S. ZUBRZYCKI (Wrocław)

UWAGA O PROBABILISTYCZNYM OPISIE ZŁOŻ OSADOWYCH

Najpierw podaję probabilistyczny opis złoża osadowego za pomocą procesu stochastycznego ruchomego całkowania. Wiąże on funkcję wagową takiego procesu z mechanizmem osiadania pierwotnie rozproszonego minerału. Następnie wyznaczam funkcję wagową dla stacjonarnego izotropowego procesu stochastycznego z wykładniczą funkcją korelacyjną. Uzyskany rezultat wskazuje na to, że jeśli pierwotne rozproszenie minerału jest takie, iż ilości minerału w rozłącznych obszarach są stochastycznie niezależne, a co najmniej nieskorelowane, to przy opisie fenomenu osiadania muszą wystąpić rozkłady prawdopodobieństwa bardzo różniące się od dwuwymiarowego rozkładu normalnego.

§ 1. Opis złoża osadowego. Niech $Y(G)$ będzie płaskim procesem stochastycznym z przyrostami ortogonalnymi, to znaczy procesem, w którym każdemu zbiorowi borelowskiemu G na płaszczyźnie przyporządkowana jest zmienna losowa $Y(G)$ w taki sposób, że dla każdego G jest

$$(1.1) \quad EY(G) = 0, \quad D^2Y(G) = |G|,$$

a ponadto dla każdych dwu rozłącznych zbiorów borelowskich G_1 i G_2 jest

$$(1.2) \quad Y(G_1 \cup G_2) = Y(G_1) + Y(G_2);$$

we wzorach tych, jak zwykle, $E\xi$ i $D^2\xi$ oznaczają wartość oczekiwaną i wariancję zmiennej losowej ξ , a $|G|$ oznacza płaską miarę Lebesgue'a zbioru G .

Niech dalej $k(p)$ będzie funkcją punktu p płaszczyzny, która jest całkowalna z kwadratem, czyli taka, że

$$(1.3) \quad \iint k^2(p) dp < \infty;$$

rozumie się tu, że całkowanie rozciąga się na całą płaszczyznę. Wtedy, jak wiadomo, całka stochastyczna

$$(1.4) \quad y(p) = \iint k(q-p) Y(dq)$$

określa stacjonarny proces stochastyczny z wartością oczekiwaną $m = 0$ i wariancją

$$s^2 = D^2 y(p) = \iint k^2(p) dp^4,$$

a funkcja korelacyjna tego procesu dana jest wzorem

$$(1.5) \quad \varrho(p) = \frac{1}{s^2} E y(q+p) y(q) = \frac{1}{s^2} \iint k(q-p) k(q) dq.$$

Proces $y(p)$ dany przez (1.4) zwie się *procesem ruchomego całkowania*, a funkcja $k(p)$ jego *funkcją wagową*.

W dalszym ciągu rozpatrzmy procesy ruchomego całkowania, w których funkcja wagowa jest ponadto nieujemna i całkowalna. Przez ewentualną zmianę skali można wówczas uzyskać to, że będzie także spełniony warunek

$$(1.6) \quad \iint k(p) dp = 1.$$

Funkcję wagową $k(p)$ można wówczas uważać za gęstość rozkładu prawdopodobieństwa na płaszczyźnie.

Spełnienie warunku (1.6) można uzyskać zastępując pierwotny proces $Y(G)$ o przyrostach ortogonalnych przez nowy proces $Y'(G)$, który zamiast drugiego z warunków (1.1) spełnia warunek $D^2 Y'(G) = a^2 |G|$, a pierwotną funkcję wagową $k(p)$ przez funkcję $k'(p) = k(p)/a$, gdzie $a = \iint k(p) dp$.

Jeśli zaś funkcja wagowa jest nieujemna, całkowalna i spełnia warunek (1.6), wówczas wzorowi (1.4) można nadać interpretację wiążącą go z mechanizmem osiadania złóż. Wyobrażamy sobie, że na początku rozważany minerał jest rozproszony w ośrodku neutralnym, i że to pierwotne rozproszenie można opisać za pomocą procesu $Y(G)$. Uważamy mianowicie, że średnio biorąc, ilość minerału znajdująca się nad danym obszarem G jest proporcjonalna do pola tego obszaru. Powiedzmy, że ta średnia ilość jest równa $k_1 |G|$. Losowe odchylenie tej ilości, która jest rzeczywiście nad G , od owej średniej reprezentowane jest właśnie przez $Y(G)$, które, innymi słowy, przedstawia różnicę między rzeczywistą ilością minerału nad G , a liczbą $k_1 |G|$.

Następnie minerał zaczyna osiadać i ta jego część, która znajduje się nad elementarnym obszarem dp , obejmującym punkt p , osiada wokół punktu p zgodnie z gęstością prawdopodobieństwa $k(q-p)$.

W przypadku złoża izotropowego, w którym żaden kierunek nie jest wyróżniony, rozsądnie jest przyjąć, że funkcja wagowa jest centralnie symetryczna, czyli, że jest ona wyznaczona przez funkcję $g(u)$ nieujemnej zmiennej u zgodnie z wzorem

$$k(p) = g(|p|),$$

gdzie $|p|$ jest długością wektora p (tu, jak i wyżej, identyfikujemy punkt p z wektorem łączącym z nim początek układu współrzędnych). Również funkcja korelacyjna jest wówczas centralnie symetryczna; innymi słowy, współczynnik korelacji $\varrho(p)$ między zmiennymi losowymi $y(q+p)$ i $y(q)$ zależy tylko od długości wektora p , tak że funkcja korelacyjna jest wyznaczona przez pewną funkcję $f(u)$ nieujemnej zmiennej u zgodnie z wzorem

$$(1.7) \quad \varrho(p) = f(|p|).$$

Idea, aby funkcje korelacyjne przydatne do wyrównania współczynników korelacji, obliczonych z dat zebranych w górnośląskich złożach cynkowych, skonstruować wychodząc z najprostszych funkcji wagowych leżała u podstaw prób podjętych w [6] ([6], § 5).

I tak znaleziono w [5], że funkcji wagowej

$$(1.8) \quad k(p) = \begin{cases} 1/\pi r^2 & \text{dla } |p| \leq r, \\ 0 & \text{poza tym,} \end{cases}$$

odpowiada funkcja korelacyjna

$$(1.9) \quad \varrho(p) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \left\{ \arccos \frac{|p|}{2r} - \frac{|p|}{2r} \sqrt{1 - \left(\frac{|p|}{2r}\right)^2} \right\} & \text{dla } 0 \leq |p| \leq 2r, \\ 0 & \text{dla } 2r \leq |p| < \infty, \end{cases}$$

a funkcji wagowej

$$(1.10) \quad k(p) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} |p|^2 \right\},$$

czyli centralnie symetrycznemu rozkładowi normalnemu na płaszczyźnie, odpowiada funkcja korelacyjna

$$(1.11) \quad \varrho(p) = \exp \{ -|p|^2/4\sigma^2 \}.$$

Okazało się jednak, że do empirycznie obliczonych współczynników korelacji najlepiej pasowała wykładnicza funkcja korelacyjna ([6], str. 126-131) dana wzorem

$$(1.12) \quad \varrho(p) = e^{-C|p|},$$

gdzie C jest nieujemnym parametrem do wyznaczenia. Pozostało otwartym pytanie, jakiej funkcji wagowej odpowiada ta funkcja korelacyjna i czy dopuszcza ona omówioną wyżej interpretację. Aby wypełnić tę lukę, udowodnimy w następnym paragrafie następujące

TWIERDZENIE. *Stacjonarny izotropowy proces stochastyczny $y(p)$ o wartości oczekiwanej 0, wariancji s^2 i funkcji korelacyjnej danej wzorem (1.12) można przedstawić jako proces ruchomego całkowania o funkcji wagowej*

$$(1.13) \quad k(p) = A \cdot C^{-3/4} \cdot |p|^{-1/4} K_{1/4}(C|p|),$$

gdzie

$$(1.14) \quad A = s \cdot 2^{-1/4} \cdot \pi^{-1/2} \Gamma^{-1}(\frac{3}{4}),$$

a $K_{1/4}(u)$ jest zmodyfikowaną funkcją Bessla trzeciego rodzaju rzędu $1/4$. Funkcja wagowa dana wzorem (1.13) jest centralnie symetryczna, nieujemna, całkowalna i nieograniczona w otoczeniu punktu $p = (0, 0)$.

Rys. 1

W poniższej tabelicy i na rysunku przedstawiono jako ilustracje trzy typowe funkcje korelacyjne i odpowiadające im funkcje wagowe, a mianowicie przedstawiono funkcje $f_i(u)$ oraz $g_i(u)$ dla funkcji korelacyjnych danych wzorami

$$(1.15) \quad \varrho_i(p) = f_i(|p|), \quad i = 1, 2, 3,$$

gdzie

$$\begin{aligned}
 (1.16) \quad f_1(u) &= \begin{cases} \frac{2}{\pi} \left\{ \left(\arccos \frac{u}{2} \right) - \frac{u}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{u}{2} \right)^2} \right\} & \text{dla } 0 \leq u \leq 2, \\ 0 & \text{dla } 2 \leq u < \infty, \end{cases} \\
 f_2(u) &= e^{-u^2}, \\
 f_3(u) &= e^{-u}
 \end{aligned}$$

oraz odpowiadających im funkcji wagowych w ich znormalizowanej postaci spełniającej warunek (1.6) i danych wzorami

$$(1.17) \quad k_i(p) = g_i(|p|), \quad i = 1, 2, 3,$$

gdzie

$$\begin{aligned}
 (1.18) \quad g_1(u) &= \begin{cases} \frac{1}{\pi} & \text{dla } 0 \leq u < 1, \\ 0 & \text{dla } 1 < u < \infty, \end{cases} \\
 g_2(u) &= \frac{2}{\pi} e^{-2u^2}, \\
 g_3(u) &= \frac{1}{2\pi} \left(\frac{2}{u} \right)^{1/4} K_{1/4}(u) \Gamma^{-1}\left(\frac{3}{4}\right).
 \end{aligned}$$

Przy obliczaniu wartości funkcji $g_3(u)$ wykorzystano tablice podane w pracy [1].

Tablica

Funkcje $f_i(u)$ i $g_i(u)$ dane wzorami (1.16) i (1.18)

u	$f_1(u)$	$f_2(u)$	$f_3(u)$	$g_1(u)$	$g_2(u)$	$g_3(u)$
0,0	1,000	1,000	1,000	0,318	0,637	∞
0,1	—	,990	,905	,318	,624	,739
0,2	,873	,961	,819	,318	,588	,434
0,4	,747	,852	,670	,318	,462	,226
0,6	,624	,698	,549	,318	,310	,141
0,8	,505	,527	,449	,318	,177	,095
1,0	,391	,368	,368	,318	,086	,067
1,2	,285	,237	,301	,000	,036	,048
1,4	,188	,141	,247	,000	,013	,035
1,6	,104	,077	,202	,000	,004	,026
1,8	,037	,039	,165	,000	,001	,020
2,0	,000	,018	,135	,000	,000	,015

Matematyczny rezultat oparty jest na kilku założeniach grających niejednakową rolę. Jedno generalne założenie, to przyjęty tu opis pierwotnego rozproszenia minerału. Owo rozproszenie opisujemy za pomocą

procesu stochastycznego o przyrostach ortogonalnych. Jest to warunek dość daleko idący, wymaga bowiem, aby ilości minerału, znajdujące się nad rozłącznymi, choćby sąsiadującymi, obszarami były stochastycznie niezależne, a co najmniej nieskorelowane. Jest rzeczą podlegającą dyskusji, czy opis ten oddaje wiernie sytuacje występujące w przyrodzie, mimo, iż można przytaczać argumenty na jego obronę. Drugie generalne założenie to opis mechanizmu osiadania. Przyjmujemy tu, iż scharakteryzowany on jest przez płaski rozkład prawdopodobieństwa i zasadę superpozycji, czyli swobodnego nakładania się osadów pochodzących z różnych źródeł punktowych. Na tym tle rozważana jest relacja między funkcją korelacyjną gotowego złoża, a rozkładem prawdopodobieństwa charakteryzującym osiadanie. Funkcja korelacyjna już utworzonego złoża podlega obserwacji. Trudniej jest skontrolować empirycznie charakter pierwotnego rozproszenia oraz rozkład prawdopodobieństwa charakteryzujący osiadanie. Przedstawiona teoria pozwala pośrednio, przy znajomości funkcji korelacyjnej gotowego złoża, wnioskować z charakteru pierwotnego rozproszenia o mechanizmie osiadania i odwrotnie. Być może górnośląskie złoża cynkowe, w których zaobserwowano wykładniczą funkcję korelacyjną, nie są dobrym przykładem złoża osadowego, i byłoby bardzo pouczające zaobserwować funkcję korelacyjną w jakimś typowym złożu osadowym. Nie można jednak wykładniczej funkcji korelacyjnej w gotowym złożu osadowym pogodzić z przyjętym przez nas opisem pierwotnego rozproszenia i dwuwymiarowym rozkładem normalnym jako charakterystyką osiadania, choć za tym ostatnim rozkładem przemawiają takie modele jak deska Galtona i jej wielowymiarowe analogony.

§ 2. Funkcja wagowa związana z wykładniczą funkcją korelacyjną. Wszystkie dalsze obliczenia⁽¹⁾ są oparte na następujących twierdzeniach:

A. Jeżeli $y(p)$ jest procesem ruchomego całkowania z funkcją wagową $k(p)$ całkowalną z kwadratem, a $\varphi(\lambda)$ jest transformatą Fouriera-Plancherela tej funkcji wagowej określonej równością

$$(2.1) \quad \varphi(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \lim_{A \rightarrow \infty} \int \int_{|p| \leq A} e^{i\lambda \cdot p} k(p) dp$$

($\lambda \cdot p$ jest tu iloczynem skalarnym wektorów $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2)$ i $p = (p_1, p_2)$, czyli $\lambda \cdot p = \lambda_1 p_1 + \lambda_2 p_2$), to $|\varphi(\lambda)|^2$ jest transformatą Fouriera funkcji kowa-

⁽¹⁾ Wdzięczny jestem prof. U. Grenanderowi ze Sztokholmu za wskazówki, które wykorzystałem przy pisaniu tego paragrafu.

riancyjnej procesu $y(p)$, to znaczy zachodzi związek

$$(2.2) \quad Ey(p)\overline{y(p-q)} = \iint e^{iq \cdot \lambda} |\varphi(\lambda)|^2 d\lambda$$

(we wzorze tym $\bar{z}$ oznacza liczbę zespoloną sprzężoną z z);

B. na odwrót, jeśli $f(\lambda)$ jest transformatą Fouriera funkcji kowariancyjnej procesu $y(p)$, a $\varphi(\lambda)$ jest dowolnym mierzalnym pierwiastkiem funkcji $f(\lambda)$, to znaczy $\varphi(\lambda)$ jest mierzalną funkcją spełniającą relację

$$(2.3) \quad f(\lambda) = |\varphi(\lambda)|^2,$$

wówczas $\varphi(\lambda)$ jest transformatą Fouriera-Plancherela pewnej funkcji $k(p)$, która może pełnić rolę funkcji wagowej procesu $y(p)$, czyli, innymi słowy, jeśli podstawimy funkcję

$$(2.4) \quad k(p) = \frac{1}{2\pi} \lim_{A \rightarrow \infty} \int \int_{|\lambda| \leq A} e^{-i\lambda \cdot p} \varphi(\lambda) d\lambda$$

do (1.4), to uzyskamy przedstawienie procesu $y(p)$ w postaci procesu ruchomego całkowania.

Dowód jednowymiarowego przypadku tych twierdzeń można znaleźć w [2], str. 39-40. Dowód ten po adaptacji nie wymagającej istotnych zmian staje się dowodem naszego dwuwymiarowego sformułowania.

Wiadomo (porównaj [6], str. 116-118), że jeśli $y(p)$ jest stacjonarnym izotropowym procesem stochastycznym z funkcją kowariancyjną

$$(2.5) \quad Ey(p)y(p-q) = s^2 \cdot e^{-C|q|},$$

gdzie C jest stałą dodatnią, to transformata Fouriera $f(\lambda)$ funkcji kowariancyjnej dana jest wzorem

$$(2.6) \quad f(\lambda) = \frac{s^2}{2\pi} \cdot \frac{C}{(C^2 + |\lambda|^2)^{3/2}}.$$

Weźmy jako $\varphi(\lambda)$ dodatni pierwiastek kwadratowy z $f(\lambda)$, czyli przyjmijmy

$$(2.7) \quad \varphi(\lambda) = \frac{s}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\sqrt{C}}{(C^2 + |\lambda|^2)^{3/4}}.$$

Wybór ten jest usprawiedliwiony postulatem symetrii: chcemy wyznaczyć centralnie symetryczną funkcję wagową. Zgodnie z wysłownym wyżej twierdzeniem B pozostaje wyznaczyć funkcję $k(p)$, dla której $\varphi(\lambda)$ dane przez (2.7) jest transformatą Fouriera-Plancherela. Podsta-

wiając (2.7) do (2.4) otrzymujemy

$$(2.8) \quad k(p) = \frac{1}{2\pi} \lim_{A \rightarrow \infty} \iint_{|\lambda| \leq A} e^{-i\lambda \cdot p} \varphi(\lambda) d\lambda = \\ = \frac{s\sqrt{C}}{(2\pi)^{3/2}} \lim_{A \rightarrow \infty} \iint_{|\lambda| \leq A} e^{-i\lambda \cdot p} (C^2 + |\lambda|^2)^{-3/4} d\lambda.$$

Przechodząc do współrzędnych biegunowych r, θ , gdzie $r = |\lambda|/C$, a θ jest kątem między p i λ , oraz biorąc pod uwagę związek

$$d\lambda = |\lambda| d|\lambda| d\theta = rC d(rC) d\theta$$

wyrażający różniczkę pola w nowych zmiennych możemy zmienić (2.8) jak następuje:

$$(2.9) \quad k(p) = \frac{s\sqrt{C}}{(2\pi)^{3/2}} \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A \int_0^{2\pi} e^{-iCr|p|\cos\theta} (C^2 + C^2r^2)^{-3/4} C^2 r dr d\theta = \\ = \frac{s}{C^{1/2}(2\pi)^{3/2}} \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A r(1+r^2)^{-3/4} \int_0^{2\pi} e^{-iCr|p|\cos\theta} d\theta dr.$$

Znany jest następujący wzór ([3], str. 81, wzór (2)):

$$(2.10) \quad \pi J_n(z) = i^{-n} \int_0^\pi e^{iz\cos\theta} \cos n\theta d\theta$$

(tutaj $J_n(z)$ oznacza funkcję Bessla pierwszego rodzaju i rzędu n). Dla $n = 0$ otrzymujemy

$$(2.11) \quad \pi J_0(z) = \int_0^\pi e^{iz\cos\theta} d\theta.$$

Ze względu na symetrię możemy napisać

$$\int_0^{2\pi} e^{-iCr|p|\cos\theta} d\theta = 2 \int_0^\pi e^{-iCr|p|\cos\theta} d\theta,$$

a stąd, wobec (2.11), gdzie podstawiamy $z = Cr|p|$, otrzymujemy

$$\int_0^{2\pi} e^{-iCr|p|\cos\theta} d\theta = 2\pi J_0(C|p|r).$$

Gdy to podstawimy do (2.9), otrzymamy

$$(2.12) \quad k(p) = \frac{s}{\sqrt{2C\pi}} \int_0^\infty r(1+r^2)^{-3/4} J_0(C|p|r) dr.$$

Zaglądnijąc do [3] jeszcze raz ([3], str. 95, wzór (51)) znajdujemy tam wzór

$$(2.13) \quad \int_0^{\infty} J_{\mu}(bt)(t^2+z^2)^{-\nu} t^{\mu+1} dt = \left(\frac{b}{2}\right)^{\nu-1} z^{1+\mu-\nu} K_{\nu-\mu-1}(bz)/\Gamma(\nu),$$

dla $\operatorname{re}(2\nu - \frac{1}{2}) > \operatorname{re} \mu > -1$ oraz $\operatorname{re} z > 0$; tutaj $K_{\nu}(z)$ jest zmodyfikowaną funkcją Bessla trzeciego rodzaju rzędu ν . Podstawiając $\mu = 0$, $b = C|p|$, $z = 1$, $\nu = \frac{3}{4}$ znajdujemy, że $\operatorname{re}(2\nu - \frac{1}{2}) = 1$, $\operatorname{re} \mu = 0$, $\operatorname{re} z = 1$. A więc przy tym podstawieniu (2.13) jest ważne i otrzymujemy

$$k(p) = A \cdot C^{-3/4} |p|^{-1/4} K_{-1/4}(C|p|),$$

i ostatecznie, korzystając z tożsamości

$$K_{-,\nu}(z) = K_{\nu}(z)$$

([3], str. 5, wzór (14)), wnosimy, że

$$(2.14) \quad k(p) = A \cdot C^{-3/4} |p|^{-1/4} K_{1/4}(C|p|),$$

gdzie

$$(2.15) \quad A = s \cdot 2^{-1/4} \cdot \pi^{-1/2} \Gamma^{-1}(3/4).$$

Z przedstawienia całkowego

$$(2.16) \quad K_{\nu}(z) = \int_0^{\infty} e^{-z \cosh t} \cosh(\nu t) dt \quad \text{dla} \quad \operatorname{re} z > 0$$

([3], str. 82, wzór (21)) wnosimy, że funkcja wagowa dana wzorem (2.14) jest dodatnia i nieograniczona w otoczeniu punktu $p = (0, 0)$.

Z (2.14) wynika, że

$$\iint k(p) dp = \int_0^{\infty} A \cdot C^{-3/4} u^{-1/4} K_{1/4}(Cu) \cdot 2\pi u du = 2\pi A \int_0^{\infty} \left(\frac{u}{C}\right)^{3/4} K_{1/4}(Cu) du.$$

Stąd i z równości

$$(2.17) \quad \int_0^{\infty} K_{\alpha}(t) \cdot t^{b-1} dt = 2^{b-2} \Gamma\left(\frac{b-a}{2}\right) \Gamma\left(\frac{b+a}{2}\right) \quad \text{dla} \quad a^2 < b^2$$

([5], str. 260, wzór 4.412.5) wynika przez podstawienie $Cu = t$ i proste przekształcenia, że

$$(2.18) \quad \iint k(p) dp = s\sqrt{2\pi} C^{-5/2} < \infty.$$

To kończy dowód twierdzenia wypowiedzianego w § 1.

Kilka innych przykładów odpowiedniości między funkcją korelacyjną i funkcją wagową znajdzie czytelnik w [4] ([4], str. 29 i następne).

Prace cytowane

- [1] H. R. F. Carsten, N. W. Mc Kerrow, *The tabulation of some Bessel functions $K_\nu(x)$ of fractional order*, The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (7) 35 (1944), str. 812-818.
- [2] U. Grenander, M. Rosenblatt, *Statistical analysis of stationary time series*, Uppsala 1956.
- [3] *Higher transcendental functions*, Volume 2, edited by A. Erdélyi, Mc Graw-Hill Book Company 1953.
- [4] B. Matérn, *Spatial Variation*, Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 49 (1960), No 5, 144 str..
- [5] И. М. Рыжик, И. С. Градштейн, *Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений*, Москва-Ленинград 1951.
- [6] S. Zubrzycki, *O szacowaniu parametrów złóż geologicznych*, Zastosowania Matematyki 3 (1957), str. 105-153.

Praca wpłynęła 6. 10. 1960

С. ЗУБЖИЦКИ (Вроцлав)

ЗАМЕЧАНИЕ О ВЕРОЯТНОСТНОМ ОПИСАНИИ ОСАДОЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

РЕЗЮМЕ

Сначала дается вероятностное описание осадочного месторождения при помощи стохастического процесса подвижного интегрирования. Связывает оно весовую функцию такого процесса с механизмом осаживания первоначально рассеянного минерала.

Затем автор находит весовую функцию для стационарного, изотропного случайного процесса с показательной корреляционной функцией.

S. ZUBRZYCKI (Wrocław)

A REMARK ON PROBABILISTIC DESCRIPTION OF SEDIMENTARY DEPOSITS

SUMMARY

First I give a probabilistic description of sedimentary deposits in terms of a plane stationary stochastic process represented in the form of moving integration. It relates the weight function of a process with the way in which the mineral settles down. Then I determine the weight function of a stationary isotropic stochastic process with exponential correlation function.