**Использование геоинформационных систем при проведении геологического аудита месторождений гранитов**

В настоящее время все чаще и чаще возникает необходимость в проведении экспресс-оценки современного состояния горно-геологических работ любого месторождения полезных ископаемых. В первую очередь, это нужно для определения его стоимости. Для решения этих проблем востребованными становятся ГИС-системы.

Геоинформационная система K-MINE имеет полный набор функций для выполнения подобных работ. Так, по техническим требованиям со стороны заказчиков, проведены работы по экспресс-оценке современного состояния геологических работ на месторождениях гранитов. Необходимо было в сжатые сроки оценить фактическое состояние запасов месторождений (и их участков) и дать рекомендации о возможностях дополнительного прироста запасов за счет расширения горного и земельного отводов.

Украина обладает значительными запасами гранитного сырья, при этом гранит может использоваться как буто-щебневое сырье, так и в качестве облицовочного камня. Большинство месторождений гранитов одинаковы по структуре и представляют собой монолитную толщу с зоной выветрелых или затронутых выветриванием гранитов и дресвы в верхних слоях, а также небольшим слоем покрывающих пород. Хотя месторождения гранитов по своей структуре и относятся к простому типу, но каждое из них имеет свои характерные особенности, поэтому при выполнении работ использовался индивидуальный подход к каждому из исследуемых объектов.

Покажем примеры использования геоинформационной системы K-MINE при оценке остатков запасов Янцевского, Коломоевского и Искоростенского месторождений гранитов. Частным предприятием «КРИВБАССАКАДЕМИНВЕСТ» был проведен геологический аудит этих месторождений.

Работы по экспресс-оценке проводились в несколько этапов:

Анализ предоставленной информации по месторождению.

Формирование цифровой геологической модели месторождения, модели поверхности карьера и отвалов.

Расчет объемов и фактического состояния запасов по месторождению и его участкам.

Обобщение результатов и оценка возможного прироста запасов за счет расширения горного и земельного отводов, а также на глубину.

Разработка рекомендаций.

Составление текстовой, табличной и графической частей отчета – экспресс-информации.

Формирование цифровых моделей месторождений состоит из:

разработки структуры и формирования базы данных разведочных скважин;

наполнения базы данными и вынесения скважин в пространстве модели;

группировки скважин по разведочным профилям и интерпретации геологических данных (оконтуривание);

каркасного моделирования месторождения, разбивки по категориям запасов;

создания модели поверхности и современного состояния горных работ, совмещения с цифровой моделью месторождения;

подсчета остатков запасов месторождений машинными методами.

По результатам проведенных работ по каждому объекту представлен отчет с текстовым описанием: общих сведений о месторождении, краткой характеристики геологического и тектонического строения месторождения, гидрогеологических и горно-технических условиях эксплуатации месторождения, его разведанности, характеристики полезного ископаемого, запасах, их подсчете, выполненном на основе K-MINE, и заключением с рекомендациями.

Ниже представлено краткое описание исследованных объектов и результаты их оценки.

Янцевское месторождение гранитов

Янцевское месторождение гранитов расположено в Вольнянском районе Запорожской области Украины. В геоструктурном отношении район месторождения расположен в юго-восточной части Украинского кристаллического массива, где развит Мокро-Московский гранитный батолит. Граниты Мокро-Моковского массива по возрасту относятся к архею – нижнему протерозою.

Осадочный покров района представлен неогеновыми и четвертичными отложениями. Неогеновые отложения составлены понтичными известняками и среднесарматскими глинами. Четвертичные отложения развиты: на плато и представлены – суглинками и красно-бурыми глинами, и в долинах – делювием, речными песками и песчано-глинистыми породами. На кристаллических породах залегает кора выветривания, которая представлена выветрелым гранитом, каолином, каолинизированной дресвой.

Тектоника месторождения определяется непосредственной близостью к тектоническим зонам (долины р. Мокрая Московка у балки Скелеватой), с которыми связаны интенсивные мелкоамплитудные нарушения, окаймляющие с юго-запада и с северо-востока участки «Новый» и «Каменный». Максимальные амплитуды смещения по нарушениям 15-16 м. Группа разломов северо-восточного и северо-западного простирания образуют ортогональную систему.

К полезному ископаемому на месторождении отнесены неизмененные граниты (вскрытая мощность до 68, 0 м), как сырье для блочного камня, бута и щебня, и затронутые выветриванием граниты (0, 0-16, 0 м, в среднем 8, 19 м), как сырье для получения бута и щебня.

Всего на месторождении выделено 5 участков «Основной», «Дружелюбовский», «Ивано-Анновский», «Новый» и «Каменный». При этом для промышленного использования разрабатываются карьеры «Основной», «Новый» и «Каменный». Оценка остатков запасов выполнялась для этих участков. В качестве первоосновы для создания цифровой модели месторождения использовались существующие графические материалы: набор геологических разрезов по участкам «Новый» и «Каменный», топографический план поверхности участка месторождения, план подсчета запасов, данные топографической съемки поверхности карьера и прилежащих территорий. На основании этих данных выполнено формирование трехмерных моделей (рис.1) [1].

Рис. 1 – Первооснова для моделирования Янцевского месторождения

На рис. 2. [1] представлены каркасные модели, используемые для подсчета остатков запасов для каждого участка.

а)

б)

Рис. 2 – Каркасные модели участков Янцевского месторождения, используемые для подсчета запасов: а) участок «Новый», б) участок «Каменный»

Оценка фактического состояния запасов Янцевского месторождения и его участков, а также возможность дополнительного прироста запасов за счет расширения горного и земельного отводов осуществлена на основании предоставленной заказчиком информации.

С помощью ГИС-системы выполнен подсчет приращиваемых запасов ниже отметки +35 м и выше отметки –10 м в контуре горного отвода по категории С2 по всему месторождению и его участкам, в т.ч. на блочный камень. Все приращиваемые запасы гранита возможно использовать в качестве буто-щебеночного сырья, кроме оцененных ранее как сырья для производства блоков.

Также выполнена оценка прироста запасов за счет прилегающих территорий. Продвижение карьера, расширение земельного и горного отводов и приращение запасов Янцевского месторождения возможно только за счет прилегающих пахотных земель – в восточном направлении.

Также даны рекомендации и комментарии заказчику, что с целью получения достоверных данных по объемам и стоимости буровых геологоразведочных работ и в результате этого количества дополнительных или приращиваемых запасов, а также для перевода утвержденных запасов в более высокие категории, необходимо выполнить доразведку месторождения. И, чтобы обоснованно судить о пригодности или непригодности гранитов как сырья для добычи блоков или же как буто-щебеночного сырья необходимо граниты оценить на соответствие ГОСТам.

**Коломоевское месторождение гранитов**

Коломоевское месторождение гранитов расположено на территории с. Терноватый Кут Терновского района г. Кривого Рога Днепропетровской области. На Коломоевском месторождении преимущественное распространение имеют древние граниты верхнеархейского возраста. Кроме гранитов на месторождении присутствуют диабазы и различные жильные породы. Граниты залегают в основании Криворожской серии пород и отделяются от них толщей амфиболитов нижнепротерозойского возраста.

Основными разновидностями, встречающимися на месторождении, являются плагиоклазовые и биотито-плагиоклазовые граниты. С незакономерным распределением местами встречаются ортоклаз-биотитовые и кварцево-плагиоклазовые разности.

Почти в центральной части участка граниты секутся вертикальной диабазовой дайкой, простирающейся в направлении юго-восток, северо-запад. Вкрест простирания первой дайки под углом порядка 30° проходит вторая дайка диабаза, приуроченная к юго-западной части карьера.

Поверхность коренных пород очень неровная за счет действия поздних процессов выветривания Глубина зоны интенсивного выветривания изменяется от 4 до 18 м от поверхности (мощность 0-6 м).

Для месторождения характерна значительная трещиноватость кристаллических пород, уменьшающаяся с глубиной. По данным горных работ на месторождении выделяются две более крупные тектонические зоны.

Весь древний докембрийский комплекс пород покрывается чехлом рыхлых кайнозойских отложений палеогенового, неогенового и четвертичного периодов. К палеогеновым отложениям на месторождении относятся вторичные каолины, залегающие в основании рыхлых кайнозойских отложений. Выше залегают неогеновые отложения, представленные песками и желтыми глинами сарматского яруса, а также бурыми глинами киммерийского яруса. Четвертичные отложения перекрывают неогеновые и представлены светло-желтыми суглинками древнего (нижнего отдела), темно-желтыми с буроватым оттенком и светло-желтыми суглинками среднего отдела, а также почвенно-растительным слоем современного отдела.

Полезными ископаемыми на Коломоевском месторождении являются граниты, затронутые выветриванием и неизмененные и представлены в основном средне-мелкозернистыми плагиогранитами.

Всего на месторождении выделен один участок. В качестве первичных данных для создания цифровой модели месторождения использованы существующие графические материалы: набор геологических разрезов, топографический план поверхности участка месторождения, план подсчета запасов, данные топографической съемки поверхности карьера и отвала в излучине реки. На основании этих данных выполнено формирование трехмерных моделей (рис.3) [1].

Рис. 3 – Первооснова для моделирования Коломоевского месторождения

На рис. 4 [1]. представлены каркасные модели, используемые для подсчета остатков запасов на месторождении.

Рис. 4 – Каркасные модели Коломоевского месторождения, используемые для подсчета запасов

В результате проведения работ по экспресс-оценке современного состояния геологических работ Коломоевского месторождения гранитов сделан вывод о состоянии запасов Коломоевского карьера на указанный период времени.

Контур подсчета запасов не совпадает с контурами земельного и горного отводов.

Приращивание запасов по площади не перспективны.

Положительными сторонами является наличие подъездных асфальтированных дорог, близкое расположение железнодорожной станции Саксагань.

Проведена оценка фактического состояния запасов по Коломоевскому месторождению и возможного их прироста.

Сопоставление данных разведки и эксплуатации имеет расхождение в 5, 5%, что находится в пределах допустимых погрешностей.

Сравнение физико-механических показателей пород показало, что граниты выветрелые, диабазы могут быть использованы для производства бута и щебня.

По степени радиоактивности и характеру распределения пород по величине суммарной удельной активности граниты месторождение относится к первой группе строительных материалов, что позволят применять товарную продукцию в строительстве без ограничения.

Оценены запасы в контуре отработки и в дополнительном контуре.

В основу возможного расширения карьера и экономических показателей могут быть положены данные о запасах находящиеся в проектном контуре карьера (до - 50 м под отвалом) и перспективные запасы (между горизонтами - 50 м и - 90 м) по категории С2.

Искростенское месторождение гранитов

Искоростенское месторождение гранитов расположено в Коростенском районе Житомирской области Украины на северо-западной окраине Украинского кристаллического массива, в пределах Коростенского интрузивного плутона. В геологическом строении района месторождения принимают участие докембрийские кристаллические породы (архей-протерозой), а также меловые, неогеновые и четвертичные отложения.

Месторождение сложено гранитами Коростенского интрузивного комплекса и образованиями коры выветривания гранитов, представленными первичными каолинами и каолинит-гидрослюдистыми породами нижнего структурного этажа. Последние перекрыты осадочными рыхлыми песчано-глинистыми и дресвяно-щебнистыми образованиями, слагающими верхний структурный этаж.

В гранитах Искоростенского месторождения развиты различные по характеру и направлению трещины. Наиболее многочисленными являются трещины выветривания развитые в верхних горизонтах интрузивного массива, в выветрелых гранитах, и в меньшей степени – в затронутых выветриванием гранитах. Поэтому по степени выветрелости граниты Искоростенского месторождения разделены на выветрелые, затронутые выветриванием и не затронутые выветриванием или слабо изменённые.

Докембрийские кристаллические породы представлены среднепротерозойскими рапакивиподобными гранитами Коростенского интрузивного комплекса.

Всего на месторождении выделен один участок. В настоящее время месторождение вскрыто, частично отработано, а выработанное пространство затоплено. В качестве первоосновы для создания цифровой модели месторождения использовались существующие графические материалы: данные геологоразведки, набор геологических разрезов, топографический план поверхности участка месторождения, план геологоразведки и подсчета запасов, данные топографической съемки прилежащих территорий, карта промера глубин. На основании этих данных выполняется формирование трехмерных моделей (рис.5) [1].

Рис. 5 – Первооснова для моделирования Искростенского месторождения

Кроме базовых направлений работ по моделированию дополнительно выполнено:

моделирование поверхности дна затопленной части месторождения;

совмещение каркасных моделей месторождения с моделью поверхности, логические операции с поверхностями, определение фигур подсчета запасов по разновидностям;

расчет запасов выполняется по каркасным моделям методом трехгранных призм.

На рис. 6 [1]. приведены каркасные модели, используемые для подсчета остатков запасов на месторождении.

Рис. 6 – Каркасная модель Искростенского месторождения, используемая для подсчета запасов

В результате проведения работ по экспресс-оценке современного состояния геологических работ Искростенского месторождения гранитов сделан вывод о состоянии запасов.

Проведена оценка фактического состояния запасов по Искростенскому месторождению и возможного их прироста.

Выполнено сопоставление данных разведки и эксплуатации. Расхождение составляет 5, 0%, что находится в пределах допустимых погрешностей.

Сравнение физико-механических показателей пород показало, что граниты выветрелые, затронутые выветриванием и не затронутые выветриванием или слабо изменённые могут быть использованы для производства бута и щебня.

Оценены запасы в контуре отработки.

Даны рекомендации о выполнении работ по откачке воды из карьера и проведении оценки санитарно-защитной зоны.

Выводы:

Опыт работы предприятия «КРИВБАССАКАДЕМИНВЕСТ» по выполнению экспресс-оценок современного состояния геологических работ на разрабатываемых месторождениях любого вида полезных ископаемых показывает, что для осуществления таких работ целесообразным является использование ГИС. K-MINE зарекомендовала себя как профессиональный инструмент специалиста-геолога при моделировании и подсчете запасов месторождений гранитов. Временные затраты на создание цифровой модели месторождения и подсчет остатков запасов с ее помощью составляют от 2 до 5 человеко-дней, в зависимости от комплектности первичных данных и размера месторождения. Кроме того, полученные модели могут в дальнейшем быть использованы в задачах планирования горных работ, а также при выполнении проектных решений.

**Список литературы**

Автоматизация горных работ c ГИС K-MINE. – Режим доступа : URL : http://kai.com.ua. – Название с экрана.