

УДК 553.27.001.57

Е.А. Конкин

ИНДЕКСИРОВАНИЕ УГОЛЬНЫХ И ПОРОДНЫХ ПЛАСТОВ И ПРОПЛАСТКОВ В ОБЪЕМНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Семинар № 14

В рамках работ по созданию геоинформационных моделей угольных месторождений в МГГУ ЦСИ разработан и апробирован метод (методика) построения массива пород осадочного происхождения. Горный массив в данной модели представлен несколькими классами пространственных объектов: объемные (угольные и породные пласти), линейные (контуры и линии разрезов) и точечные (скважины). Модель строится по данным, формируемым при описании с геологоразведочных скважин (отметка почвы пласта, его мощность, индексы для угольных пластов, код породы и инклинометрия). Для описания элементов массива горных пород модели используются атрибутивные данные (зольность, влажность, выходы ГК и ЛВ, примечания и т.п.). Информация заносится в реляционные таблицы и хранится в БД. Построение модели геологического массива начинается с геодезической привязки геологоразведочных скважин на местности и в пространстве по координатам их устья (x,y,z).

Затем отстраиваются угольные пласти по геологическим индексам. Сущность индекса угольного пласта состоит в описании его геологического возраста. Как правило, он имеет обозначение в виде латинской буквы

и цифры, которые в свою очередь указывают на принадлежность к той или иной геологической свите (возрастная эра) и порядковый номер данного пласта в промежутке времени формирования свиты. Индекс может сопровождаться дополнительной информацией обозначающей разделение одного пласта на несколько рукавов или наоборот смыкание последних. При условии, если пласт не имеет достаточной мощности для отработки, но довольно выдержан по протяженности, ему присваивают индекс предыдущего угольного пласта с добавлением соответствующей символики ($e5'$, $e5^b$ или $e5^h$, $e5^2$ и т.д.). Собственно по этим геологическим индексам и формируется (интерполируется) угольный пласт в границах заданного контура (горного отвода, выходов пласта и т.д.). В некоторых случаях, при формировании геологической документации некоторые стратиграфические отметки в скважинах, обозначенные как уголь, остались без внимания и не были проиндексированы. Наличие подобных стратиграфических отметок в литологической колонке говорит о том, что в данном месте присутствует прерывистый угольный пласт малой мощности, неприемлемый для промышленной отработки, либо угольная линза, обра-

зовавшаяся в свое время в какой-либо впадине. Таким образом, для построения слоя на основании данного интервала колонки необходимо либо индексировать его, либо рассматривать как часть породного пространства. Инициировать принадлежность данного интервала к какому-либо пласту можно путем анализа его физико-химических свойств, возрастных особенностей или сопоставления этого интервала стратиграфической колонки скважины с аналогичными в соседних. Данная операция позволяет быстро определить принадлежит ли данный интервал угльному пласту, либо это всего лишь случайная угольная линза. В таком случае алгоритмы формирования (построения) массива автоматически по атрибутивным данным (дополнительному описанию) могут принудительно назначить индекс, либо же эту работу необходимо проделать эксперту-геологу. В любом случае, чем больше будет заложено геологических, логических, математических правилам в расчетные алгоритмы, тем правдоподобнее будет получен результат моделирования геологического массива.

Важным элементом в индексации является так называемый код породы. Это цифровое обозначение типов основных пород. В системе моделирования углепородного массива он является основой. Так, каждому типу пород присваивается свой уникальный идентификационный номер, условное обозначение и цвет, подобранные в соответствии с ГОСТ 2.857-75.

Алгоритм интерполяции был создан в соответствии с геологическим правилом линеаризации пространства между двумя точками опробования одного и того же слоя (пласта). Распознавание и увязка слоев в пространстве осуществляется при помощи их

индексов. Изменчивые, не выдержаные по мощности и строению пласти, описываются как выклинивающиеся строго посередине между «полной» и «пустой» скважинами.

Отстроив угольные пласти и тем самым, представив конфигурацию всего месторождения в целом, можно переходить к формированию между-пластия. Применив принцип иерархии, моделируем породные слои, фактически заполняя то пространство, которое имеется между угольными пластами. Так как этот массив также имеет слоистую структуру, то алгоритмы интерполяции слоев похожи с таковыми для угольных слоев. Разница заключается в индексации породных слоев, когда каждому слою в межпластии автоматически присваивается индекс, который состоит из трех составляющих:

- код породы;
- порядковый номер этой породы в межпластии.

Например, н6_6_1 – означает, что это первый слой песчаника над угольным пластом н6.

Угленосная толща очень сложная и неоднозначная структура. Изучение литологических разрезов угленосных толщ показывает, что накопление осадков в них происходило ритмично (периодически). При этом почти всегда удается установить закономерную повторяемость (ритмичность) в осадконакоплении. Полный цикл (ритм), если рассматривать его в исторической последовательности снизу вверх, составляют:

1. Глины, подстилающие угли;
2. Угли;
3. Морские известняки или глинистые сланцы;

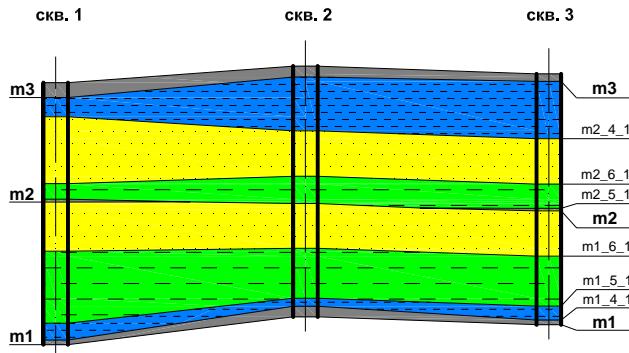


Рис. 1. Пример моделирования выклинивающегося угольного пласта

ходный. Общее для всех типов бассейнов заключается в том, что они могли образоваться только в условиях общего опускания данного участка земной коры ниже уровня моря.

Главным препятствием на пути к «гладкому» (непрерывному) формированию угленосной толщи, является

выклинивание как угольных, так и породных пластов (слоев), связанное с ритмичностью осадконакопления, размывами осадков прибрежными водами, водами рек и ручьев, переносом и переотложением осадков текучими водами и т.д. Таким образом, для увязки угольных и породных интервалов требуется хорошая экспертная система, которая, руководствуясь некоторым количеством закономерностей (правил), могла бы моделировать углепородный массив максимально приближенно к действительности. Основным экспертом в этой системе всегда должен быть человек (геолог). Для автоматизации процесса построения модели необходимо создать «интеллектуальный» алгоритм, заливив в процедуры индексации породных слоев определенные правила. Рассмотрим некоторые характерные случаи изменчивости структуры массива:

1. Выклинивание угольного пласта

На рис. 1 приведен пример построения массива горных пород по трем скважинам. Сверху и снизу массив ограничен угольными пластами m1 и m3, между которыми распола-

4. Песчаники континентального характера.

Цикл осадконакопления заключает в себе свиту континентальных образований, которые залегают несогласно на размытой поверхности морских осадков, и соответствует циклу колебательных движений земной коры, который начинается с поднятия области и заканчивается ее опусканием под уровень моря. Колебательные движения земной коры всегда имели очень сложный характер, поскольку происходила частая смена быстрого движения замедленным, а кратковременного периода колебаний - длительным и наоборот. Сложность формирования осадочной толщи усугублялась и тем, что мелкие циклы колебательных движений происходили на фоне общего погружения или общего поднятия земной коры. Колебательные движения на отдельных площадях земной коры проявлялись неодинаково, так как в одних случаях такими площадями являлись геосинклинальные области, а в других - платформы. Тем самым отличными оказались в них и условия образования угленосных толщ и угольных пластов. В зависимости от этого среди угленосных отложений выделяют [1] следующие основные типы: геосинклинальный, платформенный и пере-

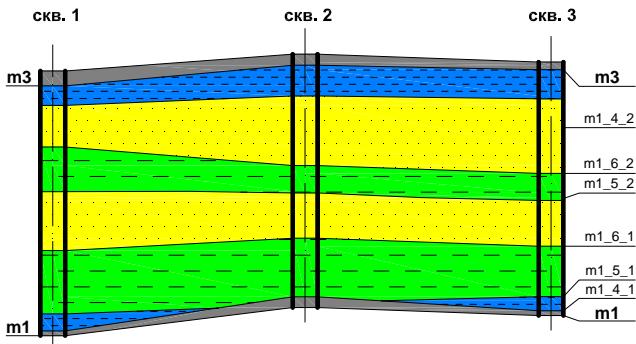


Рис. 2. Пример моделирования выклинивающегося породного слоя

некоторые правила в алгоритме автоматической индексации:

1. Индексация слоев в скважине должна проводиться с учетом окружающих (соседних) скважин.

2. Для построения определенного междупластия необходимо перебрать все скважины и найти 2 граничных угольных пласта (нижний и верхний). Например $m1$ и $m2$.

3. Если верхняя граница в некоторых скважинах не обнаружена (скв.2), то сравниваем породные слои

в соседних скважинах, отсчитывая тот же ряд пород в скв.1 и скв.3, и вставляем мнимый угольный пласт на границе слоев в скв. 2, присвоив ему нулевую мощность.

4. Затем, проиндексировав все породные слои данного междупластия, переходим к вышеперечисленному.

5. Если состав пород в соседних скважинах значительно отличается, то высчитывается средняя мощность междупластия по соседним скважинам, и на ближайшей границе пород также вставляется мнимый угольный пласт с нулевой мощностью.

Этот алгоритм может быть правомерен для пологих и выдержаных месторождений, при моделировании более сложных угольных формаций он требует доработки и усовершенствования.

2. Выклинивание породного слоя в междупластии

На рис. 2 приведен пример массива с выклинивающимся породным слоем $m1_4_1$. В данном случае при

гается межпластие состоящее из слоев пород (аргиллит, алевролит, песчаник). В граничных скважинах встречается тонкий угольный пласт $m2$, который выклинивается к средней скважине, фактически разбивая одно межпластие на два. По описанному выше правилу индексации породных слоев в скв. 1 и 2 слои индексируются сначала от пласта $m1$, затем от пласта $m2$. В средней скважине ввиду отсутствия пласта $m2$, все породные слои будут индексированы от пласта $m1$. Следовательно, при интерполяции нижние три слоя найдут друг друга и соединятся, а верхние (в связи с несовпадением индексов) постараются самопроизвольно выклиниваться. В результате получается весьма искаженная картина, так как возникает путаница в индексах слоев. Так, представив примерное положение пласта в скв.2, и переиндексировав слои в соответствии с ним, при моделировании слои сомкнутся в нужной последовательности. Проблема заключается в правильном представлении (обнаружении) угольного пласта в массиве пород. При построении месторождения с некоторым количеством исходной геологической информации, для геолога это весьма трудоемкий и кропотливый процесс, который возможно облегчить, реализовав

индексации в скв. 1 и 3 слой т1_4_1 накрывает угольный пласт, а в скв. 2 он выклинивается. Суть правила заключается в том что, проанализировав всю исходную геологическую информацию, следует найти самый нижний породный слой в данном междупластии, который первоначально был образован над угольным пластом. Можно принять, что самым нижним пластом будет тот, у которого координата $Z=Z_{min}$, но и у этого правила будут свои исключения в силу природной непредсказуемости всех возможных состояний системы. Индексация слоев в скважине должна проводится с учетом окружающих (соседних) скважин по волновому алгоритму. То есть, если в скв. 1 и 2, аргиллит проиндексирован как первый над

пластом т1 и выклинивается в скв. 2, то любой другой аргиллит в скв. 2 будет как минимум вторым.

Эти же правила можно применить и при рассмотрении структурного угольного пласта. То есть, рассматривая угольную пачку сложной слоистой структуры, мы имеем похожую картину с целым рядом угольных и породных прослоев. Для взаимной увязки их между собой можно аналогично применять эти правила.

Реализация данных правил в алгоритмах индексации позволяет сэкономить трудозатраты геологов на переиндексацию и увязку породных слоев между собой и позволит более корректного отстраивать массивы горных пород при массовом вводе стратиграфической информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троянский С.В., Васильев С.И., Богачева Е.Н., Перфильева З.Г. Геология и разведка угольных месторождений с основами общей геологии и гидрогеологии. // М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу. – 1961. ГИАБ

Коротко об авторе

Конкин Е.А. – аспирант кафедры АСУ, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 14 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. Н.И. Федунец.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ

ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА им. Д.А. КУНАЕВА			
КЛЕВЦОВ Дмитрий Николаевич	Повышение эффективности безвзрывного разрушения крепких горных пород крупным сколом	25.00.20	к.т.н.