

ОБЩЕСТВО ЭКСПЕРТОВ РОССИИ ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

Рекомендованы к применению
решением ОЭРН – протокол ЭТС
ОЭРН от «12» мая 2011 г.

Председатель ОЭРН

М. И. Щадов

Рекомендованы к практическому
применению протоколом ЭТС ФГУ
«ГКЗ» от «22» мая 2007 г.

Генеральный директор ФГУ «ГКЗ»

Ю. А. Подтуркин

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию

Москва – Кемерово

2011

УДК 550.8.042:553.042:622.1.142.5

Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию: ОЭРН. – М. – Кемерово, 2011. – 86 с.

Рекомендации являются официальным нормативно-методическим документом, рекомендованным ОЭРН и содержат порядок выполнения количественной оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров запасов угольных месторождений, ориентированы на анализ геологоразведочной информации (запасов) геологических участков и новых горизонтов шахтных и карьерных полей действующих, строящихся и проектируемых угледобывающих предприятий.

Результаты количественной оценки достоверности могут использоваться при подготовке представляемых на государственную геологическую экспертизу отчетов о геологическом изучении недр, для обоснования постановки работ по опережающему геологическому изучению недр, а также рекомендуются к применению при выполнении независимого аудита запасов, формировании условий контрактов на поставку углепродукции, страховании производственной деятельности и решении иных корпоративных вопросов, требующих учета степени достоверности существующих геологических представлений о состоянии недр.

Составители:

Т. Б. Рогова, О. П. Никифорова (Кузбасский государственный технический университет), С. В. Шаклеин (Институт угля СО РАН), В. А. Коткин, В. Г. Малухин, В. О. Ярков (ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых»).

ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с требованиями пункта 16 действующей «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР РФ от 11.12.2006 № 278 «При квалификации запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя должны использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров».

Определение достоверности результатов геологической разведки рассматривается в настоящих рекомендациях как задача оценки степени расхождения между реально существующим природным объектом и системой его геологических моделей. Непосредственное ее решение на стадии разведки невозможно, так как никаких иных сведений об объекте, кроме полученных при ее проведении, на момент оценки не имеется. Поэтому оценка достоверности может осуществляться только косвенными методами.

За рубежом для оценки достоверности широко используются методы геостатистики. Однако для условий угольных месторождений применение этих методов оказывается не эффективным как из-за недостаточного количества имеющихся данных, так и в связи со специфическим их характером.

Поэтому для условий угольных месторождений разработаны специальные методы, основанные на применении специальных количественных критериев разведанности.

В основу таких критериев положены идеи, сформулированные в теории геохимического поля П. К. Соболевского, в соответствии с которыми, поле геологического показателя, а, следовательно, и идеально описывающая его модель, обладает свойством однозначности. Следовательно, возникновение неоднозначности построений в процессе моделирования объекта является свидетельством неадекватности модели и реального объекта. Причем степень этой неадекватности тем больше, чем больше неоднозначность модели.

Чем больше существует вариантов построения, например, гипсометрии пласта, тем выше вероятность того, что будет выбран не лучший вариант, тем меньше будет доверия к модели, тем ниже будет ее достоверность.

Собственно многовариантность построений может быть количественно оценена только при наличии избыточных измерений (оцениваемый признак должен быть определен в одной и той же точке как минимум два раза, разность результатов которых и может рассматриваться в качестве меры неоднозначности). Поэтому используемый подход к измерению степени неоднозначности модели предполагает создание в сетях скважин косвенных, искусственно создаваемых, избыточных определений.

Критерии разведанности следует рассматривать исключительно в качестве инструмента эксперта, оценивающего степень достоверности геологической информации. Применение критериев не только не снижает, но даже повышает роль эксперта, требуя от него явно выраженной аргументации решений, не согласующихся с результатами количественного анализа. Такое несогласие не следует рассматривать в качестве какой-либо чрезвычайной ситуации. Как было отмечено выше, критерии отражают лишь объективно имеющую место неоднозначность (многовариантность) выполненных горно-геометрических построений. В отдельных случаях, даже при высоком уровне многовариантности геометрических построений за счет выявления и использования геологических закономерностей, из всей совокупности вариантов при геометризации месторождения может быть выбран весьма достоверный вариант. Это предопределяет возможность повышения ранга достоверности запасов, обоснованного соответствующей аргументацией.

Рассматриваемые в настоящих методических рекомендациях критерии достоверности ориентированы на оценку разведанности гипсометрии, мощности, показателей качества и других, определяемых по пластоподсечениям признаков.

Оценка достоверности иных показателей, таких как обогатимость, выбросоопасность и т. п. может осуществляться по иным методикам. Однако, в подавляющем большинстве случаев, необходимость специального проведения такой оценки не возникает, так как плотность разведочных пересечений, обеспечивающая надежное выявление характера изменения наиболее изменчивых и значимых перечисленных выше признаков, автоматически гарантирует и достоверность изучения с ее помощью остальных, менее изменчивых показателей (принцип В. М. Крейтера).

Данные методические рекомендации являются развитием рассмотренных и рекомендованных к практическому применению протоколом ЭТС ФГУ «ГКЗ» от 22.05.2007 «Методических рекомендаций по проведению горно-геометрической экспертизы достоверности геологоразведочной информации участков угольных месторождений (количественная оценка степени соответствия геологических моделей месторождения угля их истинному строению)» (Кемерово, 2000 г.). Изложенные в рекомендациях методы широко апробированы и признаны горно-геологическим инженерным сообществом России, что нашло свое отражение, в том числе, и в ссылках на них, содержащихся в «Российской угольной энциклопедии» (2007 г.) и в «Российской геологической энциклопедии» (2010 г.).

Методические рекомендации содержат обобщенные описания технологии выполнения необходимых технических расчетов и оценок.

В настоящих методических рекомендациях, в отличие от упомянутой версии 2000 г., рассмотрена специфика оценки достоверности запасов уже действующих угледобывающих предприятий (с использованием технологии мониторинга достоверности запасов), а также технология оценки достоверности запасов сложнодислоцированных угольных месторождений.

Все представленные в методических рекомендациях оценки имеют вероятностный характер. Уровень доверительной вероятности оценок, если иное не оговорено в тексте, принят равным 0,68.

1. ОБЛАСТЬ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Количественная оценка степени достоверности геологических моделей месторождения угля с помощью методики, изложенной в настоящих рекомендациях (в дальнейшем – количественная оценка достоверности запасов) может выполняться при подготовке представляемых на государственную геологическую экспертизу отчетов о геологическом изучении недр. Результаты оценки рекомендуется включать специальным подразделом в раздел по подсчету запасов геологического отчета, либо представлять в форме специального заключения, включаемого в состав текстовых приложений к геологическому отчету. Рекомендуемое содержание подраздела или заключения изложено в разделе 9 настоящих рекомендаций.

1.2. Необходимость выполнения количественной оценки достоверности запасов в целях определения степени ответственности недропользователя за утрату промышленной значимости кондиционных запасов в связи с выявленным на стадии эксплуатации несоответствием принятой схемы подготовки запасов реальным геологическим условиям определяется органами государственного контроля и управления недрами.

Предметом оценки является установление объективной возможности прогнозирования недропользователем наличия участка усложнения геологических условий до начала планирования развития горных работ, которая не была учтена при реализации его обязательств по выполнению опережающего геологического изучения недр.

1.3. Необходимость выполнения количественной оценки достоверности запасов для обоснования постановки и определения объемов работ по опережающему геологическому изучению недр определяется недропользователем.

1.4. Производство количественной оценки достоверности запасов при заключении договоров на лизинговые поставки техники и технологий, на страхование производственной деятельности предприятий и долгосрочных договоров на поставку углепродукции осуществляется по усмотрению сторон.

1.5. Необходимость выполнения оценки достоверности при проведении аудита запасов определяется содержанием аудиторского задания. При выполнении аудита запасов в соответствии с рекомендациями «Руководства по гармонизации стандартов отчетности по твердым полезным ископаемым России и CRIRSCO» (ФГУ «ГКЗ», «CRIRSCO», 2010 г.) выполнение количественной оценки достоверности рекомендуется в случае, если на момент их государственной геологической экспертизы она не выполнялась.

Повторная количественная оценка достоверности запасов действующих угледобывающих предприятий с использованием результатов мониторинга достоверности его запасов выполняется по решению недропользователя.

1.6. Выполнение количественной оценки достоверности запасов в целях ее использования при выполнении проектных работ и в иных корпоративных целях осуществляется по решению недропользователя.

1.7. При выполнении количественной оценки достоверности для всех объектов рекомендуется выполнять оценку достоверности изучения гипсометрии пласта, мощности и зольности чистых угольных пачек пласта, которые обуславливают точность и достоверность определения основных подсчетных параметров. Оценка остальных показателей производится по мере необходимости.

2. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГИПСОМЕТРИИ ПЛАСТА

2.1. Основным показателем достоверности изучения гипсометрии пласта является ожидаемое расхождение между фактическим и предполагаемым положением пласта в межскважинном пространстве, характеризующее степень возможности других построений (многовариантностью построений). Достоверность изучения гипсометрии пласта определяет достоверность определения «истинной» площади подсчетного блока и его балансовой принадлежности.

2.2. Степень возможности других построений оценивается в пределах оценочного блока, представляющего собой четырехугольник сети разведочных пересечений с вершинами – точками производства измерений.

Для создания в пределах оценочного блока косвенных избыточных определений в нем проводятся две диагонали, пересекающиеся в точке *K*.

С помощью метода интерполирования, по точности соответствующего методу, примененному при построении геологической модели, в точке *K* определяется значение признака по результатам интерполирования вдоль каждой диагонали. Разность полученных значений рассматривается в качестве меры количественной оценки степени многовариантности построений и именуется лямбда-критерием разведанности – λ . Величина лямбда-критерия выражается в метрах и измеряется в направлении нормали к пласту.

Порядок подготовки данных для расчета лямбда-критерия разведанности приведен в прил. А.

2.3. Исходными данными к производству оценки достоверности изучения гипсометрии пласта по площади являются подсчетные (структурные) планы пласта, геологические разрезы и, при наличии, материалы кернометрии, наклонометрической, теле- и фотосъемки стволов скважин.

Принятое для подсчетных планов сечение изогипс не должно превышать величины, определенной в соответствии с «Методическими рекомендациям по выбору сечений изогипс, изолиний мощности и показателей качества при построении планов и разрезов угольных месторождений» (Мингео СССР, ВНИГРИуголь, Ростов-на-Дону, 1989 г.). При большем сечении изогипс предварительно производятся работы по их сгущению.

Для производства расчетов лямбда-критериев разведанности используются данные о плоских координатах плаstopодсечений X и Y (для компьютерной обработки), либо указанное на плане их положение (для «ручной» обработки). Кроме того, для каждого подсечения должны быть определены: его высотная отметка Z , непосредственно измеренные или ожидаемые по результатам моделирования элементы залегания пласта (угол падения δ и дирекционный угол направления падения α). Рекомендуемый порядок сбора исходных данных изложен в прил. А.

2.4. Вся имеющаяся сеть замеров на подсчетном (структурном) плане квадриангулируется, т. е. разделяется на систему четырехугольников (оценочных блоков) с вершинами – точками измерений.

При выполнении квадриангулирования допускается игнорирование части скважин, являющихся сближенными, информация по которым не изменяет геометрических представлений о геологической структуре участка. Квадриангулирование сети скважин должно обеспечивать максимальную степень покрытия ими участка оценки. При выделении блоков следует использовать ближайшие друг к другу замеры. Наличие внутри блоков отдельных замеров с достоверно определенными значениями изучаемого признака допускается только при выполнении разрежения сети скважин при построении «кривой разведанности».

Разрешается взаимное перекрытие оценочных блоков друг другом.

Вершинам каждого четырехугольника присваиваются условные номера (от 1 до 4), начиная с произвольной вершины с увеличением их по мере обхода четырехугольника по (или против) направления движения часовой стрелки (рис. 2.1).

Для каждого оценочного блока определяются длины диагоналей 1–3 (R_1) и 2–4 (R_2), расстояния 1– K (r_1) и 1– K (r_2) от вершин 1 и 2 до точки пересечения диагоналей K и отношения расстояний:

$$x = \frac{r_1}{R_1}; \quad x' = \frac{r_2}{R_2}. \quad (2.1)$$

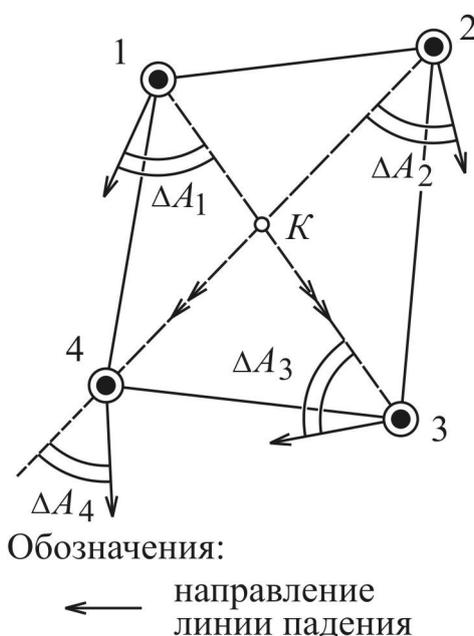


Рис. 2.1. Оценочный четырехугольный блок и его основные параметры

Оценочный блок принимается в обработку, если одновременно выполняются следующие геометрические условия:

- внутренние углы четырехугольника находятся в пределах от 25° до 155° ;
- отношения x и x' находятся в диапазоне от 0,3 до 0,7;
- отношение проекции длины наибольшей диагонали к проекции длины наименьшей не превышает 2,6;

– вытянутость четырехугольного блока, определяемая как отношение средней длины двух самых протяженных его сторон к средней длине двух коротких, не превышает 4 (длины определяются в плоскости пласта).

На подсчетном (структурном) плане в каждой скважине четырехугольника показывается направление линии падения пласта и определяются острые углы ΔA между ним и направлением диагоналей (рис. 2.1). За направление диагонали принимается направление от замера с меньшим условным номером к большему (эти направления показаны на рис. 2.1 двойными стрелками).

По значениям угла падения пласта δ и острого угла ΔA для каждой вершины четырехугольника вычисляется тангенс угла падения пласта в направлении диагонали:

$$T(\delta_i) = \frac{\operatorname{tg} \delta_i}{\cos \Delta A_i} . \quad (2.2)$$

Величине $T(\delta_i)$ присваивается знак «-», если направления диагонали и направление линии падения согласны (замеры 1, 2 и 4 на рис. 1) или «+» в противном случае (замер 3 на рис. 2.1).

2.5. Для каждого оценочного блока рассчитывается абсолютное значение лямбда-критерия разведанности гипсометрии в вертикальном направлении:

$$\lambda_g = \left| [F_1(x)T(\delta_1) - F_2(x)T(\delta_3)]R_1 + (Z_3 - Z_1)F_3(x) + Z_1 - [F_1(x')T(\delta_2) - F_2(x')T(\delta_4)]R_2 - (Z_4 - Z_2)F_3(x') - Z_2 \right| , \quad (2.3)$$

где R_1, R_2 – длины проекций диагоналей 1–3 и 2–4 четырехугольника; x, x' – отношения длин, определенные по формуле (1); Z_i – высотная отметка пласта в точке i -го пластоподсечения.

Функции F_j определяются по значениям параметров x или x' по формулам:

$$\begin{aligned} F_1(x) &= (1-x)^2 x; \\ F_2(x) &= (1-x)x^2; \\ F_3(x) &= (3-2x)x^2 \end{aligned} \quad (2.4)$$

Критерий λ_g пересчитывается в нормальное к пласту направление:

$$\lambda = \lambda_B \cos \delta_K, \quad (2.5)$$

где δ_K – угол падения пласта в точке пересечения диагоналей четырехугольника сети замеров.

Значение угла δ_K определяется по предварительно вычисленным значениям тангенсов углов падения пласта в точке K по направлениям диагоналей (δ_{1-3} – по диагонали 1–3 и δ_{2-4} – по диагонали 2–4)

$$\operatorname{tg} \delta_{1-3} = (1 - 4x + 3x^2)T(\delta_1) - (2x + 3x^2)T(\delta_3) + 6x(1-x)\frac{Z_3 - Z_1}{R_1}, \quad (2.6)$$

$$\operatorname{tg} \delta_{2-4} = (1 - 4x' + 3x'^2)T(\delta_2) - (2x' + 3x'^2)T(\delta_4) + 6x'(1-x')\frac{Z_4 - Z_2}{R_2} \quad (2.7)$$

по формулам:

$$\operatorname{ctg} \alpha_K = \frac{\operatorname{tg} \delta_{1-3} \cos \alpha_{1-3} - \operatorname{tg} \delta_{2-4} \cos \alpha_{2-4}}{\operatorname{tg} \delta_{1-3} \sin \alpha_{1-3} - \operatorname{tg} \delta_{2-4} \sin \alpha_{2-4}}, \quad (2.8)$$

$$\operatorname{ctg} \delta_K = \operatorname{ctg} \delta_{1-3} \sin(\alpha_{1-3} - \alpha_K), \quad (2.9)$$

где α_{1-3} , α_{2-4} – дирекционные углы направлений диагоналей оценочного четырехугольника.

Если $\operatorname{tg}\delta_{1-3} < 0$, то в качестве α_{1-3} принимается дирекционный угол направления 1–3, в противном случае – направления 3–1; если $\operatorname{tg}\delta_{2-4} < 0$, то в качестве α_{2-4} принимается дирекционный угол направления 2–4, в противном случае – направления 4–2.

2.6. При оценке достоверности изучения пластов крутого и круто-наклонного залегания (подсчет запасов которых выполнен в проекции на вертикальную плоскость) рекомендуется предварительно отстраивать их изофронтальные проекции. Положение почвы пласта изображается в этом случае системой изофронталей, т. е. линий равного удаления его почвы от выбранной вертикальной плоскости проектирования.

Расчеты лямбда-критериев ведутся аналогично рассмотренной схеме на основе рассмотрения изофронтальной проекции в виде аналога гипсометрического плана. При этом вместо углов падения фактически используются зенитные углы, а вместо высотных отметок пластоподсечений – расстояния до плоскости проектирования.

2.7. Ожидаемая погрешность положения пласта в межскважинном пространстве в пределах оценочного блока R_g оценивается по формуле:

$$R_g = K_g \lambda, \quad (2.10)$$

где K_g – коэффициент пропорциональности, зависящий от принятой доверительной вероятности оценки.

2.8. Использование лямбда-критериев разведанности при категоризации запасов допустимо только в случае, если имеющаяся сеть разведочных выработок обеспечивает правомерность интерполирования высотных отметок пласта в межскважинном пространстве.

Оценка правомерности интерполирования высотных отметок пласта в межскважинном пространстве осуществляется с помощью построения и анализа вида «кривой разведанности». Оценка производится только для полей вновь строящихся предприятий и контуров новых осваиваемых горизонтов и прирезок к действующим предприятиям.

При отсутствии правомерности построения гипсометрических планов проектирование и строительство угледобывающего предприятия допустимо только на основе прямого решения, принятого по результатам государственной геологической экспертизы. Объект освоения или его часть рекомендуется к дополнительному геологическому изучению, осуществляемому путем повсеместного сгущения сети разведочных скважин.

2.9. Исходными данными к производству оценки правомерности построения гипсометрических планов являются результаты многовариантных расчетов значений лямбда-критериев, определенных по направлению нормали к пласту λ . Для построения «кривой разведанности» выполняются следующие операции:

– исходная сеть скважин разделяется на систему четырехугольников, по каждому из которых рассчитывается площадь его проекции и лямбда-критерий (в соответствии с п. 2.5 настоящих рекомендаций), а затем определяются их средние арифметические значения (лямбда-критерия – λ_1 и площади – S_1);

– производится примерно двукратное разрежение исходной сети путем «игнорирования» части имеющихся данных (обычно каждой второй скважины в линии, выполняется ее разбиение на четырехугольники и рассчитываются средние значения критериев и площадей (λ_2 и S_2);

– разреженная сеть подвергается еще одному разрежению, с последующим вычислением по его результатам средних значений λ_3 и S_3 .

При выполнении разрежений допускается произвольное взаимное пересечение оценочных блоков с целью использования при выполнении блокировки максимально возможного количества плаstopодсечений, что иллюстрируется рис. 2.2.

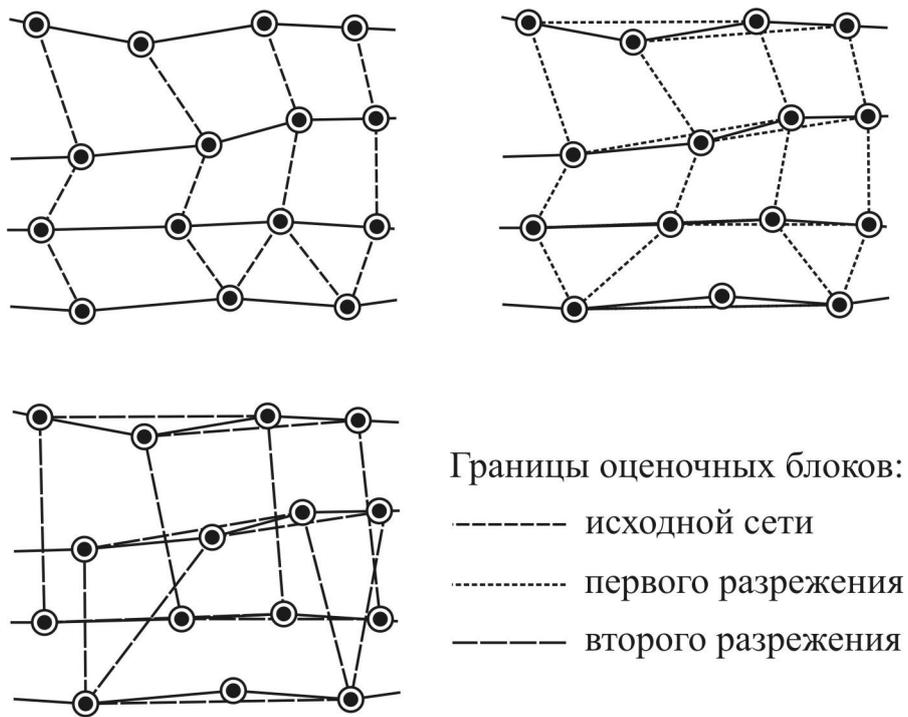


Рис. 2.2. Пример выполнения квадрангулирования при разрезении сети скважин

Три полученные точки наносятся на график и соединяются плавной линией – «кривой разведанности» (рис. 2.3).

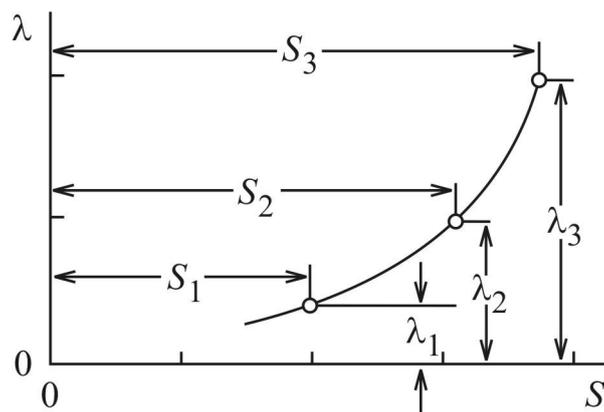


Рис. 2.3. Порядок построения «кривой разведанности»

Построение «кривой разведанности» без разрежений и вычисления средних значений не корректно.

Данный запрет обусловлен тем, что «кривая разведанности» должна характеризовать только степень влияния плотности сети измерений на достоверность геолого-геометрического моделирования, в условиях, когда значение лямбда-критерия определяется не только плотностью сети наблюдений, но и сложностью геологического строения изучаемого объекта.

Равномерное разрежение сети наблюдений и последующее усреднение получаемых значений охватывает весь объект геологического изучения, что обеспечивает равную сложность объекта для каждой из точек «кривой разведанности», т. е. нейтрализует действие фактора сложности.

В случае, если соседние точки «кривой разведанности» имеют незначительно отличающиеся средние значения лямбда-критериев (меньше чем на 20 % от среднего значения), проверяется гипотеза о статистическом равенстве средних значений. Если последующая k -я точка «кривой разведанности» имеет среднее значение лямбда-критерия меньше чем предыдущая j -я точка, гипотеза о статистическом равенстве средних значений проверяется начиная с 30 % уровня расхождения значений.

Статистические гипотезы о равенстве значений λ_k и λ_j проверяются стандартными методами математической статистики.

Для этого определяются параметры:

$$\sigma_{k-j} = \sqrt{\frac{n_k \sigma_k^2 + n_j \sigma_j^2}{n_k + n_j - 2}}, \quad (2.11)$$

$$t_o = \frac{|\lambda_k - \lambda_j|}{\sigma_{k-j} \sqrt{\frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_j}}}, \quad (2.12)$$

где σ_k и σ_j – среднеквадратические отклонения значений лямбда-критериев от средних для k -ой и j -ой точек кривой; n_k и n_j – число оценочных блоков, использованных при расчетах средних значений критериев в k -ой и j -ой точках кривой; λ_k и λ_j – средние значения лямбда-критериев для k -ой и j -ой точек кривой.

Если t_0 меньше, чем величина t , определенная по известной табл. 2.1, то делается вывод о статистическом равенстве рассматриваемых средних значений λ_k и λ_j .

Полученный вид «кривой разведанности» анализируется с помощью таблицы решений (рис. 2.4), на основании которой делаются выводы о правомерности построения гипсометрического плана.

Таблица 2.1

Таблица t -распределения при уровне значимости 0,2

$n_j + n_k - 2$	t	$n_j + n_k - 2$	t
1	3,078	18	1,330
2	1,886	19	1,328
3	1,638	20	1,325
4	1,533	21	1,323
5	1,476	22	1,321
6	1,440	23	1,319
7	1,415	24	1,318
8	1,397	25	1,316
9	1,383	26	1,315
10	1,372	27	1,314
11	1,363	28	1,313
12	1,356	29	1,311
13	1,350	30	1,310
14	1,345	40	1,303
15	1,341	60	1,293
16	1,337	120	1,289
17	1,333	∞	1,282

Таблицей решений выделяются три основных типа кривых разведанности.

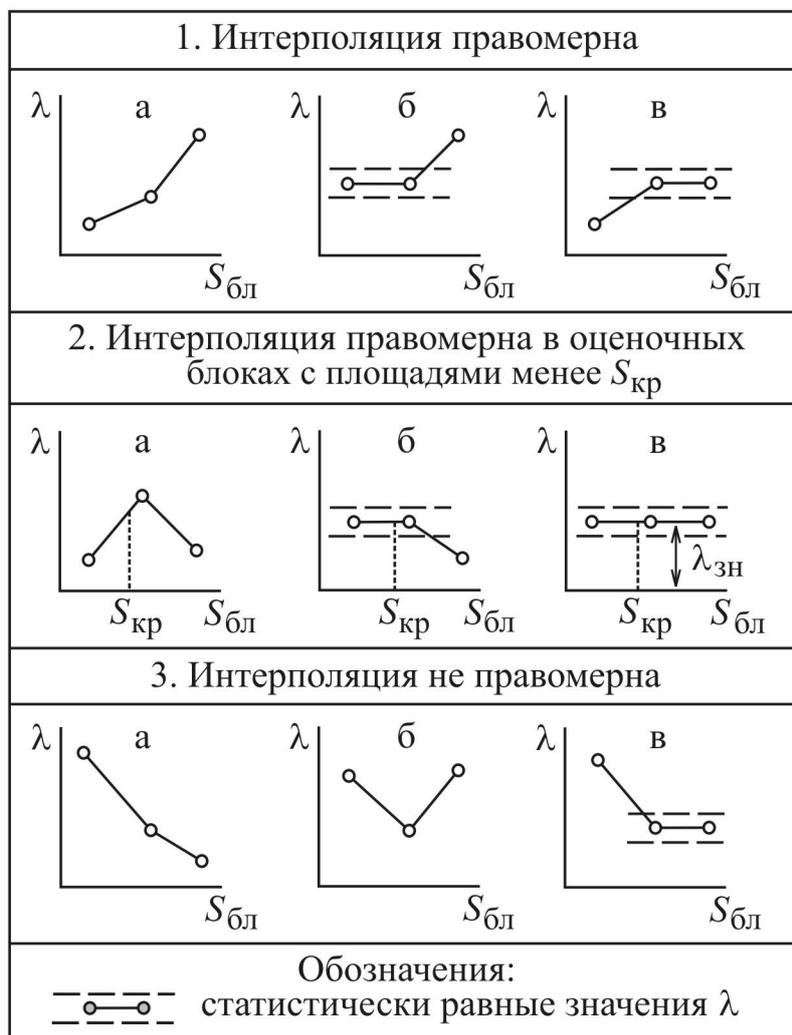


Рис. 2.4. Таблица решений по оценке правомерности построения гипсометрических планов

К первому типу (типы 1а, 1б и 1в на рис. 2.4) относятся «кривые разведанности», имеющие вид, соответствующий теоретически ожидаемому (снижение степени разведанности по мере уменьшения плотности разведочной сети). Они характерны для объектов, плотность разведочной сети по которым обеспечивает правомерность интерполяции отметок в межскважинном пространстве.

Второй тип «кривых разведанности» (типы 3а, 3б и 3в на рис. 2.4) имеет вид противоречащий теоретическому. Такие «кривые» характерны для объектов, плотность разведочной сети по которым не обеспечивает правомерность интерполяции отметок в межскважинном пространстве. При данной форме кривой разведанности лямбда-критерии являются неинформативными и не подлежат интерпретации. Запасы таких объектов должны квалифицироваться по категории C_2 .

Третий, промежуточный, тип кривой (типы 2а, 2б и 2в на рис. 2.4) объединяет в себе оба предшествующих типа. В начале по мере роста площадей оценочных блоков происходит рост неоднозначности построений (теоретически ожидаемая тенденция – «кривая разведанности» первого типа), а затем – ее снижение («кривая разведанности» второго типа). Данный тип характерен для относительно слабо разведанных объектов, исходная сеть наблюдений для которых позволяет выявить основные структурные элементы пласта, но при ее значительном разрежении наступает такой момент, когда информация о них начинает теряться.

Для кривых данного типа делается вывод об ограниченной правомерности интерполирования высотных отметок в межскважинном пространстве: для оценочных блоков с площадью меньшей критической ($S_{кр}$ – рис. 2.4) она существует, а для большей – отсутствует.

Подтип 2в «кривой разведанности» может проявляться в случае существенной переразведки объекта, т. е. в условиях повсеместной правомерности интерполяции отметок. При проявлении данного типа «кривой разведанности» проверка предположения о переразведке осуществляется только для объектов первой и второй групп геологической сложности в случае, если величина $\lambda_{3н}$ не превышает, соответственно, 3 и 4 м. В этом случае выполняются два дополнительных разрежения сети скважин с использованием полученной «кривой разведанности» для окончательных выводов.

При получении кривой промежуточного типа (рис. 2а, 2б, 2в), среди реально выделенных оценочных блоков выделяются блоки с площадями менее $S_{кр}$, для которых правомерно осуществлять расчет и интерпретацию значений лямбда-критериев. По остальным («закритическим») блокам сети такой расчет выполнять нецелесообразно в связи с его низкой надежностью, запасы таких блоков квалифицируются по категории C_2 .

Величина критической площади $S_{кр}$ определяется на основе результатов расчета средней площади всех оценочных блоков первого разряжения сети S_2 . За величину $S_{кр}$ принимается средняя площадь блоков сети первого приближения, вычисленная без учета блоков, площадь которых равна или превышает S_2 .

«Закритические» по площади блоки могут размещаться в пределах участка либо концентрировано, либо хаотически. В первом случае участок разделяется на две части, анализ материалов по одной из которых (с малыми площадями блоков) может производиться с помощью лямбда-критериев, а для другой они, в принципе, не применимы.

В случае хаотичного характера размещения «закритических» оценочных блоков и при их значительной доле (более 30 % от общего количества четырехугольников сети замеров) делается вывод о не информативности лямбда-критериев разведанности. Запасы таких объектов должны квалифицироваться по категории C_2 . При меньшей доле «закритических» оценочных блоков все запасы участка квалифицируются по категории C_1 при условии последующего выполнения опережающего геологического изучения.

2.10. Расчеты лямбда-критериев выполняются либо вручную, либо с применением компьютерных программ (рекомендуемые программы для персональных компьютеров «DRU» и «MDZ»).

2.11. Ожидаемая погрешность положения пласта в межскважинном пространстве R_g не должна превышать 4 м – для запасов категории А, 8 м – для запасов категории В и 25 м – для запасов категории C_1 .

2.12. Предельное для категорий запасов значение лямбда-критерия разведанности устанавливается по величине указанной в п. 2.11 погрешности и коэффициенту пропорциональности K_g соответствующему доверительной вероятности 0,68:

$$\lambda = \frac{R_g}{K_g}. \quad (2.13)$$

При отсутствии специальных обоснований, выполненных в соответствии с требованиями раздела 10 настоящих рекомендаций, коэффициент пропорциональности K_g принимается равным 0,6. Ему соответствуют следующие рекомендуемые значения лямбда-критериев (при их округлении до целых значений в метрах):

- от 0 до 7 м для запасов категории А;
- от 8 до 13 м для запасов категории В;
- от 14 до 42 м для запасов категории С₁.

2.13. При проектировании работ по опережающему геологическому изучению недр геологоразведочные скважины рекомендуется, в первую очередь, закладывать в контурах оценочных блоков с наибольшими ожидаемыми погрешностями геометризации гипсометрии.

2.14. Для уже действующих предприятий коэффициент пропорциональности K_g может устанавливаться по результатам сопоставлений данных горных и геологоразведочных работ, методика выполнения которых в режиме мониторинга достоверности запасов приведена в разделе 10.

2.15. Предельно допустимая погрешность гипсометрии пласта для различных категорий запасов R_g может индивидуально устанавливаться для отдельного действующего предприятия.

Для этого выделяется не менее 20 четырехугольников сети скважин, находящихся в отработанном контуре, по которому не было отмечено значимого влияния погрешности гипсометрии (включая разрывные нарушения) на уровень подтверждения расчетных технико-экономических показателей его работы.

Принимаемые для анализа оценочные четырехугольники должны находиться в пределах контура, отработанного единой системой отработки и обладающего примерно одинаковым уровнем технологичности запасов.

По каждому из оценочных блоков на основе только геологоразведочных данных производится расчет ожидаемых значений лямбда-критериев. Предельная допустимая погрешность геометризации гипсометрии для категории А устанавливается по наибольшему значению критерия, отмеченного в указанных оценочных блоках.

Степень неоднозначности для запасов категории В определяется умножением аналогичного показателя для категории А на поправочный коэффициент 1,9. Предельный уровень погрешности гипсометрии для категории С₁ корректировке не подлежит.

2.16. По результатам количественной оценки достоверности изучения гипсометрии с использованием лямбда-критериев разведанности выполняется построение картограммы разведанности, на которой указываются контуры запасов различных категорий.

Построение картограммы должно предшествовать выделению по пласту подсчетных геологических блоков.

При сложном характере размещения контуров различных категорий запасов картограмма выполняется в графической форме, в виде плана в произвольном масштабе, на котором различными условными знаками (цветом или штриховкой) указываются границы контуров различных категорий запасов.

При простом характере размещения контуров различных категорий запасов картограмма может выполняться в форме текстового описания границ размещения контуров различных категорий запасов.

При оценке достоверности запасов месторождений 2-й и 3-й групп сложности геологического строения, на которых действующей «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» не предусмотрено выделение, соответственно, запасов категорий А и А+В, картограммы выполняются с учетом данного обстоятельства, путем понижения рекомендуемых количественной оценкой высоких категорий запасов до уровня допустимых к применению.

3. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГИПСОМЕТРИИ ПЛАСТА СЛОЖНОДИСЛОЦИРОВАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

3.1. Под сложнодислоцированными месторождениями применительно к данным методическим рекомендациям понимаются угольные месторождения 3-й группы сложности геологического строения, характеризующиеся наличием сложноскладчатых структур с крутым и крутонаклонным залеганием крыльев, осложненных разрывными нарушениями, создающими мелкоблоковые структуры, выделение четырехугольных оценочных блоков, в пределах которых, невозможно. Отработка таких месторождений технически допустима только отрытыми горными работами, либо нетрадиционными технологиями (например, подземной газификацией).

3.2. Целью количественной оценки достоверности изучения гипсометрии пластов сложнодислоцированных месторождений является выделение контуров запасов категорий C_1 и C_2 .

3.3. Оценка выполняется в пределах контуров пластов, ограниченных по простиранию разведочными линиями, по падению – горизонтами подсчета.

3.4. В качестве критерия разделения запасов на категории C_1 и C_2 используется коэффициент подобия положений пластов на соседних геологических разрезах K_{Π} , характеризующий степень их «похожести» (при полном совпадении разрезов коэффициент подобия K_{Π} равен единице, при полном несовпадении – нулю).

3.5. Для выполнения расчетов положение почвы или кровли пласта в сечении разреза координируется «характерными» точками. Все «характерные» точки делятся на три класса (рис. 3.1):

– к точкам I класса относятся точки встречи пласта с осями складок, выхода пласта под наносы и на технические границы участка (например, точки A , B и C на рис. 3.1);

– к точкам II класса относятся точки обреза пласта крупными разрывными нарушениями (например, точки *a* и *b* на рис. 3.1);

– к точкам III класса относятся «характерные» точки, уточняющие положение пласта между точками I класса и равномерно размещаемые между ними (например, точки 1, 2, 3, 4, 5 на рис. 3.1).

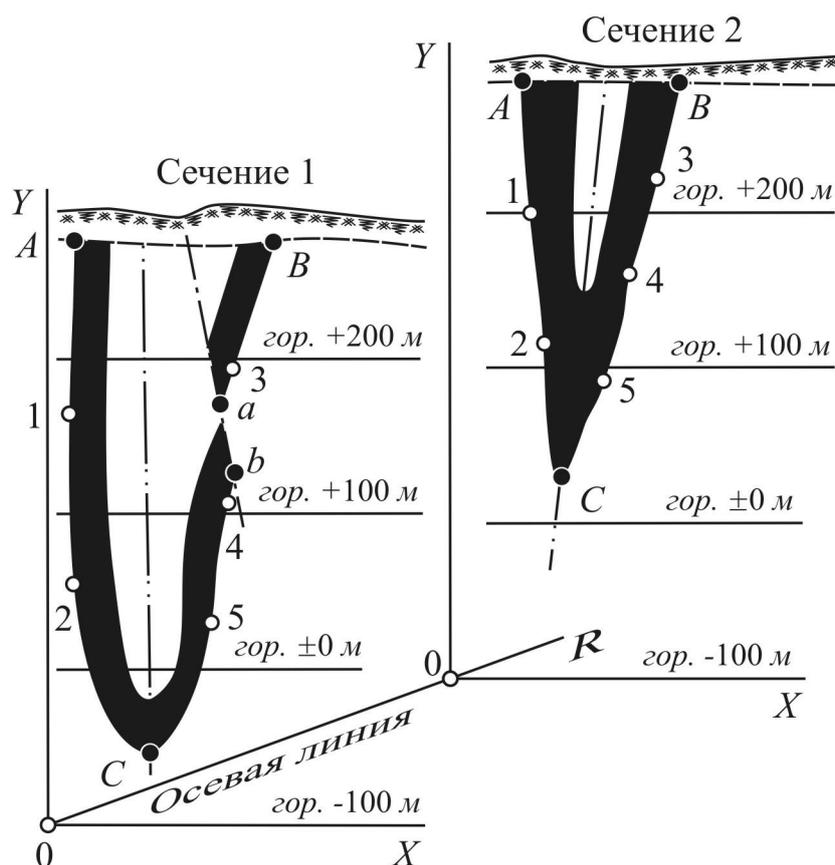


Рис. 3.1. Размещение характерных точек на разрезах

Количество характерных точек III класса между парами одноименных точек I класса двух анализируемых сечений должно быть одинаково.

Всем характерным точкам присваиваются цифровые либо буквенные обозначения. Соответствующим (сходным) точкам разных разрезов присваивается один и тот же номер или обозначение.

3.6. Каждая «характерная» точка координируется в условной системе координат XOY геологического разреза. За начало системы координат принимается линия пересечения единого для всех разрезов горизонта с проекцией единой для участка осевой линией, проводимой на плане выходов пластов под наносы максимально перпендикулярно системе разрезов.

Положение начальной точки системы координат должно обеспечивать их положительные значения у всех характерных точек.

Ось OY системы координат совпадает с вертикалью (с осью высотных отметок), ось OX – с горизонталью.

Координаты x_{ji} , y_{ji} каждой i -ой точки по j -му разрезу измеряются в плоскости разреза. В случае если линия разреза и осевая линия участка не перпендикулярны, то измеренные в плоскости координаты x_{ji} умножаются на косинус угла неортогональности сечений (при строгой перпендикулярности разреза и оси участка данный угол равен нулю).

3.7. Последовательно вычисляются четыре коэффициента корреляции по данным соседних разрезов 1 и 2:

– между координатами x_1 и x_2 :

$$\tau_{x_1, x_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{X}_1) (x_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{X}_1)^2 \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{X}_2)^2}}, \quad (3.1)$$

где $\bar{X}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{1i}}{n}$; $\bar{X}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{2i}}{n}$; n – количество характерных точек,

одновременно присутствующих на обоих разрезах;

– между величинами y_1 и y_2 :

$$\tau_{y_1, y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1) (y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)^2 \sum_{i=1}^n (y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}, \quad (3.2)$$

где $\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{1i}}{n}$; $\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{2i}}{n}$;

– между величинами x_1 и y_2 :

$$\tau_{x_1, y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{X}_1) (y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{X}_1)^2 \sum_{i=1}^n (y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}, \quad (3.3)$$

– между величинами x_2 и y_1 :

$$\tau_{x_2, y_1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{X}_2) (y_{1i} - \bar{Y}_1)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{X}_2)^2 \sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)^2}}. \quad (3.4)$$

Вычисляется модуль коэффициента корреляции двух комплексных случайных величин:

$$|\tau_{z_1, z_2}| = \sqrt{(\tau_{x_1, x_2} + \tau_{y_1, y_2})^2 + (\tau_{x_1, y_2} - \tau_{x_2, y_1})^2}. \quad (3.5)$$

И коэффициент подобия разрезов:

$$K_{\Pi} = \frac{|\tau_{z_1, z_2}|}{2} \sqrt{\frac{N-T}{N}}, \quad (3.6)$$

где N – суммарное число характерных точек I и II класса на сечениях; T – суммарное количество характерных точек I и II класса, имеющих на одном, но отсутствующих на другом сечении.

3.8. Для оценки информативности (не случайности) полученных коэффициентов подобия выполняется построение «кривой разведанности», связывающей значения коэффициентов K_{Π} , с расстояниями L между разведочными сечениями. Кривая строится по системе точек, формируемых методом последовательных разрежений (используются коэффициенты подобия, рассчитанные по парам соседних линий, по парам, «пропускающим» одну и две линии, например, при наличии пяти разведочных линий 1, 2, 3, 4 и 5, для построения кривой разведанности должны использоваться коэффициенты подобия и расстояния следующих пар линий: 1–2, 2–3, 3–4, 4–5, 1–3, 2–4, 3–5, 1–4 и 2–5).

Полученная кривая анализируется с помощью таблицы решений (рис. 3.2). Отнесение запасов участка к категориям C_1 или C_2 осуществляется в зависимости от типа «кривой разведанности» и значений коэффициентов подобия.

Если кривая относится к типу 1а или 1б запасы в пределах между двумя соседними разрезами относятся к категории C_1 в случае, если K_{Π} равен или превышает 0,5. Если K_{Π} менее 0,5, то запасы квалифицируются по категории C_2 .

Предельно допустимая величина коэффициента K_{Π} для категории C_1 может индивидуально устанавливаться для отдельного действующего предприятия в соответствии с требованиями п. 10.9 настоящих рекомендаций.

Если кривая относится к типу 2а или 2б все запасы участка квалифицируются по категории C_2 .

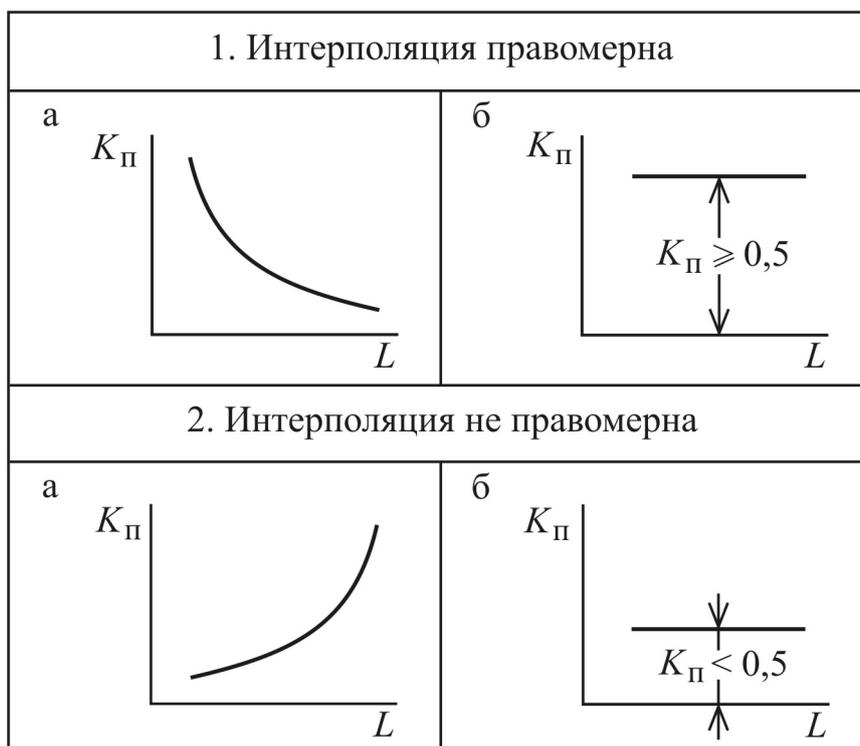


Рис. 3.2. Таблица принятия решений по оценке информативности коэффициентов подобия разрезов

3.9. Расчеты коэффициентов подобия выполняются либо вручную, либо с применением компьютерной программы «KPR», ориентированной на персональные компьютеры.

4. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ПЛАСТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ

4.1. Основным показателем достоверности изучения мощности пласта, пачек, породных прослоев, показателей качества угля и других признаков, точно определяемых по плаstopодсечениям (в дальнейшем – признаков), является ожидаемое расхождение между фактическим и предполагаемым их значением в межскважинном пространстве, характеризуемое степенью возможности других построений.

4.2. Степень возможности других построений оценивается в пределах оценочного блока, представляющего собой четырехугольник сети разведочных пересечений с вершинами – точками производства измерений.

Для создания в пределах оценочного блока косвенных избыточных определений в нем проводятся две диагонали, пересекающиеся в точке K . С помощью линейного интерполирования в точке K определяется значение признака по результатам интерполирования вдоль каждой диагонали. Разность полученных значений рассматривается в качестве меры количественной оценки степени многовариантности построений и именуется как абсолютный дельта-критерий разведанности – Δ . Величина абсолютного дельта-критерия выражается в единицах измерения оцениваемого признака.

Дельта-критерий может выражаться также и в относительной мере (по отношению к ожидаемому значению признака в точке пересечения диагоналей). В этом случае он именуется относительным дельта-критерием δ , выражаемым в процентах.

Значение абсолютного значения дельта-критерия оценивается по формуле:

$$\Delta = | (P_3 - P_1)x + P_1 - (P_4 - P_2)x' - P_2 |, \quad (4.1)$$

относительного:

$$\delta = 200 \frac{|(P_3 - P_1)x + P_1 - (P_4 - P_2)x' - P_2|}{(P_3 - P_1)x + P_1 + (P_4 - P_2)x' + P_2}, \% \quad (4.2)$$

где P_i – значение оцениваемого признака в скважине с i -ой вершиной оценочного блока; x и x' – параметры, определяемые по формуле (2.1).

Исходными данными для производства оценки достоверности изучения мощности пласта и показателей качества угля являются подсчетные (структурные) планы пласта, таблица расчета подсчетных мощностей, геологические разрезы, структурные колонки, таблицы теханализов и иные табличные приложения к геологическому отчету. Рекомендуемый порядок сбора исходных данных изложен в прил. А.

4.3. Расчеты дельта-критериев критериев разведанности выполняются либо вручную, либо с применением компьютерных программ (рекомендуемые программы для персональных компьютеров «DRU» и «MDZ»).

4.4. Ожидаемая абсолютная погрешность прогноза значения признака R_p в межскважинном пространстве в пределах оценочного блока определяется по формуле:

$$R_p = K_p \Delta, \quad (4.3)$$

относительная ожидаемая погрешность – по формуле:

$$R_p^o = K_p \delta, \quad (4.4)$$

где K_p – коэффициент пропорциональности, зависящий от принятой доверительной вероятности оценки.

4.5. Обязательными являются оценки достоверности изучения мощности и зольности чистых угольных пачек пласта, которые определяют достоверность принятых значений подсчетной мощности и кажущейся плотности угля в пределах подсчетного блока и балансовую принадлежность его запасов. Оценка остальных показателей производится по мере необходимости.

4.6. Использование дельта-критериев разведанности при категоризации запасов допустимо только в случае, если имеющаяся сеть разведочных выработок обеспечивает правомерность интерполирования значений оцениваемых признаков в межскважинном пространстве.

В блоках категорий А и В должна существовать правомерность осуществления интерполяции мощностей и зольностей чистых угольных пачек пласта в межскважинном пространстве.

4.7. Правомерность интерполяции мощностей, зольностей и показателей качества угля оценивается по соотношению случайной и общей изменчивости признака. Случайная изменчивость признака характеризуется средней величиной абсолютного дельта критерия разведанности $\bar{\Delta}_p$, общая – среднеквадратическим отклонением частных значений признака от его среднеарифметического значения σ_p :

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n}}, \quad (4.5)$$

где P_i – значение признака по i -ой точке измерений; \bar{P} – среднее арифметическое значение признака; n – общее число использованных измерений признака.

Если число наблюдений n меньше 30, то значение σ_p должно быть увеличено за счет введения поправки Миллера-Кона, т. е. умножена на величину:

$$\left(1 + \frac{1}{1+n}\right) \sqrt{\frac{n}{n-3}}. \quad (4.6)$$

Правомерность интерполяции значений мощности и показателей качества признается существующей в случае выполнения условий неравенства:

$$\frac{\bar{\Delta}_p}{\sigma_p} \leq 0,62K_p. \quad (4.7)$$

При отсутствии правомерности интерполяции мощностей и зольностей чистых угольных пачек невыдержанных по мощности пластов повсеместно имеющих кондиционное значение запасы оценочных блоков могут квалифицироваться только по категории С₁.

Оценка запасов контура, изученного в условиях неправомерности интерполяции зольностей и мощностей чистых угольных пачек выдержанных и относительно выдержанных пластов повсеместно имеющих кондиционное значение, возможна:

- по категории А в случае, если коэффициент вариации параметров не превышает 10 % для мощности и 15 % для зольности;
- по категории В в случае, если коэффициент вариации параметров не превышает 20 % для мощности и 25 % для зольности;
- по категории С₁ в остальных случаях.

Коэффициент вариации в целях выполнения оценки рассчитывается не менее чем по 15 замерам показателя, расположенным в районе размещения подсчетного геологического блока по формуле:

$$V = \frac{\sigma_p}{P} 100, \% \quad (4.8)$$

где \bar{P} – среднее арифметическое значение признака; σ_p – среднеквадратическое отклонение признака от среднего значения, определенное по формуле (4.5) с учетом возможного введения поправки, определенной по формуле (4.6).

В случае, если величина σ_p не превышает величины 0,1 м для мощности и 5 % для зольности (в процентах зольности), то в целях выполнения оценки величина коэффициента вариации условно принимается равной нулю.

Оценка запасов контура, изученного в условиях неправомерности интерполяции зольности и мощности чистых угольных пачек выдержанных и относительно выдержанных по мощности пластов, часть из которых имеет значения ниже кондиционных, возможна по категории С₁ только в случае, если доля замеров с некондиционными значениями мощности чистых угольных пачек не превышает 30 %. В противном случае запасы оцениваются по категории С₂.

4.8. При существовании правомерности интерполяции ожидаемая погрешность мощности и показателей качества угля запасов категории А определяется, исходя из предусмотренных намеченной технологией добычи и последующего использования допустимого уровня погрешности прогноза значения признака в любой точке пласта (выраженного в абсолютных или относительных единицах).

4.9. Если иное не обосновано, то допустимую для категории А ожидаемую погрешность определения мощности и зольности чистых угольных пачек рекомендуется принимать для:

- шахт с крутым залеганием пластов и разрезов с крутым и крутонаклонным залеганием пластов, соответственно, 15 и 20 %;
- комплексно-механизированных шахт и разрезов, обрабатывающих пласты пологого и наклонного залегания, соответственно, 10 и 20 %;
- прочих шахт с горизонтальным, пологим и наклонным залеганием пластов, соответственно, 20 и 25 %.

Для запасов категории В указанная предельная погрешность увеличивается в 1,9 раза.

В случае, если ожидаемые погрешности определения мощности и зольности чистых угольных пачек превышают указанные значения, запасы квалифицируются по категории С₁.

Если абсолютное значение ожидаемой погрешности определения мощности чистых угольных пачек не превышает величины 0,1 м и 5 % для их зольности (в процентах зольности), то в целях выполнения оценки достоверности запасов величина погрешности прогнозирования условно принимается равной нулю.

4.10. Предельное для категорий запасов значение относительного дельта-критерия разведанности устанавливается по величине указанной в п. 4.8 погрешности и коэффициенту пропорциональности K_p , соответствующему доверительной вероятности 0,68:

$$\delta = \frac{R_p^o}{K_p}. \quad (4.9)$$

При отсутствии специальных обоснований, выполненных в соответствии с требованиями раздела 10 настоящих рекомендаций, величина коэффициента пропорциональности K_p принимается равной 1,3.

4.11. Для уже действующих предприятий коэффициент пропорциональности K_p может устанавливаться по результатам сопоставления данных горных и геологоразведочных работ, методика выполнения которого в режиме мониторинга достоверности запасов приведена в разделе. 10.

4.12. Предельно допустимая погрешность мощности и зольности чистых угольных пачек пласта для различных категорий запасов может индивидуально устанавливаться для отдельного действующего предприятия.

Для этого выделяется не менее 20 сопряженных четырехугольников сети скважин, находящихся в отработанном контуре, по которому не было отмечено значимого влияния погрешности мощности и зольности на уровень подтверждения расчетных технико-экономических показателей и размера эксплуатационных потерь при его работе.

Принимаемые для анализа оценочные четырехугольники должны находиться в пределах контура, отработанного единой системой разработки и близкой степенью изменчивости оцениваемого параметра.

Суммарное значение запасов, находящихся в контуре принятых к обработке оценочных блоков, должно превышать двухгодичную производственную мощность предприятия.

По каждому из оценочных блоков на основе геологоразведочных данных производится расчет ожидаемых значений дельта-критериев. Предельная допустимая погрешность геометризации мощностей и показателей качества для категории А устанавливается по наибольшему значению критерия, отмеченного в указанных оценочных блоках.

Степень неоднозначности для запасов категории В определяется умножением аналогичного показателя для категории А на поправочный коэффициент 1,9. Предельная погрешность прогнозирования мощностей и зольностей чистых угольных пачек не устанавливается.

4.13. Дополнительным показателем достоверности геометризации мощностей и зольностей чистых угольных пачек в блоках, границами которых приняты изолинии признаков (границы зоны распространения окисленных углей, смены марочного состава, кондиционных значений показателей и т. д.), является точность построения изолиний.

Показателем точности положения изолинии является ожидаемое среднее расстояние между фактическим и прогнозным положением изолинии, измеренное на плане в направлении нормали к изолинии, T , для расчета которого:

– на подсчетном плане выделяются направления, соединяющие скважины, которые были использованы при производстве интерполирования в ходе построения изолиний, и находится среднеарифметическое значение длин этих линий в метрах – \bar{L} ;

– определяется среднеарифметическое значение абсолютных дельта-критериев разведанности ($\bar{\Delta}_p$) признака по оценочным четырехугольникам, которые пересекаются рассматриваемой изолинией;

– по формулам (4.5) и (4.6) вычисляется среднеквадратическое отклонение значений признака от их среднего значения в районе нахождения рассматриваемой изолинии σ_p ;

– рассчитывается ожидаемое плановое отклонение в положении изолинии:

$$T = 0,41\bar{L} \frac{\bar{\Delta}_p}{\sigma_p}. \quad (4.10)$$

Расчеты величины T выполняются либо вручную, либо с применением компьютерных программ (рекомендуемые программы для персональных компьютеров «РРРІ» и «MDZ»).

Допустимым для категории В является возможное смещение изолиний, приводящее к изменению запасов блоков этой категории не более, чем на 10 %.

Для блоков категории А изолинии значений признаков не могут приниматься в качестве их границ.

Величина T для запасов категории C_1 не лимитируется.

4.14. Учет при категоризации запасов уровня достоверности геологического изучения иных характеристик пласта и угля (мощности пласта и породных прослоев, пластовой зольности, выхода летучих, толщины пластического слоя, высшей теплоты сгорания и иных показателей качества угля) осуществляется на основании специального обоснования.

В представляемом обосновании должны содержаться предположения и ограничения, отвечающие содержанию пунктов 4.6, 4.7, 4.8, 4.10, 4.11, 4.12 и 4.13 настоящих рекомендаций. Основные положения обоснований рекомендуется включать в состав условий геологического задания на выполнение геологоразведочных работ.

4.15. По результатам количественной оценки достоверности изучения мощности и показателей качества угля с использованием дельта-критериев разведанности выполняется построение картограмм разведанности, на которых указываются контуры запасов различных категорий разведанности.

Построение картограммы должно предшествовать выделению по пласту подсчетных геологических блоков.

При сложном характере размещения контуров различных категорий запасов картограмма выполняется в графической форме, в виде плана в произвольном масштабе, на котором различными условными знаками (цветом или штриховкой) указываются границы контуров различных категорий запасов. При простом характере размещения контуров различных категорий запасов картограмма может выполняться в форме текстового описания границ размещения контуров различных категорий запасов.

При оценке достоверности запасов месторождений 2-й и 3-й групп сложности геологического строения, на которых действующей «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» не предусмотрено выделение, соответственно, запасов категорий А и А+В, картограммы выполняются с учетом данного обстоятельства, путем понижения рекомендуемых количественной оценкой высоких категорий запасов до уровня допустимых к применению.

5. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГИПСОМЕТРИИ ПЛАСТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЛИНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

5.1. Оценка достоверности изучения гипсометрии пласта по направлению линии разведочных пересечений производится только в связи с обоснованной необходимостью ее выполнения, согласованной с недропользователем.

5.2. Исходными данными для производства оценки достоверности являются горизонтальные расстояния между подсечениями пласта в плоскости разреза (вычисляемые по координатам X и Y точек пластоподсечений либо графически измеряемые на геологических разрезах) и высотные отметки почвы пласта в них.

5.3. Оценка достоверности изучения гипсометрии пласта по направлению линии разведочных пересечений производится по следующей методике. Сеть замеров делится на группы перекрывающих друг друга миниразрезов, состоящих строго из четырех замеров. На рис. 5.1 такими миниразрезами являются разрезы по линиям скважин 1–2–3–4, 2–3–4–5 и 3–4–5–6.

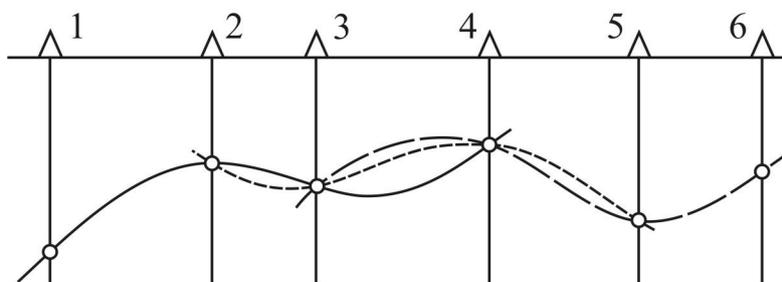


Рис. 5.1. Формирование миниразрезов

По каждому миниразрезу определяются ожидаемые углы падения пласта в точках пластоподсечений по схеме, соответствующей обозначению номеров скважин по четверке замеров 1–2–3–4.

Для этого формируется и решается система двух уравнений, обеспечивающая получение значений углов падения в первом (δ_1) и четвертом подсечении (δ_4) миниразреза.

$$Z_2 = (F_1(x_2)tg\delta_1 - F_2(x_2)tg\delta_4)L + (Z_4 - Z_1)F_3(x_2) + Z_1, \quad (5.1)$$

$$Z_3 = (F_1(x_3)tg\delta_1 - F_2(x_3)tg\delta_4)L + (Z_4 - Z_1)F_3(x_3) + Z_1, \quad (5.2)$$

где L – горизонтальное расстояние между подсечениями 1 и 4; r_2 – горизонтальное расстояние между подсечениями 1 и 2; r_3 – горизонтальное расстояние между подсечениями 1 и 3; x_2 – отношение расстояний r_2 и L ; x_3 – отношение расстояний r_3 и L ; F_1 , F_2 и F_3 – функции от x_2 и x_3 рассчитанные по формулам (2.4) настоящих рекомендаций; Z_i – высотная отметка i -го подсечения.

По установленным тангенсам конечных углов δ_1 и δ_4 рассчитываются углы падения в точках 2 и 3:

$$tg\delta_2 = tg\delta_1(1 - 4x_2 + 3x_2^2) - tg\delta_4(2x_2 - 3x_2^2) + 6x_2(1 - x_2)\frac{Z_4 - Z_1}{L}, \quad (5.3)$$

$$tg\delta_3 = tg\delta_1(1 - 4x_3 + 3x_3^2) - tg\delta_4(2x_3 - 3x_3^2) + 6x_3(1 - x_3)\frac{Z_4 - Z_1}{L}. \quad (5.4)$$

Производится аналогичная обработка всех миниразрезов.

В результате по каждому из имеющихся подсечений будет определено от одного до четырех значений углов падения (по числу миниразрезков, использующих рассматриваемый замер).

Из числа определенных для каждого замера вариантов значений углов выбираются два угла, максимально отличающиеся от принятого при построениях в большую и меньшую стороны (например, для замера по скважине A такими углами являются $\delta_{A\max}$ и $\delta_{A\min}$ – рис. 5.2).

По значениям этих углов для каждой пары плаstopодсечений отстраиваются возможные граничные положения размещения пласта в недрах (кривые ACB и ADB на рис. 5.2). Заключенная между ними зона является зоной неопределенности в положении пласта.

В качестве итоговой оценки неопределенности принимается максимальная ширина этой зоны τ , измеренная в нормальном к пласту направлении.

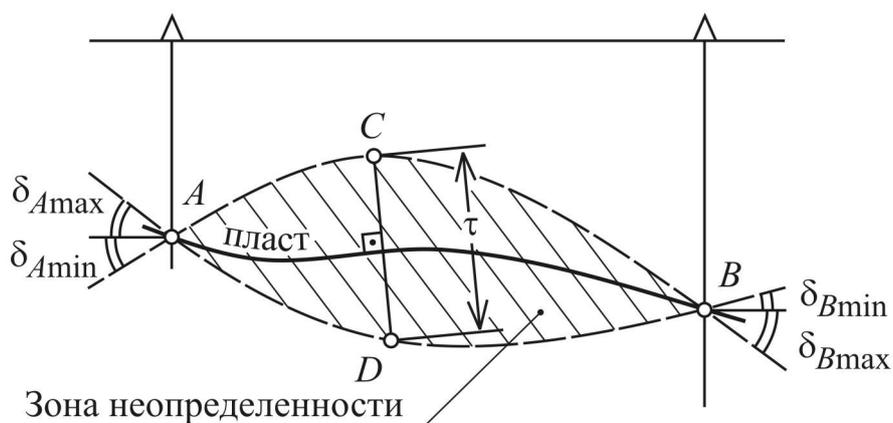


Рис. 5.2. Выполнение оценки многовариантности построений по линии замеров

Построение кривых ACB и ADB производится по двум исходным (A и B) и трем дополнительным точкам (при $x = 0,25$; $x = 0,50$; $x = 0,75$, т. е. удаленных от точки A , соответственно, на четверть, половину и три четверти от горизонтального расстояния между точками A и B) с использованием предельных значений углов падения δ_A (последовательно равному δ_{Amax} или δ_{Amin}) и δ_B (равному δ_{Bmax} или δ_{Bmin}):

$$Z(x) = (F_1(x)tg\delta_A - F_2(x)tg\delta_B)L + (Z_B - Z_A)F_3(x) + Z_A, \quad (5.5)$$

где $Z(x)$ – расчетная высотная отметка почвы пласта в точке, удаленной от начального пластоподсечения миниразреза на нормированное расстояние x ; δ_A и δ_B – углы падения пласта в начальном и в конечном подсечениях (в случае, если направление падения пласта совпадает с направлением от начальной к конечной точке, то тангенсу угла присваивается знак минус); Z_A , Z_B – отметки почвы пласта в начальном и конечном подсечениях миниразреза; L – горизонтальное расстояние между начальным и конечным подсечениями миниразреза.

Рассчитывается ожидаемая с вероятностью 0,68 погрешность прогнозного положения пласта в нормальном к нему направлении:

– для внешних (концевых) пар пересечений (типа 1–2 и 5–6 на рис. 5.1):

$$R_{gr} = 1,7\tau ; \quad (5.6)$$

– для внутренних пар пересечений (типа 2–3, 3–4 и 5–6 на рис. 5.1):

$$R_{gr} = 0,7\tau . \quad (5.7)$$

Числовые коэффициенты уравнений (5.6) и (5.7) могут индивидуально уточняться для отдельного действующего предприятия на основании сопоставления данных горных и разведочных работ.

5.4. Расчеты выполняются вручную, либо с применением компьютерной программы для персональных компьютеров (рекомендуемая программа – «OMR»).

5.5. Выполнение оценки достоверности изучения гипсометрии пласта по направлению линии разведочных пересечений рекомендуется производить в случае «совпадения» этой линии с осью проводимой капитальной выработки (наклонного ствола, бремсберга, капитальной траншеи и т. д.), а также для оценки представительности опорного профиля (участка детализации), результаты проведения которого определяют принятые параметры разведочной сети основной части участка.

Принимаемая допустимая погрешность в положении пласта по линии разведочных пересечений определяется в каждом конкретном случае индивидуально, исходя из допустимого изменения проектного положения горной выработки, обеспечивающего ее нормальную эксплуатацию или из оптимальной достоверности опорного профиля.

5.6. Результаты оценки достоверности изучения гипсометрии пласта по направлению линии разведочных пересечений не предусмотрены к применению в целях классификации запасов по степени их достоверности, но могут быть использованы при обосновании методики опережающего геологического изучения недр и при проектировании геологоразведочных работ.

6. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДИЗЬЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ

6.1. Оценка достоверности изучения интенсивности дизъюнктивной нарушенности участка недр производится по согласованию с недропользователем, только в связи с обоснованной необходимостью ее выполнения.

6.2. В качестве меры интенсивности дизъюнктивной нарушенности угольного пласта принимается коэффициент K_d А. С. Забродина, равный отношению суммарной протяженности линий скрещения их с пластом ($\sum l$ в метрах) к площади оцениваемого участка ($S_{\text{оц}}$ в гектарах):

$$K_d = \frac{\sum l}{S_{\text{оц}}}. \quad (6.1)$$

6.3. Достоверность изучения интенсивности дизъюнктивной нарушенности оценивается путем определения ожидаемой степени занижения коэффициента нарушенности, определенного по геологоразведочным данным по формуле (6.1).

6.4. Исходными данными к производству оценки достоверности изучения интенсивности дизъюнктивной нарушенности являются подсчетные (структурные) планы и результаты расчета лямбда-критериев разведанности гипсометрии, произведенного в соответствии с требованиями раздела 2 настоящих рекомендаций. По участку оценки, на котором должно быть расположено не менее восьми четырехугольных оценочных блоков, по формуле (6.1) рассчитывается коэффициент нарушенности K_d по данным геологоразведочных работ $K_d^{\text{ГРР}}$.

По результатам расчетов лямбда-критериев определяются средние арифметические значения критериев ($\bar{\lambda}$, в метрах) и площадей оценочных четырехугольных блоков (\bar{S} , в сотнях тысяч м²), а также среднее удельное значение лямбда-критерия

$$\lambda_{уд} = \frac{\bar{\lambda}}{\bar{S}} \text{ при } \bar{S} \geq 100 \text{ тыс. м}^2, \quad (6.2)$$

$$\lambda_{уд} = \bar{\lambda} \text{ при } \bar{S} < 100 \text{ тыс. м}^2$$

и коэффициент ожидаемого занижения степени дизъюнктивной нарушенности

$$D = 0,1 + 0,42\lambda_{уд}. \quad (6.3)$$

В случае если определенная формуле (6.3) величина D не будет достигать единицы (что может иметь место при высокой плотности разведочной сети и незначительной степени неоднозначности модели гипсометрии), она принимается равной единице.

Устанавливается ожидаемая фактическая интенсивность нарушенности участка:

$$K_{д}^{ож} = DK_{д}^{ГРР}. \quad (6.4)$$

6.5. Числовые коэффициенты уравнения (6.3) могут индивидуально устанавливаться для отдельного действующего предприятия на основании построения зависимости вида (6.3) по результатам сопоставления данных горных и разведочных работ.

6.6. Наиболее существенное значение занижение степени дизъюнктивной нарушенности имеет при определении объективных оценок количества и народно-хозяйственного значения запасов, предназначенных для подземной добычи.

В случае, если по данным разведки степень нарушенности участка $K_{\text{д}}^{\text{ГРР}} < 50$ м/га, а ожидаемая нарушенность $K_{\text{д}}^{\text{ОЖ}} > 50$ м/га, квалификация запасов по категориям А и В допустима только по результатам специальных обоснований. Данное ограничение обусловлено тем, что по существующим представлениям при подземной добыче угля повсеместное применение механизированных комплексов возможно при коэффициенте нарушенности менее 50 м/га.

7. ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО ОБЪЕМА НЕПОДТВЕРЖДЕНИЯ И СПИСАНИЯ ЗАПАСОВ, НЕЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ К ОТРАБОТКЕ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПРИЧИНАМ

7.1. Оценка ожидаемого объема списаний и неподтверждений запасов участка недр производится только в связи с обоснованной необходимостью ее выполнения, согласованной с недропользователем. Наиболее существенное влияние данная оценка имеет при определении правомерности осуществления на достигнутой стадии геологического изучения месторождения оценки параметров кондиций, определяющих народно-хозяйственное значение запасов угля.

Правомерность выполнения ТЭО постоянных кондиций достигается при ожидаемом уровне списаний и неподтверждений, не превышающем 20 % от общего количества запасов балансовых запасов.

7.2. Оценка ожидаемого объема неподтверждений и списаний с баланса запасов, нецелесообразных к отработке по технико-экономическим причинам, производится путем прогнозирования их суммарной относительной доли (D_{CH}) в утвержденных балансовых запасах.

Доля ожидаемого списания и неподтверждения запасов D_{CH} определяется для:

– комплексно-механизированных шахт

$$D_{CH} = 3,0 + 2,8\lambda_{уд} + 0,10\bar{\delta}, \%; \quad (7.1)$$

– немеханизированных шахт

$$D_{CH} = 2,1 + 2,0\lambda_{уд} + 0,07\bar{\delta}, \%; \quad (7.2)$$

– угольных разрезов

$$D_{сн} = 1,5 + 1,0\lambda_{уд} + 0,04\bar{\delta}, \quad \%, \quad (7.3)$$

где $\bar{\delta}$ – среднее значение относительных дельта-критериев разведанности мощности, определенных в соответствии с п. 4.2 настоящих рекомендаций, %;
 $\lambda_{уд}$ – среднее удельное значение лямбда-критерия разведанности гипсометрии пласта, определенное по формуле (6.2).

Характеризующие намеченный к отработке контур средние величины $\bar{\delta}$ и $\lambda_{уд}$ определяются путем вычислений по входящим в него четырехугольникам сети скважин. К ним относятся четырехугольники, площади которых на шестьдесят и более процентов расположены внутри рассматриваемого контура.

7.3. Числовые коэффициенты уравнений (7.1), (7.2) и (7.3) могут индивидуально уточняться для отдельного действующего предприятия по результатам сопоставления данных горных и разведочных работ в режиме мониторинга.

8. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

8.1. Оценка точности определения средних значений показателей по участкам, их частям и отдельным подсчетным геологическим блокам производится только в связи с обоснованной необходимостью ее выполнения, согласованной с недропользователем.

Результатом оценки является ожидаемое с вероятностью 0,68 расхождение между фактическим и предполагаемым их средним значением. Ожидаемые погрешности средних значений преимущественно используются при формировании оптимистических и пессимистических оценок технико-экономических показателей работы предприятия и качества углепродукции.

Оценки погрешности среднего значения показателя, определенного по сетям замеров различной плотности, могут служить основанием для выбора оптимальной плотности сети измерений в горных выработках, обеспечивающих определение объемов добычи и потерь с заданной точностью.

8.2. Исходными данными к производству оценки точности определения средних значений показателей являются только сами значения показателей. Оценка выполняется методом комбинаторных разрежений, моделирующим процесс геологоразведочного изучения недр, в следующей последовательности.

8.2.1. По всем имеющимся N замерам определяется среднеарифметическое значение показателя – \bar{C} .

8.2.2. Имеющийся массив данных состоящий из N замеров разбивается на группы содержащие по K измерений ($K = 1, 2, 3, \dots, N-1$). В состав каждой группы включается m_k различных сочетаний замеров.

Например, для массива, состоящего из четырех замеров ($N=4$) с номерами 1, 2, 3 и 4, будет выделено:

– четыре группы, содержащих по одному замеру ($K=1$): замеры 1, 2, 3 и 4 ($m_k=4$);

– шесть групп, содержащих по два измерения ($K=2$): замеры 1–2, 1–3, 1–4, 2–3, 2–4, 3–4 ($m_k=6$);

– четыре группы, содержащих по три измерения ($K=3$): замеры 1–2–3, 1–2–4, 1–3–4, 2–3–4 ($m_k=4$);

– одна группа, содержащая четыре измерения ($K=4$): замеры 1–2–3–4 ($m_k=1$).

По каждой из m_k сформированных групп из K замеров рассчитывается частное среднеарифметическое значение признака \bar{P}_j и определяется их среднеквадратическое отклонение относительно общего среднего \bar{C} :

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m_k} (\bar{P}_j - \bar{C})^2}{m_k}} . \quad (8.1)$$

При наличии более чем 20 данных шаг изменения величин K может быть увеличен, так чтобы общее число массивов групп из K замеров находилось в диапазоне от 15 до 20.

8.2.3. Строится графическая зависимость значений σ_k от K (рис. 8.1).

8.2.4. С учетом тенденции изменения графически заданной функции $\sigma_k=F(K)$ кривая продлевается до точки, соответствующей N измерениям (пунктирная линия DB на рис. 8.1). По положению точки B на графике определяется среднеквадратическое отклонение для N наблюдений – величина σ_N .

8.3. Устанавливается ожидаемая с вероятностью 0,68 погрешность P вычисленного среднего значения \bar{C} :

$$P = \sigma_N \left(4,18 - 0,156N + 0,002N^2 \right) \quad \text{при } 4 \leq N \leq 40, \quad (8.2)$$

$$P = 1,2\sigma_N \quad \text{при } N > 40.$$

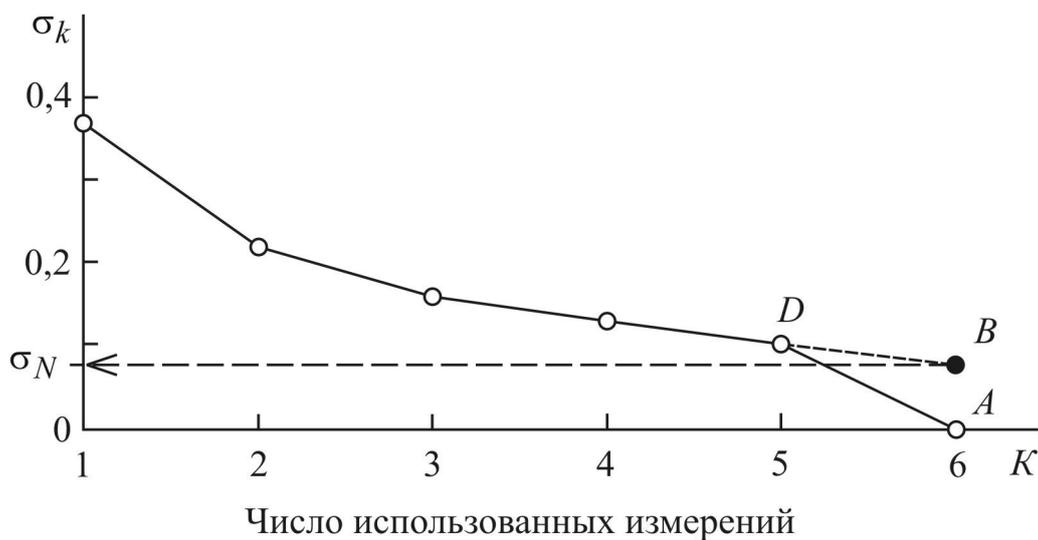


Рис. 8.1. График зависимости среднеквадратического отклонения σ_k от числа замеров в группе K

8.4. Расчеты выполняются вручную, либо с применением компьютерной программы «ST2» для персональных компьютеров.

8.5. Числовые коэффициенты уравнения (8.2) могут индивидуально уточняться для отдельного действующего предприятия по результатам сопоставления данных горных и разведочных работ в режиме мониторинга.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ЗАПАСОВ

9.1. Результаты выполнения количественной оценки достоверности геологической информации рекомендуется оформлять в виде документа (заключения) «Количественная оценка достоверности запасов». Означенный документ может представляться как в виде обособленного, так и в виде главы, раздела или приложения к иному документу (отчету о геологическом изучении недр, ТЭО постоянных кондиций и т. п.).

9.2. В отражающий результаты прогнозирования документ рекомендуется включать текстовую и графические части, представляемые на бумажных и электронных носителях.

9.3. Рекомендуется, что текстовая часть документа должна содержать:

- краткие сведения о месторождении, определяющие выбор количественно оцениваемых признаков и методов проведения оценки (в случае, если рассматриваемый документ входит в состав документа, уже содержащего подобные материалы, указанные сведения могут не приводиться);

- перечень принятых для оценки признаков (в случае, если перечень включает в себя дополнительные признаки, не указанные в п. 1.6 настоящих рекомендаций, то приводится краткая аргументация причин выполнения их оценки);

- перечень принятых методов выполнения оценки;

- перечень использованных компьютерных программ с указанием правовых основ их использования;

- таблицы исходных данных (в формате табл. А.1 прил. А, позволяющем экспортировать их в предлагаемые настоящими рекомендациями компьютерные программы с целью проверки результатов расчетов);

– результаты выполненных расчетов в форме таблиц критериев разведанности (обязательно содержащих номера пластоподсечений – вершин оценочных четырехугольников, значений критериев разведанности и рекомендуемых категорий запасов), таблиц коэффициентов подобия геологических разрезов (с указанием наименований разведочных линий, коэффициентов подобия и расстояний между сечениями – для сложнодислоцированных месторождений и участков), результатов оценки правомерности интерполяции признаков, ожидаемых показателей степени дизъюнктивной нарушенности (при необходимости) и т. д.;

– текстовое описание картограмм разведанности запасов по отдельным оцениваемым признакам (при простом характере размещения контуров различных категорий запасов, исключающем необходимость графического представления картограммы разведанности);

– текстовое описание итоговых картограмм разведанности запасов пластов, построенных на основе картограмм разведанности запасов по отдельным оцениваемым признакам с учетом принятых предположений по оценке запасов, расположенных за пределами количественно оцененного контура и ограничений, вводимых «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» на выделение запасов высоких категорий на месторождениях 2-й и 3-й групп сложности геологического строения (при простом характере размещения контуров различных категорий запасов, исключающем необходимость графического представления итоговой картограммы разведанности);

– обобщающие рекомендации по категоризации запасов по результатам совместного учета достоверности изучения всех оцененных признаков и мотивацию категоризации запасов, расположенных за пределами количественно оцененного контура.

9.4. Рекомендуется, что графическая часть должна включать в себя:

– «кривые разведанности»;

– картограммы разведанности запасов по отдельным оцениваемым признакам (при сложном характере размещения контуров различных категорий запасов) в едином произвольном масштабе;

– картограммы разведанности запасов пластов, построенные на основе картограмм разведанности запасов по отдельным оцениваемым признакам с учетом принятых предположений по оценке запасов, расположенных за пределами количественно оцененного контура и ограничений, вводимых «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» на выделение запасов высоких категорий на месторождениях 2-й и 3-й групп сложности геологического строения (при сложном характере размещения контуров различных категорий запасов) в масштабе картограмм отдельных признаков.

9.5. Графическая часть документа может быть включена в состав текстовой части.

Графическую часть допускается выполнять в произвольном масштабе при условии размещения на графических документах шкалы масштаба.

9.6. Результаты выполнения количественной оценки достоверности геологической информации по полноте, содержанию, и характеру изложения должны обеспечивать возможность их проверки без участия авторов.

10. ПОРЯДОК ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ДОСТОВЕРНОСТИ ЗАПАСОВ ДЕЙСТВУЮЩИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

10.1. Под мониторингом (отслеживанием) достоверности запасов понимается непрерывный процесс сбора и анализа информации о степени соответствия ожидаемой и фактической степени достоверности запасов, осуществляемый в целях повышения объективности их категоризации.

10.2. Мониторинг достоверности запасов выполняется на действующих горнодобывающих предприятиях.

Информационной основой мониторинга являются данные, полученные на уже отработанной части месторождения (участка).

Мониторинг представляет собой систему, включающую в себя работы по наблюдению, анализу и прогнозу степени достоверности геологических представлений об объекте эксплуатации и постоянно реализуется по мере развития горных работ.

10.3. Задачами мониторинга являются:

– адаптация методики количественной оценки достоверности запасов к горно-геологическим условиям конкретного участка недр;

– установление допустимого уровня погрешности геологической информации для условий конкретного участка недр и принятой технологии его отработки.

10.4. Результаты мониторинга используются для:

– актуализации оценок достоверности запасов уже предоставленных в пользование участков недр;

– адаптации технологии количественной оценки достоверности запасов к конкретным условиям месторождения;

– дополнительного обоснования предлагаемых решений по пересчету и переутверждению запасов в ГКЗ (ТКЗ) Роснедра по инициативе недропользователя;

– планирования работ по опережающему геологическому изучению недр.

10.4. Общая схема ведения мониторинга (рис. 10.1) включает в себя следующие виды работ:

– расчет количественных критериев разведанности уже отработанного контура с использованием только данных геологоразведочных работ;

– установление фактической погрешности геологоразведочных данных в пределах отработанного контура на основе их сопоставления с материалами горных работ;

– установление характерных для рассматриваемого участка недр эмпирических коэффициентов перехода от количественных критериев разведанности к ожидаемым погрешностям геологических моделей (выполнение анализа имеющихся место закономерностей и их использование для адаптации методики оценки погрешности);

– оценку значимости влияния погрешностей геологической информации на эффективность ведения горных работ;

– применение адаптированной методики оценки достоверности к геологоразведочным данным, полученным по еще неотработанной части участка недр.

Указанные виды работ выполняются периодически, по мере получения новых горно-эксплуатационных данных.

10.5. Распространение полученных в пределах отработанного контура закономерностей на еще неотработанные контуры допускается только в случае близости их геологических условий и технологии ведения горных работ.

10.6. В качестве исходных данных для выполнения мониторинга используются геологоразведочная документация и планы горных работ, выполненные в масштабе не менее 1:5000.



Рис. 10.1. Принципиальная схема мониторинга достоверности запасов

10.7. Уточнение значений эмпирических коэффициентов (коэффициентов K_g и K_p , используемых при выполнении работ по п. 2.7, 2.12, 4.4 и 4.7 настоящих рекомендаций) перехода от количественных критериев разведанности к ожидаемым погрешностям моделей осуществляется в следующей последовательности.

10.7.1. Выполнение работ по уточнению значений эмпирических коэффициентов K_g и K_p может осуществляться при условии возможности выделения в пределах отработанного контура пласта не менее 20 оценочных блоков. В обработку принимаются оценочные блоки, у которых более 70 % площади находится в пределах уже отработанного контура.

При выделении перекрывающих друг друга четырехугольных блоков они, в целях определения общего количества блоков, учитываются как один.

Под перекрывающимися блоками в данном случае понимаются такие, которые отличаются только одной вершиной при площади перекрытия, превышающей 50 % площади каждого из них.

Учет перекрывающихся друг друга блоков осуществляется только в целях определения количества блоков. Данные по всем перекрывающимся блокам используются для дальнейших расчетов без ограничений.

Повторное уточнение значений эмпирических коэффициентов K_g и K_p в режиме мониторинга рекомендуется осуществлять после увеличения количества отработанных (в процессе развития горных работ) контуров оценочных блоков не менее чем на 10 единиц.

10.7.2. Для каждого выделенного четырехугольного блока по изложенным в настоящих рекомендациях правилам рассчитываются абсолютные дельта-критерии разведанности (Δ_i при уточнении значения коэффициента K_p) и ламбда-критерии, измеренные по вертикальному направлению (λ_{vi} при уточнении значения коэффициента K_g).

10.7.3. Все выделенные оценочные четырехугольники показываются на плане горных работ (рис. 10.2), на котором также показываются места производства замеров (взятия проб) в горных выработках.

Формируемая в целях последующей обработки сеть замеров должна обеспечивать относительную равномерность их размещения в пределах контура оценки. В связи с этим часть замеров (проб) в горных выработках не включаются в дальнейшую обработку в связи с их близким расположением друг к другу.

Например, для условий рис. 10.2 исключается из последующей обработки часть замеров по вентиляционному штреку 2-2-4 и конвейерному штреку 2-2-3.



Рис. 10.2. Графические материалы для выполнения работ по уточнению значений эмпирических коэффициентов K_g и K_p

10.7.4. По каждому замеру в горной выработке определяется два значения признака: по данным горных ($P_{гор}$) и геологоразведочных работ ($P_{грр}$).

Значения признака по данным горных работ определяются по прямым измерениям (для высотных отметок и мощности) или определениям (для зольности и показателям качества), выполненным в горных выработках.

Значения признака по данным геологоразведочных работ определяются по построенной в изолиниях модели размещения признака путем интерполяции между изолиниями.

Величина сечения изолиний должна обеспечивать правомерность линейной интерполяции между ними. При бóльшем сечении изолиний они подлежат сгущению.

10.7.5. Устанавливается величина систематической погрешности, присутствующей в значениях признаков, определенных по данным геологоразведочных работ:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{гор}_i} - \sum_{i=1}^n P_{\text{грр}_i}}{n}, \quad (10.1)$$

где n – число сопоставлений, принятых в обработку.

Учет систематической погрешности производится лишь в случае, когда она имеет статистически значимый характер.

Оценка значимости систематической погрешности производится с использованием коэффициента конкордации следующим образом.

Результаты сопоставлений представляются в форме таблицы, строки которой соответствуют источнику данных, а колонки – их значениям (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Результаты сопоставлений

По данным:	Значения признаков по сопоставлению номер							
	1	2	3	...	i	...	$n-1$	n
горных работ	10,5	12,3	9,5	...	$P_{\text{гор}_i}$...	21,1	7,9
разведки	8,3	13,7	9,5	...	$P_{\text{грр}_i}$...	22,4	5,2

Если рассматриваемые источники данных имеют систематические расхождения в результатах измерений, то должна наблюдаться определенная закономерность в соотношении их значений. Например, данные эксплуатации могут иметь, в основном, более высокие значения признака.

Для анализа значимости этих расхождений непосредственные измерения переводятся в ряд натуральных чисел путем их ранжирования. Для этого максимальному значению признака в сопоставлении присваивается ранг $b_{ji}=1$, а минимальному $b_{ji}=2$. Если значения признаков равны, то обоим присваивается одинаковый ранг 1,5. В соответствии с описанными правилами, после проведения ранжирования данных, табл. 10.1 сопоставлений примет вид, приведенный в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Ранжированные результаты сопоставлений

По данным:	Значения признаков по сопоставлению номер								Сумма по строкам
	1	2	3	...	i	...	$n-1$	n	
горных работ	1	2	1,5	...	b_{1i}	...	2	1	U_1
разведки	2	1	1,5	...	b_{2i}	...	1	2	U_2

Степень закономерности распределении ранжированных значений измерений по сопоставлениям, оценивается с помощью коэффициента конкордации W . Для расчета W находятся суммы записанных в строках таблицы чисел

$$U_1 = \sum_{i=1}^n b_{1i} ; \quad U_2 = \sum_{i=1}^n b_{2i} \quad (10.2)$$

и параметр

$$S = (U_1 - 1,5n)^2 + (U_2 - 1,5n)^2 . \quad (10.3)$$

Коэффициент конкордации W рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{2 \cdot S}{n^2} . \quad (10.4)$$

Величина систематической погрешности C , определенная по формуле (1), учитывается в последующих расчетах только при $W \geq 0,6$, в противном случае, полагается, что $C=0$.

Для каждого выполненного сопоставления рассчитывается разность значений признака по данным горных и геологоразведочных работ:

$$\Delta P_i = P_{\text{ггр}_i} - P_{\text{гор}_i} - C . \quad (10.5)$$

10.7.6. Для каждого выделенного оценочного четырехугольного блока определяется среднеквадратическая погрешность геологической модели:

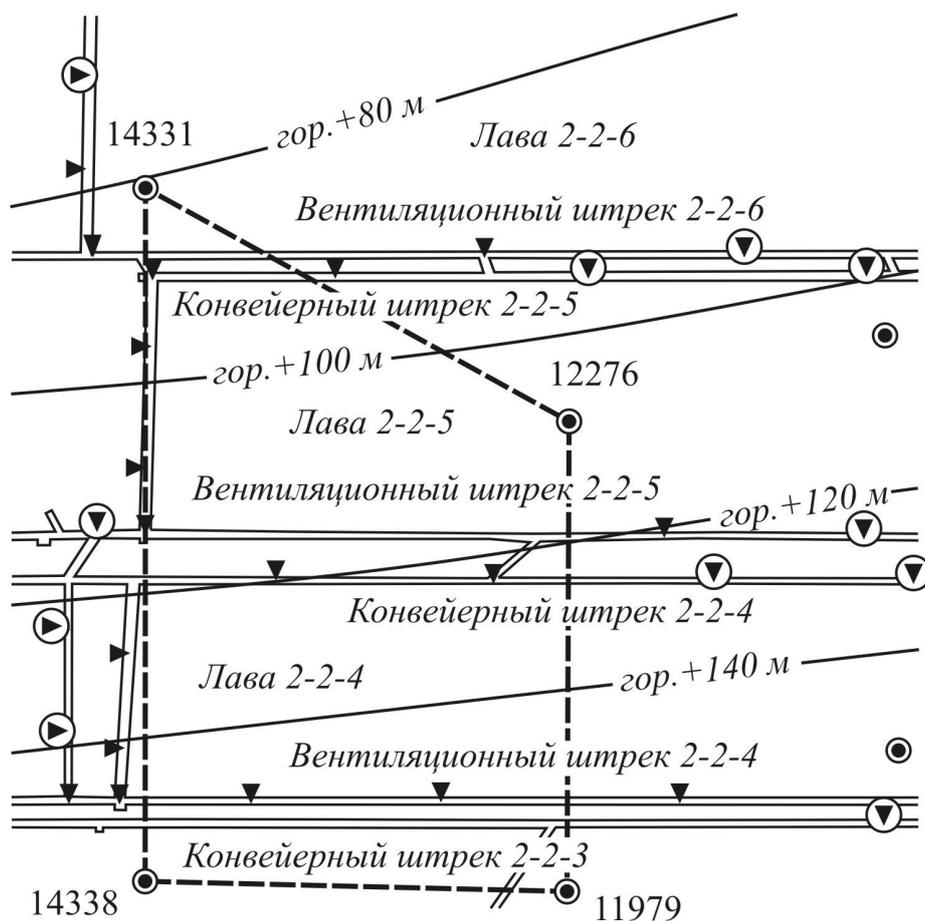
$$R_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \Delta P_i^2}{k}} . \quad (10.6)$$

где k – число сопоставлений относимых к j -му оценочному четырехугольнику.

К каждому оценочному четырехугольнику относятся все принятые к анализу сопоставления расположенные внутри блока и часть сопоставлений, за его пределами вблизи границ (рис. 10.3).

Одни и те же сопоставления могут использоваться при расчете погрешностей в различных оценочных блоках.

Результаты расчетов заносятся в колонки 1 и 2 табл. 10.3, строки которой соответствуют оценочным блокам.



Обозначения:

-  скважины и границы оценочного блока
-  замер в горной выработке
-  замер в горной выработке не принятый к учету по отдельному блоку

Рис. 10.3. Выбор сопоставлений, относимых к оценочному четырехугольнику

10.7.7. Осуществляется обработка табл. 10.3. Для этого в колонках 3–7 «шапки» таблицы указываются несколько возможных значений коэффициентов пропорциональности K_g (при использовании лямбда-критериев) или K_p (при использовании абсолютных дельта-критериев). В табл. 10.3 в качестве примера указаны четыре возможных значения этих коэффициентов: 0,3, 0,7, 1,0 и 1,2.

Расчет коэффициентов пропорциональности

Критерий разведанности (λ_{vj} или Δ_j)	Погрешности					
	фактические, R_j	расчетные R_{pj} при K_g или K_p :				
		0,5	0,7	...	1,0	1,2
1	2	3	4	5	6	7
5,0	5,1	2,5	3,5	...	5,0	6,0
3,7	2,3	1,9	2,6	...	3,7	4,4
2,1	1,0	1,1	1,5	...	2,1	2,5
4,0	3,1	2,0	2,8	...	4,0	4,8
6,7	5,1	3,4	4,7	...	6,7	8,0
Количество случаев когда $R_j \leq R_{pj}$		1	2	...	4	5
Эмпирическая вероятность $P(R_j \leq R_{pj})$		0,20	0,40	...	0,80	1,00

По принятым значениям коэффициентов и критериев определяются теоретические погрешности модели R_{pj} :

$$R_{pj} = K_g \lambda_{vj} \quad \text{при использовании лямбда-критериев;} \quad (10.7)$$

$$R_{pj} = K_p \Delta_j \quad \text{при использовании дельта-критериев.}$$

В предпоследней строке табл. 10.3 указывается количество строк (оценочных блоков) для которых расчетная погрешность равна или превышает фактическую (выполняется условие $R_j \leq R_{pj}$). Так, для коэффициента, равного 0,5 условие выполняется только один раз (при $R_j=1,0$ и $R_{pj}=1,1$).

В последней строке табл. 10.3 для каждого коэффициента определяется эмпирическая вероятность того, что фактическая погрешность не превысит фактическую (как отношение указанного в предыдущей строке числа случаев выполнения неравенства к общему количеству оценочных блоков).

В приведенной в качестве примера табл. 10.3 общее количество блоков

составляет 5 (при выполнении реальных расчетов это количество не должно быть меньше 20).

На основе результатов расчетов выполняется построение графика зависимости величины указанной вероятности от коэффициента пропорциональности (рис. 10.4).

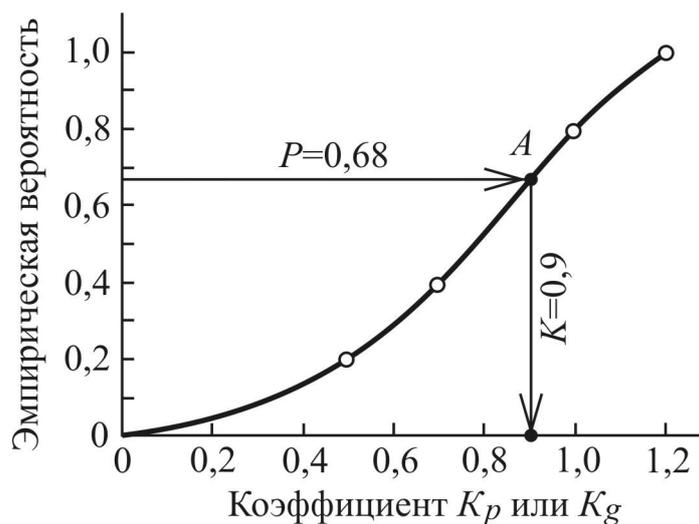


Рис. 10.4. Установление уточненного значения коэффициента K_g (K_p)

По заданной вероятности ($P=0,68$) на кривой зависимости отыскивается положение точки A, проектирование которой на ось коэффициентов пропорциональности позволяет получить уточненное значение коэффициента (0,9 для примера, приведенного на рис. 10.4).

Для уточнения положения кривой зависимости эмпирической вероятности от коэффициента пропорциональности в табл. 10.3 могут добавляться дополнительные значения коэффициентов.

10.7.8. Уточненные коэффициенты пропорциональности, полученные для отдельного пласта, могут распространяться на остальные пласты участка недр только в случае отсутствия явно выраженных ограничений геологического характера.

10.7.9. При уточнении значений коэффициента пропорциональности K_g следует учитывать возможность случайной комбинации исходных данных, приводящей к аномально низким значениям лямбда-критериев (обычно менее 1-2 м). Принятый порядок учета обосновывается результатами анализа распределения критериев разведанности по группам фактических погрешностей гипсометрического плана. В качестве мероприятий, обеспечивающих выполнение учета допускается:

- разделять обучающие выборки на отдельные группы по интервалам лямбда-критериев с установлением индивидуального значения K_g для каждой из них;

- полностью исключать блоки с малыми значениями критериев из обработки (при их незначительной доле в выборке – до 10-15 %);

- при выполнении обработки увеличивать незначительные значения лямбда-критериев путем их замены на фоновые значения, характерные для группы блоков имеющих низкие (примерно до 3 м) фактические погрешности гипсометрического плана (при этом замена значений не должна приводить к изменению категорий запасов оценочных блоков по фактору изученности гипсометрии).

10.8. Предельно допустимая погрешность моделей гипсометрии пласта, мощности и показателей качества угля для различных категорий запасов уточняется на основании требований п. 2.15 и 4.12 настоящих рекомендаций по материалам отработки запасов в контурах не менее чем 10 не перекрывающих друг друга оценочных блоков.

Указанное количество оценочных блоков устанавливается с учетом разъяснений п. 10.7.1 настоящих рекомендаций.

10.9. Уточнение предельного значения коэффициента подобия разрезов пластов сложнодислоцированных месторождений допускается только путем увеличения его значения для запасов категории C_2 .

В качестве уточненного значения коэффициента подобия принимается его фактическое значение между парой разведочных сечений в пределах контура отработанных запасов (доля которых в общих запасах пласта между сечениями превышает 70 %) степень подтверждения которых составляет менее 60 % (погрешность более 40 %).

10.10. Уточнение используемых в разделе 5 настоящих рекомендаций коэффициентов перехода от максимальной ширины зоны неопределенности положения пласта в плоскости геологического разреза τ , к ожидаемой погрешности прогнозного положения пласта R_{gr} осуществляется по результатам сопоставления данных горных и разведочных работ. Уточнение производится по схеме, приведенной в п. 10.7.7 настоящих рекомендаций при замене критериев разведанности на величину ширины зоны неопределенности τ и фактической погрешности на величину максимальной погрешности в положении пласта между разведочных скважин в линии, измеренной в нормальном к пласту направлении.

В качестве исходных должны использоваться данные по фрагментам не менее чем 10 разведочных линий, включающих в себя не менее 8 скважин расположенных в пределах отработанного контура пласта.

10.11. Уточнение коэффициентов уравнения (6.3) настоящих рекомендаций, связывающего ожидаемую степень занижения дизъюнктивной нарушенности с удельным значением лямбда-критерия разведанности производится путем построения аналогичной статистической зависимости с использованием данных горных и геологоразведочных работ. Контур используемых для оценки данных должен включать в себя не менее 20 сопряженных оценочных четырехугольных блоков, количество которых оценивается с учетом разъяснений п. 10.7.1 настоящих рекомендаций.

При этом общая площадь используемого контура горных работ не должна быть менее 2 км², при характерной для пласта степени его дизъюнктивной нарушенности.

10.12. Уточнение коэффициентов уравнений (7.1), (7.2) и (7.3) настоящих рекомендаций, связывающих долю ожидаемых объемов списаний и неподтверждений запасов с удельными значениями лямбда-критериев разведанности гипсометрии и средними значениями дельта-критериев разведанности мощности, производится путем построения аналогичной двухфакторной статистической зависимости с использованием данных горных и геологоразведочных работ.

Используемый для уточнения коэффициентов отработанный контур, должен включать в себя на менее 40 сопряженных оценочных блоков, количество которых оценивается с учетом разъяснений п. 10.7.1 настоящих рекомендаций.

При этом общая площадь используемого контура горных работ не должна быть менее 4 км², при характерной для пласта степени сложности его геологического строения и единой технологии ведения горных работ.

10.13. Уточнение коэффициентов уравнений (8.2) настоящих рекомендаций связывающих ожидаемую погрешность среднего значения с параметром σ_N производится путем построения аналогичной статистической зависимости с использованием данных горных и геологоразведочных работ.

Для определения уточняющих коэффициентов должны использоваться результаты не менее 30 сопоставлений средних значений признака определенных по геологоразведочным данным с результатами определения средних значений по результатам горных работ.

Средние значения признаков по данным горных работ должны быть определены по сети замеров в горных выработках, плотность сети которых не менее чем в три раза превышает плотность сети разведочных пересечений.

Сопоставление производится в пределах массивов сопоставлений с примерно равным количеством подсечений (5–10, 10–15, 15–20 и т. д.).

10.14. Результаты выполнения работ по мониторингу достоверности запасов по полноте, содержанию, и характеру изложения должны обеспечивать возможность проверки их результатов без участия авторов.

11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

10.1. Одновременно с приведенными в настоящих рекомендациях методами оценки достоверности геологоразведочной информации могут применяться любые иные дублирующие методы. Дублирование может иметь целью апробацию новых, более совершенных технологий выполнения количественной оценки достоверности запасов, которые могут возникнуть в будущем.

10.2. При проведении оценки достоверности геологоразведочной информации рекомендуется, в целях локализации и интерпретации выявленных зон пониженной достоверности геологоразведочных данных, применение любых дополнительных углубляющих методов исследования.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК СБОРА И ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА КРИТЕРИЕВ РАЗВЕДАННОСТИ

Основными исходными материалами для подготовки данных, необходимых для расчета критериев разведанности по результатам геологоразведки, являются структурные (подсчетные) планы пластов и геологические разрезы по разведочным линиям, для расчетов критериев по результатам измерений в горных выработках – планы горных работ.

Форма таблицы основных исходных данных, ориентированных на последующую компьютерную обработку, приведена в табл. А.1.

Таблица А.1

Таблица основных исходных данных для расчета критериев разведанности

Участок: _____

Пласт: _____

Масштаб 1: __000

№№ п / п	Номер скважины или замера	Координаты			Направление падения, градус	Угол падения, градус	Мощность пласта, м
		X	Y	Z			
1	2	3	4	5	6	7	8

Работа с табл. А.1 начинается с занесения наименования объекта исследований (строки «Участок» и «Пласт») и указания масштаба плана (строка «Масштаб»).

Масштаб плана указывается только в случае, если координаты замеров определяются по плану графически. Для этого производится оцифровка координатной сетки плана (рис. А.1). Оцифровка производится в миллиметрах (т. е. каждая следующая линия сетки имеет координату на 100 мм больше, чем предыдущая).

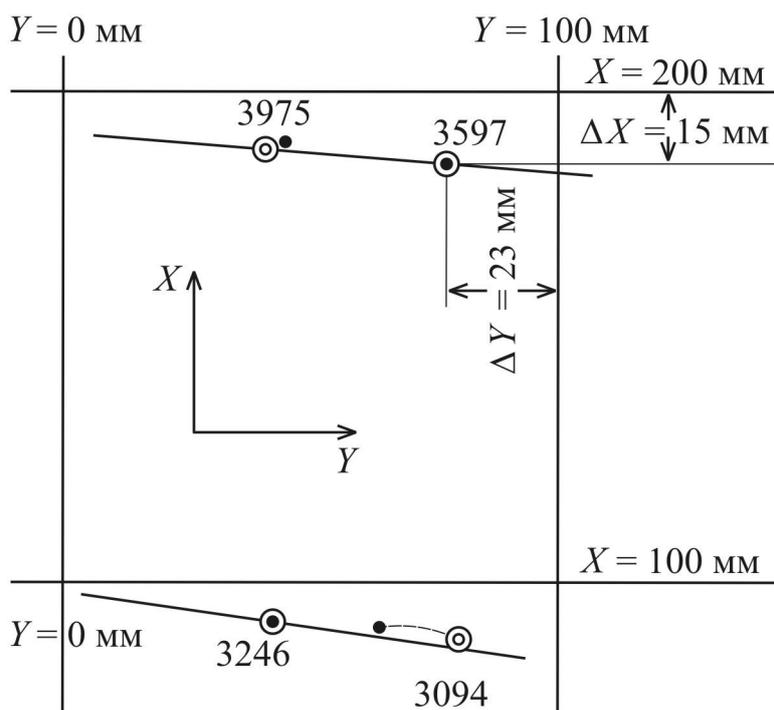


Рис. А.1. Графическое определение координат X и Y

Выбор начальной точки оцифровки должен обеспечивать положительность значений координат всех плаstopодсечений. Для скважин и точек замеров в горных выработках принимается единая система координат.

Для каждого плаstopодсечения или точки измерения в горной выработке графически определяются плоские координаты X и Y . Полученные значения координат записываются в колонки 3 и 4 табл. А.1.

Координаты выписываются либо из соответствующих каталогов координат (в метрах), либо определяются графически по плану (в миллиметрах плана).

При графическом определении координат измеряются приращения ΔX и ΔY от ближайших линий координатной сетки до центра точки замера. Выполнение измерений именно от ближайших координатных линий осуществляется с целью минимизации погрешностей измерений, связанных с деформацией прозрачной основы графических материалов при светокопировании. Окончательные значения координат получают путем сложения или вычитания приращений и координат соответствующих линий сетки. Например, подсечение 3597 на рис. А.1 находится на 15 мм ниже координатной линии 200 мм оси X и на 23 мм левее линии 100 мм оси Y . Поэтому координата X подсечения равна, в данном случае, 185 мм (200–15), а координата Y – 77 мм (100–23).

В столбце 2 указываются истинные номера скважин или замеров.

В колонку 5 табл. А.1 заносятся высотные отметки замеров (пластоподсечений) Z_i (в метрах). Высотные отметки пластоподсечений по скважинам выписываются с подсчетного плана. Однако, к сожалению, подсчетные планы содержат значительное число цифровых ошибок и описок. Поэтому необходимо производить контроль указанных значений высотных отметок. Контроль выполняется поэтапно.

На первом этапе анализируется соответствие указанных отметок подсечений с отображенным на плане положением изогипс почвы пласта (горизонтов) или осей складок. Контролируется и взаимное расположение подсечений относительно изогипс. Таким способом выявляются наиболее грубые ошибки. Например, в случае, когда между горизонтами «–100 м» и «–200 м» «появляется» пластоподсечение с отметкой +145 м. При проведении контрольных работ необходимо иметь в виду, что любые приведенные на чертежах цифры могут быть указаны с описками, тогда как в положении пласта на разрезах и его изогипс на планах «описки» совершить, в принципе, невозможно.

На втором этапе контроль отметок производится с помощью геологических разрезов. При его выполнении высотные отметки пластоподсечений определяются графически, путем измерения расстояния от линии горизонта до почвы пласта в точке подсечения. Кроме того, так как на геологическом разрезе указаны высотные отметки устьев скважин и глубины пластоподсечений, то возможна и арифметическая проверка отметок. Например, отметка устья вертикальной скважины составляет 236,1 м, а глубина подсечения пласта 206,76 м. Тогда отметка подсечения составляет: $236,1 - 206,8 = 29,3$ м.

Аналогичные отметки и глубины по наклонным скважинам использовать несколько сложнее. Ориентировочное значение отметки подсечения может быть оценено по формуле:

$$Z = Z_y - H \cos \theta, \quad (\text{A.1})$$

где Z_y – высотная отметка устья скважины; H – глубина пластоподсечения; θ – средний зенитный угол ствола скважины (угол между осью ствола скважины и вертикалью).

После определения высотных отметок устанавливаются направления линий падения пластов в точках производства замеров. Указание этих направлений осуществляется на плане, путем проведения из точки замера перпендикуляра к ближайшей изогипсе. Его построение может производиться «на глаз» или с помощью зеркала (рис. А.2).

При этом зеркало вертикально устанавливается на центр рассматриваемого замера A , а затем производится его вращение вокруг этой точки до тех пор, пока реальное и отраженное изображение изогипсы в точке E не сольются в одну единую плавную кривую, не имеющую в точке E излома. Это положение грани зеркала соответствует направлению линии падения, которая и прочерчивается, используя зеркало как линейку.

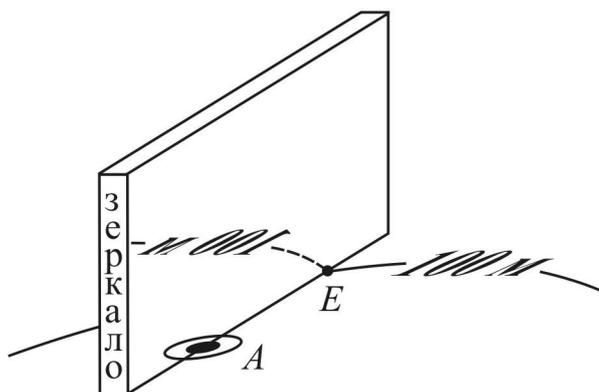


Рис. А.2. Построение линии падения пласта на плане

Далее, с помощью транспортира, определяется значение дирекционного угла этой линии в направлении уменьшения высотных отметок пласта (углы α_i).

После этого, обращаются к геологическим разрезам по разведочным линиям и измеряют по ним углы падения пласта δ_i^{pl} в точках плаstopодсечений (рис. А.3 – как углы между касательными к пласту и горизонтальными линиями).

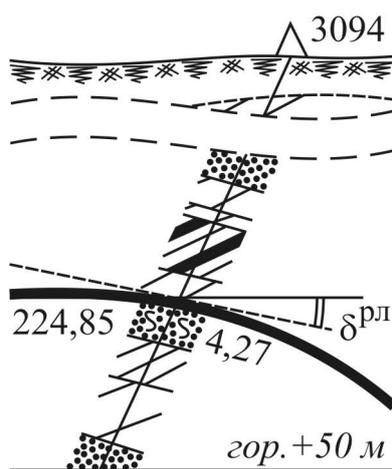


Рис. А.3. Определение угла падения по разведочной линии

Построение касательных может выполняться как «на глаз», так и с помощью зеркала. В последнем случае с помощью зеркала, описанным выше способом проводится перпендикуляр к пласту в точке пластоподсечения. Искомая касательная отстраивается, исходя из того, что угол между нею и перпендикуляром составляет 90° .

Кроме того, по ранее построенным линиям падения для каждого подсечения измеряется острый угол ΔB_i между направлением падения и разведочной линией (рис. А.4). Зная углы ΔB_i и $\delta_i^{\text{пл}}$, по формуле:

$$\delta_i = \arctg \frac{\text{tg} \delta_i^{\text{пл}}}{\cos \Delta B_i} \quad (\text{A.2})$$

рассчитываются «истинные» углы падения пласта в точках пластоподсечений.

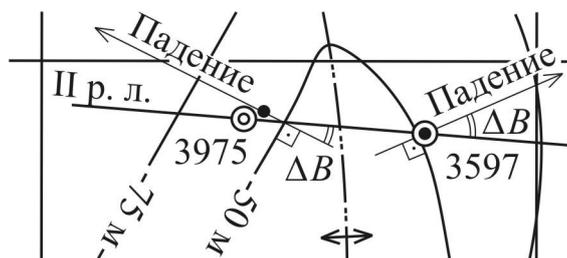


Рис. А.4. Определение острого угла ΔB

Для упрощения процесса определения углов δ_i по формуле (А.2) разработана специальная палетка-номограмма, выполняемая на прозрачной основе (рис. А.5).

Для пересчета угла падения пласта $\delta_i^{\text{пл}}$, измеренного на разрезе по разведочной линии, в его значение по направлению линии падения палетка-номограмма накладывается на план так, чтобы начало координат (точка M) совпадала с точкой замера, а ось MP – с направлением линии падения пласта (рис. А.6).

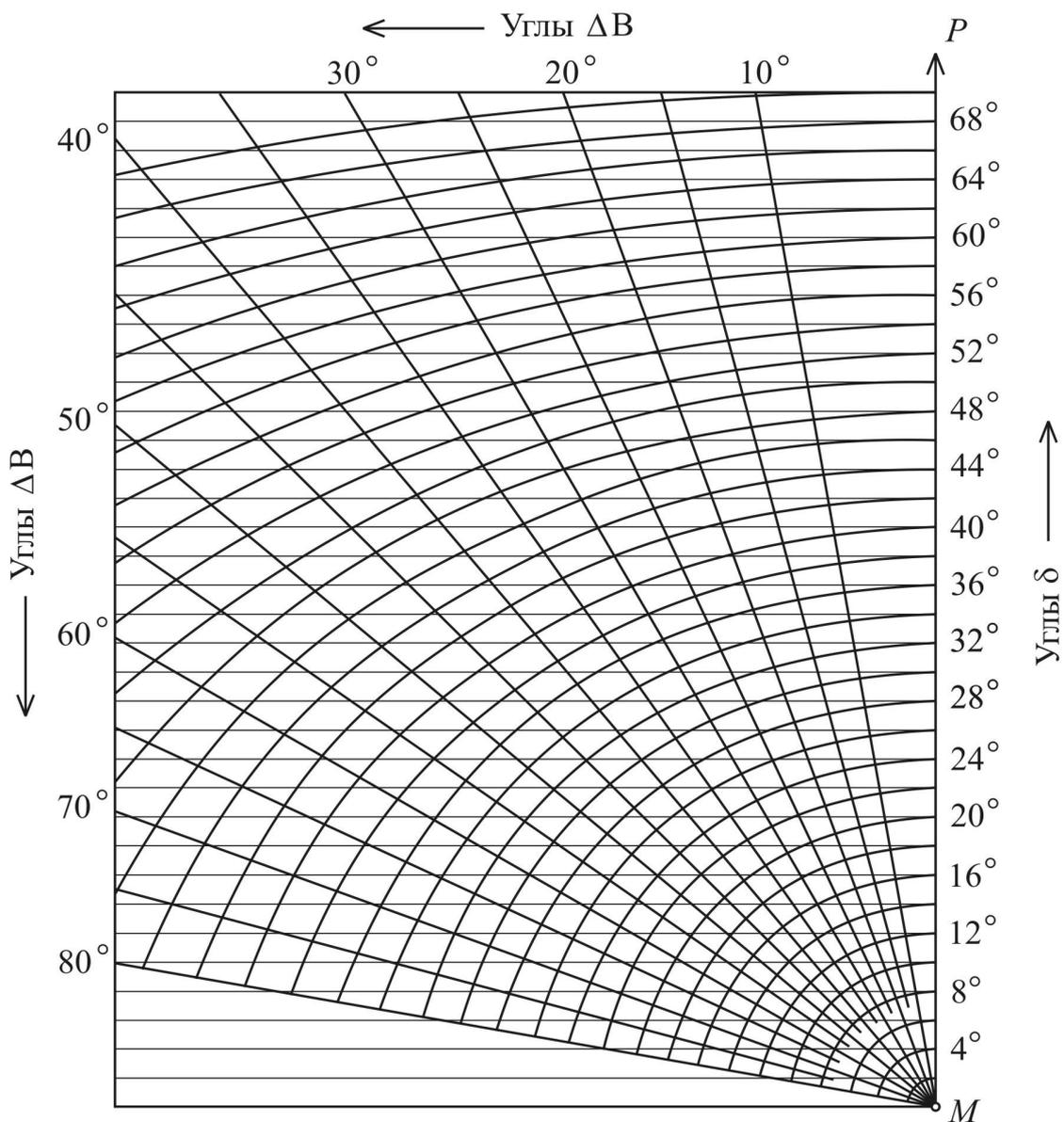


Рис. А.5. Палетка-номограмма для определения углов падения

По оцифрованной шкале углов (расположенной вдоль оси MP) отыскивается точка A , положение которой соответствует значению угла $\delta_i^{\text{рл}}$ по разведочной линии. Из точки A восстанавливается перпендикуляр к MP до пересечения с линией геологического разреза в точке T . Путем проектирования положения точки T на шкалу углов параллельно криволинейными шкалами номограммы, определяется положение точки E (на рис. А.6 линия переноса показана пунктирной линией). Отсчет, «взятый» по шкале углов в точке E соответствует значению «истинного» угла падения δ_i .

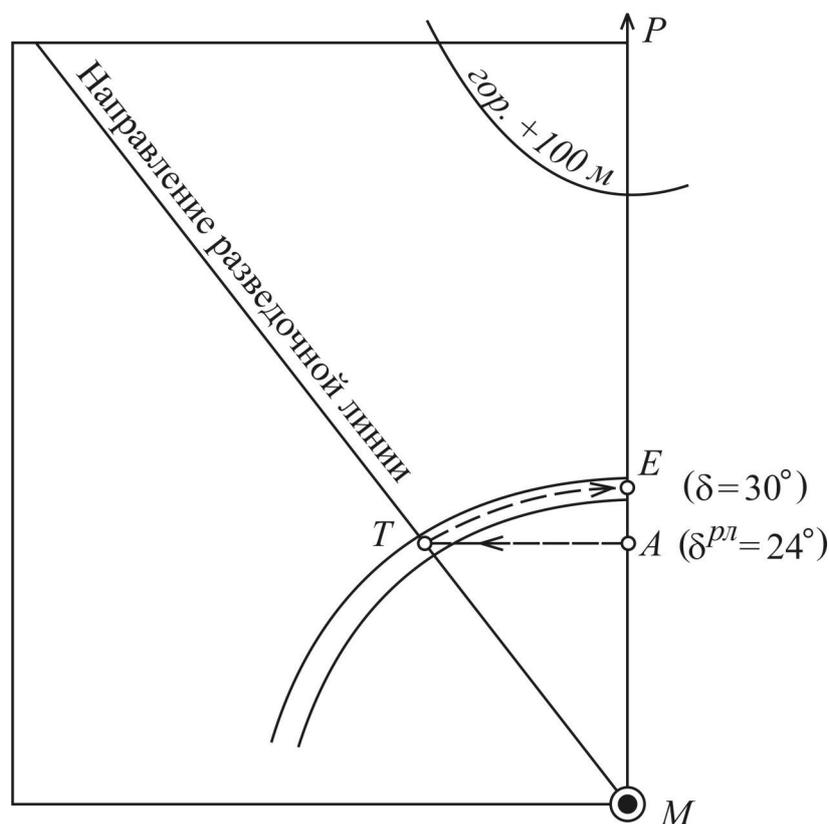


Рис. А.6. Порядок работы с палеткой-номограммой для определения углов падения

Помимо скважин, входящих в состав разведочных линий, существуют и отдельно расположенные скважины (рис. А.7), определение угла падения пласта в которых, в силу отсутствия отстроенного геологического разреза, осуществить вышеописанным способом невозможно.

В данной ситуации поступают следующим образом. Через точку замера (скважину S на рис. А.7, б), перпендикулярно ближайшей изогипсе, проводится линия падения пласта MF , по направлению которой строится совмещенный с планом разрез. Протяженность линии MF выбирается таким образом, чтобы она пересекала две-четыре изогипсы. Для построения разреза, линия MF принимается за горизонт одной из пересекаемых ею изогипс (горизонт ± 0 м на рис. А.7) и на ней отмечаются точки ее пересечения с изогипсами пласта (точки A, B, C и D).

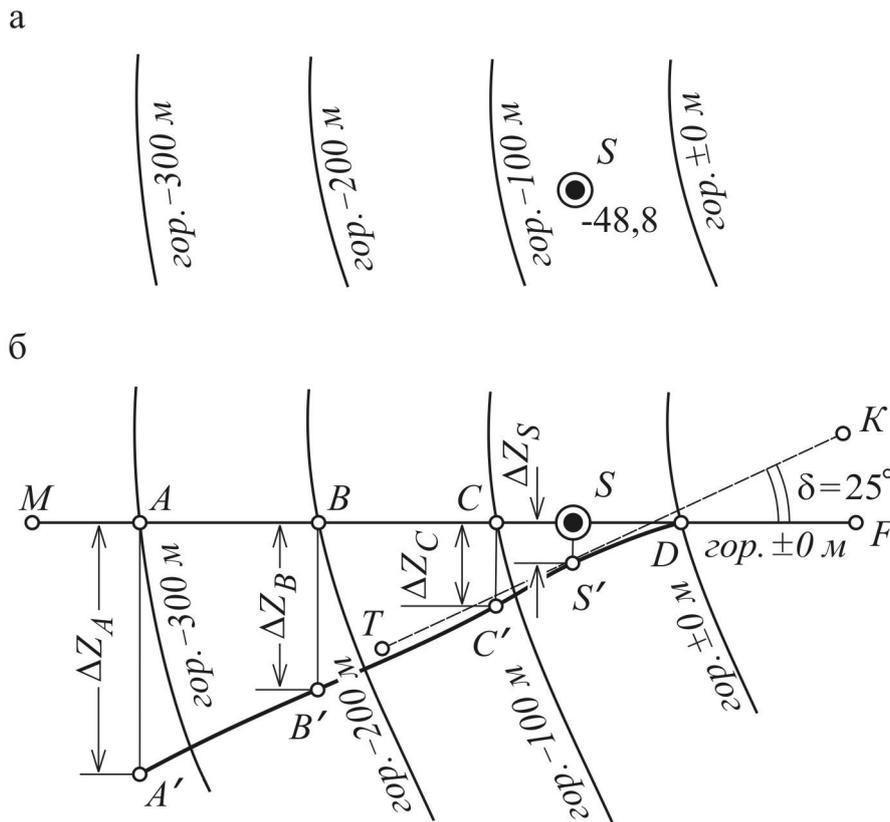


Рис. А.7. Определение углов падения по замерам, расположенным вне разведочных линий

Для всех этих точек определяется разность ΔZ_i их высотных отметок (соответствующих отметкам изогипс, к которым они принадлежат) и отметки условного горизонта линии MF . Аналогичная разность рассчитывается и для самого замера, положение которого обозначено на линии MT точкой S .

Для условий рис. А.7: $\Delta Z_A = 300$ м; $\Delta Z_B = 200$ м; $\Delta Z_C = 100$ м; $\Delta Z_D = 0$ м и $\Delta Z_S = 49$ м. Затем величины ΔZ_i откладываются в масштабе плана из соответствующих точек, перпендикулярно MT , в результате на совмещенном разрезе отмечаются точки A', B', C', D' (совпадающая с точкой D) и S' . Через эти точки проводится плавная кривая, описывающая положение почвы пласта в разрезе по линии падения. На заключительном этапе работы через точку S' проводится касательная к кривой $A'-B'-C'-S'-D'$ – линия KT . Угол между KT и MT равен углу падения пласта δ в точке S .

Аналогичным способом определяются углы падения пласта в точках замеров в горных выработках. При высокой плотности изогипс, которая обычно имеет место на планах горных работ, величина угла падения может определяться по величине заложения изогипс (по расстоянию L между изогипсами, измеренному в направлении линии падения, проведенной через точку замера) по формуле:

$$\delta_i = \arctg \frac{L_i}{\Delta h} \quad (\text{А.3})$$

где Δh – сечение изогипс.

Процесс вычислений по формуле (А.3) может осуществляться графически с использованием линейки заложений.

Линейка заложений изготавливается на плотной основе следующим образом. На основу наносятся две горизонтальные линии, удаленные друг от друга (в масштабе плана) на величину сечения изогипс Δh (рис. А.8). Под нижней линией (AC) располагается собственно панель линейки (тонально выделенная на рис. А.8). Через точку A , произвольно помещаемую в начале панели линейки, проводится вертикальная линия, соответствующая углу падения 90° .

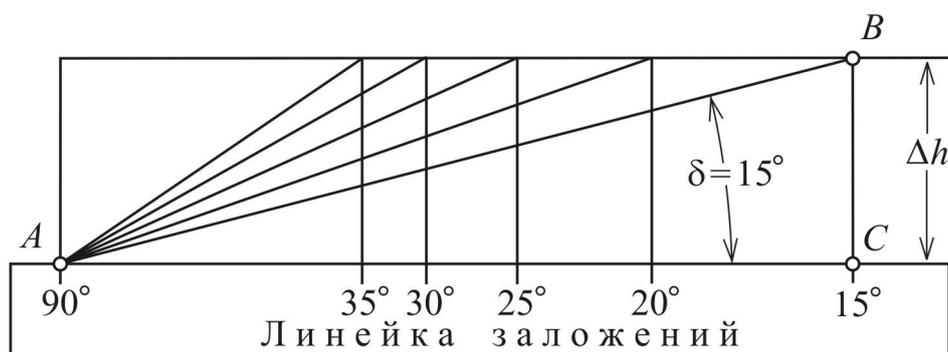


Рис. А.8. Разметка линейки заложений

Затем из точки A проводится, под планируемыми к нанесению на панель линейки углами падения δ , серия наклонных прямых вида AB . Каждая из точек типа B проектируется на линейку в точки типа C , через которые проводятся и оцифровываются шкаловые линии. Измерение углов падения пласта в пространстве между изогипсами производится следующим образом (рис. А.9).

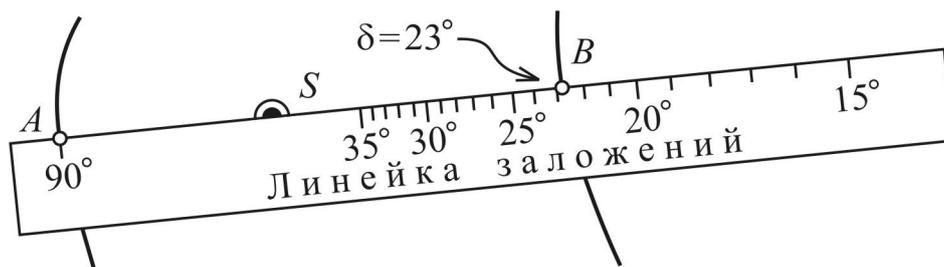


Рис. А.9. Определение углов падения с помощью линейки заложений

Линейка располагается между изогипсами по направлению линии падения в точке замера S таким образом, чтобы шкаловая линия 90° (точка A) совпадала с одной из изогипс. Затем на линейке отыскивается положение точки B , совпадающей с другой изогипсой, и определяется соответствующий ей отсчет – искомый угол δ падения пласта (на рис. А.9 он равен 23°).

При построении и использовании линейки следует иметь в виду неравномерный характер шкалы углов.

Определение элементов залегания пласта описанными методами затруднено при работе со скважинами, находящимися в замковых частях складок или включенными в линии, ориентированные по направлению простирания пласта. Например, пусть требуется определить элементы залегания пласта в скважине S (рис. А.10). Определить направление линии падения с помощью изогипс (как направление нормали к ним) трудно, т. к. скважина расположена в замке достаточно сложной складчатой структуры.

Для определения направления и угла падения пласта через точку плаstopодсечения S проводятся линии двух диагональных разрезов (соответственно, линии точек 1–5 и 6–9 на рис. А.10).

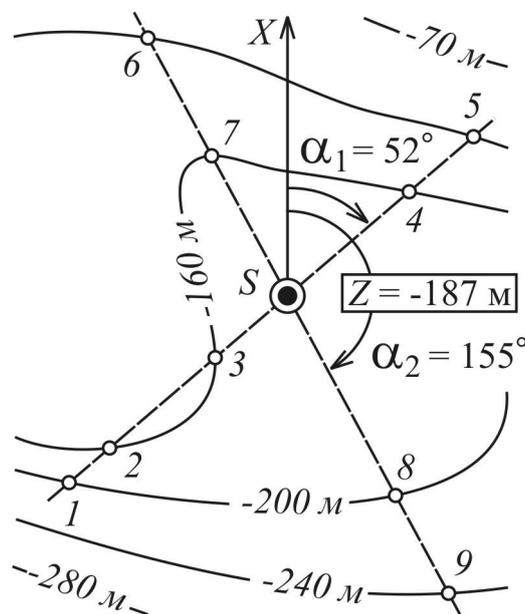


Рис. А.10. Определение элементов залегания пласта в скважине методом перекрещивающихся разрезов

На этих разрезах (построенных по схеме рис. А.7) определяются углы падения в направлении разреза (δ_1 и δ_2), а на плане – дирекционные углы линий разрезов (α_1 и α_2), в направлении которых происходит падение пласта.

При наличии таких данных «истинные» элементы залегания пласта могут быть вычислены по формулам

$$\operatorname{ctg} \alpha_S = \frac{\operatorname{ctg} \delta_1 \cos \alpha_1 - \operatorname{ctg} \delta_2 \cos \alpha_2}{\operatorname{ctg} \delta_1 \sin \alpha_1 - \operatorname{ctg} \delta_2 \sin \alpha_2}, \quad (\text{A.4})$$

$$\operatorname{ctg} \delta_S = \operatorname{ctg} \delta_1 \sin(\alpha_1 - \alpha_S). \quad (\text{A.5})$$

Для обеспечения необходимой точности вычислений по формулам (А.4, А.5) линии разрезов не должны быть ориентированы вдоль линии простирания пласта.

Исходной информацией для получения значений мощности пласта и иных дополнительных характеристик (например, мощности породных прослоев, показателей качества угля) являются геологический отчет, графические приложения к нему, а также планы горных работ и альбомы геологических зарисовок в горных выработках. Из геологических графических приложений наибольший интерес представляет подсчетный план пласта. С его помощью можно собрать всю необходимую информацию о мощностях пласта. Рядом с каждым плаstopодсечением выписывается не только номер скважины и отметка почвы пласта, но и его нормальная мощность и зольность при 100 % засорении внутрипластовыми породными прослоями, а также нормальная мощность чистых угольных пачек и их зольность.

Данные о мощности пласта приводятся также на нормальных структурных колонках («стопках») пластов и на геологических разрезах (с указанием мощностей всех угольных пачек и породных прослоев). Помимо графических материалов мощности пластов приводятся также и в таблицах расчета подсчетных (средних) мощностей пластов по геологическим блокам. На «стопке» (рис. А.11) под номером скважины указывается по каким данным она отстроена: «Б» – по данным бурения; «К» – по данным каротажа; «Б+К» – строение пласта по данным бурения, мощность по каротажу.

В полном объеме данные об основных показателях качества угля помещаются в таблицах теханализов (текстовые приложения к геологическому отчету). Очевидно, что значения одних и тех же признаков, указанные в различных источниках, должны совпадать. К сожалению, на практике это условие не всегда выполняется. Поэтому контроль совпадений данных является необходимым элементом процесса сбора исходных данных.

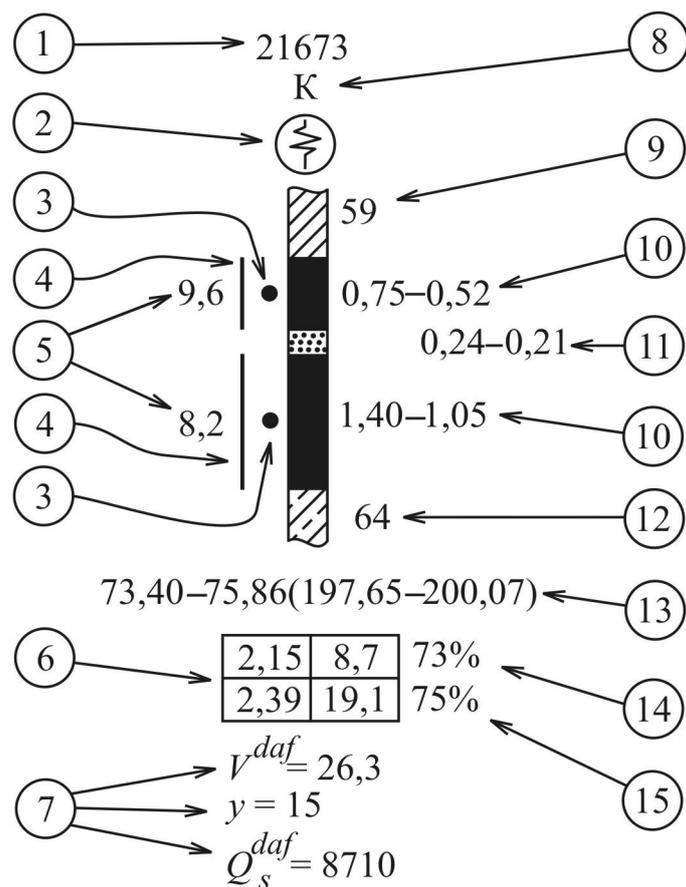


Рис. А.11. Структурная колонка пласта:

1 – номер разведочной скважины; 2 – признак производства детализации при каротаже; 3 – отметка о принятии пачки в подсчет запасов; 4 – место отбора пробы; 5 – зольность угля по пробе; 6 – данные о мощности (левая колонка) и зольности (правая колонка) чистых угольных пачек (верхняя строка) и пласта (нижняя строка); 7 – основные показатели качества угля; 8 – данные, по которым построена колонка; 9 – выход керна по породам кровли; 10 – нормальная мощность угольной пачки и через дефис – мощность извлеченного керна; 11 – нормальная мощность породного прослоя и через дефис – мощность извлеченного керна; 12 – выход керна по породам почвы; 13 – последовательно: осевые глубины встречи кровли и почвы пласта и (в скобках) высотные отметки точек встречи в балтийской системе высот; 14 и 15 – выход керна по чистым угольным пачкам и по пласту в целом.

Приведенные на рис. А.11 обозначения характерны для современных геологических отчетов по угольным месторождениям Кузбасса.

Пользуясь структурными колонками («стопками»), можно довольно надежно выделить замеры, отбракованные в связи с подозрением на грубые ошибки измерений. Их признаком являются не принятие данных по бурению при низком выходе керна, отсутствие детализации пласта по каротажу, низкий выход керна. Замеры, признанные произведенными с грубыми ошибками, должны исключаться из исходных данных и не могут участвовать в последующей обработке.

Данные, необходимые для оценки степени нарушенности отработанных контуров (длины линий скрещения и площади), собираются с планов горных работ масштаба не менее 1:5000.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Область и условия применения	6
2. Оценка достоверности изучения гипсометрии пласта	8
3. Особенности оценки достоверности изучения гипсометрии пласта сложнодислоцированного месторождения	24
4. Оценка достоверности изучения мощности пласта и показателей качества угля	30
5. Оценка достоверности изучения гипсометрии пласта по направлению линии разведочных пересечений	39
6. Оценка достоверности изучения интенсивности дизъюнктивной нарушенности	44
7. Оценка ожидаемого объема неподтверждения и списания запасов, нецелесообразных к отработке по технико-экономическим причинам	47
8. Оценка точности определения средних значений показателей	49
9. Оформление результатов проведения количественной оценки достоверности запасов	52
10. Порядок ведения мониторинга достоверности запасов действующих угледобывающих предприятий	55
11. Дополнительные методы оценки достоверности геологоразведочной информации	70
<i>Приложение А. Рекомендуемый порядок сбора и подготовки данных для расчета критериев разведанности</i>	<i>71</i>