

УДК 624.131:553.411

Абатурова Ирина Валерьевна

доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и геоэкологии,
Уральский государственный
горный университет
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
e-mail: gingeo@mail.ru

Стороженко Любовь Александровна

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент кафедры геологии и защиты
в чрезвычайных ситуациях,
Уральский государственный
горный университет
e-mail: gingeo@mail.ru

Борисихина Ольга Александровна

аспирант,
Уральский государственный
горный университет
e-mail: gingeo@mail.ru

Козлов Владислав Сергеевич

студент,
Уральский государственный
горный университет
e-mail: gingeo@mail.ru

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
УСЛОВИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОСОБЕННОСТИ
ИХ ИЗУЧЕНИЯ***Аннотация:*

В статье рассмотрены методические аспекты изучения инженерно-геологических условий золоторудных месторождений. Предложена схема изучения инженерно-геологических условий по стадиям геологоразведочных работ и приведен оптимальный набор методов получения информации, отвечающей целям проектирования, в соответствии с этапами и границами изучения месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, месторождения полезных ископаемых, стадия изучения, область взаимодействия

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.02.032

Abaturova Irina V.

Doctor of geologic and-mineralogical sciences,
professor of hydrogeology,
engineering geology and geo-ecology department.
The Ural state Mining University,
620144, Yekaterinburg, 30 Kuibyshev st.
e-mail: gingeo@mail.ru

Storozhenko Lubov A.

Candidate of geologic and mineralogical sciences,
the associate professor of geology
and protection in emergency situations chair,
The Ural state Mining University
e-mail: gingeo@mail.ru

Borisikhina Olga A.

Postgraduate,
The Ural state Mining University
e-mail: gingeo@mail.ru

Kozlov Vladislav S.

Student.
The Ural state Mining University
e-mail: gingeo@mail.ru

**ENGINEERING AND GEOLOGICAL
CONDITIONS OF GOLDEN ORE DEPOSITS
AND FEATURES OF THEIR STUDY***Abstract:*

The article deals with methodological aspects of studying engineering and geological conditions of golden ore deposits. The scheme of studying engineering and geological conditions according to stages of exploration is proposed and the optimal set of methods for obtaining information relevant to the design objectives in accordance with the stages and boundaries of mineral deposits studying is cited.

Key words: engineering and geological conditions; mineral deposits; stage of studying; the area of interaction

Оценка массива горных пород на глубинах свыше 1000 м и прогноз развития инженерно-геологических процессов невозможны без изучения комплекса компонентов, отражающих их состояние, структуру и свойства. Такими компонентами и являются инженерно-геологические условия (ИГУ). Современные ИГУ территории формируются на

протяжении всей геологической истории развития, и все компоненты ИГУ являются результатом историко-генетических особенностей. Именно эта связь и определяет методическую основу инженерно-геологических исследований территорий месторождений. Выбор принципиальных методических приемов и способов, совокупность которых позволит спроектировать и осуществить рациональный комплекс полевых, лабораторных и камеральных исследований ИГУ конкретного месторождения, определяется необходимостью достижения двух главных целей:

- изучения ИГУ на основе специальных полевых инженерно-геологических исследований и целенаправленной обработки всей известной информационной базы инженерно-геологических, геологических данных;
- оценки прогнозных параметров развития ИГУ и процессов.

В период 70 – 80 гг. прошлого столетия накоплен значительный опыт по изучению ИГУ разработки месторождений полезных ископаемых (МПИ), когда был подготовлен целый ряд методических руководств и пособий [1 – 4], однако в настоящее время они практически устарели, что потребовало актуализации современных представлений о методах изучения ИГУ МПИ. В последние годы проблемами изучения ИГУ МПИ на ранних стадиях занимались В.И. Кузькин, Л.А. Ярг [5], И.В. Абатурова [6 – 7] и В.Е. Ольховатенко [8].

Задачи и методы изучения ИГУ месторождений определяются сложностью природных условий, стадией изучения и намечаемым способом разработки. Как известно, оптимальность и самодостаточность изучения ИГУ достигается в том случае, когда эти процессы синхронизированы с геологоразведочными работами. Соответственно, задачи и методы исследований ИГУ МПИ необходимо согласовать с целью и стадией геологоразведочных работ, а содержание, объем, точность и доверительная вероятность полученных данных об ИГУ должны быть минимально необходимыми и достаточными для решения задач на каждой стадии исследования. Основные задачи инженерно-геологических исследований на разных стадиях изучения МПИ обозначены в табл. 1. Необходимо отметить, что роль инженерно-геологической информации возрастает от стадии к стадии.

В результате инженерно-геологических исследований на каждой стадии должен быть получен оптимальный объем информации, отвечающий целям изучения. На начальных этапах исследований (поисковом, оценочном) необходимо получить данные о компонентах ИГУ, охватывающих площадь предполагаемого месторождения, но требования к ее детальности и надежности менее высокие, чем требования к информации, получаемой на стадии разведки. Из этого вытекает вывод методического характера: технически сложно и экономически невыгодно изучать детально обширную территорию, если требуется дать общую оценку ИГУ, необходимую для предварительной оценки ценности МПИ. В этом случае представляется целесообразным использовать более дешевые методы (результаты геологической съемки, геофизических работ).

В целом схему решения всех названных задач можно представить в виде схемы изучения ИГУ (рис. 1) и далее рассматривать методы получения информации об ИГУ в соответствии с этапами оценки и разработки МПИ. Центральными информационными единицами в предложенной схеме изучения ИГУ являются база геологоразведочных данных МПИ (геологическая модель месторождения) и база данных ИГУ МПИ (постоянно действующая модель ИГУ). Минимизация затрат на изучение ИГУ МПИ достигается за счет непрерывной актуализации баз данных и повышения их кондиционного уровня и достоверности.

Учитывая сложность и разнообразие ИГУ МПИ, нужно осуществлять выбор методов их изучения на основе инженерно-геологических особенностей месторождений и стадийности производства работ. Каждый метод имеет ограничение в отношении применимости, свою разрешающую способность, точность и стоимость.

Таблица 1

**Основные задачи инженерно-геологических исследований МПИ
по стадиям геологоразведочных работ**

Стадии геологического изучения	Задачи геологоразведочных работ	Задачи инженерно-геологических исследований
I. Поисковые работы	Выявление месторождения полезных ископаемых	1. Получение информации об ИГУ на информационной основе поисковых геолого-геофизических работ. 2. Разработка фоновой модели ИГУ месторождений.
II. Оценочные работы	1. Предварительная оценка промышленной ценности МПИ. 2. Обоснование временных кондиций и целесообразности передачи МПИ на разведку и освоение. 3. Составление ТЭО и пакета геологической информации для проведения конкурса на представление лицензии.	1. Получение инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических данных на основе специализированных полевых и аналитических исследований, необходимых и достаточных для предварительной оценки ценности МПИ. 2. Разработка оценочной модели ИГУ месторождений.
III. Разведка месторождения	1. Детальная экономическая оценка промышленной ценности МПИ. 2. Обоснование постоянных разведочных кондиций. 3. Подсчет запасов полезных ископаемых.	1. Определение основных компонент и параметров инженерно-геологической модели месторождения и оценка уровня сложности условий разработки. 2. Разработка базовой модели ИГУ месторождения и вариантов моделей развития ИГУ при вскрытии его.
IV. Эксплуатационная разведка	Обеспечение нормальных условий деятельности горнорудного предприятия	1. Обоснование мероприятий, обеспечивающих устойчивость сооружения. Организация системы мониторинга. 2. Получение дополнительной инженерно-геологической информации, необходимой для уточнения прогнозов и разработки мероприятий, обеспечивающих оптимизацию процессов разработки месторождения и охраны геологической среды. 3. Организация постоянно действующей модели ИГУ месторождения с оперативным прогнозом развития ИГУ и устойчивости горного массива.

Золоторудные месторождения Урала сосредоточены преимущественно в Восточно-Уральско-Тобольской эвгеоантиклинальной металлогенической субпровинции Уральской складчатой системы, включающей ряд металлогенических зон и подзон, для которых характерны полигенно-полихронно развивавшиеся полиформационные рудные районы.

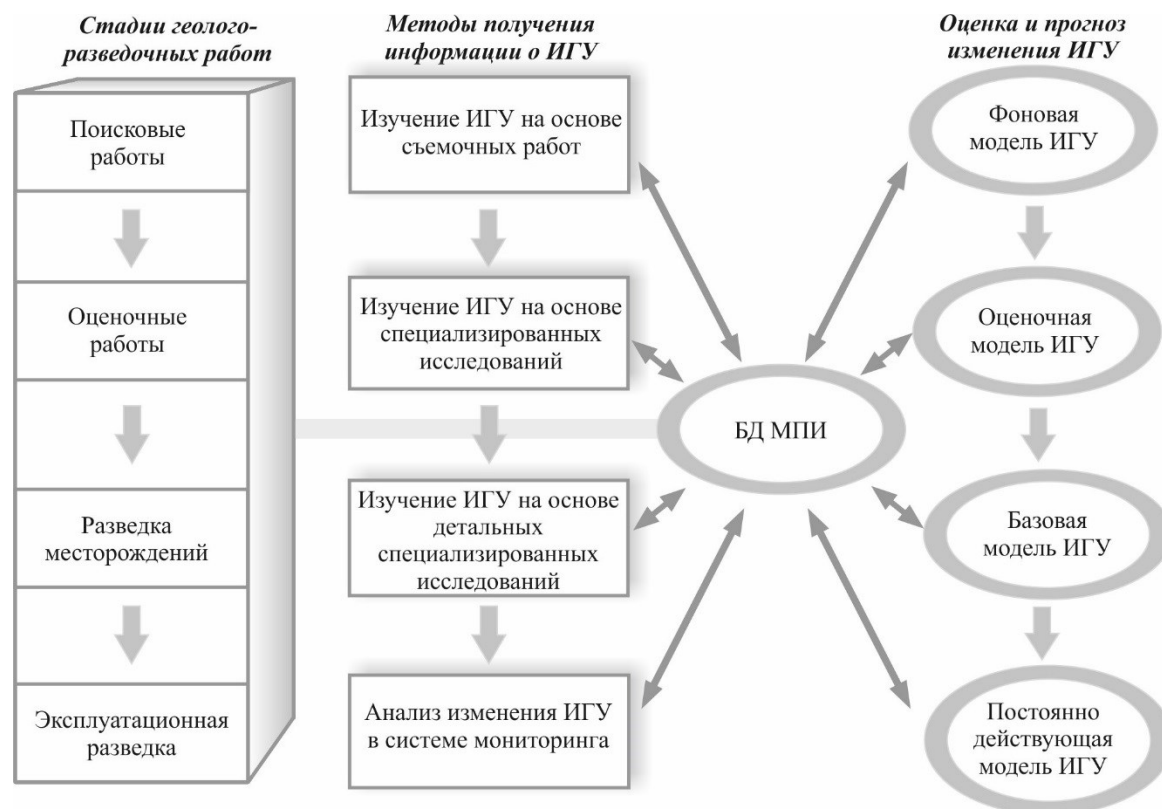


Рис. 1 – Схема изучения ИГУ и этапов разработки модели ПТС МПИ по стадиям геологоразведочных работ:

ИГУ – инженерно-геологические условия;

БД МПИ – база данных месторождений полезных ископаемых

Месторождения относятся к золото-кварцевому, золото-полисульфидно-кварцевому, золото-сульфидному геолого-промышленным типам. Отличительной особенностью золоторудных месторождений является то, что они претерпевали несколько разновозрастных типов метасоматических преобразований пород, каждое из которых привело к изменению состава, структуры и состояния массива пород. Так, на ряде месторождений отмечаются ороговикование, скарнирование, пропиллитизация, листовенитизация-березитизация, вторичное окварцевание и аргиллизация. Кроме того, на продукты метасоматоза накладывались процессы глубокого химического выветривания, что определило современные инженерно-геологические особенности месторождений и повлекло за собой необходимость проведения дополнительных видов исследований (табл. 2).

Комплекс исследований инженерно-геологических условий для золоторудных месторождений

Стадия изучения	Границы изучения	Комплекс исследований ИГУ МПИ		Выделение геологических тел. Степень однородности
		В талых массивах	В массивах ММП	
1	2	3	4	5
Поисковая	Совпадают с границами поисковых геолого-разведочных работ	1. Инженерно-геологическая интерпретация геологических и геофизических работ 2. Дешифрирование аэро- и космоснимков с выделением ландшафтов. 3. Инженерно-геологическая съемка масштаба 1:200000 – 1:50000. 4. Инженерно-геологическая документация и опробование отдельных картировочных выработок. 5. Полевые методы определения классификационных показателей физико-механических свойств ($R_c, f_{\kappa}, C, \varphi$). 6. Лабораторные определения классификационных показателей.		Стратиграфо-генетический комплекс. Генетическая, возрастания, однородность
		1. Инженерно-геологическая съемка масштаба 1:25000 – 1:50000	1. Инженерно-геокриологическая съемка масштаба 1:25000 - 1:50000 и дешифрирование космо-авиационных тепловизионных снимков	
Оценочная	Проводится в границах оценочных работ и прилегающей территории с учетом развития ЭГП, мерзлотных и гидрогеологических условий, оказывающих влияние на ИГУ освоения месторождения	2. Бурение, инженерно-геологическая документация опорных инженерно-геологических скважин. 3. Опробование керна скважин. 4. Полевые методы определения классификационных показателей ($R_c, f_{\kappa}, C, \varphi$). 5. Лабораторные определения и вычисление средних значений показателей свойств для характеристики МГТ-1; МГТ-2.		МГТ-1 – парагенетическая однородность. МГТ-2 – классификационная однородность
			6. Режимные термометрические измерения в скважинах и горноразведочных выработках на участках, выделенных на стадии поисков; 7. Специальные геофизические площадные исследования.	

1	2	3	4	5
Разведка	<p>Проводится в границах разведываемой части открытый способ – граница должна быть удалена за контур нижней границы отработки промышленных запасов на расстояние $L=Hctg \alpha+b$. Глубина изучения определяется глубиной залегания полезного ископаемого. При горизонтальном или пологом залегании рудных тел глубина скважин должна на 10 м превышать глубину залегания подошвы рудного тела. При наклонном залегании подошвы рудного тела глубина определяется размерами призмы возможного обрушения. При подземном способе разработки определяются величинами углов сдвига пород над выработанным пространством</p>	<p>1. Бурение специальных инженерно-геологических и термометрических скважин. 2. Инженерно-геологическая документация геологоразведочных и специальных инженерно-геологических скважин по опорным профилям и на участках, сложенных в инженерно-геологическом отношении. 3. Инженерно-геологическое опробование керна скважин. 4. Оконтуривание зон метасоматически измененных пород, установление их минерального состава (рентгеноструктурный анализ). 5. Лабораторные определения и вычисления расчетных показателей физико-механических свойств для характеристики МГТ-3. 6. Увязка физико-механических свойств пород и результатов рентгеноструктурного анализа.</p>	<p>5. Режимные термометрические измерения в скважинах.</p> <p>6. Специальные геофизические исследования в скважинах.</p>	МГТ-3 статистическая однородность
Эксплуатационная разведка	<p>Проблемные участки (призма возможного обрушения, зона развития инженерно-геологических процессов, участки изменения НДС, мульды сдвига)</p>	<p>1. Стационарные систематические наблюдения за деформациями откосов. 2. Детальное изучение в забоях условий залегания горных пород, тектонических нарушений. 3. Оперативный прогноз устойчивости на основе геофизических исследований. 4. Изучение характера, степени трещиноватости и выветрелости пород.</p>		МГТ-3 статистическая однородность

Примечание: МГТ – монопородное геологическое тело первого, второго и третьего уровней; R_c – предел прочности на одноосное сжатие; f_k – коэффициент крепости; C – удельное сцепление; φ – угол внутреннего трения.

Литература

1. Бабушкин В.Д. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых / В.Д. Бабушкин, Д.И. Пересунько. – М.: Недра, 1969. – 408 с.
2. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых / ВСЕГИНГЕО. - М.: Недра, 1986. - 171 с.
3. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых: методическое руководство / Д.И. Пересунько, С.П. Прохоров, Г.Г. Скворцов и др. – М.: Недра, 1969. – 408 с.
4. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке / ВСЕГИНГЕО; Одобрена экспертной комиссией секции гидрогеологии и инженерной геологии НТС Министерства геологии СССР. - М.: Недра, 1975. - 49 с.
5. Кузькин В.И. Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке / В.И. Кузькин, Л.А. Ярг. – М., 2001. – 153 с.
6. Абатурова И.В. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей. Научное издание / И. В. Абатурова; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: Типография «Уральский центр академического обслуживания», 2011. – 226 с.
7. Абатурова И.В. Прогноз инженерно-геологических условий отработки месторождений твердых полезных ископаемых на стадии изучения методом аналогий / И.В. Абатурова // Литосфера. – 2009. - № 5. - С. 99 - 106.
8. Ольховатенко В.Е. Основы инженерной геологии и механики грунтов : учеб. пособие / В.Е. Ольховатенко, Н.С. Рязанов. – Томск: Изд-во Томского гос. архит.-строит. ун-та, 2005. – 311 с.