

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

**ГЕОЛОГИЯ**  
**И**  
**ГЕОФИЗИКА**  
**№ 2**

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Новосибирск · 1983

С. М. АЛЕКСЕЕВ, М. С. ЖДАНОВ

## ПОСТРОЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО АЛГОРИТМА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Дано описание модифицированного алгоритма корреляционных трансформаций геофизических полей, позволяющего повысить устойчивость расчета переходной характеристики трансформации за счет использования метода регуляризации. Рассмотрены некоторые аспекты применения этого алгоритма для решения структурных геофизических задач.

В настоящее время интенсивно развивается подход к комплексной интерпретации геофизических полей, основанный на корреляционном методе их преобразования [1, 4—6]. Одной из последних разработок в этом направлении, связанной с решением структурных геологических задач, а именно с прогнозированием гипсометрии опорных горизонтов по геофизическим данным, является корреляционный метод трансформации геофизических аномалий (КОТРАН) [9]. В настоящей работе приводятся результаты опробования этого метода на модельных и реальных полях и анализируется возможность построения устойчивого алгоритма корреляционных трансформаций.

Метод корреляционных трансформаций, как и большинство традиционных схем трансформации геофизических данных, основан на использовании операции свертки суммарного поля с определенной весовой функцией. Коэффициенты весовой функции вычисляются так, чтобы результат трансформации наилучшим образом коррелировал с искомым геологическим объектом. Для их вычисления используется априорная информация об исследуемом объекте, заданная в эталонных точках. Результат трансформации (выделенная трансформанта) называется корреляционной трансформантой [9].

В приложении к структурной задаче искомым геологическим объектом является гипсометрия опорного горизонта, а в эталонных точках задаются значения глубин его залегания и наблюдаемое геофизическое поле. Конечным результатом, полученным после трансформации геофизического поля, является рельеф поверхности опорного горизонта, т. е., по существу, речь идет о решении обратной геофизической задачи. Такие задачи в большинстве случаев некорректно поставлены, что проявляется в неустойчивости их решения. Ниже мы рассмотрим пути преодоления неустойчивости с помощью соответствующих методов регуляризации.

В рамках корреляционного метода предполагается существование линейной зависимости между глубиной искомого горизонта и корреляционной трансформантой:

$$H(x) = b_0 + aF_{\text{КТ}}(x) = b_0 + a \sum_{p=-n}^n \tilde{C}_p F_{\Sigma}(x + p\Delta x), \quad (1)$$

где  $b_0$  и  $a$  — коэффициенты линейной регрессии;  $F_{\Sigma}(x)$  — наблюдаемое суммарное поле;  $\tilde{C}_p$  — весовые коэффициенты свертки, которые находятся из условия минимизации функционала

$$\Phi = \sum_{i=1}^K \left( b_0 + a \sum_{p=-n}^n \tilde{C}_p F_{\Sigma}(x_i + p\Delta x) - H(x_i) \right)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

( $K$  — число эталонных точек с известными значениями глубины  $H(x)$  и поля  $F_{\Sigma}(x)$ ).

Использование оператора свертки позволяет описать связь гипсометрии опорного горизонта с геофизическим полем определенной моделью (переходной характеристикой). Если вид этой связи постоянен для всей исследуемой площади, то можно выделить корреляционную трансформанту



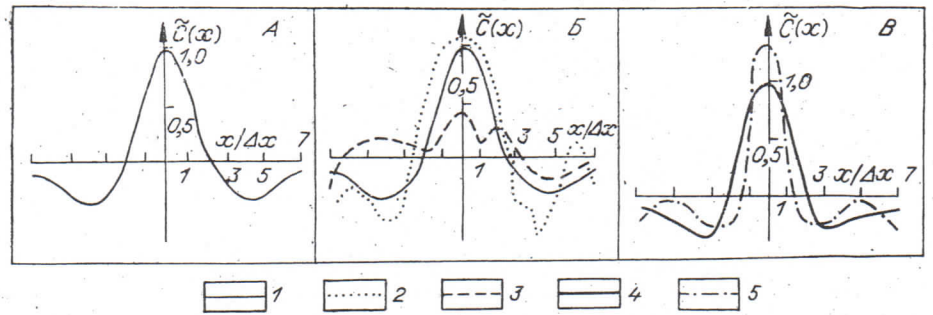


Рис. 1. Переходные характеристики.

А — эталонная, Б — полученные при расчетах на модели с разными суммарными полями, В — полученные при винеровской фильтрации. 1 — без погрешностей, 2 — с 10%-ной, 3 — с 50%-ной погрешностью; 4 — до введения фильтра низких частот, 5 — после введения фильтра.

как в области интерполяции, так и в области экстраполяции относительно имеющегося эталона. Последнее существенно расширяет возможности методики по сравнению с корреляционным методом разделения геофизических аномалий (КОМР) [4]. С другой стороны, использование этого оператора накладывает ограничения на суммарное поле  $F_{\Sigma}(x)$ , связанные с требованием отличия частотного состава корреляционной трансформанты от всех других компонент, присутствующих в поле. Исключением из этого является случай, когда какая-либо другая компонента имеет высокую положительную корреляцию с  $F_{KT}(x)$ .

Программная реализация методики КОТРАН осуществлена в площадном и профильном вариантах на старших моделях ЭВМ ЕС. Язык программирования — Фортран-IV. Профильный вариант программы написан в исследовательском режиме, позволяющем сравнительно просто вносить изменения при модернизации алгоритма.

Для исследования устойчивости КОТРАН проведены расчеты на моделях и реальных полях. Реальный материал, а именно поле и значения глубин кровли соленосной толщи, был взят по Карасальской моноклинали в пределах юго-западного борта Прикаспийской впадины. Модели, использованные в расчетах, строились следующим образом. Реальное или модельное поле сворачивалось с произвольной переходной характеристикой. Результат свертки принимался за искомую гипсометрию с нулевой глубиной. Для приближения моделей к реальным геологическим ситуациям в поле и в полученную гипсометрию вносились погрешности или добавлялись новые компоненты. Из-за трудности построения пространственных моделей основные расчеты проводились по профилям. В площадном варианте рассматривалась простая модель, являющаяся одновременно и тестом на правильность построения алгоритма. Она была получена при свертке реального поля  $F_{\Sigma}(x)$  по Карасальской моноклинали с переходной характеристикой с 15 коэффициентами  $C_p$  ( $p = 1 \div 15$ ),  $\sum C_p = 0$  (рис. 1, А). В терминах работы [9] 15 коэффициентов соответствуют восьмому порядку трансформаций.

Для анализа устойчивости алгоритма в зависимости от структуры эталонной выборки использовалось распределение эталонных точек: равномерное распределение по площади или профилю; группирование по некоторым признакам (например, расположение эталонных точек по профилям на площади или равномерное распределение на выбранном участке профиля); распределение в наиболее характерных точках, приуроченных к особенностям гипсометрии.

Рассмотрим результаты площадных исследований. Расчеты на модели показали, что полученные переходные характеристики по мере увеличения порядка трансформации от единицы до восьми сохраняют тенденцию приближаться к эталонной (см. рис. 1, А). Ошибки в эталонных и контрольных точках при различных порядках не превышают первых процен-



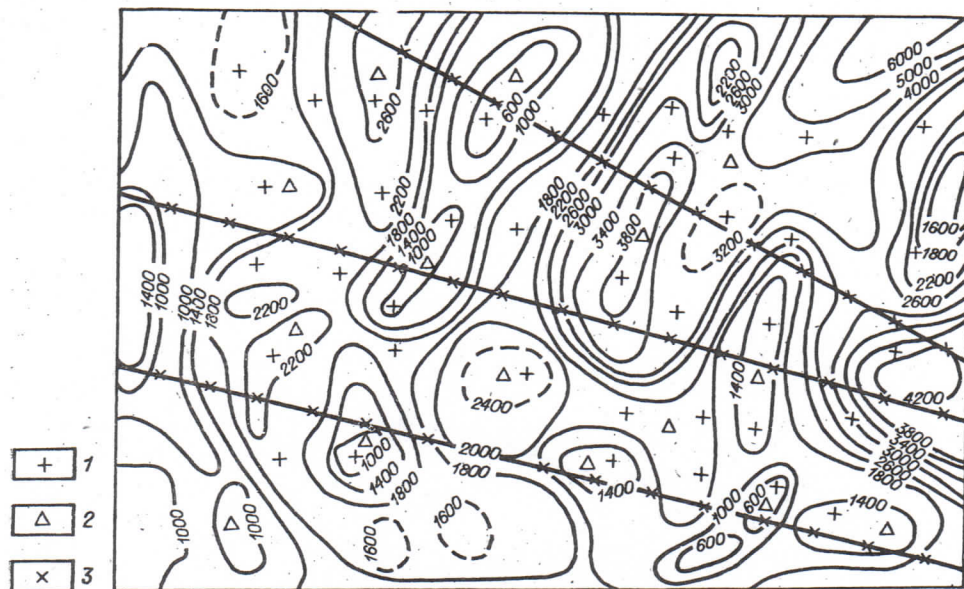


Рис. 2. Структурная карта кровли соли на Карасальской моноклинали и распределение эталонных точек.

1 — равномерное распределение по площади; 2 — распределение в наиболее характерных точках рельефа гипсометрии исследуемого горизонта; 3 — группирование в профили, пересекающие основные структуры площади, изолинии в метрах.

тов от дисперсии эталона. Прогнозные схемы для 6—8-го порядка трансформации хорошо совпадают с эталонной гипсометрией. В зависимости от эталонных выборок результат меняется незначительно. Это свидетельствует об устойчивости методики при отсутствии в поле компонент, близких по частотному составу к  $F_{кт}(x)$ .

При обработке реального материала по Карасальской моноклинали из-за ошибок в исходных данных, возможного перекрытия спектров  $F_{кт}(x)$  и других составляющих результаты оказались несколько хуже. При расчетах выявлены следующие закономерности: а) на низких порядках трансформанты (1—3) прогнозные схемы сильно сглажены и отражают региональные особенности рельефа гипсометрии; б) при увеличении порядка до 6—8 на прогнозных схемах вырисовываются локальные особенности рельефа гипсометрии. Ошибки в контрольных точках на различных участках площади при одном порядке трансформации существенно отличаются друг от друга. Минимум ошибок на каждом из участков достигается при различных порядках трансформации; в) при увеличении порядка трансформации, до 12—15 ошибки в контрольных точках резко возрастают, и прогнозные схемы по всей площади перестают соответствовать действительности; г) полученные переходные характеристики для одного порядка изменяются в зависимости от использованных эталонных выборок, что приводит к различным прогнозным схемам. Наиболее достоверные схемы получены при группировании эталонных точек по профилям, пересекающим основные структуры площади (рис. 2).

Из вышеизложенного видно, что в реальных условиях, когда исходные данные могут быть с ошибками, а соотношение частотных составов компонент, формирующих суммарное поле, неизвестно, корреляционные трансформации могут приводить к неустойчивым результатам. Эта неустойчивость выражается в неоднозначности расчета переходных характеристик, а следовательно, и полученных прогнозных схем в зависимости от структуры эталонной выборки. Вполне естественно попытаться избавиться от неустойчивости при помощи метода регуляризации [7, 8]. Практически такой метод может быть реализован введением в минимизируе-



мый функционал (2) стабилизирующего функционала  $\Omega$ :

$$\Phi_1 = \sum_{i=1}^K \left( b_0 + a \sum_{p=-n}^n \tilde{C}_p F_{\Sigma}(x_i + p\Delta x) - H(x) \right)^2 + \alpha \Omega \rightarrow \min, \quad (3)$$

где  $\alpha$  — параметр регуляризации.

Например, могут использоваться стабилизаторы следующих видов: обеспечивающий минимальное среднее квадратическое отклонение переходной характеристики от априорно заданной

$$\Omega = \sum_{p=-n}^n (\tilde{C}_p - d_p)^2, \quad (4)$$

где  $d_p$  — априорно заданная переходная характеристика (начальное приближение  $\tilde{C}_p$ ); обеспечивающий «гладкость» переходной характеристики

$$\Omega = \sum_{p=-n}^n (\tilde{C}_{p+1} - \tilde{C}_p)^2 / D, \quad (5)$$

где  $D$  — шаг дискретизации переходной характеристики.

Кроме этого, можно добиться стабилизации средней глубины путем введения в  $\Omega$  дополнительного слагаемого  $(b_0 - H_{cp})$ , где  $H_{cp}$  — средняя глубина на эталоне. Параметр регуляризации  $\alpha$  выбирается по критерию квазиоптимальности, в данном случае из условия минимума ошибки прогноза на эталоне:

$$\varepsilon_{np}(\alpha) = \sum_{j=1}^m \left[ b_0 + a \sum_{p=-n}^n \tilde{C}_p F_{\Sigma}(x_j + p\Delta x) - H(x_j) \right]^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

где  $x_j$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$  лежат на эталоне.

При использовании стабилизатора (4) желательно иметь эффективные способы определения начального приближения переходной характеристики  $d_p$ . Один из подходов к решению этой задачи заключается в применении оптимальных трансформаций типа винеровской фильтрации [2, 3], использующей критерий минимума среднее квадратическое отклонения искомой составляющей

$$\varepsilon_{mp} = \min \sum_{i=1}^K |F_{\Sigma}(x_i) - F_B(x_i)|^2,$$

где  $F_B(x_i)$  — значения поля в эталонных точках, полученные с помощью трансформации;  $F_{\Sigma}(x_i)$  — известные значения поля, заданные в  $K$  эталонных точках.

Эта трансформация позволяет получить частотную характеристику фильтра  $K(\omega)$ , обеспечивающего выделение из суммарного поля искомой компоненты, известной в эталонных точках, заданных по регулярной сетке. Обратное преобразование Фурье частотной характеристики  $K(\omega)$  можно принять в качестве начального приближения для переходной характеристики  $d_p$ .

Сформулируем принципы построения такой трансформации. Ее можно рассматривать как результат прохождения некоторого сигнала (суммарного поля) через линейную систему с частотной характеристикой  $K(\omega)$  [10]:

$$F_B(x) = \int_{-\infty}^{\infty} W(\tau) F_{\Sigma}(x - \tau) d\tau, \quad (7)$$

где  $W(\tau)$  — весовая функция (ядро преобразования), связанная с  $K(\omega)$  преобразованием Фурье. Выражение для частотной характеристики  $K(\omega)$  винеровского фильтра, как известно [3], имеет вид

$$K(\omega) = G_{\Sigma}(\omega) / G_{\Sigma_0}(\omega), \quad (8)$$

где  $G_{\Sigma}(\omega)$  и  $G_{\Sigma_0}(\omega)$  — энергетический спектр суммарного поля и его вза-



имный спектр с искомой компонентой (известной на эталоне), соответствующей заданной гипсометрии, получаемые из корреляционных функций  $B_{\Sigma}$  и  $B_{\Sigma_0}$  с помощью теоремы Винера — Хинчина:

$$G_{\Sigma}(\omega) = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} B_{\Sigma}(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau, \quad (9)$$

$$G_{\Sigma_0}(\omega) = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} B_{\Sigma_0}(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau. \quad (10)$$

На практике, однако, нам известно не само поле  $F_{\Sigma}(x_i)$  в эталонных точках, а значение глубин  $H(x_i)$  определяемой поверхности. Вместе с тем, учитывая, что нахождение действительных значений поля не основное в данной задаче, так как в результате трансформации мы хотим получить именно значения гипсометрии в прогнозных точках, то при вычислении корреляционной функции (10) вместо искомой компоненты можно использовать непосредственно величины отклонения глубины от некоторого среднего уровня. Тогда получаемая частотная характеристика (обозначим ее  $\tilde{K}(\omega)$ ) приводит нас к такой трансформации суммарного поля  $F_{\Sigma}(x)$ , результатом которой оказывается гипсометрия опорного горизонта с нулевой средней глубиной

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{K}(\omega) S_{\Sigma}(\omega) e^{i\omega x} d\omega, \quad (11)$$

где  $S_{\Sigma}(\omega)$  — спектр суммарного поля;

$$S_{\Sigma}(\omega) = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} F_{\Sigma}(x) e^{-i\omega x} dx.$$

Начальное приближение переходной характеристики  $d_p(x)$ , соответствующее  $\tilde{K}(\omega)$ , записывается в следующем виде:

$$d_p(x) = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{K}(\omega) e^{i\omega x} d\omega. \quad (12)$$

С другой стороны, внося в выражения (7) коэффициент линейной регрессии  $a$  под знак суммы, получаем коэффициенты весовой функции  $C_p = aC_p$  ( $p = 1, n$ ) такие, что результат свертки суммарного поля с ними также имеет смысл отклонений гипсометрии от некоторой средней глубины. Следовательно, при использовании стабилизатора (4) значение начального приближения  $d_p(x)$  вычисляется по формуле (12), а вместо  $C_p$  используется  $C_p$ .

При вычислении  $d_p(x)$  в соответствии с выражением (12) дополнительно применяется фильтр низких частот, граничная частота которого  $\omega_{гр}$  выбирается эмпирически после анализа  $\tilde{K}(\omega)$ . Выбор  $\omega_{гр}$  производится таким образом, чтобы максимально исключить влияние на  $d_p(x)$  случайных высокочастотных помех.

Программная реализация описанного алгоритма осуществлена в виде самостоятельного программного комплекса на ЭВМ ЕС-1022 на языке Фортран-IV. Отметим, что область его применения не ограничивается получением  $d_p(x)$ , а может быть распространена на ряд других случаев.

Для исследования эффективности применения регуляризации и предложенного способа вычисления начального приближения построено несколько моделей, соответствующих реальным геологическим ситуациям. Ввиду большого объема полученного материала рассмотрим одну, наиболее характерную профильную модель, для которой на рис. 3 изображены суммарное поле и использованные эталонные выборки. Суммарное поле сворачивалось с переходной характеристикой, представленной на рис. 1, А. В результате свертки и в суммарное поле вносились погрешности от 10 до 50% соответствующих амплитуд.



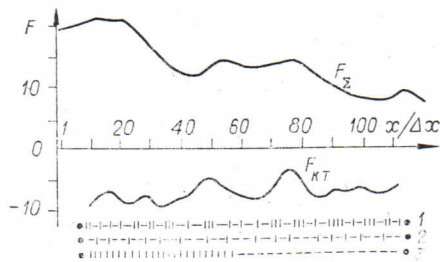


Рис. 3. Суммарное поле и распределение эталонных точек при расчете на модели.

1 — квазиравномерное распределение по профилю; 2 — распределение в наиболее характерных точках рельефа; 3 — группирование на части профиля; положение эталонных точек отмечено вертикальными черточками.

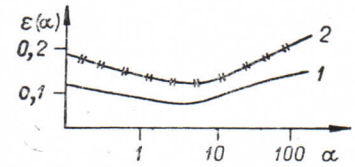


Рис. 4. Значения ошибок в зависимости от параметра регуляризации при  $n = 8$ .

1 — эталонные, 2 — контрольные точки.

При вычислениях применялись четыре различных начальных приближения переходной характеристики  $d_p(x)$ , а именно: а) приведенная на рис. 1, А, т. е. та переходная характеристика, которая использовалась для построения модели; б) отличающаяся от нее числовыми значениями при сохранении похожей формы; в) отличающаяся от приведенной на рисунке 1, А по форме; г) полученная при помощи винеровской фильтрации.

Результаты получены при начальных приближениях (б) и (г). Параметр  $\alpha_0$ , т. е.  $\alpha$ , при котором ошибки в эталонных и контрольных точках минимальны, изменялся в интервале от 1 до 5, а сами ошибки при этом составили 70—80% от значений, полученных при  $\alpha = 0$  (рис. 4).

Расчеты показали, что для всех эталонных выборок при отсутствии помех переходные характеристики для восьмого порядка получаются близкими к модельной (см. рис. 1, А), а ошибки в контрольных точках не превышают первых процентов дисперсии эталона. При увеличении порядка рассчитываемых переходных характеристик до 9—13 значения весовых коэффициентов приближаются к нулю, что соответствует действительности. Для более низких ( $n < 8$ ) и более высоких ( $n > 8$ ) порядков трансформации ошибки в контрольных и эталонных точках существенно больше, чем при  $n = 8$ , что свидетельствует о важности определения порядка трансформации. Ошибки для одной из эталонных выборок приведены в табл. 1.

Внесение 10% погрешностей в поле и в гипсометрию в различных сочетаниях показало, что при неточных значениях поля и истинных значениях гипсометрии (I случай) ошибки в контрольных и эталонных точках оказываются меньше, чем в обратном случае, т. е. при неточном задании гипсометрии и истинном значении поля (II случай). При внесении

Таблица 1. Ошибки в эталонных и контрольных точках в зависимости от порядка трансформации  $n$ , параметра регуляризации  $\alpha$  и погрешностей в исходных данных

Параметры трансформации	Исходные данные								Параметры трансформации	Исходные данные							
	без погрешности		с 10%-ной погрешностью		с 50%-ной погрешностью		без погрешности			с 10%-ной погрешностью		с 50%-ной погрешностью					
	$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$	$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$	$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$	$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$		$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$	$\epsilon_{\Sigma T}$	$\epsilon_{KT}$				
10	1	1,28	1,66	1,52	1,85	2,81	3,21	0,5	1	1,26	1,66	1,56	1,80	2,75	3,18		
	5	0,13	0,18	0,31	0,45	1,38	1,82		5	0,13	0,21	0,27	0,43	1,35	1,82		
	8	0,02	0,03	0,18	0,22	1,04	1,54		8	0,02	0,06	0,16	0,20	0,92	1,50		
	11	0,03	0,05	0,21	0,28	0,06	1,48		11	0,06	0,12	0,18	0,23	0,95	1,56		
3	1	1,24	1,63	1,48	1,76	2,89	3,15	0	1	1,28	1,67	1,58	1,84	2,91	3,25		
	5	0,12	0,13	0,24	0,38	1,29	1,88		5	0,13	0,20	0,29	0,48	1,34	1,86		
	8	0,01	0,03	0,12	0,18	0,88	1,48		8	0,03	0,08	0,17	0,21	0,96	1,58		
	11	0,02	0,04	0,16	0,21	0,86	1,50		11	0,05	0,13	0,20	0,18	0,96	1,58		



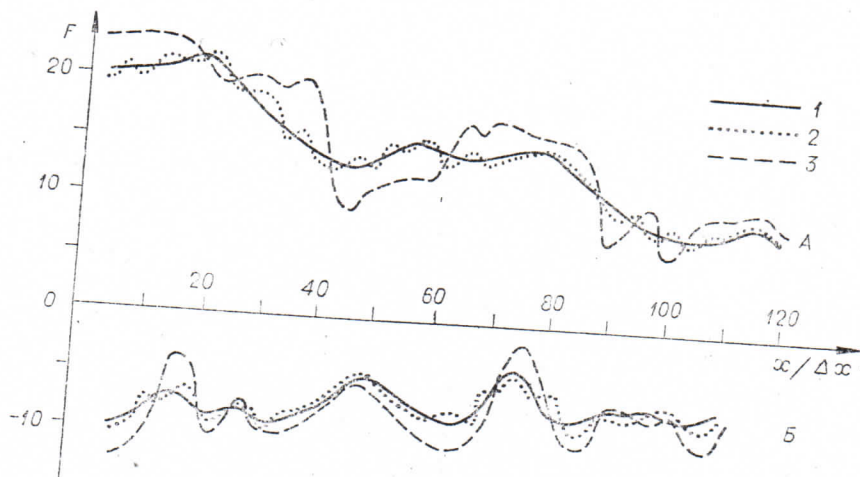


Рис. 5. Результаты трансформации на модели.  
 А — суммарные поля, Б — результаты трансформации; 1 — без погрешностей, 2 — с 10%-ной, 3 — с 50%-ной погрешностью.

погрешностей и в поле и в гипсометрию (III случай) ошибки несколько увеличиваются по сравнению со II случаем, но это увеличение существенно меньше, чем рост ошибок между I и II случаями.

Значение ошибок в I случае около 15% от дисперсии эталона, во II — 22—25, в III — 28—30%. Из этого следует, что точность определения гипсометрии в эталонных точках играет большую роль по сравнению с точностью задания поля. При введении регуляризирующего функционала ошибки для всех трех случаев уменьшаются, причем для II и III случаев больше, чем для I.

При внесении в исходное поле 50% погрешностей результаты расчетов сохраняют те же тенденции, с той разницей, что ошибки в эталонных и контрольных точках увеличиваются до 70—80% от дисперсии эталона. Характерно, что и для этого и для большинства других вариантов расчетов при различных соотношениях эталонных и контрольных выборок, в том числе и при расположении контрольных точек в области экстраполяции относительно эталона, не наблюдается существенного различия между величинами ошибок на контроле и эталоне. Это свидетельствует о весьма высокой перспективности методики при выделении корреляционной трансформанты в области экстраполяции.

Исходные поля и результаты трансформации для рассмотренной модели даны на рис. 5. На рис. 1, Б приведены соответствующие переходные характеристики.

Как уже отмечалось, на этой же модели получены начальные приближения  $d_p$  при помощи винеровской фильтрации. В качестве исходной информации для определения  $d_p$  использованы все три эталонные выборки, изображенные на рис. 3. Видно, что для двух из них требуется выполнить предварительный пересчет в регулярную сеть.

Результаты оказались ненамного хуже по сравнению с тем случаем, когда эталонные точки задавались на равномерной сети. Искомые коэффициенты корреляционной трансформанты для последнего случая с введением и без введения фильтра низких частот представлены на рис. 1, В, откуда видно, что при обрезании высокочастотной части спектра начальное приближение больше соответствует истинному значению переходной характеристики. Ошибки в контрольных и эталонных точках для корреляционной трансформанты, выделенной при использовании этого приближения, приведены в табл. 2.

В заключение можно сделать следующие выводы.

Корреляционные трансформации позволяют проводить надежное разделение наблюдаемого поля по разным эталонным выборкам при отсут-



Таблица 2. Ошибки в эталонных и контрольных точках при использовании начального приближения переходной характеристики, полученной при помощи винеровской фильтрации

Параметры трансформации		Исходные данные без погрешности		Параметры трансформации		Исходные данные без погрешности	
$\alpha$	$n$	$\varepsilon_{ЭТ}$	$\varepsilon_{КТ}$	$\alpha$	$n$	$\varepsilon_{ЭТ}$	$\varepsilon_{КТ}$
10	1	1,37	1,68	0,5	1	1,33	1,61
	5	0,23	0,24		5	0,15	0,19
	8	0,09	0,09		8	0,02	0,05
	11	0,17	0,24		11	0,17	0,22
3	1	1,36	1,63	0	1	1,36	1,63
	5	0,09	0,11		5	0,15	0,19
	8	0,01	0,04		8	0,04	0,05
	11	0,07	0,09		11	0,18	0,22

вии в поле помех, близких по частотному составу к выделяемой компоненте, и при точном задании гипсометрии в эталонных точках. При неточном задании гипсометрии и поля результаты получаются неустойчивыми, и поэтому на практике необходимо использовать регуляризацию. Начальное приближение для переходной характеристики корреляционной трансформации, применяемое в регуляризирующем алгоритме, может быть получено предварительной обработкой имеющихся эталонных данных с помощью преобразования типа винеровской фильтрации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Б. А. и др. Курс гравитационной разведки. М.: Госгеолиздат, 1941.
2. Гладкий К. В. Разделение суммарных гравитационных полей как процесс частотной фильтрации.— Прикл. геофизика, 1960, вып. 25.
3. Г. Ван Трис. Теория обнаружения оценок и модуляции. М.: Сов. радио, 1972.
4. Жданов М. С., Шрайбман В. И. Корреляционный метод разделения геофизических аномалий. М.: Недра, 1973.
5. Каратаев Г. И. Корреляционная схема геологической интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. Новосибирск: Наука, 1966.
6. Петров А. П., Элланский М. М. Применение метода наименьших квадратов для изучения многомерных связей между характеристиками горных пород и показателями геофизических методов.— В кн.: Комплексная интерпретация геологических и геофизических данных на вычислительных машинах. М.: Недра, 1966.
7. Тихонов А. Н. О регуляризации некорректно поставленных задач.— ДАН СССР, 1963, т. 153, № 1.
8. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1974.
9. Шрайбман В. И. и др. Корреляционные методы преобразования и интерпретации геофизических аномалий. М.: Недра, 1977.

ИЗМИРАН  
Москва

Поступила в редакцию  
19 октября 1981 г.

S. M. Alekseyev, M. S. Zhdanov

#### CONSTRUCTION OF STABLE ALGORITHM FOR CORRELATION TRANSFORMATIONS IN GEOPHYSICAL FIELDS

The paper presents the description of modified algorithm for correlation transformations in geophysical fields, that allows to increase the stability of calculation of transient characteristics of transformation, using the method of regularization. Some aspects of application this algorithm for solution of geophysical problems are considered.