и дублируются на английском языке, что обеспечивает к ним широкий доступ мирового сообщества.

Источниками ПД являются регистрируемые и описываемые географические объекты и процессы. В первую очередь это базовые пространственные объекты (БПО) – однозначно идентифицируемые пространственные объекты, отличающиеся устойчивостью пространственного положения во времени и служащие основой позиционирования иных пространственных объектов [2]. Пространственные данные о БПО являются основой для удостоверения местоположения и топологических связей других пространственных объектов. Все БПО представляют устойчивые физико-географические образования, однозначно регистрируются в аналоговых документах и информационных системах и характеризуются высокой позиционной точностью и наличием правовой защиты от искажения.

Размещение ПД осуществляется в территориально определённых национальных серверных зонах. Таким образом, по пространственному размещению ПД подразделяются на внутренние – размещённые на национальных серверах и являющиеся продуктом и собственника территории, так и внешними – производимыми и публикуемыми другими странами. Такое положение дел ставит вопросы об информационном суверенитете географической территории, и возможностью манипулирования мировым общественным мнением провоцирует возможность искажения образа в глазах мирового сообщества.

Полезность и востребованность ПД определяется их значением при решении конкретной территориальной задачи. Процесс «создание-использование геоинформационных ресурсов» осуществляется под влиянием требований пользователей: с одной стороны – как производителей ресурсов (форматы, классификации и т.п.), а с другой – как потребителей ресурсов (наглядность, обзорность, язык представления и т.п.).

*Средства информационного взаимодействия* представляют собой различного рода устройства ввода и вывода геоданных, программное обеспечение и микропроцессорное оборудование, которые объединены посредством телекоммуникационных магистралей, специальных каналов связи, коммуникационного оборудования и спутников связи.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Региональная специфика ИПД определяется природными и социально-экономическими условиями занимаемого физико-географического пространства, масштабом и специализацией хозяйственных систем, сферами деятельности, уровнем развития технологий, количеством заинтересованных организаций и способами информационного представления деятельности. Особое положение занимают трансграничные территории, дифференцированные государственными рубежами. Информационные ресурсы на эти территории ограничены законодательными документами, имеют различную точность привязки, специальные форматы, не унифицированы, а иногда и противоречивы. Использование различных технических решений и отсутствие общей концепции строительства ИПД для таких территорий сдерживает развитие ИПД и её интеграцию в глобальное информационное пространство. Одной из таких геосистем является трансграничный бассейн оз. Байкал, на пространстве которого расположены территории четырёх субъектов России и значительная часть Монголии. Анализ информационной обеспеченности трансграничной российско-монгольской территории позволяет сделать вывод, что если для России приграничные территории являются периферией в информационном отношении, то для Монголии эта территория представляет информационный центр, характеризующий экономическую и социальную значимость региона (рис.2).

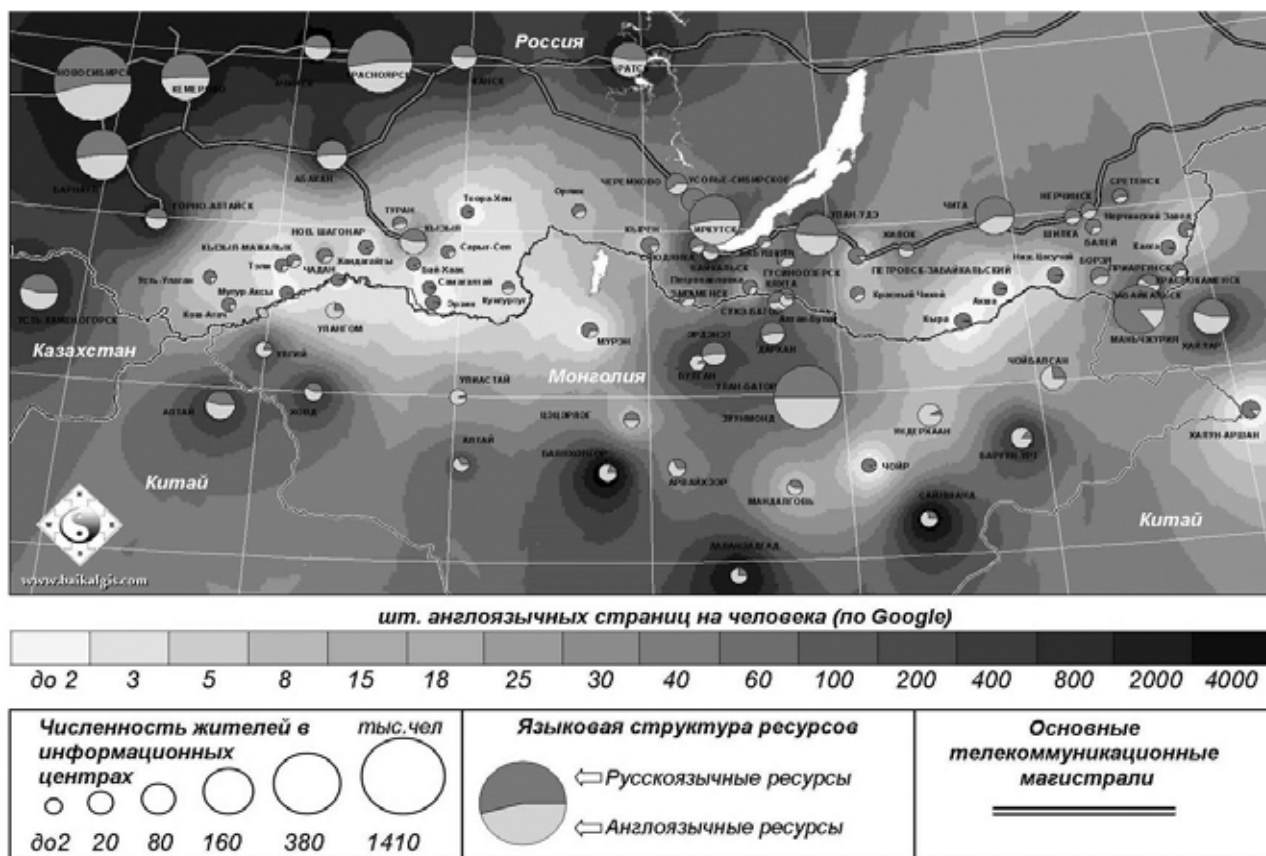


Рис. 2. Компоненты ИПД Байкальского региона

Территория неравномерно обеспечена информационными ресурсами и в этом аспекте можно выделить три участка.

1. Республика Тыва – низкий уровень обеспеченности информационными ресурсами (50–100 доменов), равномерная обеспеченность русскоязычными и англоязычными ресурсами (административной, исторической, географической тематики).

2. Республика Бурятия – высокий уровень обеспеченности информационными ресурсами (600–800 доменов), неравномерно, с максимумом в районе международного перехода и железной дороги (административной, экономической, исторической, географической тематики). Максимумы обеспеченности русскоязычными ресурсами экономических центров Дархан и Эрдэнэт свидетельствуют об активном хозяйственном взаимодействии с российскими субъектами. Максимумы обеспеченности англоязычными ресурсами этих же центров свидетельствует о высоком значении и интересе к этой территории мирового сообщества.

3. Забайкальский край – средний уровень обеспеченности ресурсами (300–450 доменов), равномерно вплоть до российско-китайской границы (административной, исторической, географической тематики). Низкий уровень обеспеченности англоязычными ресурсами.

Как объект картографирования ИПД представляет собой линейно-узловую пространственную структуру, которая дублирует сложившуюся селитебную и транспортно-коммуникационную инфраструктуру территории. Картографирование компонентов ИПД осуществляется на основе сложившегося масштабного ряда, установленной планово-высотной точности локализации объектов, традиционных способов картографического изображения, правил генерализации. При этом, актуальными являются вопросы картографирования качественно-количественных показателей этого явления, картометрической оценки отдельных характеристик, правил семиотического отображения картографируемых объектов.

Картографическая оценка пользователей, их образования, половозрастной состав и т.д. осуществляется по правилам картографирования населения. Основная масса пользователей сосредоточена в населённых пунктах – узлах ИПД, картографирование которых, в зависимости от масштаба, осуществляется либо способом значков, либо способом ареалов. Картографическая оценка обеспеченности пользователей и территорий геоинформационными ресурсами осуществляется с помощью способов картограмм, картодиаграмм, изолиний. Средства информационного взаимодействия отображаются точечными либо линейными знаками.

ПД, средства взаимодействия и телекоммуникационная инфраструктура, так или иначе, связаны с деятельностью социума, следовательно, картографическая оценка этих компонентов осуществляется посредством определения обеспеченности пользователей и территории информационными, электронными и коммуникационными составляющими ИПД по единицам территориально-административного деления. Картографирование обеспеченности населения средствами информационного взаимодействия осуществляется точечным способом, диаграммами, качественным либо количественным фоном. Обеспеченность населения и территории этим компонентом ИПД картографируется, как правило, с помощью картограмм и количественного фона по единицам территориально-административного деления. Например, при оценке геоинформационных ресурсов конкретной территории такой величиной будет среднее количество описывающих ресурсов (баз данных, страниц, доменов) на одного жителя, а при оценке средств информационного взаимодействия такой величиной будет среднее количество компьютеров с ВЕБ-доступом на одного жителя либо на 1 км<sup>2</sup> территории. Обеспеченность населения и территории этим компонентом ИПД картографируется, как правило, с помощью картограмм и количественного фона.

**Выводы.** При образовании трансграничных социально-экономических структур помимо продуктов производства в обмен вступают информационные продукты и услуги. Обмен информацией и другие виды информационной активности приграничных хозяйствующих субъектов являются основой успешного экономического и природоохранного взаимодействия. В этих условиях возникает необходимость формирования межгосударственной ИПД, обеспечивающей «информационное соседства», то есть такое состояние территории, при котором складываются

новые формы сотрудничества и взаимоотношений приграничных субъектов, характеризующиеся интеграцией пользователей, ресурсов, технологий, инфраструктуры и национальных интересов. Для этого необходима реализация первоочередных мероприятий такого соседства:

- создание общих телекоммуникационных узлов;
- разработка и внедрение единых принципов и правил организации баз пространственных данных;
- использование единой топографической основы и системы показателей (по предметным областям), единых форматов представления данных;
- равнодоступность субъектов к открытым информационным ресурсам и их правовое равенство;
- свободное вхождение в мировое информационное пространство и обеспечение национального информационного суверенитета.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных РФ распоряжение Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-р.
2. ГОСТ Р 53339 2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования». М.: Стандартинформ, 2009. 11 с.
3. ГОСТ Р 52438 2005 «Географические информационные системы. Термины и определения». М.: Стандартинформ, 2006. 11 с.

---

**A.N. Beshentsev<sup>1</sup>**

### **SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF THE BAIKAL REGION: PLACEMENT AND MAPPING**

***Abstract.** Spatial data infrastructure (SDI) is created for the organization of information exchange in the country. SDI is the information-telecommunication system that provides access to the public and government authorities to spatial data resources, as well as the dissemination and exchange of data in order to improve the efficiency of their production and use [1]. SDI development is the result of society territorial activities informatization and represents a specific geographical phenomenon, which is characterized by the presence of specific natural and man-made structures, the virtual geographical environment and geoinformation resources and territorial processes of users interaction and movement of resources within the near-earth space.*

*Reliable management of this phenomenon of the modern information society requires accurate and timely inventory data centers, telecommunication highways, reference features, geocoding of interaction participants, etc. A cartographic registration of SDI components and spatio-temporal analysis of their development will provide solution to these problems.*

*In addition, mapping assessment of natural, social and economic conditions of accommodation SDI will establish physical and geographical features of the localization of its objects and will perform predictive modeling of their design.*

**Key words:** *Spatial data infrastructure, Baikal region, SDI components, mapping.*

## REFERENCES

1. Kontseptsiya sozdaniya i razvitiya infrastrukturyi prostranstvennyih dannyih RF rasporyazhenie Pravitelstva RF ot 21 avgusta 2006 g. [The concept of creation and development of

---

<sup>1</sup> Baikal Institute of Nature Management SB RAS, laboratory of geoinformation systems, Ulan-Ude, 670047, Russia, head, professor of RAS; e-mail: abesh@mail.ru.

spatial data infrastructure of the Russian Federation decree of the RF Government dated 21 August 2006] № 1157-р.

2. GOST R 53339 2009 «Dannyye prostranstvennyye bazovyye. Obschie trebovaniya» [«Spatial Data base. General requirements»]. M.: Standartinform, 2009. 11 p.

3. GOST R 52438 2005 «Geograficheskie informatsionnyye sistemy. Terminy i opredeleniya» [«Geographic information system. Terms and definitions»]. M.: Standartinform, 2006. 11 p.

---

УДК 004.4:519.6:574.5

А.А. Кадочников<sup>1</sup>, О.Э. Якубайлик<sup>2</sup>

## ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БАСЕЙНА Р. ЕНИСЕЙ

***Резюме.** В работе рассматриваются вопросы формирования проблемно-ориентированной геоинформационной системы бассейна р. Енисей на основе междисциплинарных научных исследований. Создание системы, в которой будут собраны и систематизированы сведения о его речной сети, обеспечит возможность проведения анализа и моделирования гидрологических процессов, различных природных и природно-техногенных явлений, качественной и количественной оценки водных ресурсов, экологического состояния. Методической основой разработки является формируемая региональная система показателей устойчивого природопользования. Разработка создается в сервис-ориентированной парадигме на основе геопортальных технологий, средств интерактивной веб-картографии, системы распределенного хранения и обработки данных. Основное внимание в настоящей статье уделяется проблемам формирования программно-технологического обеспечения, особенностям реализации программных компонент веб-ГИС, вопросам эффективной обработки и представления геопространственных данных.*

***Ключевые слова:** геоинформационная система, бассейн р. Енисей, геопортал, геопространственные данные, веб-картография, веб-приложение, картографический сервис, тайловая подложка, веб-шаблон.*

**Введение.** Несмотря на то, что история ГИС насчитывает уже более полувека, интенсивное развитие геоинформационных технологий началось не более 20 лет назад, когда началось массовое использование персональных компьютеров и появились первые общедоступные полнофункциональные ГИС. Уже на первых этапах своего развития ГИС формировались как интегрированные программные комплексы, быстро реагирующие на изменения в области информационных технологий и ориентированные на решение широкого круга задач по обработке разнородной пространственной информации [1]. В последнее десятилетие, с развитием технологий Интернета «веб 2.0» – веб-сервисов и мешапов, асинхронной загрузки данных веб-страницей (AJAX), методов распространения информации на основе веб-синдикации (RSS, GeoRSS), сервисов кооперативного формирования данных пользователями, тегов, блогов и социальных сетей – начался новый этап эволюции ГИС, основанный на широком внедрении и использовании стандартов на пространственные данные, инфраструктуры пространственных данных [2–3]. Основные исследования и разработки связаны сегодня с технологиями создания распределенных ГИС – интерактивных онлайн-картографических сервисов и геопорталов, применении облачных вычислений и GRID-технологий для организации коллективного использования и обработки геопространственных данных [4–5]. В этом контексте геоинформационная система бас-

---

<sup>1</sup> Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, 660036, Россия, Академгородок 50/44, научн. сотр., канд. техн. н.; e-mail: scorant@icm.krasn.ru.

<sup>2</sup> Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, 660036, Россия, Академгородок 50/44, ст. научн. сотр., канд. физ.-мат. н.; e-mail: oleg@icm.krasn.ru.