

УДК [551.243:552.11]:519.72

Платэ Алексей Николаевич

кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт геологии рудных месторождений,
минералогии, петрографии и геохимии РАН,
119017, г. Москва, Старомонетный пер., 35
e-mail: plate@igem.ru;

Веселовский Александр Владимирович

доктор технических наук,
главный научный сотрудник,
Институт геологии рудных месторождений, ми-
нералогии, петрографии и геохимии РАН
e-mail: valv@igem.ru;

**БАЗА ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ
ДАНЫХ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
(ГИС-ПРОЕКТА)****Аннотация:*

*Рассмотрена база геолого-геофизических дан-
ных как важная составная часть геоинформа-
ционной системы забайкальского сектора Мон-
голо-Охотского подвижного пояса. Разрабо-
таны логическая и физическая структуры базы
данных, ее ключевые тематические характери-
стики.*

Ключевые слова: база данных, геоинформа-
ционная система, технологии ГИС, геолого-гео-
физические данные, геологические объекты

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.02.039

Plate Alexey N.

Leading researcher,
candidate of geographical sciences.
The Institute of ore deposits geology, mineralogy,
petrography and geochemistry, RAS
35, Staromonetny lane, 119017, Moscow, Russia
e-mail: plate@igem.ru;

Vesselovsky Alexander V.

chief researcher, Doctor of technical sciences,
The Institute of ore deposits geology, mineralogy,
petrography and geochemistry, RAS e-mail:
valv@igem.ru;

**THE BASE OF GEOLOGICAL
AND GEOPHYSICAL DATA
AS A PART OF GEO-INFORMATIONAL
SYSTEM (GIS PROJECT)***Abstract:*

*The base of geological and geophysical data as an
important part of the Trans-Baikal area geo-infor-
mational system of the Mongol-Okhotsk mobile
belt is considered. Both the logical and physical
database structures, their key thematic character-
istics are worked out.*

Key words: database, geo-informational system,
GIS technologies, geological and geophysical
data, geological objects

**База геолого-геофизических данных в контексте создания
геоинформационной системы**

Объект исследований – геоинформационная система (ГИС) забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса. В структуру ГИС входят три элемента:

- территориально централизованная и тематически распределенная база геолого-геофизических данных (БД);
- трехмерная модель литосферных блоков с пространственным распределением сейсмогенерирующих структур;
- схема (ГИС-макет) размещения пунктов мониторинга сейсмогеодинамических процессов для оценки влияния природных геодинамических и техногенных процессов на деятельность объектов повышенной техногенной и экологической опасности, расположенных в забайкальском секторе Монголо-Охотского подвижного пояса.

В ГИС вводятся данные о пространственно распределенных объектах, явлениях, событиях. Фактографические данные поддерживаются в ГИС средствами технологий реляционных баз данных и имеют табличную структуру. ГИС-технология в системе комплексного мониторинга территории забайкальского сектора Монголо-Охотского по-

* Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГЕМ РАН по базовой теме 80-1 «Развитие интегрированной информационной системы для пространственно-временного моделирования рудных объектов и рудообразующих процессов на основе ГИС-технологий»

движного пояса позволяет решить ряд задач оценки состояния геологической среды. Разрабатываемая система предполагает также сбор и комплексный анализ информации от пунктов наблюдений, данных оценок и прогнозов состояния геологической среды из различных источников. Система призвана обеспечивать подготовку научно-обоснованных управленческих решений. При функционировании системы используются показатели, которые характеризуют геологические объекты.

В систему вводятся сведения о геологических объектах, качестве окружающей природной среды и состоянии здоровья населения, об антропогенных источниках воздействия (их видах, типах и масштабах воздействия), а также программах и мероприятиях, направленных на формирование минерально-сырьевой базы региона, оздоровление и (или) стабилизацию экологической обстановки.

Таким образом, формируется центральная база данных с предметно (тематически) распределенной структурой, непосредственно связанная с базой тематических покрытий регионального и локального масштабов как для Юго-Восточного Забайкалья в целом, так и для наиболее изученных участков территории.

В ходе работ на любой стадии наблюдения или прогноза в ГИС поступает огромное количество информации, которую необходимо в кратчайшие сроки обработать. Современные ГИС-технологии позволяют вносить различную информацию, а затем с помощью математического анализа выбраковывать недостаточно достоверную и маловероятную.

Накапливается огромный багаж геолого-геофизических данных по сейсмоопасности районов территории забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса. Это данные по аэро- и космическим, наземным методам геофизических съемок, геолого-поисковым спутниковым данным, разведочным работам.

Для лучшего понимания и эффективного планирования работ моделируется геологическая среда как отдельного участка, района, так и региона в целом. При создании модели геолого-геофизического строения изучаемой территории учитывается вся имеющаяся геолого-геофизическая информация.

Создание базы данных геолого-геофизической информации преследует несколько целей и позволяет решить следующие задачи:

- более эффективное использование полученных данных;
- более достоверный прогноз сейсмических событий за счет корреляции геолого-геофизических данных;
- быстрый и систематизированный поиск геоинформации;
- контроль и организация данных;
- планирование работ по наблюдению за степенью опасности землетрясений;
- сопоставление строения, параметров и напряженности сейсмически опасных участков во времени;
- представление данных как в виде таблицы, так и в виде графического двухмерного или трехмерного изображения.

Ниже описаны логическая и физическая структуры базы геолого-геофизических данных прототипа ГИС исследования сейсмогенерирующих элементов забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса, созданные в ИГЕМ РАН. Целью формирования структуры является обоснование расположения пунктов мониторинга сейсмических событий изучаемого региона с фрагментами информационно-вычислительной среды проектируемой полнофункциональной ГИС.

Организация ведения базы данных

Проявления сейсмической активности на изучаемой территории (в том числе территории расположения предприятий повышенного техногенного риска), природа и возможные последствия которых недостаточно изучены с точки зрения имеющихся данных

о сейсмогенерирующих разломных зонах, наличия методических материалов в комплексном региональном и локальном геологическом, геодинамическом, геофизическом аспектах, обосновывают задачу генерализации данных, в первую очередь геологической информации из различных источников.

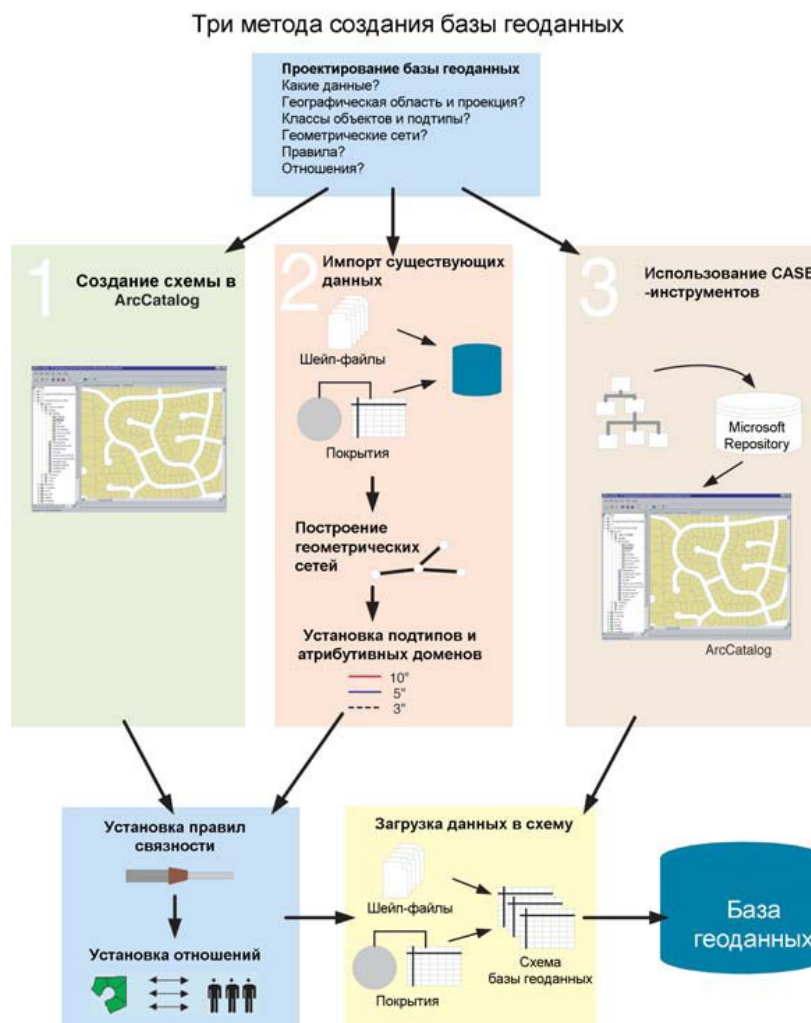


Рис. 1 – Концептуальная последовательность создания базы данных в среде ArcGIS 10

Территориально-распределенная база геолого-геофизических данных представляет собой распределенное хранилище информации в форме растровых, векторных данных и табличных данных, трехмерного моделирования (TIN-модели), ведение и систематизация которых регламентируется принципами построения картографических систем и реляционных баз данных. Базовый функциональный состав базы данных организован на системах управления базами данных (СУБД) программного пакета ArcGIS10. Концептуальная последовательность создания базы данных представлена на рис. 1.

Логическая структура

В обобщенном представлении можно выделить следующие основные логические составляющие базы геолого-геофизических данных:

- база метаданных – фиксирует различные источники формирования тематического наполнения (преимущественно слоев) и является элементом базы геолого-геофизических данных, представляющих собой данные по сводному каталогу информационного наполнения базы геолого-геофизических данных, фиксирующих источник информации, формат данных, тип, авторов и другие характеристики в зависимости от информационных источников;

- картографическая база данных – включает картографическую информацию (таблицы слоев ГИС-макета схемы пунктов мониторинга) изучения региона;
- блок каталога сейсмических событий – включает данные сейсмических событий и способы преобразования данных для картографического отображения;
- база признаков сейсмических событий – логическая составляющая базы геолого-геофизических данных, отражающая расчетные и (или) экспертные (геологические, геодинамические, геофизические) критерии, влияющие на оценку сейсмической опасности изучаемого региона и обоснование расстановки пунктов мониторинга сейсмической обстановки на всех уровнях.

Обобщенная схема логических составляющих базы геолого-геофизических данных приведена на рис. 2.

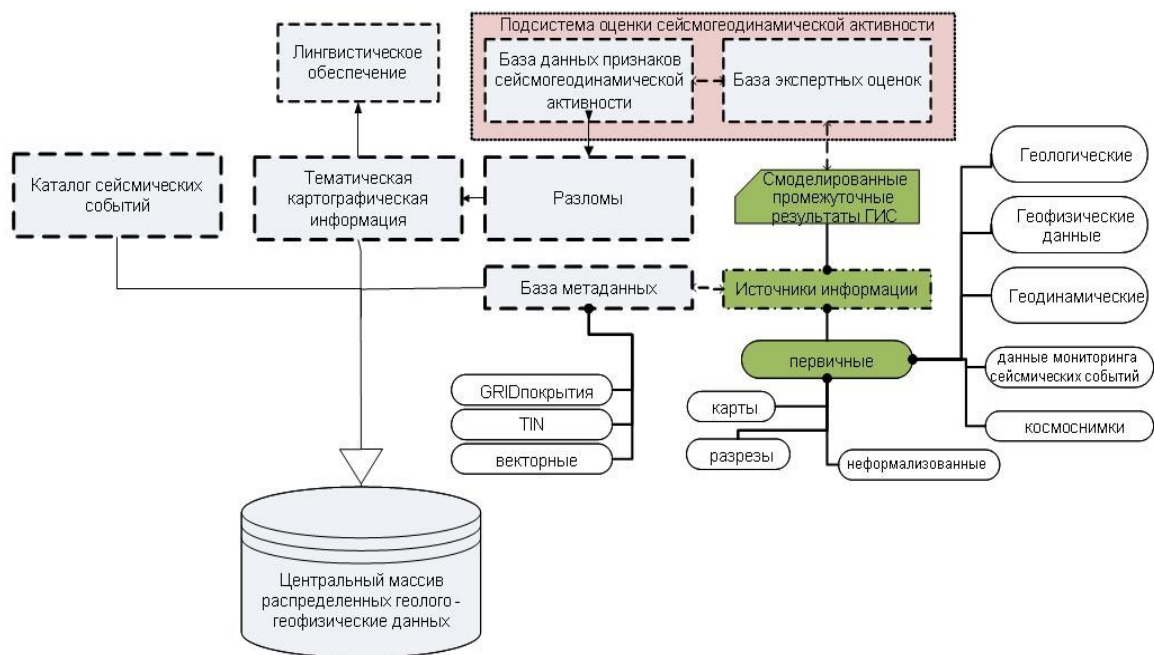


Рис. 2 – Концептуальная логическая структура базы геолого-геофизических данных

Схема логической структуры данных, сформированных в ходе работ по построению прототипа ГИС изучения сейсмогеодинамических структур забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса приведена на рис. 3.

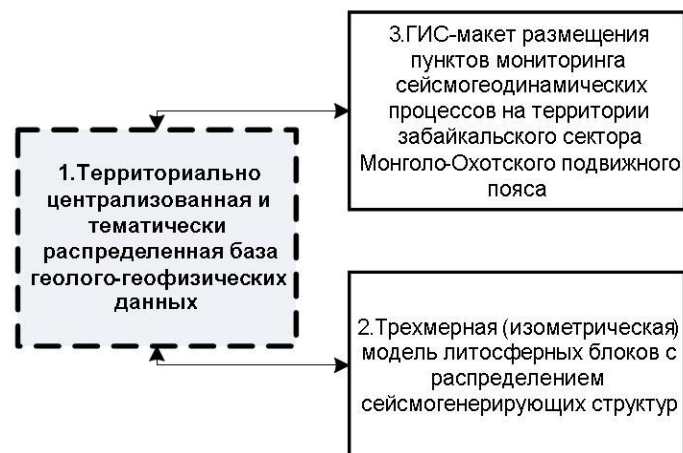


Рис. 3 – Логическая структура базы данных прототипа ГИС изучения сейсмогеодинамических процессов в забайкальском секторе Монголо-Охотского подвижного пояса

Тематический состав включает группы векторных слоев (и атрибутивных данных). Ниже приведена краткая характеристика состава данных по основным тематическим группам, которые входят в базу геолого-геофизических данных.

1) Базовые

- топографическая основа (лист М-50 топоосновы РФ масштаба 1:200 000);
- рельеф территории, в качестве основы использованы данные SRTM GDEM v.3;
- водные объекты с топоосновы масштаба 1:1 000 000 (водотоки, водоемы, геоморфологические характеристики речной сети);

2) Геологические

- геологические данные: геологические структуры, геология коренных пород, типы, возраст пород, литология коренных пород, текстуры горных пород (гнейсовидность, сланцеватость, слоистость), интрузии, террейны с геологических карт масштаба 1:500 000.

– данные наблюдений предполагают включение результатов исследований геодинамической обстановки разломных зон структурно-геологическими методами, данные полевых исследований.

- карты аномального магнитного поля, карты аномального гравитационного поля и геоморфологическая и тектоническая схемы масштаба 1:1 000 000;

3) Сейсмогенерирующие структуры

- разломы (тектонические контакты), тип (достоверные, предполагаемые), возраст, протяженность, морфолого-генетические типы (сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги);
- геодинамика разломов (активный разлом, опасный разлом сейсмогенерирующие разломы с прогнозной магнитудой $M_{\text{макс}}=6,0$ и более (с бергштрихами – рифтогенные разломы с $M_{\text{макс}}=7,0$ и более и т. д.). Информация будет сниматься с геологических карт масштаба 1:200 000, уточняться по современным данным;

4) Техногенные объекты

- объекты техногенной (радиационной, химической) опасности (горнорудные и горно-химические комбинаты, радиохимические и металлургические комбинаты, заводы и комбинаты ядерного топливного цикла (ЯТЦ), месторождения урана, тепловые электростанции, объекты по изоляции отработавших ядерных материалов в глубокозалегающих геологических формациях и т. п.);

5) Дистанционные наблюдения

- цифровые космоснимки местности и геообъектов (данные с космических аппаратов Landsat);

6) Сейсмические события

- данные районирования по сейсмической опасности;
- данные исторических и палеоземлетрясений;
- данные пунктов мониторинга региона.

7) Инфраструктура региона – данные используются для организации сети пунктов мониторинга, построения системы взаимодействия, а также могут в последующем рассматриваться специалистами в рамках оценки ущерба от возможных сейсмических событий, мер ликвидации последствий:

- дороги;
- здания и сооружения;
- электрификация;
- коммуникации;
- другие (экспертные) сведения.

8) Другие тематические данные могут включать природные и техногенные объекты инфраструктуры, данные экологического районирования и т. п.

Физическая структура

Общая физическая организация данных прототипа ГИС представляет собой хранилища атрибутивной информации по сейсмогенерирующим структурам забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса. Требования к операционной системе ее обработки диктуются использованием программного пакета ArcGIS10.

Физически база геолого-геофизических данных прототипа ГИС делится на две подбазы: растровые данные и векторные данные.

Растровые слои

1) Топографические карты. Материалы получены из свободного доступа Сети Интернет в виде растровых файлов на исследуемую территорию. Листы карт объединены в единый набор растровых данных.

2) Рельеф. Данные о рельефе представлены растрами GRID, где яркостное значение ячейки (пикселя) соответствует значению относительной высотной отметки. Разрешение растра ~60 м. Для создания выразительной поверхности рельефа в трехмерной модели растровые данные были подвержены процедуре «отмывки рельефа».

3) Региональные геофизические данные. Например, схемы аномалий гравитационного поля построены по данным, полученным на ресурсе Международного гравиметрического бюро (<http://bgi.obs-mip.fr/en>). Они представлены растрами GRID, где яркостное значение ячейки (пикселя) соответствует аномальному значению в мГал.

4) Геологические карты. Материалы по геологии региона получены из различных источников, отсканированы, географически привязаны, спроецированы и объединены по сериям изданий: 1 серия – карты, изданные до 1993 г., 2 серия – карты, изданные после 1993 г.

5) Данные космоснимков Landsat. Спутниковые снимки изучаемого региона получены из открытого ресурса (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Временной интервал до 2003 г. был предпочтительнее в связи с возникшими в этом году неисправностями на аппарате Landsat. Для территории было отобрано 14 сцен. Все сцены имеют 6 каналов радиометрических данных в видимом диапазоне и 2 тепловых канала, кроме панхроматического с разрешением 15 м: разрешение пространственное – разрешение спектральное – разрешение радиометрическое.

Векторные данные

Здесь данные сгруппированы по тематической характеристике. Они представлены группами водных, техногенных и геологических объектов.

1) Водные объекты. Данные по водным объектам включают в себя слои линейных объектов рек и полигональных объектов водоемов. Данные представляют собой совокупность слоев в формате shape, созданных на основе данных проекта OpenStreetMap.

2) Техногенные объекты. Точечный слой содержит данные о местоположении, типе и названии техногенного объекта. Это места складирования горюче-смазочных материалов (ГСМ), угольные разрезы, горно-химические и горнодобывающие предприятия.

3) Геологические объекты. Данные по геологическим объектам включают в себя слои линейных объектов тектонических нарушений, полигональных объектов геологических границ на территории, точечных объектов немасштабных интрузивных тел, местоположения сейсмособытий. Данные представляют собой совокупность слоев в формате shape, созданных на основе данных из различных источников, в том числе свободно распространяемых данных проекта OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.ru>).

Соблюдение требований к построению растровых и векторных слоев протестировано в результате исследовательских испытаний.

Главными принципами создания высокоинформативной и качественной базы геолого-геофизических данных являются синхронизированность, доступность, актуальность, целостность и безопасность:

а) синхронизированность и доступность обеспечиваются за счет совместимости

форматов входных и выходных данных;

б) актуальность: основу базы данных ГИС составляет наиболее поздняя информация из доступных источников:

в) целостность: для обеспечения целостности данных и невозможности объединить информацию с геологических карт первого издания с картами второго (нового) издания было принято решение использовать в качестве основы геологическую карту Читинской области масштаба 1:500 000 (под ред. И.Г. Рутштейна, Чита, 1989 г.);

г) безопасность: защита информации в базе ГИС «Изучение сейсмогенерирующих структур забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса» обеспечивается программно-аппаратными средствами ArcGIS10.

Таким образом, разработаны логическая и физическая структуры базы данных, определены ключевые тематические характеристики и параметры, сочетание которых в программном пакете ArcGIS10 позволяет получить необходимую информацию по литосферным блокам и сейсмогенерирующим структурам забайкальского сектора Монголо-Охотского подвижного пояса.