

УДК 622.012:681.3.01:519.67

**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,
ОБЩИЙ ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

И.В. Егоров, студент гр. ГОс-211.4, V курс
Филиал ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева» в г. Междуреченске.
г. Междуреченск

В рамках четвертой промышленной революции одним из наиболее актуальных явлений в горном производстве предстает многосторонний переход к повсеместной цифровизации и информационному моделированию, что во многом способствует повышению экономических и эффективных показателей отрасли. Информационные системы предполагают более глубокий комплексный анализ фактических горно-геологических данных, аналитическую гибкость, упрощают работу с большими объемами данных, предоставляют большую наглядность вводной и полученной информации, стандартизируют и оптимизируют документооборот предприятий. Горно-геологические информационные системы (ГГИС) представляют собой современное решение вопросов моделирования, проектирования и обработки геологических данных на предприятиях. Это качественный инструмент геологии и маркшейдерии, значительно эффективно оптимизирующий множество процессов анализа и синтеза горно-промышленной информации. Фактически ГГИС представляют собой программы для управления базами данных, располагающими возможностью построения и редактирования трехмерных моделей. Основными задачами ГГИС являются: горно-геологическое моделирование, то есть перенесение реальных условий производства в пространство виртуальных моделей; ведение геолого-маркшейдерской и горно-технологической документации; работа с данными о запасах полезных ископаемых и объемах сопутствующих вскрышных пород; проектирование и прогнозирование инженерно-технических и горно-технологических условий отработки [1].

ГГИС позволяют собирать и обрабатывать большие объемы данных, включая геологические, геофизические и маркшейдерские данные, включая:

- Данные бурения скважин;
- Геофизические исследования;
- Данные маркшейдерских съемок;
- Данные о качестве и составе полезных ископаемых.

Одной из наиболее наглядных и качественных возможностей таких систем является создание трехмерных моделей месторождений и горно-технологических структур. Эти модели позволяют визуализировать условия отработки, залежи полезных ископаемых и их распределение в пространстве, помогают определять границы месторождений, оценивать объемы и качество полезных ископаемых, прогнозировать изменения в геологической среде.

Кроме того, ГГИС позволяют проводить комплексную оценку рисков и неопределенностей, прогнозировать добычу и планирование горных работ, оптимизировать процессы разработки месторождений, а также обеспечивают ведение стандартизированной документации и отчетности по результатам подсчета запасов: создание отчетов, карт и схем месторождений, формирование базы по геологическим и маркшейдерским данным.

В условиях конкурентного западного рынка было создано множество разнообразных горно-геологических информационных систем, каждая из которых обладает рядом преимуществ и недостатков для практического использования в горном производстве. Кроме того, в рамках импортозамещения иностранных программ в Российской Федерации было также создано несколько отечественных систем, по ряду факторов, не уступающих возможностям западных аналогов. Ниже приводится общий обзор и сравнительный анализ возможностей некоторых ГГИС качественным образом зарекомендовавших себя на рынке горной индустрии.

1. Mineframe – ГГИС, разработанная Горным институтом Кольского научного центра РАН, Россия, г. Апатиты. Предназначена для комплексного анализа геологических данных и управления проектами в области добычи полезных ископаемых. Она широко используется в России и странах СНГ для решения широкого спектра задач, включая разведку месторождений, проектирование горных работ, мониторинг состояния рудников и карьеров, оптимизацию процессов разработки и добычу ресурсов;

2. Геомикс – российская автоматизированная система для комплексной обработки и интерпретации геофизической, геохимической и инженерно-геологической информации, используемая преимущественно в горнодобывающей промышленности и нефтегазовом секторе. Система разработана с целью оптимизации процесса разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, позволяя эффективно анализировать большие объемы данных и принимать обоснованные управленческие решения [2];

3. MineMAX — мощная специализированная горно-геологическая информационная система, разработанная американской компанией Mintec Inc. Эта система предназначена для решения комплексных задач в области геологии, проектирования и управления процессами в горнодобывающих предприятиях. MineMAX применяется в основном крупными международными компаниями, ведущими деятельность в области добычи твердых полезных ископаемых [3];

4. Leapfrog — интерактивная программа для цифрового моделирования месторождений и создания трехмерных изображений структуры породы и расположения полезных ископаемых. Программа была создана в США производителем Bentley Systems. Сегодня Leapfrog успешно используется в мировом масштабе для эффективного освоения природных ресурсов и улучшения производственных процессов в горнодобывающей индустрии [4];

5. Datamine — ведущая международная горно-геологическая информационная система, предназначенная для профессионального моделирования, ана-

лиза и оптимизации всего жизненного цикла разработки месторождений полезных ископаемых. Созданная канадской компанией Constellation Software Inc, эта система получила широкое распространение среди крупнейших мировых горнодобывающих корпораций и стала стандартом в управлении ресурсами и эффективностью горных производств [5];

6. Geovia Surpac — профессиональная горно-геологическая информационная система, созданная французской компанией Dassault Systemes. Данный продукт ориентирован на обработку и анализ данных, относящихся к разработке и управлению полезными ископаемыми. Surpac интегрирует современные вычислительные мощности и продвинутые алгоритмы для создания высокоэффективных инструментов поддержки принятия решений в горнодобывающей промышленности [6];

7. Minesight — комплексная информационно-аналитическая система, специально разработанная для решения задач в области геологии, проектирования и управления производственными процессами в горнодобывающей промышленности. Разработанный американской компанией MineSight Technology Group LLC, этот программный продукт получил признание и широкое распространение среди профессионалов по всему миру, став важным инструментом в арсенале специалистов отрасли [7].

Сравнительный анализ пяти случайно выбранных ГГИС (Таблица 1) проводился по критериям наличия следующих опций:

- 1) Блочное моделирование месторождения и оценка запасов;
- 2) Гидрогеологическое моделирование;
- 3) Имплицитное (условное) моделирование;
- 4) Обработка результатов маркшейдерских измерений;
- 5) Проектирование и планирование открытых горных работ;
- 6) Календарное планирование открытых горных работ;
- 7) Проектирование буровзрывных работ;
- 8) Статистический анализ геологической информации;
- 9) Создание горно-геологической графики.

Таким образом, исходя из общего обзора и сравнительного анализа эффективности можно сделать выводы о качественной проработке отдельных функций в зарубежных ГГИС, предоставляющих обилие функциональных возможностей в конкретных опциях. Однако, отечественные системы, такие как «Mineframe» и «ГЕОМИКС» предоставляют весьма обширный функционал работы с горно-геологическими данными в специфике отечественного горного производства, а также имеют некоторое преимущество перед зарубежными аналогами, в частности, в таких качествах, как адаптивность интерфейса (язык, наглядность), доступность (распространение материалов, система поддержки, обеспечение), многозадачность, возможность документооборота в рамках государственных стандартов.

Таблица 1

Сравнительный анализ ГГИС

ГГИС	Производитель (разработчик)	Стоимость	Блочное моделирование месторождения и оценка запасов	Гидрогеологическое моделирование	Имплицитное (условное) моделирование	Обработка результатов маршейдерских измерений	Проектирование и планирование открытых горных работ	Календарное планирование открытых горных работ	Проектирование буровзрывных работ	Статистический анализ геологической информации	Создание горно-геологической графики
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mineframe	Горный институт КНЦ РАН (Россия)	От 49 108,95 руб.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ГЕОМИКС	Холдинг РТ-Инжиниринг (Россия)	Договорная цена, предоставляется по запросу	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MineMAX	Mintec Inc (США)	Договорная цена, предоставляется по запросу	–	–	–	–	+	+	+/-	+/-	+/-
Leapfrog	Bentley Systems (США)	От 11 597,6 руб.	+	+	+	+/-	–	–	+	+	+
Datamine	Constellation Software Inc (Канада)	От 4 142 руб.	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+

Список литературы

1. Гринблат Д.А. Обзор горно-геологических информационных систем для горнодобывающей отрасли // XVI Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных «РОССИЯ МОЛОДАЯ» – 2024. – С. 1-8.
2. ГЕОМИКС/IT-решения для горного производства: официальный сайт. URL: <https://geomix.ru> (дата обращения: 21.09.2025).
3. Minemax: Mine planning and schedule optimization software: официальный сайт. URL: <https://www.minemax.com> (дата обращения: 21.09.2025).
4. Seequent Events & Training: официальный сайт. URL: <https://events.seequent.com> (дата обращения: 21.09.2025).
5. А. А. Бугаев, В. В. Терновой, А. В. Шамшев Моделирование рудных месторождений в среде Datamine для решения прикладных задач проектирования и оптимизации деятельности горно-добывающих предприятий (методические и правовые аспекты)//Записки Горного института. 2005. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rudnyh-mestorozhdeniy-v-srede-datamine-dlya-resheniya-prikladnyh-zadach-proektirovaniya-i-optimizatsii-deyatelnosti> (дата обращения: 03.10.2025).
6. Geovia: официальный сайт. URL: <https://www.3ds.com/ru/products/geovia/surpac> (дата обращения: 25.09.2025).
7. Minig Software: официальный сайт. URL: <https://miningsoftware.org> (дата обращения: 25.09.2025).