МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТПИ

Для построения качественной модели месторождения твердых полезных ископаемых на ЭВМ рекомендуется выполнять работы в направлении от базы данных к каркасам, а затем к оценке запасов в 3D-блоках, что соответствует международным стандартам (JORC, KAZRC) и требованиям Государственной Комиссии по Запасам Республики Казахстан (ГКЗ).

Моделирование начинается с постановки целей и задач.
Цель: Создание цифрового двойника месторождения для достоверного подсчета запасов, планирования горных работ и управления качеством руды.
Задачи: Систематизация и валидация (проверка) первичной геологической информации.
Определение пространственной геометрии рудных тел, разломов и литологии.
Интерполяция содержаний полезных компонентов и вредных примесей.
Оптимизация контуров карьера или шахтного поля.

Имеющаяся информация сводится в реляционную БД (базу данных координат устьев скважин, инклинометрии, опробования, литологии, геомеханики). Обязательно необходимо провести контроль качества элементов БД путём проверки на перекрытие интервалов, поиска ошибок в координатах, удаления выбросов (ураганных проб) и дубликатов анализов.

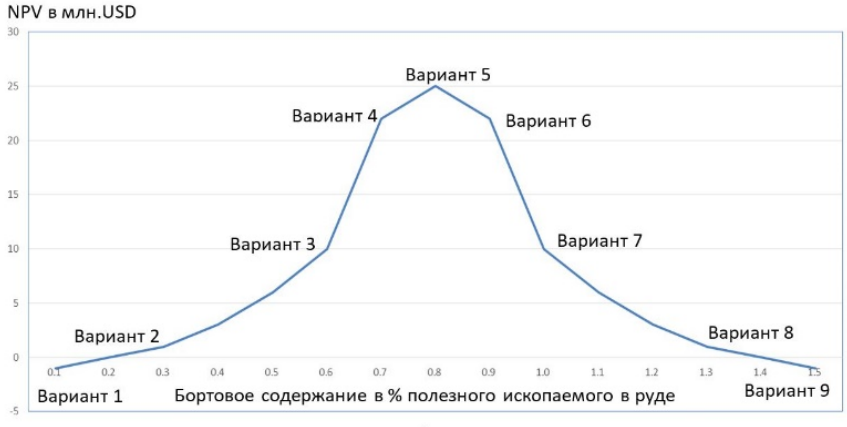
После этого производится геолого-структурное (каркасное) моделирование, в ходе которого создаются разрезы по разведочным линиям с выделением контуров рудных тел по бортовому содержанию, тектонических нарушений и типов руд.

Бортовое содержание это минимальное содержание полезного компонента в блоке, при котором возможна его добыча. Здесь следует обратить внимание на разные подходы к определению возможности добычи в тех странах где месторождения продаются горным компаниям и в тех странах, где месторождения остаются в собственности государства, а продаются только права на их разработку на определённых условиях, как, например, в Республике Казахстан.

Если компания купила месторождение, то она экономически заинтересована получить при его отработке максимальную прибыль при минимальных затратах. Говоря экономическим языком, нужен максимальный NPV. При этом часто много руды остаётся в недрах.

Если месторождение принадлежит государству, то выдвигается условие максимальной полноты выемки полезного ископаемого. При этом считается, что добыча возможна даже тогда, когда прибыль горнодобывающего предприятия минимальная. Говоря экономическим языком, нужен NPV положительный, но близкий к нулю. При такой отработке мало руды остаётся в недрах.

На этапе каркасного моделирования необходимо задаться шкалой бортового содержания и произвести построение каркасов для каждого варианта. Затем для каждого варианта строится своя блочная модель и с её использованием проектируется Геологический рудник, то есть такой рудник, который нужен только для предварительного расчёта варианта запасов и экономической оценки их отработки. Из этих вариантов выбирается наилучший по возможностям добычи и именно это бортовое содержание и БМ используются для дальнейших расчётов.



Условный пример

Вариант 5 борт 0.8%
NPV максимальный.

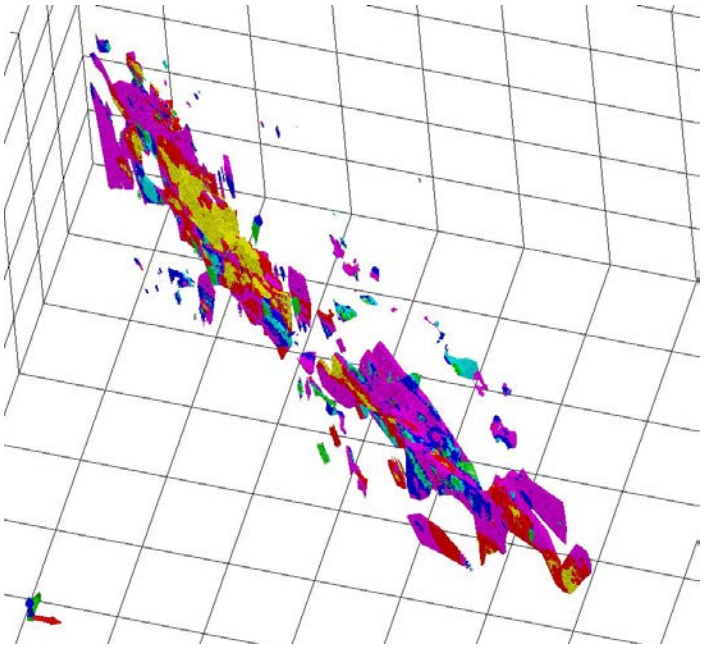
Вариант 2 борт 0.3%
NPV минимальный положительный.

С увеличением бортового содержания количество руды в запасах уменьшается, в то же время коэффициент вскрыши (для карьера) растёт.

При создании блочной модели производится заполнение рудных каркасов регулярной сеткой элементарных блоков (с использованием субблокирования на границах для точности объёма), а также присвоение каждому блоку значений содержаний, объемного веса и технологических свойств (методами кригинга, обратных расстояний IDW или ближайшего района).
Затем производится валидация модели путём визуальной сверки с исходными скважинами, сравнения средних содержаний и проверка отсутствия глобального смещения.

Когда БМ создана и проверена, можно приступать к Категоризации - это разделение запасов по степени изученности (категории A, B, C1, C2 по ГКЗ или Measured, Indicated, Inferred по KAZRC/JORC) на основе плотности разведочной сети или параметров кригинга.

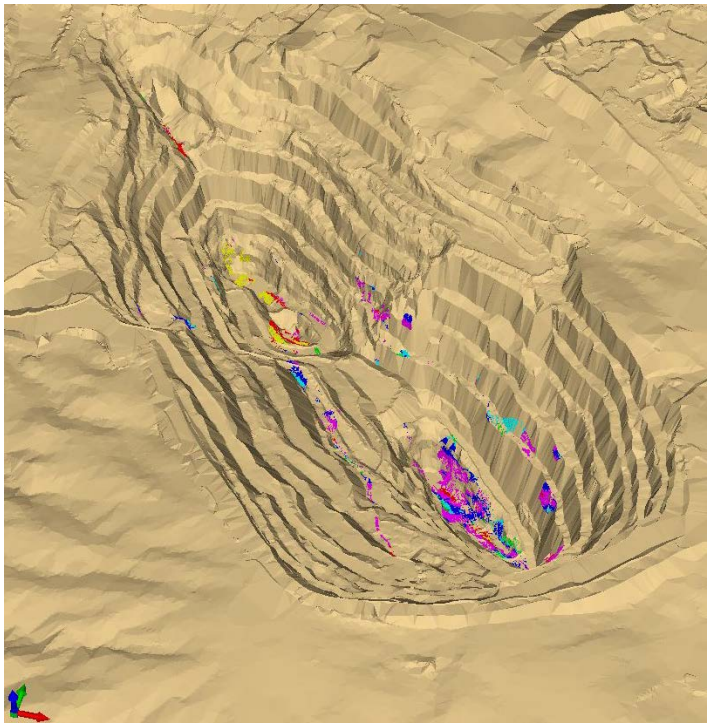
На рисунке показана блочная модель месторождения твёрдого полезного ископаемого.



Блоки закрашены в зависимости от содержания в руде полезного компонента (зелёные – низкое содержание, жёлтые – высокое содержание).

Для того, чтобы выяснить, сколько руды доступно для дальнейшей отработки необходимо иметь кроме блочной модели (БМ) цифровую модель поверхности (ЦМП).
Из БМ необходимо удалить все блоки, которые выходят за пределы ЦМП в воздушное пространство.

Для построения ЦМП используются маркшейдерские замеры, которые регулярно производятся специалистами предприятия.



На рисунке показан вид карьера после того как БМ и ЦМП совмещены.
В некоторых местах виден выход руды на поверхность карьера.
Вся руда под ЦМП может быть отработана тем или иным способом.

ГГИС позволяет быстро спроектировать рудник, рассчитать запасы и спланировать горные работы наиболее экономически целесообразным способом как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Из моего личного опыта не рекомендую поручать всю работу по проектированию искусственному интеллекту. Только когда специалист на основании своего опыта найдёт приемлемое решение задачи, компьютер может оказать помощь в расчётах и оформлении.