

З. А. Дементьева¹✉, Я. А. Лесных¹, Н. А. Дубровский¹, А. В. Дубровский¹

Геоинформационное обеспечение системы учета распространения минеральных полезных ископаемых на территории России

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: demaa15@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты разработки и внедрения геоинформационного обеспечения для системы учета распространения минеральных полезных ископаемых. Актуальность исследования заключается в увеличивающейся потребности в эффективном управлении минерально-сырьевыми ресурсами на основе современных цифровых технологий. Цель работы – проанализировать структуру, методы и принципы построения данной системы. В ходе исследования систематизированы источники пространственных данных, предложена архитектура геоинформационной системы, которая включает в себя модули сбора, хранения, обработки и визуализации данных. Также особое внимание уделено объединению разнородных данных (геологических, геофизических, экономических, экологических) и использованию методов пространственного анализа. Результатом работы является концептуальная модель геоинформационного обеспечения, которая способна повысить достоверность и оперативность информации о состоянии минерально-сырьевой базы. Проведено сравнение с существующими системами, выявлены их недостатки и обоснованы преимущества предлагаемого подхода. Внедрение подобного геоинформационного обеспечения позволит оптимизировать процессы недропользования, стратегического планирования и обеспечения экономической безопасности страны.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, геоинформационная система, государственный учет

Z. A. Dementeva¹✉, Y. A. Lesnykh¹, N. A. Dubrovsky¹, A. V. Dubrovsky¹

Geoinformation support of the accounting system for the distribution of mineral resources in Russia

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: demaa15@mail.ru

Annotation. The article discusses the theoretical and practical aspects of the development and implementation of geographic information support for the state accounting system for the distribution of mineral resources in the territory of the Russian Federation. The relevance of the research lies in the increasing need for effective management of mineral resources based on modern digital technologies. The purpose of the work is to analyze the structure, methods and principles of building this system. In the course of the study, spatial data sources were systematized, and the architecture of a geographic information system was proposed, which includes modules for data collection, storage, processing, and visualization. Special attention is also paid to combining heterogeneous data (geological, geophysical, economic, environmental) and using spatial analysis methods. The result of the work is a conceptual model of Geoinformation support, which can increase the reliability and efficiency of information on the state of the mineral resource base. A comparison with existing systems has been carried out, their disadvantages have been identified and the advantages of the proposed

approach have been substantiated. The introduction of such a Geoinformation support will optimize the processes of subsurface use, strategic planning and ensuring the economic security of the country.

Keywords: mineral resource base, geographic information system (GIS), state accounting

Введение

Минерально-сырьевой комплекс – фундамент экономики Российской Федерации. Для эффективного управления требуется наличие актуальной, полной и достоверной информации о пространственном распределении, количественных и качественных характеристиках месторождений минеральных полезных ископаемых (МПИ). Традиционные системы учета, основанные на бумажных носителях и разрозненных базах данных, не справляются продуктивно с задачами комплексного анализа и оперативного предоставления информации в удобной для принятия решений форме.

Современные вызовы, такие как уменьшение легкодоступных природных ресурсов, потребность в освоении новых, часто труднодоступных территорий (Арктика, шельф), и обострение экологических требований, требуют необходимость перехода на качественно новый уровень информационной поддержки. Таким инструментом выступает геоинформационное обеспечение (ГИО), построенное на основе ГИС-технологий [1].

ГИС позволяют объединять, анализировать и визуализировать пространственно-координированные данные, обеспечивая единое восприятие географической и геологической среды и их ресурсного потенциала. Целью данной статьи является рассмотрение научно-методических основ геоинформационного обеспечения системы учета распространения МПИ в России, ориентированной на решение задач государственного управления и бизнеса.

Методы и материалы

Для построения эффективного ГИО необходимо использовать системный подход, включающий следующие этапы:

а) анализ и систематизация источников данных. Выделены основные группы данных:

– геолого-геофизические данные: геологическая карта, карты полезных ископаемых, данные геологической съемки, результаты геофизических и геохимических исследований;

– данные по месторождениям: государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых, балансы запасов полезных ископаемых, технологические характеристики руд, горно – технические условия;

– экономико-правовые данные: лицензии на недропользование, данные о недропользователях, экономическая оценка месторождений;

– инфраструктурные и экологические данные: транспортная сеть, расположение населенных пунктов, места переработки полезных ископаемых, особо охраняемые природные территории.

б) проектирование структуры базы геоданных. В качестве основной концепции использовалась объектно-реляционная модель, позволяющая хранить как пространственные объекты (полигоны месторождений, линейные разломы, точки скважин), так и их идентифицирующие характеристики (запасы, содержание полезного компонента, правовой статус и т.д.). Для описания данных применялись стандарты ISO 19100 и отраслевые классификаторы.

в) разработка архитектуры ГИС. Предложена трехуровневая архитектура:

– уровень данных: централизованное хранилище с реплицируемыми региональными узлами;

– серверный уровень: обеспечивает пространственный анализ, предоставление картографических веб-сервисов (WMS–стандарт – позволяет визуализировать географические данные в интернете, не предоставляет собственно геоданные, а только их изображение с привязкой к местности. WFS–стандарт – позволяет возвращать векторные геометрии и их атрибуты, предоставляет необходимые инструменты для создания интерактивных карт с различными функциями) и управление доступом;

– клиентский уровень: веб-интерфейс для широкого круга пользователей и профессиональные ГИС-десктопные приложения для экспертов.

г) определение инструментов анализа. В систему заложены функции пространственного анализа: построение буферных зон, наложение слоев для выявления перспективных площадей, интерполяция данных (кригинг, обратные взвешенные расстояния), анализ видимости и доступности.

В качестве материалов исследования использовались открытые данные Федерального агентства по недропользованию, публикации в области геоинформатики и геологии, а также опыт реализации аналогичных систем за рубежом.

Результаты

Геоинформационное обеспечение (ГИО) системы учета распространения минеральных полезных ископаемых – представляет собой централизованную геопропространственную платформу, интегрирующую все данные о минерально-сырьевой базе государства. Ядром (ГИО) – является база данных, объединяющая пространственные слои (геологические карты, месторождения) с атрибутивной информацией (запасы, лицензии, экономические показатели и т.д.). Данные поступают от ключевых источников: государственных фондов, отчетов недропользователей, научных организаций, а также в результате геологоразведки и дистанционного зондирования Земли. Единый геопортал минеральных полезных ископаемых предоставляет разным пользователям веб-интерфейс для доступа к данным в соответствии с их правами. Аналитический блок включает инструменты для пространственного анализа, прогнозного моделирования и 3D-визуализации геологических тел. Отдельным блоком является система поддержки жизненного цикла объекта – месторождения полезных ископаемых – от прогнозных ресурсов и геологоразведки до постановки на баланс и учета добычи. Важнейшая функция – поддержка принятия решений для планирования геологоразведочных работ и лицензирования недр на основе актуальных дан-

ных. Модель обеспечивает мониторинг освоения недр через сопоставление данных ДЗЗ о нарушениях ландшафта с отчетной документацией. Вся архитектура ГИО работает в соответствии с действующим законодательством (например, ФЗ №2395-1 «О недрах»), справочников по классификации запасов полезных ископаемых и отраслевых стандартов. Цель создания ГИО системы учета распространения минеральных полезных ископаемых – это формирование цифрового двойника минерально-сырьевого комплекса страны для повышения эффективности управления недрами. На рис. 1 представлена концептуальную модель геоинформационного обеспечения системы учета распространения минеральных полезных ископаемых на территории России.

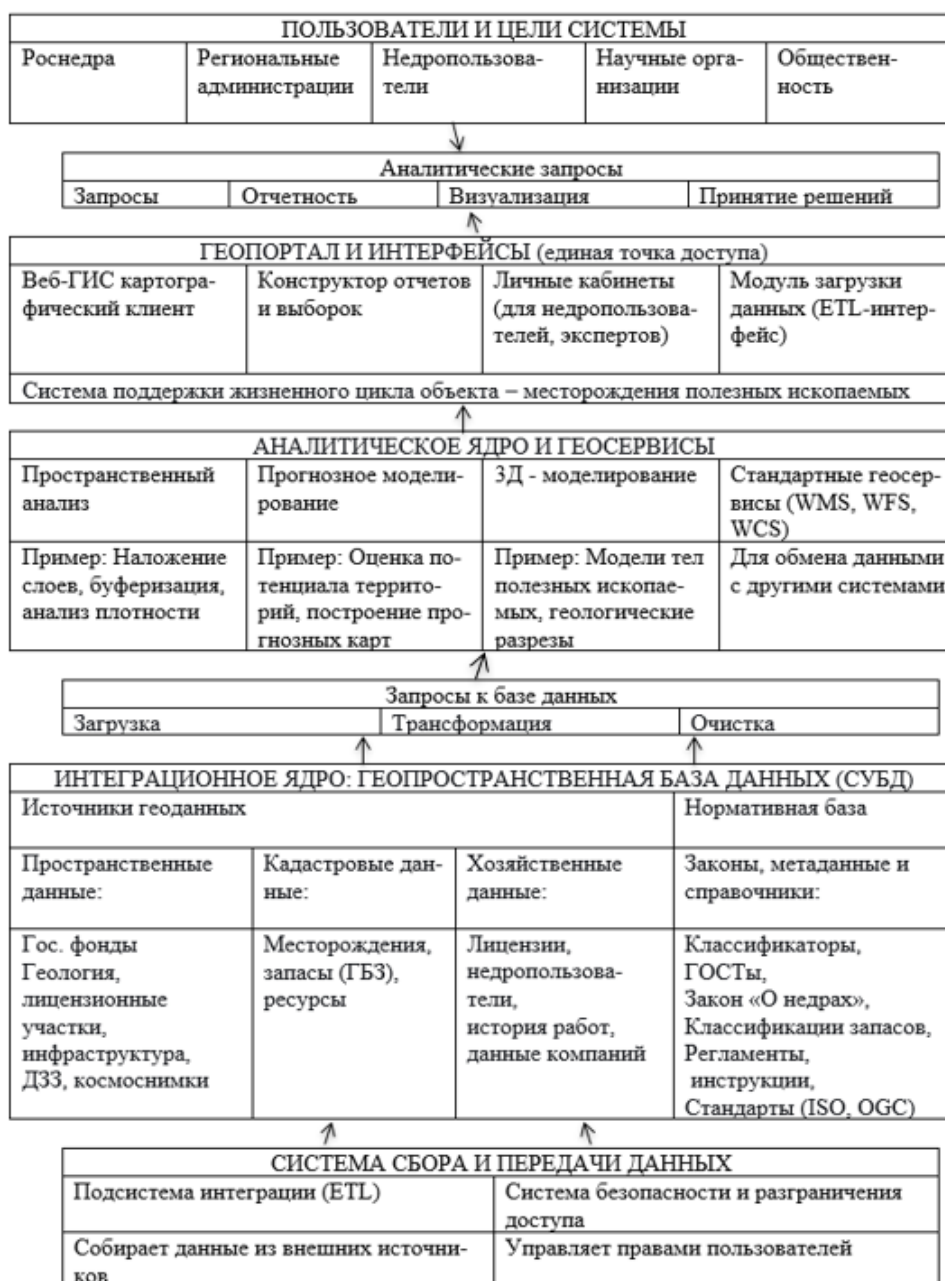


Рис. 1. Концептуальную модель геоинформационного обеспечения системы учета распространения минеральных полезных ископаемых

Ключевыми принципами модели геоинформационного обеспечения системы учета распространения минеральных полезных ископаемых являются:

- иерархичность и интеграция (в системе хранятся данные от федерального до локального уровня);
- пространственная привязка (все объекты имеют географические координаты и привязку к геологическому контексту);
- многопользовательский доступ (предусмотрены разные уровни доступа для федеральных органов (Роснедра), регионов, недропользователей, научных организаций, общественности, населения);
- динамичность (учет истории разведки, добычи, изменений в запасах и ресурсах).

Обсуждение

Сравнение предлагаемого ГИО с существующими системами, такими как государственный фонд геологической информации (ФГИ) и разрозненные отраслевые базы данных, показывает его существенные преимущества:

- комплексность: в отличие от большинства существующих систем, ориентированных на отдельные аспекты (только запасы, только лицензии), предлагаемое ГИО обеспечивает интеграцию всех видов информации в едином геопространственном контексте. Это согласуется с современными тенденциями, описанными в работах [2, 3], где подчеркивается важность создания «цифровых двойников» недр;
- доступность и визуализация: традиционные системы часто предоставляют данные в табличной форме, что затрудняет их восприятие. Использование картографических веб-сервисов делает информацию более наглядной и доступной для широкого круга пользователей, включая органы власти, инвесторов и научное сообщество, что соответствует принципам «открытых данных» [4];
- аналитический потенциал: в то время как текущие системы, в основном, выполняют учетно-регистрационные функции, предлагаемое ГИО включает аналитический аппарат. Возможность моделирования и прогнозирования, например, для оценки перспективности территорий, выводит систему на качественно новый уровень, описанный в зарубежных исследованиях по созданию прогнозной ГИС в геологии [5, 6].

Таким образом, предлагаемое ГИО не просто автоматизирует существующие процессы учета, а создает новую информационную среду для принятия стратегических решений в области недропользования.

Заключение

Предлагаемая в статье концепция геоинформационного обеспечения системы учета распространения МПИ представляет собой технологически современный подход к управлению минерально-сырьевыми ресурсами России.

Ее внедрение позволит:

- повысить эффективность государственного управления минерально-сырьевой базой за счет оперативного мониторинга и комплексного анализа;

- снизить инвестиционные риски за счет предоставления структурированной и наглядной информации;
- обеспечить основу для долгосрочного стратегического планирования геологоразведочных работ;
- улучшить координацию между недропользователями, государственными органами и научными учреждениями.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку детальных отраслевых стандартов обмена данными, внедрение технологий машинного обучения для прогнозирования локализации месторождений и создание 3D/4D моделей ключевых рудных районов и месторождений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра). Официальный сайт. – URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/> (дата обращения: 05.11.2025).
2. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации». – М., 2022. – 250 с.
3. Государственный баланс и кадастр месторождений. – Текст: электронный // Территориальный фонд геологической информации: официальный сайт. – 2025. – URL: <https://tfgikrym.ru/index.php/deyatelnost/gosudarstvennyj-balans-i-kadastr-mestorozhdenij/> (дата обращения: 05.11.2025).
4. Коробейников, А. Ф. Геология. Прогнозирование и поиск месторождений полезных ископаемых : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Ф. Коробейников. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 254 с
5. Российский Федеральный геологический фонд: официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rfgf.ru/> (дата обращения: 05.11.2025).
6. Хандогина, Е.К. Экологические основы природопользования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.К. Хандогина, Н.А. Герасимова - Электрон. текстовые дан. – М.: ИНФРА-М, 2014. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=416064> (дата обращения: 05.11.2025).

© З. А. Дементьева, Я. А. Лесных, Н. А. Дубровский, А. В. Дубровский, 2026