© П.В. Яковлев, А.А. Лапшев, 2006

УДК 622.1:

П.В. Яковлев, А.А. Лапшев

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАРКШЕЙДЕРСКОМ ДЕЛЕ

Семинар № 2

В настоящее время активно формируется отрасль знаний, получившая название "спутниковые технологии", которая имеет разнообразное практическое применение. В рамках этих технологий решают задачи связи, навигации и дистанционного зондирования Земли.

Спутниковые навигационные системы (Глобальные системы позиционирования) предназначены для осуществления координатно-навигационного обеспечения служб воздушного и морского транспорта, прикладных и фундаментальных геодезических и географических исследований, спортивно-туристи-ческих мероприятий.

Для специалистов маркшейдерского дела и геодезии внедрение в практику спутниковых методов позиционирования стало почти революционным техническим переворотом, приведшим к коренному пересмотру структуры геодезического обеспечения страны, принципиальным изменениям методик полевых и камеральных работ на земной поверхности.

Общеизвестны такие преимущества спутникового позиционирования, как практически полная независимость выполнения полевых работ от времени года и от времени суток; высокая оперативность, основанная на высочайшей степени автоматизации; высочайшие, ни с чем не сравнимые точностные характеристики; отказ в ряде случаев от трудоемких операций сооружения наружных знаков над центрами геодезических пунктов и др.

Опыт многих предприятий подтверждает эффективность применения СНС-ГСП, особенно на крупных предприятиях, площади земельных отводов которых составляют десятки и сотни квадратных километров.

Навигационная спутниковая принимающая аппаратура геодезического назначения насчитывает десятки моделей, обладающих широким спектром возможностей. Отметим, что одно из основных направлений совершенствования такой аппаратуры связано с обеспечением относительного (дифференциального) метода позиционирования в различных его вариантах: статики, быстрой статики, “stop-go” и др. Вместе с тем, практически любой спутниковый приемник обладает и возможностью определения координат в абсолютном режиме. Напомним, что в рамках абсолютного и относительного режимов обеспечивается точность определения координат соответственно метрового и миллиметрового порядка [1, 2]. Работа в абсолютном режиме, несмотря на проигрыш в точности, во многих случаях методически проще, практически удобнее и в конечном счете дешевле, так как требует лишь одного приемника. Ряд разработчиков предпринимает успешные попытки создания комбинированных режимов, предусматривающих относительное позиционирование при использовании одного приемника (например, режим с виртуальной базовой станцией).

Задача повышения точности работы в абсолютном режиме, таким образом, была и остается одной из приоритетных. Направления ее решения связаны со снятием ограничений на точность передавае-

мых пользователю бортовых эфемерид, совершенствование систем наземного слежения за космическими аппаратами, совершенствованием методов математического описания их орбит, комплексным учетом факторов, влияющих на изменение параметров орбит (вплоть до влияния светового давления на аппарат) [6, 7]. Отметим особо, что параметры любых орбит связаны с параметрами внешнего гравитационного поля Земли.

Для рассмотрения предлагаемого ниже тезиса необходимо сформулировать следующую логическую предпосылку: для определения положения космических аппаратов необходимо иметь информацию о поле силы тяжести Земли, следовательно, эфемериды их несут опосредованную информацию об этом поле. Наземный пользователь получает координаты точки установки приемника в результате обработки полученных эфемерид, следовательно, получает и опосредованную информацию о гравитационном поле.

Вместе с тем, некоторые задачи геомониторинга на горных предприятиях требуют непосредственного применения наземной гравиметрической съемки. Известны и применяются методы определения формы и размеров недоступного выработанного пространства, прогнозирования горных ударов, смещений блоков земной коры по результатам относительных гравиметрических съемок. Высокоточное нивелирование на геодинамических полигонах сопровождается определением аномалий силы тяжести, определяемых на основе таких съемок и др. Учитывая высокую стоимость и трудоемкость последних, а также широкое распространение на практике спутниковой принимающей аппаратуры, возникает вопрос о возможности привлечения наземных спутниковых координатных определений для выявления аномалий силы тяжести, в первую очередь на геодинамических полигонах.

Практически все типы спутниковых приемников имеют возможность представления получаемых результатов позиционирования в различных системах координат, связанных как с телом геоида, так и с референцными эллипсоидами, используемыми в том или ином регионе. Сферические координаты, отнесенные к тому или иному сфероиду, для одной и той же точки физической поверхности Земли, различаются на величины, пропорциональные величинам относительных уклонений отвесных линий.

Относительным (астрономо-геодезическим) уклонением отвесной линии называют угол между нормалью к поверхности данного референц-эллипсоида и направлением отвесной линии. Оно определяется величиной угла уклонения (u) и азимутом (θ) плоскости, в которой этот угол находится. Обычно полное уклонение определяют в составляющих соответственно по меридиану (ξ) и первому вертикалу (η).

Имеют место следующие соотношения:

$$\xi = u\cos\theta = \varphi - B \;;$$

$$\eta = u\sin\theta = (\lambda - L)\cos\varphi \;;$$

$$u = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} \;,$$

где ξ - составляющая уклонения в меридиане; η - составляющая уклонения в первом вертикале; u - полное уклонение; φ, λ - широта и долгота на геоиде; B, L - широта и долгота на референц-эллипсоиде.

Координаты φ, λ и B, L для одной и той же точки можно получить непосредственно из абсолютных спутниковых определений, последовательно задавая соответствующие системы координат.

Зависимости составляющих уклонения от аномалий силы тяжести в некоторой области вокруг точки с данными координатами описываются формулами, носящими имя голландского геодезиста Вейнинг-Мейнеса :

$$\xi = -\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \Delta g Q(\psi)\cos A dA d\psi \ ;$$

$$\eta = -\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \Delta g Q(\psi)\sin A dA d\psi \ ;$$

где $Q(\psi)$ - функция Вейнинг-Мейнеса; ψ - сферическое расстояние от исследуемой точки на текущую; A - азимут направления с исследуемой точки на текущую;

$$Q(\psi) = -\frac{1}{2\gamma_0 \sin 1''}(\cos ec\frac{\psi}{2} + 3) \ ;$$

Δg - аномалия силы тяжести; $\Delta g = g - \gamma_0$; g и γ_0 - соответственно действительное и нормальное значения силы тяжести.

Для облегчения вычислений для зоны радиусом 5 км эти формулы приводят к следующему виду [5]:

$$\xi''_{0-5} = -0'',02628\left[\Delta g_{0k}\ \cos A_k\right];$$

$$\eta''_{0-5} = -0'',02628\left[\Delta g_{0k}\ \cos A_k\right];$$

где Δg_{0k} - значение аномалии на окружности радиуса 5 км; A_k - азимут направления с точки центра зоны на текущую.

Считают [3], что погрешности $0''.5 - 0''.15$ определения полного уклонения связаны с погрешностями определения аномалий силы тяжести $0.2 - 0.9$ *мГал*.

Таким образом, определив координаты одной и той же точки, отнесенные к геоиду и референц-эллипсоиду при помощи спутникового приемника, можно определить гравитационную аномалию, отнесенную к некоторой зоне в окрестностях данной точки на поверхности Земли.

Приведенные рассуждения, конечно, нельзя считать вполне строгими, однако они служат убедительной иллюстрацией возможности использования спутниковых определений не только по их прямому назначению, но и для получения гравиметрической информации.

Дополнение геометрических спутниковых определений гравиметрическими имеет смысл лишь при наличии реальной возможности интерпретации таких результатов.

Точность современных наземных гравиметрических измерений имеет порядок первых десятых мГал.

Локальные вариации гравитационного поля, значения которых могут быть использованы при геодинамическом мониторинге, обусловлены двумя факторами: либо изменениями силы тяжести, вызванными вертикальными смещениями земной поверхности, либо флуктуациями плотностных характеристик горных пород.

По данным, представленным профессором ОИФЗ РАН Ю.О. Кузьминым, в зонах разломов сейсмоактивных и нефтегазоносных областей могут происходить локальные вариации силы тяжести. Природа этих вариаций, связана с изменением флюидного режима под воздействием локальных деформаций, в зонах разломов, возникающих вследствие процессов разработки нефтегазовых месторождений. Такие вариации изменяются в пределах 0.05 – 0.3 мГал.

Таким образом, аномалии, которые можно зафиксировать при помощи спутниковой аппаратуры (0.2–0.9 мГал), имеют тот же порядок абсолютных значений, что и локальные аномалии на геодинамических полигонах (0.05-0.3 мГал).

Приведенные рассуждения позволяют сделать вывод о том, что получение гравиметрической информации по спутниковым данным может представлять вполне определенный интерес. На наш взгляд, это одна из ближайших перспектив применения СНС-ГСП в геофизике и маркшейдерском деле.

Другое широкое направление развития спутниковых технологий - использование результатов спутниковой съемки земной поверхности (дистанционное зондирования Земли (ДЗЗ)). Этот источник надежной, детальной и оперативной пространст-

венной информации стремительно завоевал популярность во всем мире и в самых различных сферах человеческой деятельности.

Результаты дистанционного зондирования Земли в промышленности основное применение находят как геопространственная основа для решении комплексных задач управления территориями [10]: мониторинге фактического состояния земельного фонда; комплексном мониторинге территорий; оценке состояния зданий и сооружений населенных пунктов, а также транспортных магистралей различного назначения; сельскохозяйственном и лесном мониторинге.

Практическая ценность материалов ДЗЗ для горной промышленности и, в частности, при решении маркшейдерских задач, заключается в возможности использования их для:

- обновления и пополнения топографической основы для территорий экономической заинтересованности горных предприятий;
- определения и контроля соблюдения границ отводов и природоохранных зон;
- обновления и пополнения документации на открытые горные работы;
- экологического мониторинга горных предприятий;
- комплексного картографирование геологических образований при поисках, разведке и подсчете запасов полезных ископаемых;
- планировании капитального строительства и строительства коммуникаций (линий электропередач, нефте- и газопроводов, и др.);
- решения любых других задач практики геодезии и маркшейдерии, требующих использования топографической основы и качественных данных о земной поверхности.

Космические аппараты (КА) – носители аппаратуры ДЗЗ двигаются по низким (400-700 км) солнечно-синхронным орбитам, обеспечивая максимально длительный проход спутника над освещенной стороной Земли (для сравнения: спутники СНС-ГСП имеют, как правило, высокие орбиты – 20-60 тыс. км). Они оборудованы оптико-электронными сенсорами высокой разрешающей способности, что позволяет с их помощью производить съемку земной поверхности в панхроматическом и мультиспектральном режимах. Разрешающая способность изображений в панхроматическом режиме колеблется от 0,6 до 1,0 м, и в мультиспектральном от 2,5 до 4 м. Эти показатели зависят от снимающего оборудования, установленного на спутнике. Отметим, что в геометрическом смысле спутниковые снимки могут иметь различную природу. Не останавливаясь подробно на принципах получения изображений, отметим, что последние могут, как представлять собой модель центральной проекции, так и быть сформированными по другим геометрическим законам.

Характеристики некоторых КА приведены в таблице.

Важную роль в достижении высокого качества конечного продукта играет процедура наземной камеральной обработки данных ДЗЗ. На сегодняшний день существует большое количество методов обработки, которые сильно различаются между собой. Это следует учитывать при заказе снимков и условий по его дальнейшей обработке.

Одним из современных способов фотограмметрической обработки спутниковых снимков считается моделирование

процесса съёмки, в результате чего появляется возможность воспроизвести пространственное положение совокупности лучей, сформировавших снимок. Этот метод требует определения траектории и ориентации сенсора и обязательное использование его геометрической модели.

Рис. 1. Снимок аэропорта, на котором четко различимы взлетно-посадочные полосы, разметка на них, стоянки самолетов, здание терминала и его инфраструктура. Снимки подобного качества уже можно использовать при разработке картографической базы данных аэропорта и прочей документации

Рис. 2. Снимок береговой линии. Из него можно получить информацию о характере застройки, техногенных изменениях береговой линии и глубин

В терминах классической фотограмметрии это соответствует необходимости высокоточного определения элементов внутреннего и внешнего ориентирования снимка, что всегда представляло и представляет достаточно трудоемкую задачу. Такая задача в современных условиях может быть решена на основе высокоточного автономного позиционирования (например, в рамках СНС-ГСП), без наземного геодезического обеспечения. О стандартных однозначных решениях здесь, однако, пока известно мало [9, 10].

Перспективы применения результатов космических съемок в маркшейдерском деле в первую очередь связаны с относительно легкой доступностью таких материалов, что обеспечивается современным уровнем развития информационных технологий.

На сегодняшний день каждый желающий может заказать снимок любого участка земной поверхности или получить его, при наличии, из архива. Уже существует широкая сеть компаний-дистрибьюторов, предлагающих результаты спутниковой съемки от ведущих компаний в области дистанционного зондирования, которые являются владельцами космических аппаратов, находящихся на орбите.

В качестве примеров, иллюстрирующих качество спутниковых снимков, приведем изображения земной поверхности (рис. 1, 2, 3), полученные со спутников OrbView-3 (ORBIMAGE Inc.) и IKONOS (Space Imaging) [10].

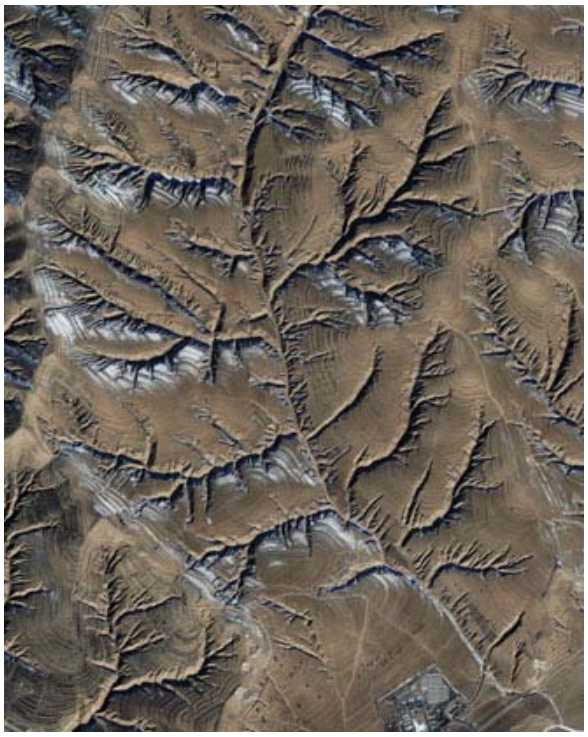

Рис. 3. Участок гористого рельефа. Примечательно, что хотя трудно отличить положительные формы от отрицательных по одиночному снимку, в принципе они легко дешифрируются.

Достоинствами дистанционного зондирования можно считать покрытие огромных площадей в любой точке земного шара (превосходящее возможности аэрофотосъемки), что позволяет говорить о более высокой производительности, оперативности съемки, высоком качестве и относительно низкой стоимости.

К недостаткам этих технологий можно отнести частичную неопределенность фотограмметрического качества снимков, сравнительную сложность обработки, невозможность получения данных с космических аппаратов при наличии облачности в районе съемки. Последнее обстоятельство в некоторых регионах может сыграть решающую роль при принятии решения о широком использовании данных дистанционного зондирования.

Можно предположить, что в дальнейшем развитие данной области, помимо увеличения спроса на данные дистанционного зондирования, будет происходить в следующих направлениях:

1) повышение качества начальных данных за счет улучшения технических характеристик снимающего оборудования, при выводе на орбиту новых моделей космических аппаратов и повышение точности ориентирования спутников на околоземной орбите;

2) качественное улучшение алгоритмов обработки данных дистанционного зондирования ;

3) разработка нормативной документации о применении результатов дистанционного зондирования как на общефедеральном уровне, так и по отраслям, и разработка методик использования таких результатов.

Работы по этим направлениям позволят кардинально повысить качество получаемой информации, расширив тем самым область ее применения.

Здесь же хочется обратить внимание на возможность появления в ближайшем будущем унифицированного программного продукта, способного обеспечить оперативную и удобную работу с материалами результатов дистанционного зондирования, объединяя их со сторонней информацией. В качестве прототипа подобной программы можно указать на ресурсы Google Earth (http://earth.google.com), World Wind (http://worldwind.arc.nasa.gov). Они представляют собой «электронные глобусы», которые уже сейчас имеют возможность масштабирования, получения общего представления о рельефе и наложения на спутниковые снимки земной поверхности высокой разрешающей способности, топокарт, информации о природных процессах, движении ураганов, границ плит земной коры, геологической информации, территориальных границах и пр. На данный момент эти сервисы рассчитаны на использование в качестве справочных ресурсов бытового уровня, однако не следует отвергать тот факт, что наработки, появившиеся в процессе их использования, получат применение и дальнейшее развитие при создании унифицированного программного продукта.

Таким образом, следует ожидать в ближайшем будущем более широкого применения спутниковых технологий в маркшейдерии; их методики и сферы применения будут дополнены возможностями получения гравиметрических данных по спутниковым наблюдениям, а также оперативного использования материалов спутниковых съемок, что откроет новые подходы к решению задач в первую очередь экологического мониторинга на горных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *GUIDE TO GPS* POSITIONING by David Wells: Canadian GPS Associates, 1987.
2. *MAGELLAN* GPS NAV 5000 PRO, USER GUIDE, by Magellan Systems Corporation, 1993.
3. *Бровар В.В., Магницкий В.А., Шимбирев Б.П.* Теория фигуры Земли. – М.: Геодезиздат, 1961.
4. *Шимбирев Б.П.* Теория фигуры Земли. – М.: Недра, 1975.
5. *Макаров Н.П.* Геодезическая гравиметрия. – М.: Недра, 1968.
6. *Катевян С.К.* Главный фактор, определяющий точность современной геодезии. – М.: Геодезист,2001, № 6.
7. *Урмаев М.С.* Оптимальный метод интегрирования уравнений движения ИСЗ. – М.: Геодезист. 2001, № 6.
8. *Ильичев А.Н. Пахмутов Л.П.* Высшая геодезия, учебник для спец. 0901 «Маркшейдерское дело». – М.: МГИ, 1993.
9. Современные проблемы фотограмметрии и дистанционного зондирования ; материалы Пятой научно-практической конференции, посвященной 80-летию образования кафедры фотограмметрии МИИГАиК, М., 2005.
10. Ссылки: http://www.sovzond.ru; http://www.ikonos.ru; http://www.orbimage.com; http://www.geoeye.com.

Коротко об авторах

Яковлев П.В. – доцент,
Лапшев А.А. – ст. преподаватель,

Московский государственный горный университет.

© Н.Е. Федотов, 2006

УДК 622.1

Н.Е. Федотов

ОСВОЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И ЗАДАЧИ МАРКШЕЙДЕРИИ

Семинар № 2

Сегодня практическое освоение околоземного космического пространства из разряда научной фантастики переходит в решение конкретной научно-технической задачи. Из всех планет Солнечной системы наиболее перспективными для решения проблем, возникающих перед странами земной цивилизации, являются планета Марс и естественный спутник Земли – Луна. Планета Марс интересует пока только ученых как естественный научный полигон для определения будущей перспективы продолжения жизни на Земле и возможное место для размещения ее жителей в случае космической катастрофы. Конкретные марсианские планы имеют пока США и Евросоюз. Американская программа освоения Марса – NASAs Mars Exploration, предусматривает посылку автоматических станций на околомарсианскую орбиту и его спутники, а также высадку астронавтов на Марс в 2030 году. Европейская программа – Mars Express также включает в себя посылку автоматических орбитальных аппаратов и высадку космонавтов в 2035 году. Стоимость проведения марсианской экспедиции составит от 100 до 500 млрд. долл. США [1]. Таким образом, высадка человека на Марс и создание марсианских поселений является реальной, но пока далекой перспективой. В общечеловеческом масштабе Луна рассматривается как место создания промежуточной транспортной станции для организации космических экспедиций и производства ракетного топлива, что должно привести к значительному уменьшению экологической нагрузки на Землю. Вместе с этим Луна представляет конкретный интерес и для отдельных стран. Так американская лунная база будет создаваться уже с 2020 года, а китайская с 2030. О планах создании российской базы пока неизвестно, но если американская и китайская базы появятся, то вся космическая группировка России будет находиться под двойным контролем и с Земли, и из космоса. А это сильно повысит ее уязвимость.

В настоящее время пока имеется только принципиальный проект создания лунной базы как промышленно–транспортной станции [2]. В основе проекта лунной базы лежит принцип максимальной самодостаточности обеспечения ее функционирования и жизнедеятельности. Природные запасы Луны не идут ни в какое сравнение с земными, но они включают в себя достаточное количество химических элементов и веществ, необходимых для получения компонентов ракетного топлива, конструкций космических аппаратов, получения кислорода и воды. Они также могут быть использованы для получения стекла и строительных материалов. Об этом наглядно свидетельствуют результаты анализа проб лунного грунта в %, полученных в местах посадки советских автоматических станций Луна – 16, 20 [3] (таблица).

Согласно вариантам проекта, объекты базы, в зависимости от их функционального назначения будут располагаться как на лунной поверхности, так и под ней. Подобная схема размещения и перечень комплексов базы соответствует составу Генерального плана развития градообразующего горно–металлурги-ческого (химического) комбината, что

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
Луна – 16	41,90	3,36	15,33	16,66	8,78	12,53	0,34	0,10
Луна - 20	44,40	0,56	22,90	7,03	9,70	15,20	0,55	0,10

позволяет определить и примерный комплекс необходимых маркшейдерских работ. Следует отметить, что один из вариантов создания базы предусматривает ее размещение в лавовой трубке. Однако наличие таких трубок в массиве лунных пород пока визуально не подтверждено. Поэтому, определение состава необходимых видов маркшейдерских работ по сооружению и эксплуатации лунной базы будет рассмотрено для кратерной схемы.

Маркшейдерские работы будут производиться в соответствии с этапами сооружения лунной базы в следующей последовательности:

1. Привязка границ выбранного участка под строительство базы к элементам ситуации и рельефа (горные вершины и кратеры).
2. Выполнение мелкомасштабной съемки участка.
3. Создание опорной сети.
4. Создание съемочной сети.
5. Производство крупномасштабной съемки в местах размещения комплексов и транспортных коммуникаций.
6. Производство работ связанных с добычей полезных ископаемых открытым способом.
7. Выполнение разбивочных работ по выносу параметров объектов с проекта в натуру.
8. Контроль за соблюдением геометрических параметров и пространственным положением объектов при их сооружении.
9. Наблюдения за состоянием лунной поверхности, массива горных пород и инженерных сооружений комплексов в процессе эксплуатации с целью их охраны от вредного влияния горных работ и лунотрясений.

Освоению лунной поверхности будет предшествовать создание орбитальной лунной пилотируемой станции, экипаж которой и выберет конкретное место на видимой стороне Луны под строительство базы. Привязка границ участка строительства и производство мелкомасштабной съемки будет выполнено по результатам стереофотосъемки с этой орбитальной станции. Полученные карта или план будут служить основой для составления Генплана базы.

Самые первые объекты лунной базы будут доставлены с Земли и предназначены для размещения и жизнедеятельности десантно-разведочного отряда [4]. Основной задачей этой группы будет рекогносцировка местности и вынос в натуру границ комплексов базы согласно плану и проведение подготовительных мероприятий для их развертывания.

Одной из первоочередных задач сооружения базы будет являться строительство карьера по добыче полезных ископаемых, необходимых для создания биосферы лунной базы – кислорода и водорода, получения строительных материалов. Таким образом, уже реализация первой стадии строительства лунной базы потребует осуществления определенного комплекса маркшейдерских работ и, прежде всего – развития опорной сети.

Предлагаемая проектом схема размещения функциональных комплексов базы (рисунок), сама собой определяет и оптимальную конструкцию опорной сети – треугольник. Небольшие размеры участка работ (5–10 кв. км) позволяют создать ее как самостоятельную, которую при необходимости можно будет развивать в любом направлении.

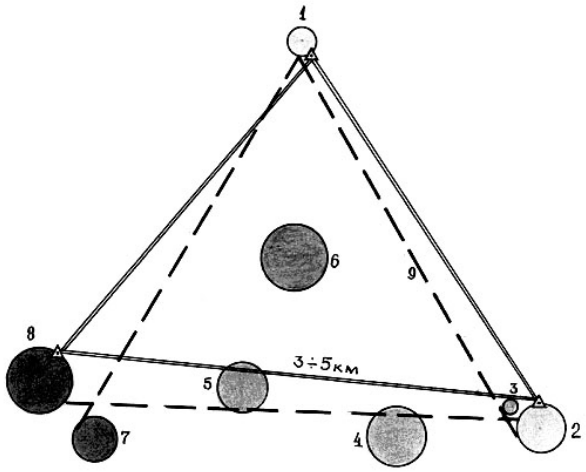

Схема размещения комплексов лунной базы и пунктов опорной сети: *1* – жилой; *2* – стартово-посадочный; *3* – центр управления полетами; *4* – промышленный; *5* – склады; *6* – энергетический; 7 – металлурги-ческо-химический; *8* – горно-добывающий; *9* – транспортный; пункт опорной сети

Поскольку длина стороны треугольника будет находиться в пределах 3–5 км, то согласно классификации геодезических сетей [5], данная сеть по этой величине может быть отнесена к триангуляции (трилатерации) 4 класса, или 1 разряда. В виду того, что сеть может развиваться как самостоятельная, то следует отдать предпочтение 1 разряду, т.к. на ее развитие потребуется меньше времени полевых работ, что особо важно в лунных условиях.

Отсутствие атмосферы на Луне, даже человеку находящемуся в скафандре, обеспечивает получение радиоактивной дозы облучения. Так например, первые американские астронавты за 8 суток лунной экспедиции получили дозу радиации, эквивалентную 30 годам жизни на Земле. Кроме этого, ресурсы космических скафандров, американского A-7L и российского «Кречет», составляют соответственно 7 и 10 часов работы в открытом космосе [6]. Поэтому необходимость сокращения времени полевых работ определяется не только технико-экономическим фактором, но и обеспечением безопасности жизнедеятельности человека. При развитии триангуляции 1 разряда точность угловых (β) и линейных (m) измерений должна составлять соответственно 5 сек и 1 : 50 000. То есть, для стороны длиною 5 км абсолютная погрешность измерения должна быть не более 100 мм. При производстве полевых работ, в качестве прибора, обеспечивающего выполнение угловых и линейных измерений, широко применяются различные электронно-оптические и лазерные тахеометры. Приборы данного класса позволяют выполнять практически не только все виды полевых работ но и обладают широкими возможностями в выборе способа обработки и реализации полученных результатов. Поэтому они в наибольшей мере соответствуют условиям производства работ на Луне. К тахеометрам, позволяющим добиться указанной выше точности измерений можно отнести следующие типы: Trimble 5601 – 5605 (β = 1 – 5 сек, m = 17 мм), MPL – 350 (β = 5 сек, m = 25 мм), GTS – 223, 225 (β = 3 – 5 сек, m = 12 мм) и GPT – 6001 – 6005, 7000i (β =1 –- 5 сек, m = 13 мм). Эти типы тахеометров позволяют передавать результаты измерений в стационарный компьютер через кабельную сеть или по радио, что позволяет после снятия скафандра исключить контакт с радиоактивным оборудованием. Однако наведение зрительной трубы в скафандре на цель будет сильно затруднено, так как ее окуляр будет находится на значительном расстоянии от глаза за стеклом гермошлема. По этой причине более перспективным прибором можно считать только тахеометр GPT – 7000i. Конструктивной

особенностью этого тахеометра являются две встроенные цифровые фотокамеры.

Одна из них, камера широкого обзора, расположена над объективом тахеометра и позволяет получать и хранить в памяти панораму участка съемки, что исключает необходимость ведения абриса. Другая камера, находящаяся справа от объектива, дает изображение участка работ попадающего в поле зрения объектива зрительной трубы. При этом, данное изображение выводится на дисплее с маркировкой точек координаты которых уже определены. Таким образом, выполнение съемочных работ этим прибором может осуществляться не путем наведения креста сетки нитей на точку, наблюдая в окуляр зрительной трубы, а с помощью визуального рассмотрения изображения точки визирования на экране [7].А это уже делает возможным использование прибора данной конструкции и при работе в скафандре.

Касаясь особенностей производства работ в скафандре необходимо отметить и то, что кисть руки маркшейдера будет находится в перчатке, которая для указанных типов скафандров рассчитана на простейшие движения. Кроме того, только для сжатия кисти руки в перчатке требуется усилие до 25 кг, что намного превышает требуемую величину необходимого усилия для нажатия кнопки пульта управления прибора, вращения стопорного или наводящего винтов.

В заключение можно сделать вывод, что существующие типы тахеометров (нивелиров) не соответствуют по своей конструкции и температурным характеристикам условиям производства маркшейдерских работ на Луне. Необходимо проведение научно-исследовательских и опытно-кон-структорских работ по созданию приборов, обеспечивающих выполнение указанных выше видов маркшейдерских работ, и разработке методики их производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сначала* на Марс полетят женщины. Известия, М., № 29, 2005.
2. *Перспективы* 2050 года, или в преддверии марсианских поселений. http://crydee. sai. msu..ru / Univese and us / 3 num /V3 pap 13.htm.
3. *Черкасов И.И., Шварев В.В.* Грунтоведение Луны. – М.: Наука, 1979. - 232 с., ил.
4. *Чернышев В.В.* Космические обитаемые станции. – М.: Машиностроение,1976. - 157 с., ил.
5. *Инструкция* по производству маркшейдеских работ. Минуглепром СССР, ВНИМИ. - М.: Недра, 1987. 240 с., ил.
6. *Подрезков М.* Костюмы для высших сфер. М., Гео, № 9, 2004.
7. *Воронов А.Н.* GPT -7000i – электронный тахеометр с цифровой фотокамерой. М., Геопрофи, №4, 2005.

Коротко об авторах

Федотов Н.Е. – доцент, кандидат технических наук, кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Московский государственный горный университет.

© О.С. Мечиков, 2006

УДК 622.834.1

О.С. Мечиков

ОПЫТ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И ЗАПАСАМИ ДОБЫВАЕМЫХ РУД НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Семинар № 2

Предшествовавшие научные исследования определения кусковатости взорванной горной массы содержали разработку стереофотограмметрического метода оценки кусковтости при помощи стандартных комплектов съёмочного и камерального оборудования, которые в то время отсутствовали на многих карьерах, в том числе – на рудном Алтае. Поэтому при проведении экспериментальных исследований на карьерах рудного Алтая был разработан упрощённый метод оценки кусковатости взорванной горной массы по масштабированным стереофотоснимкам, который был доложен в доработанном виде на неделе горняка в МГГУ в 2005 году [1]. Этот метод позволил учитывать фактор кусковатости горной массы при оценке результатов и совершенствовании буровзрывных работ на карьерах рудного Алтая.

В процессе экспериментальных исследований на Зыряновском карьере был разработан критерий дробимости трещиноватых пород и метод его определения [2], что позволило целенаправленно управлять качественными показателями буровзрывных работ с учётом специфики трещиноватой структуры рудовмещающих пород. Другим результатом совершенствования БВР с учётом кусковатости взорванной массы и критерия дробимости трещиноватых пород явилось применение высоких уступов на Зыряновском карьере [3] в объективно благоприятных условиях наличия подземных пустот в контурах карьера, оставшихся от предшествовавшей подземной разработки месторождения. Но для эффективного использования подземных пустот и своевременного погашения их потребовалось усовершенствовать методы их объёмов и расположения. Для этого был предложен к использованию метод стереофотограмметрической съёмки контуров подземных пустот малоформатными стереокамерами на вертикальном базисе, доставляемыми в пустоту через разведочную скважину [4].

Весьма важным методом маркшейдерского обеспечения добычных горных работ явилось формирование селективного метода выемки руды, в особенности – при использовании наклонных скважинных зарядов ВВ. Этот метод впервые был исследован и внедрён на Белогорском карьере [5], затем - на Зыряновском [4] и на Николаевском [6] карьерах. Внедрение его означало эффективное управление качеством добываемой руды ввиду радикального сокращения разубоживания её при добыче.

Для внедрения метода наклонных скважинных зарядов при помощи буровых станков СБШ-250 потребовалось дооборудовать их дополнительным задним наклонным домкратом для нейтрализации реактивного усилия, сдвигающего станок назад в процессе бурения, изготовить и применить маркшейдерское приспособление для установки станка на каждой из наклонных скважин в нормализованную позицию относительно контура откоса уступа на её участке. Только детальное маркшейдерское сопровождение процесса бурения наклонных взрывных скважин, а также учёт значений критерия дробимости трещиноватых пород позволили использовать все преимущества этого метода при селективной отбойке руды и отбойке вскрышных пород на алтайских карьерах.

Маркшейдерскими исследованиями выявлена и на опытно-промышленных блоках карьеров Алтая подтверждена эффективность метода подуступной выемки руды в управлении показателями потерь (П) и разубоживания (Р) ископаемого [7]. Этот метод позволяет регулировать уровень П и Р при

добыче руды примерно пропорционально высоте добычных уступов.

Таким образом, маркшейдерское обеспечение позволило сформировать систему прогрессивных методов производства горных работ на карьерах, включающую селективную отбойку и подуступную выемку руды, метод наклонных скважинных зарядов для отбойки как руды, так и пород, учёт критерия дробимости трещиноватых пород и характеристик кусковатости взорванной массы наряду с показателями потерь и разубоживания, метод отбойки вскрышных пород высокими уступами. Экономический эффект от внедрения результатов горно-марк-шейдерских исследований на карьерах рудного Алтая в период 1965-75 гг. составил 1130 тыс. руб. в год.

Маркшейдерское обеспечение добычных работ при подготовке и выемке руд различного содержания в них металлов состояло в геометризации запасов их на добычных уступах типовых карьеров рудного Алтая с целью районирования отдельных сортов ископаемого различного качества и сопоставления методов сплошной и рациональной выборочной разработки руд по сортам. Такими исследованиями выявлена целесообразность выемки руд по природным сортам в порядке постепенного убывания содержания металлов в добычных блоках. В дальнейшем установлено, что в условиях наличия ископаемых весьма сложного вещественного состава необходимо производить разделение и районирование их по технологическим сортам с целью селективной выемки отдельных сортов или товарной руды в стабильно заданном соотношении технологических сортов, обес-печивающем наибольшую эффективность процесса обогащения всей товарной руды.

Природная склонность всех сортов богатого Николаевского месторождения медноколчеданных руд к самоокислению стимулировала горно-маркшейдерские исследования по поиску соответствующих технологических решений, которые привели к методу малых добычных блоков, обеспечивающих быструю выемку и переработку руды, достаточную для нейтрализации влияния природного процесса самоокисления на показатели процесса обогащения ископаемых. Объединение метода малых добычных блоков с системой прогрессивных методов производства горных работ на карьерах позволило реализовать принцип рациональной выборочной разработки руд по технологическим сортам в варианте стабильно заданного соотношения таких сортов в товарной руде и тем решить проблему эффективного использования запасов труднообогатимых и склонных к окислению в атмосферной среде метаколлоидных руд, составляющих более одной трети всех запасов Николаевского месторождения.

Внедрение метода селективной выемки хорошо обогатимых кристаллических руд в стабильно заданной пропорции с трудно обогатимыми метаколлоидными разновидностями их произведено в 1975 году с экономическим эффектом в первый год промышленного использования более 240 тыс. руб. в год и затем продолжено в нарастающем объёме без оформления совместных протоколов или актов предприятия с исследователями. Однако опыт разработки запасов николаевских руд глубоко изучают, используют и совершенствуют другие исследователи и практики, в частности, - на аналогичном по вещественному составу руд Орловском месторождении, разрабатываемом Жезкентским ГОКом, расположенным также в границах Республики Казахстан, поблизости от Николаевского карьера.

В вопросах рационального использования недр маркшейдер в силу своего традиционного статуса лоцмана горного производства обязан создавать своё профессиональное обеспечение любой объективно возникающей горно-эксплуатаци-нной проблемы. Таковой в начале 70–х гг. XX века явилась поставленная Минцветметом СССР перед отраслевыми институтами задача научного обоснования нормативных показателей потерь и разубоживания при добыче руд цветных металлов и расчёта конкретных значений этих показателей для подведомственных им горно-добывающих предприятий.

Автор в должности заведующего незадолго до этого созданной во ВНИИЦветмете лаборатории рудничной геологии и маркшейдерского дела выполнял эту поставленную задачу, в результате чего была создана типовая методика нормирования показателей потерь (П) и разубоживания (Р) для горных предприятий по разработке коренных месторождений руд цветных металлов, которая реализовывалась маркшейдерским коллективом лаборатории (в составе 6-8 человек) на предприятиях свинцово-цинковой, медной подотраслей, а затем и других рудниках и карьерах цветной и чёрной металлургии [8]. При этом в процессе исследований и внедрения нормативов П и Р сама методика обогащалась опытом учёта специфических особенностей отдельных предприятий и пожеланий органов Госгортехнадзора республиканского и общесоюзного масштаба [9] и постепенно преобразовалась в полную методологию нормирования показателей П и Р на открытых и подземных рудниках с выдачей нормативов по системам разработки и по отдельным добычным блокам, с расшифровкой нормативов по источникам их образования, с выдачей результатов в виде двумерных матриц по узловым значениям переменных определяющих факторов, вычисленным на наиболее высоком уровне достоверности результатов математического моделирования технологически возможных сочетаний П и Р.

Внедрение научно обоснованных нормативов потерь и разубоживания руды на горных предприятиях в доперестроечный период дало суммарный экономический эффект более 3 млн руб. в год и сопоставимый с этой суммой эффект в последующий период, когда оформление актов внедрения предприятий совместно с институтами стало не обязательным для предприятий.

К началу 70-х гг. прошлого столетия в системе Минцветмета страны стали проявляться результаты многолетней напряжённой работы по обеспечению металлами как внутреннего, так и внешнего рынка стран СЭВ в виде случаев крупного неподтверждения геологических данных о запасах руд в недрах на ряде предприятий (например, на Зыряновском свинцовом комбинате) и невыполнения планов горно-подготовительных работ (например, в комбинате Печенганикель). Это побудило Минцветмет поручить своим четырём научно-исследовательским институтам во главе с ВНИИцветметом разработать маркшейдерскую методику нормирования запасов руд различной подготовленности к добыче, которая исключала бы возможность появления случаев невыполнения предприятиями планов производства по не зависящим от них внешним причинам. Научным руководителем объединённой темы и раздела методики по коренным рудным месторождениям был определён автор этого доклада. Работа была выполнена в два этапа. Вначале был разработан первый вариант методики, принятый Минцветметом в 1975 г., который был разослан по предприятиям для апробации. Поступившие в последующие годы замечания предприятий и организаций министерство поручило авторам первого варианта методики учесть при разработке окончательного варианта её, что и было выполнено в последующие годы. Доработанный вариант методики [10] был утверждён Заместителем Министра цветной металлургии СССР К.К. Арбиевым 01.04.1986 г. и разослан всем предприятиям и организациям министерства для внедрения в практику их работы. В результате в последующие годы были прекращены случаи невыполнения планов предприятиями по объективным причинам неподтверждения запасов руд в недрах или по неблагоприятным географо-климатичес-им условиям работы горных предрпиятий.

Поскольку в наступивший период решительного поворота стратегии недропользования на путь охранительного и восстановительного отношения к окружающей среде нельзя проблему управления качеством и запасами добываемых руд рассматривать в отрыве от влияния горного и обогатительного производства на не менее важный природный ресурс, - потенциально продуктивные земли сельскохозяйственного назначения, - обоснована необходимость впредь на каждом

объекте недропользования выполнять заключительный этап разработки месторождения по ликвидации последствий и устранения отходов горного и обогатительного производств с целью полного восстановления всех площадей потенциально продуктивных земель по их видам в пределах земельных отводов и за счёт средств каждого из предприятий [11], а также произвести соответствующий радикальный пересмотр концепции рекультивации земель в России.

Вывод

Маркшейдерское обеспечение методов управления качеством и запасами ископаемых при добыче руд инициирует, ускоряет совершенствование горных технологий по добыче руд, а также решает профессиональные методические вопросы, что способствует научно-техничес-кому прогрессу, полноте и качеству извлечения запасов ископаемых из недр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мечиков О.С.* Стереофоточисловой метод оценки кусковатости взорванной горной массы на карьерах. – М.: МГГУ, ГИАБ, 2005, №4.
2. *Мечиков О.С., Макаревич В.Ф., Седлов М.Г.* Критерий дробимости трещиноватых пород и метод его определения. - В сб. «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», 1967,№1, Новосибирск, АН СССР.
3. *Мечиков О.С., Макаревич В.Ф., Седлов М.Г., Мартынов Ю.И.* Опыт взрывания высоких уступов при отбойке трещиноватых пород на Зыряновском карьере. – М.: Цветная металлургия, 1966, №9.
4. *Мечиков О.С., Макаревич В.Ф., Седлов М.Г., Мартынов Ю.И.* Технологические особенности открытых горных работ в условиях комбинированной разработки Зыряновского месторождения. - В сб. ВНИИцветмета №11, Усть-Каменогорск, 1967.
5. *Бахтин А.К., Мечиков О.С.* Отбойка руды наклонными скважинами на Белогорском карьере. - М., «Горный журнал», 1961, №8.
6. *Адигамов Я.М., Мечиков О.С., Андреев И.В. и др.* Применение наклонных скважин для отбойки пород и руды на Николаевском карьере. - М., «Горный журнал»,1973, №7.
7. *Мечиков О.С., Жангараев А.Ж., Бахулиев Р.И.* Подуступная выемка руды.- Алма-Ата, «Народное хозяйство Казахстана», 1971, №11.
8. *Мечиков О.С.* Повышение эффективности использования недр на карьерах свинцово-цинковой промышленности. – Монография.- М., «Цветметинформация»,- 1976.
9. *Мечиков О.С., Павлик А.М.* Практика нормирования количественных и качественных потерь при подземной добыче полиметаллических руд. - Монография. -М., «ЦНИИЭИ цветной металлургии», 1981.
10. *Мечиков О.С., Баженов А.С., Чемезов В.В., Басов И.Т.* Методика расчёта нормативов запасов руд (песков) по степени подготовленности к добыче на горных предприятиях Минцветмета СССР (доработанный проект). - Монография. - М., МЦМ СССР, ПМП. ГВЦцветмет,1986, 184 экз.
11. *Мечиков О.С.* Экологичное недропользование. - Книга. - Учебное пособие.- М., МГГУ, 2004.

Коротко об авторах

Мечиков О.С. – доцент, кандидат технических наук, «Маркшейдерское дело и геодезия», Московский государственный горный университет.

© Е.Н. Сессорева, 2006

УДК 622.834.1

Е.Н. Сессорева

ЗАРУБЕЖНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Семинар №2

При геологоразведочных работах, освоении новых и реконструкции действующих месторождений твердых полезных ископаемых для страны проявляется дефицит инвестиций. Кроме негеологических причин, на инвестиционную привлекательность отечественных месторождений также влияют различия между классификацией России, горными кодексами зарубежных стран и Международной Рамочной Классификацией ООН (РК-ООН).

Разработка стандартов геолого-экономической оценки месторождений по системе РК-ООН (1996 г.), представляет собою развитие классификации, созданной Геологической службой США и известной как «box» Маккелви. Эта классификация (скорее технического характера) имеет своей целью интеграцию данных о минерально-сырьевых ресурсах в глобальном масштабе. Однако перенесение этой классификации на отечественные запасы и прогнозные ресурсы месторождений полезных ископаемых не решает вышеупомянутых назревших проблем повышения эффективности воспроизводства и использования ресурсной базы.

«Box» Маккелви представляет собой трехосную систему, каждая из осей которой несет различную смысловую нагрузку в части изученности и достоверности прогнозных ресурсов и запасов: геологическую (G), экономическую и технологическую (F), собственно экономическую (E). В этой системе координат различные сочетания изученности запасов и прогнозных ресурсов фиксируются цифровыми кодами.

Отечественная классификация в отличие от «box» обеспечивает равные уровни собственно геологической и геолого-экономической изученности. В ней не возникает необходимости выделения дополнительной оси экономической значимости запасов/ресурсов с более подробным разделением на категории экономической эффективности. Соотношение запасов/ресурсов международной и российской классификаций представлено в таблице.

В рассматриваемых классификациях можно найти аналогии:

- Трем стадиям экономической и технологической изученности РК ООН (начальная оценка, предварительная оценка, детальная оценка), в отечественных геологоразведочных работах соответствуют категории технико-экономической изученности: технико-экономическое обоснование (постоянных кондиций), технико-экономический доклад (временных кондиций), технико-экономические расчеты и технико-экономические соображения;
- Категориям экономических и потенциально (вероятных, возможных) экономических запасов и прогнозных ресурсов оси экономической эффективности РК-ООН соответствуют балансовые и забалансовые запасы отечественной классификации.

Термины балансовые и забалансовые не несут какой-либо нагрузки экономической эффективности, показывая

Код	Международная Классификация ООН	Российская Классификация
111	Доказанные экономические минеральные запасы - целесообразность добычи подтверждена детальной экономической оценкой.	Балансовые запасы кат. А, В, C_1 в контуре отработки месторождений - целесообразность добычи подтверждена детальным ТЭО ПиЭК
121 122	Вероятные экономические минеральные запасы - целесообразность добычи подтверждена предвари - тельной экономической оценкой.	(121) Отсутствует. (122)) Вероятные балансовые -запасы кат. C_2 (доказанные запасы кат. C_1 на участках детализации) подтверждена ТЭД.
211	Детально оцененные (потенцииально-экономические) минеральные ресурсы - возможность добычи в будущем подтверждена детальной экономической оценкой.	Забалансовые запасы доказанные кат. А, В, C_1 и вероятные кат. C_2 разведанных месторождений - добыча экономически нецелесообразна момент оценки и подтверждена ТЭО ПиЭК.
221 222	Предварительно оцененные (потенциально-экономические) минеральные ресурсы - возможность добычи в будущем подтверждена предварительной экономической оценкой.	(221) Отсутствует. (222) Забалансовые запасы вероятные кат. C_1 из C_2 оцененных место- рождений - добыча экономически не целесообразна на момент оценки и подтверждена ТЭО ВК.
331	Измеренные минеральные ресурсы - имеют возможный экономический интерес; первоначально оценены на базе детальной разведки.	Данный класс отсутствует; возможно сопоставление с детально оцененными забалансовыми доказанными запасами кат. А, В, C_1.
332	Исчисленные минеральные ресурсы - имеют возможный экономический интерес; первоначально оценены на базе предварительной разведки.	Данный класс отсутствует; возможно сопоставление с предварительно оцененными забалансовыми вероятными запасами кат. C_2.
333	Предполагаемые минеральные ресурсы - имеют возможный экономический интерес; первоначально оценены на базе поисковых работ.	(333)Прогнозные ресурсы (резервы) - имеют возможный экономический интерес, обоснованный ТЭР, оценка дана на базе детальных поисков.
	Отсутствует.	Прогнозные ресурсы выявленные - имеют возможный экономический интерес, обоснованный ТЭС-оценка дана на базе целевых рекогносцировочных поисков.
334	Прогнозные минеральные ресурсы - основаны на рекогносцировке, имеющей целью идентификацию площадей с повышенным минеральным потенциалом.	Количественно оцененный металлогенический (минерагенический) потенциал - отражает возможность обнаружения месторождений на основе косвенных критериев и признаков рудоносности структурно-вещественных комплексов.

ТЭО, ТЭД. ТЭР и ТЭС - технико-экономическое обоснование, доклад, расчет и соображения, соответственно;

ПиЭК и ВК - постоянные/эксплуатационные и временные кондиции, соответственно.

существующую форму учета запасов, но вполне сопоставляются с категориями РК-ООН. В классификационных системах разных стран нет однозначного оп-

ределения терминов, особенно таких как «запасы», «резервы» и «ресурсы», а переводная лексика создает неопределенности в номенклатуре запасов.

Для интеграции в РК-ООН целесообразно российские номинации категорий запасов сопроводить близкими пояснительными международными терминами. Реформирование российской классификации и стадийности приводит к совершенствованию геологических и экономических основ недропользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Журнал.* Разведка и охрана недр, август-сентябрь 2004. – С. 59-63.

Коротко об авторах

Сессорева Е.Н. – кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Московский государственный горный университет.

© Г.О. Абрамян, Е.Н. Сессорева, 2006

УДК 622.834.1

Г.О. Абрамян, Е.Н. Сессорева

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДСЧЕТА ЗАПАСА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

Семинар №2

Различные месторождения цветных металлов характеризуются различной их изменчивостью в пространстве недр. Подсчет запасов полезного ископаемого начинается с пространственной увязки и оконтуривания рудных тел с максимальным учетом геологических и геофизических данных. Общий контур рудного тела, как правило, проводится по линии естественного выклинивания путем интерполяции или экстраполяции между поляции или экстраполяции между рудными и безрудными выработками.

На месторождениях с рудными телами большой мощности и сложным внутренним строением подсчет запасов производится, как правило, способом вертикальных или горизонтальных разрезов. Способ разрезов, а также способ параллельных сечений, применяют при разведке месторождений горизонтальными или вертикальными горными выработками

Способ геологических блоков наиболее часто используют на месторождения с платообразными, линзообразными или жилообразными формами рудных тел. Этот метод характеризуется максимальным учетом особенностей геологического строения, системы разведки и требований проектирования горного предприятия.

На месторождениях с крайне неравномерным содержанием и высокими концентрациями полезного компонента в руде, хорошо зарекомендовал себя подсчет запасов способом построения изолиний равных метропроцентов и равных содержаний.

Для выдержанных по мощности пластовых залежей полезных ископаемых применяют подсчет запасов по изогипсам поверхности почвы. Способ изогипс используют также и для жильных месторождений.

Часто, независимо от геологических параметров месторождения и используемой системы разведки используют способ многоугольников (способ ближайшего района) и суммарный способ подсчета запасов. Эти способы на ранних стадиях разведки являются приближенными и поэтому их применяют для получения предварительных данных об общих запасах залежи.

Если отдельные части месторождения имеют разную форму или их разведка осуществлена разной системой разведочных работ, подсчет производится комбинированными способами.

Таким образом, определяющим факторами при выборе того или иного способа подсчета запасов являются:

- природные (геологические) особенности месторождения (форма, размеры, условия залегания полезного ископаемого, распределение минерализации в пространстве месторождения и т.д.).
- система разведки месторождения (разведочные выработки различного ориентирования и используемая при этом геометрия их размещения в пространстве месторождения).
- математическая модель способа подсчета запасов, используемая при увязке природных параметров месторождения и геометрических параметров разведочных выработок в пространстве месторождения.

Последние два фактора должны быть следствием первого. Более того, они должны учитывать категорию разведанности, т.е. требования горного предприятия к подсчету запасов полезного ископаемого.

Коротко об авторах

Абрамян Г.О., Сессорева Е.Н. – кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Московский государственный горный университет.