Київський університет імені Тараса Шевченка

На правах рукопису

ДЕМ'ЯНЕНКО ОЛЬГА ОЛЕГІВНА

УДК 519.21

# ПРО ОЦІНЮВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ МАТРИЦІ ГАУССІВСЬКИХ ВЕКТОРНИХ ПОЛІВ.

01.01.05-теорія ймовірностей та
математична статистика

## АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ - 1994

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі вищої математики 1 Київського політехнічного інституту.

Науковий керівник - доктор фізико-математичних наук, професор БУЛДИГІН В.В.

Офіційні опоненти - доктор фізико-математичних наук, професор КОЗАЧЕНКО Ю.В.

доктор фізико-математичних наук, ІВАНОВ О.В.

Провідна організація - інститут математики НАН України (м.Київ)

Захист відбудеться " 27 " березня 1995 р. в $14^{00}$ год. на засіданні спеціалізованої ради К01.01.21 при Київському університеті імені Тараса Шевченка за адресою: Київ-127, просп. Академіка Глушкова, 6, механіко-математичний факультет.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розіслано "27 " лютого 1995 року.

Вчений секретар спеціалізованої ради КУРЧЕНКО О.О.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. В різних напрямках статистичного аналізу однорідних випадкових процесів та полів важливу роль відіграють задачі оцінювання невідомої кореляційної функції, або кореляційної матриці, якщо розглядаються векторнозначні процеси та поля. Серед існуючих оцінок треба виділити емпіричні корелограми, властивості яких досліджувались у роботах Андерсона Т., Бріллінджера Д., Дженкінса Г., Бенткуса Р.Ю., Іванова О.В., Леоненка М.М., Булдигіна В.В., Диховичного О.О., Козаченка Ю.В., Стаднік А.І., Зайця В.В. та інших математиків. В останні роки, починаючи з робіт Іванова О.В., інтенсивно проводились дослідження асимптотичних функціональних властивостей корелограм гауссівських однорідних полів і при певних умовах доводились сильна слушність та асимптотична нормальність у різних функціональних просторах. При цьому досліджувались як схема однієї реалізації, так і схема декількох незалежних реалізацій випадкового поля. Методи, розроблені в роботах Бенткуса Р.Ю., Булдигіна В.В., Козаченка Ю.В., Диховичного О.О., Зайця В.В., дозволили поставити питання про можливість мінімальних обмежень на спектральні щільності гауссівських полів, при яких оцінки асимптотично нормальні у різних функціональних просторах, включаючи простір неперервних функцій. Ця задача складає основу дисертаційної роботи, яка є продовженням попередніх досліджень.

Мета роботи. При умовах, близьких до необхідних, одержати функціональні граничні теореми для емпіричної кореляційної матриці однорідного гауссівського векторного поля у схемі однієї або декількох незалежних реалізацій при збільшенні об'єму спостережень.

Методика досліджень. В дисертації при розв'язуванні задач використовуються методи теорії семіінваріантів, методи терії слабкої збіжності випадкових процесів у функціональних просторах та методи теорії гауссівських та передгауссівських процесів.

Наукова новизна. При умові інтегровності у квадраті компонент матриці спектральних щільностей встановлено

а) у схемі однієї реалізації:

- асимптотичну нормальність скінченномірних розподілів емпіричної кореляційної матриці;
- асимптотичну нормальність емпіричної кореляційної матриці у просторі векторнозначних інтегровних за Лебегом у $p$-ому ступені функцій $(p \geq 1)$;
- асимптотичну нормальність деяких інтегральних функціоналів від оцінки кореляційної матриці;

б) у схемі декількох незалежних реалізацій:

- сильну слушність й асимптотичну нормальність скінченномірних розподілів оцінки невідомої кореляційної матриці;
- сильну слушність й асимптотичну нормальність оцінки невідомої кореляційної матриці у гільбертовому простор квадратично інтегровних функцій з вагою на всьому параметричному просторі.

- При додаткових ентр. лійних обмеженнях встановлено асимптотичну нормальність емпіричної кореляційної матриці у просторі векторнозначних неперервних функцій.

Теоретична та практична цінність роботи. Головним чином результати дисертаційної роботи мають теоретичний характер і можуть бути застосовані в статистиці випадкових процесів при розв'язуванні задач, пов'язаних з асимптотичною поведінкою емпіричних оцінок кореляційної матриці векторнозначних гауссівських полів і побудовою асимптотично-точних надійних інтервалів як для обмеженої, так і необмеженої параметричної множини спостережень.

Апробація роботи і публікації. Основні результати дисертації доповідались на наукових семінарах з теорії ймовірностей і теорії випадкових процесів Київського політехнічного інституту та на науково-молодіжній міжнародній конференції імені Академіка М.П. Кравчука (1992 р.) й опубліковані в роботах [1-3].

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається з вступу та двох розділів, що розбиті на одинадцять параграфів. Загальний об'єм роботи - 141 стр. машинопису. Бібліографія включає 61 найменувань.

## ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі наведено стислий огляд досліджень, пов'язаних з темою дисертації, а також викладено основні результати роботи.

Розділ перший присвячено дослідженню оцінки кореляційної матриці гауссівського векторного поля в схемі однієї реалізації. Досліджено точкові властивості цієї оцінки, а також доведено її асимптотичну нормальність у різних функціональних просторах. Встановлено також асимптотичну нормальність деяких інтегральних функціоналів від оцінки невідомої кореляційної матриці.

У §1 приведено ряд допоміжних тверджень, що необхідні для подальшого викладення матеріалу.

У §2 розглядається оцінка кореляційної матриці

$$B(u)=\left[B^{(ab)}(u)\right]_{a,b=1}^{\ell},\quad u\in R^m$$

однорідного центрованого стохастично неперервного векторного гауссівського поля $\overline{X}(t)=(X_1(t),\dots,X_\ell(t)),\ t\in R^m,\ \ell\in N$, де

$$B^{(ab)}(u)=MX_a(t)X_b(t+u),\ u\in R^m.$$

Вводиться у розгляд емпірична кореляційна матриця

$$\widehat{B}_T(u)=\left[\widehat{B}_T^{(ab)}(u)\right]_{a,b=1}^{\ell},\quad u\in R^m,$$

де

$$\widehat{B}_T^{(ab)}(u)=\frac{1}{T^m}\int\limits_{\Pi(T)}X_a(t)X_b(t+u)\,du,\ u\in R^m,$$

$$\Pi(T)=[0,T]^m,\ T>0.$$

Ця матриця є незсуненою оцінкою матриці $B(u),\ u\in R^m$ у схемі однієї реалізації.

Для вивчення асимптотичних властивостей оцінки $\widehat{B}_T(u),\ u\in R^m$ при $T\to\infty$ розглянуто випадкові поля

$$Y_T(u)=\left[Y_T^{(ab)}(u)\right]_{a,b=1}^{\ell},\quad u\in R^m,$$

де

$$Y_T^{(ab)}(u)=T^{\frac{m}{2}}\left(\widehat{B}_T^{(ab)}(u)-B^{(ab)}(u)\right),\ u\in R^m.$$

Кореляційна матриця випадкового матричного поля $Y_T(u),\ u\in R^m$ має вигляд

$$\left[K_T^{(ab,cd)}(u_1,u_2)\right]_{a,b,c,d=1}^{\ell},\quad u_1,u_2\in R^m,$$

де $K_T^{(ab,cd)}(u_1,u_2) = MY_T^{(ab)}(u_1)Y_T^{(cd)}(u_2) =$

$$= \int_{R^m} (B^{(ac)}(\tau)B^{(bd)}(\tau+u_2-u_1) + B^{(ad)}(\tau+u_2)B^{(bc)}(\tau-u_1))\, f_{\Pi(T)}(\tau)\, d\tau,$$

$$f_\Delta(\tau) = \begin{cases} \dfrac{mes[(\Delta-\tau)\cap\Delta]}{mes(\Delta)}, & \tau\in[\Delta-\Delta] \\ 0, & \tau\in R^m\setminus[\Delta-\Delta], \end{cases}$$

$mes(\Delta)$ -міра Лебега множини $\Delta\subset R^m$.

Якщо кореляційні функції поля $\overline{X}(t),\ t\in R^m$ інтегровні у квадраті, тобто

$$B^{(ab)}\in L_2(R^m),\quad a,b=1,\dots,l, \tag{1}$$

тоді

$$\lim_{T\to\infty} K_T^{(ab,cd)}(u_1,u_2) = K^{(ab,cd)}(u_1,u_2) =$$

$$= \int_{R^m} (B^{(ac)}(\tau)B^{(bd)}(\tau+u_2-u_1) + B^{(ad)}(\tau+u_2)B^{(bc)}(\tau-u_1))\,d\tau.$$

Надалі вважається, що для поля $\overline{X}(t),\ t\in R^m$ існує матриця спектральних щільностей

$$[f^{(ab)}(\lambda)]_{a,b=1}^{l};\ \lambda\in R^m.$$

Лема 2.3. Нехай виконується умова

$$f^{(ab)}\in L_2(R^m),\quad a,b=1,\dots,l \tag{2}$$

тоді $K^{(ab,cd)}(u_1,u_2) =$

$$= (2\pi)^m \int_{R^m} (\exp\{i\langle\lambda,u_1\rangle\}(\cos\langle\lambda,u_2\rangle \det F_-^{(ab,cd)}(\lambda) -$$

$$- i\sin\langle\lambda,u_2\rangle \det F_+^{(ab,cd)}(\lambda))\,d\lambda,$$

де

$$\mathbb{F}_{-}^{(ab,cd)}(\lambda)=\begin{bmatrix} f^{(ac)}(\lambda) & f^{(ad)}(\lambda) \\ \overline{f^{(bc)}(\lambda)} & \overline{f^{(bd)}(\lambda)} \end{bmatrix}, \quad \mathbb{F}_{+}^{(ab,cd)}(\lambda)=\begin{bmatrix} f^{(ac)}(\lambda) & -f^{(ad)}(\lambda) \\ \overline{f^{(bc)}(\lambda)} & \overline{f^{(bd)}(\lambda)} \end{bmatrix}$$

Розглянемо матричне випадкове вимірне сепарабельне центроване гауссівське поле $\mathbb{Y}(u)$, $u \in R^m$ з кореляційною матрицею

$$\left[ K^{(ab,cd)}{u_1,u_2} \right]_{a,b,c,d=1}^{\ell}, \quad u_1,u_2 \in R^m.$$

У §3 доведено таке твердження.

Теорема 3.1. Нехай виконується умова (2). Тоді для будь-яких $n \geqslant 1$; $u_1,\dots,u_n \in R^m$; $a_k, b_k \in \{1,\dots,\ell\}$, $k=1,\dots,n$

$$\lim_{T\to\infty} M\left[\prod_{k=1}^{n} Y_T^{(a_k b_k)}(u_k)\right] = M\left[\prod_{k=1}^{n} Y^{(a_k b_k)}(u_k)\right].$$

Зокрема, всі скінченномірні розподіли матричного випадкового поля $\mathbb{Y}_T(u)$, $u \in R^m$ збігаються при $T \to \infty$ до відповідних скінченномірних розподілів поля $\mathbb{Y}(u)$, $u \in R^m$.

У §4 встановлено асимптотичну нормальність емпіричної кореляційної матриці у просторі векторнозначних інтегровних за Лебегом у $p$-ому ступені функцій $L_p[\Pi(U), R^{\ell^2}]$, $p \geqslant 1$; $\Pi(U)=[-U;U]^m$, $U>0$.

Теорема 4.1. Нехай виконується умова (2). Тоді для будь-яких $U>0$; $p \in [1;+\infty)$ мають місце твердження:

1) $\mathbb{Y} \in L_p[\Pi(U), R^{\ell^2}]$ майже напевно (м. н.);

2) $Y_T \in L_p[\Pi(V), R^{\ell^2}]$ м.н.;

3) $Y_T$ слабо збігається при $T \to \infty$ до $Y$ у просторі

$L_p[\Pi(V), R^{\ell^2}]$, тобто для будь-якого $L_p$-неперервного функціоналу $f$

$$f(Y_T) \xrightarrow[T\to\infty]{L_p} f(Y).$$

У §5 розглянуто вимірну функцію

$$(g(u,x),\ u \in R^m,\ x \in R^{\ell^2})$$

таку, що для будь-яких $u \in R^m$, $x \in R^{\ell^2}$

$$|g(u,x)| \le c(u)\exp\{\gamma \|x\|\},$$

де $$0 < \gamma < (2(2\pi)^m A^2)^{-\frac{1}{2}},$$

$$A = \sup_{a,b=1,\dots,\ell} (\|f^{(aa)}\|_2, \|f^{(bb)}\|_2, \|f^{(ab)}\|_2, \|f^{(ba)}\|_2);$$

$$(c(u),\ u \in R^m) \in L_1(R^m).$$

Крім того, нехай для будь-якого $V>0$

$$\sup_{u \in \Pi(V)} c(u) = C < \infty.$$

Розглянемо функціонали виду

$$G(y(\cdot)) = \int_{R^m} g(u, y(u))\,du.$$

Теорема 5.1. Нехай виконується умова (2). Тоді

$$G(\mathbb{Y}_T) \underset{T\to\infty}{\Longrightarrow} G(\mathbb{Y}),$$

У §6 доводиться асимптотична нормальність емпіричної кореляційної матриці $\widehat{\mathbb{B}}_T(u)$, $u \in R^m$ у просторі неперервних векторнозначних функцій $C([0,U]^m, R^{\ell^2})$, $U>0$.

Розглядається псевдометрика

$$\sqrt{\sigma^{(ab)}}(u_1,u_2) = \left[\int_{R^m} \sin^2\frac{\langle\lambda, u_1-u_2\rangle}{2}\,(f^{(ab)}(\lambda))^2\,d\lambda\right]^{\frac{1}{4}},$$

$a,b = 1,\dots,\ell.$

Нехай $H_{\sqrt{\sigma^{(ab)}}}(\varepsilon)$ – ентропія множини $[0,1]^m$ відносно псевдометрики $\sqrt{\sigma^{(ab)}}(u_1,u_2)$.

Виконується наступна теорема.

<u>Теорема 6.1.</u> Нехай виконується умова (2) і

$$\sup_{a,b=1,\dots,\ell} \int_{0+} H_{\sqrt{\sigma^{(ab)}}}(\varepsilon)\,d\varepsilon < \infty .$$

Тоді для будь-якого $U>0$

1) $\mathbb{Y} \in C([0,U]^m, R^{\ell^2})$ м.н.;

2) $\mathbb{Y}_T$ слабо збігається при $T\to\infty$ до $\mathbb{Y}$ у просторі неперервних функцій, тобто для будь-якого $C([0,U]^m, R^{\ell^2})$-неперервного функціоналу $f$

$$f(\mathbb{Y}_T) \xrightarrow[T\to\infty]{C([0,U]^m,\, R^{\ell^2})} f(\mathbb{Y}).$$

При доведенні теореми 6.1 використано таке твердження.

Лема 6.2. Нехай $(S, \rho)$ — псевдометричний компакт, $\{Z_\alpha(s),\ s \in S\}$ — сім'я за параметром $\alpha$ неперервних майже напевно випадкових полів. Нехай виконуються такі умови:

1) існують такі $a>0,\ b>0,\ x_0>0$ і для кожного $\alpha$ існує така псевдометрика $\rho_\alpha$ на $S$, що для будь-яких $x \in (0, x_0),\ s, t \in S$

$$P\{|Z_\alpha(s) - Z_\alpha(t)| > x\} \le a \cdot \exp\left\{-b \frac{x}{\rho_\alpha(t,s)}\right\};$$

2) псевдометрика $\rho_\infty(t,s) = \sup\limits_\alpha \rho_\alpha(t,s),\ t, s \in S$ обмежена на $S$ і неперервна відносно псевдометрики $\rho$;

3)
$$\lim_{u \to 0} \sup_\alpha \int_0^u H_{\rho_\alpha}(S, \varepsilon)\, d\varepsilon = 0.$$

Тоді для будь-якого $\varepsilon > 0$

$$\lim_{\Delta \to 0} \sup_\alpha P\left\{\sup_{\substack{s,t \in S \\ \rho(s,t) < \Delta}} |Z_\alpha(s) - Z_\alpha(t)| > \varepsilon\right\} = 0.$$

У першому розділі узагальнюються результати одержані в роботах Іванова О.М., Булдигіна В.В., Зайця В.В.

У розділі другому досліджується оцінка кореляційної матриці гауссівського векторного поля у схемі декількох незалежних реалізацій. Встановлено точкові властивості цієї оцінки, а також досліджено її сильну слушність й асимптотичну нормальність у просторі квадратично інтегровних функцій з вагою на всьому параметричному просторі.

У §7 розглядається оцінка невідомої кореляційної матриці у схемі декількох незалежних реалізацій та поля, пов'язані з цією оцінкою. Нехай $(\overline{X}(t),\ t\in R^m)$ - однорідне центроване стохастично неперервне векторне гауссівське поле. Нехай $(\overline{X}^{(k)}(t), t\in R^m)$, $k=1,\dots,n$ - незалежні копії цього поля. Розглядається оцінка невідомої кореляційної матриці у схемі декількох реалізацій

$$\widehat{B}_n(u)=\left[B_n^{(ab)}(u)\right]_{a,b=1}^{l},\ u\in R^m,$$

де

$$\widehat{B}_n^{(ab)}(u)=\frac{1}{n\cdot mes(\Delta_n)}\sum_{k=1}^{n}\int_{\Delta_n}X_a^{(k)}(t)X_b^{(k)}(t+u)du,$$

$\{\Delta_n,\ n\in N\}$ - послідовність обмежених борелевських множин в $R^m$ таких, що прямують до нескінченності при $n\to\infty$ за Ван Ховом $(\Delta_n\xrightarrow{V.H.}\infty,\ n\to\infty)$. Вводиться у розгляд матриця центрованих і нормованих полів

$$Y_n(u)=\left[Y_n^{(ab)}(u)\right]_{a,b=1}^{l},\ u\in R^m,$$

де

$$Y_n^{(ab)}(u)=\sqrt{n\cdot mes(\Delta_n)}\ (\widehat{B}_n^{(ab)}(u)-B^{(ab)}(u)),\ u\in R^m,\ n\in N.$$

Кореляційну матрицю випадкового матричного поля $Y_n(u),\ u\in R^m$ позначено

$$\left[K_n^{(ab,cd)}(u_1,u_2)\right]_{a,b,c,d=1}^{l},\ u_1,u_2\in R^m,$$

де $K_n^{(ab,cd)}(u_1,u_2)=MY_n^{(ab)}(u_1)Y_n^{(cd)}(u_2)=$

$$=\int_{R^m}(B^{(ac)}(\tau)B^{(bd)}(\tau+u_2-u_1)+B^{(ad)}(\tau+u_2)B^{(bc)}(\tau-u_1))\,\mathbb{1}_{\Delta_n}(\tau)d\tau.$$

Якщо кореляційні функції поля $\overline{X}(t),\ t\in R^m$ інтегровні у квадраті, тоді при $\Delta_n\xrightarrow{V.H.}\infty,\ n\to\infty$

$$\lim_{n\to\infty}K_n^{(ab,cd)}(u_1,u_2)=K^{(ab,cd)}(u_1,u_2).$$

У §8 доведено наступне твердження.

Теорема 8.1. Для будь-яких $u \in R^m$

$$P\{\lim_{n\to\infty} |\hat{B}_n^{(ab)}(u) - B^{(ab)}(u)| = 0\} = 1,$$

тобто оцінка $\hat{B}_n^{(ab)}(u)$ сильно слушна.

У §9 встановлено умови збіжності скінченновимірних розподілів поля $Y_n^{(ab)}(u), u \in R^m$ при $n \to \infty$ до скінченновимірних розподілів поля $Y^{(ab)}(u), u \in R^m$.

Теорема 9.1. Нехай виконується умова (1). Нехай $Y_n^{(ab)}(u), u \in R^m$ - послідовність центрованих і нормованих векторних полів, побудованих за набором множин $\{\Delta_n, n \in N\}$, де $\Delta_n \xrightarrow{v.H.} \infty$, $n \to \infty$. Тоді скінченновимірні розподіли випадкових полів $Y_n^{(ab)}(u)$ збігаються при $n \to \infty$ до відповідних скінченновимірних розподілів поля $Y^{(ab)}(u), u \in R^m$.

У §10 розглянуто сепарабельний гільбертовий простір

$$L_2(R^m, q) = \{g : R^m \to R^1 \mid \int_{R^m} q(u) g^2(u) du < \infty\}$$

з нормою

$$\|g\|_{L_2}^2 = \int_{R^m} q(u) g^2(u) du < \infty .$$

Вагова функція $q : R^m \to (0; +\infty)$ неперервна та інтегровна на $R^m$.

Виконується наступна теорема.

Теорема 10.1. $\hat{B}_n^{(ab)} = (\hat{B}_n^{(ab)}(u), u \in R^m)$ - випадковий елемент простору $L_2(R^m, q)$ і

$$P\{\lim_{n\to\infty} \|\hat{B}_n^{(ab)} - B^{(ab)}\|_{L_2} = 0\} = 1,$$

тобто оцінка $\widehat{B}_n^{(ab)}(u)$, $u \in R^m$ сильно слушна у просторі $L_2(R^m, q)$.

У §11 встановлено, що поля $Y_n^{(ab)}$, $Y^{(ab)}$ є випадковими елементами простору $L_2(R^m, q)$ і доведено асимптотичну нормальність оцінки невідомої кореляційної матриці у схемі декількох незалежних реалізацій в гільбертовому просторі $L_2(R^m, q)$.

Теорема 11.1. Нехай виконується умова (2) і $\Delta_n \xrightarrow{v.H.} \infty$, $n \to \infty$. Тоді для будь-якої вагової функції $q: R^m \to (0; +\infty)$ функції розподілу ви..адкового елементу $Y_n^{(ab)}$ слабо збігаються до функцій розподілу випадкового елементу $Y^{(ab)}$ при $n \to \infty$ у просторі $L_2(R^m, q)$.

У другому розділі узагальнюються результати отримані в роботах Зайця для випадку $l=1$.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Булдыгин В.В., Демьяненко О.О. Точечные свойства оценок совместной корреляционной функции гауссовских полей //Стохастические уравнения и граничные теоремы. -Сб. ин-та математики АН Украины, 1991. -С. 23-35.

2. Демьяненко О.О. Некоторые неравенства сравнения для полей, порожденых оценкой $\widehat{B}_n^{(ab)}(u)$ для совместной корреляционной функции однородных гауссовских случайных полей. I Научно-молодежная международная конференция имени Академика Н. Кравчука "Теоретические и прикладные аспекты математики". Тезисы докладов. Киев, 1992. С. 37-38.

3. Булдигін В.В., Дем'яненко О.О. Асимптотична нормальність оцінки сумісної кореляційної функції в функціональних просторах // Доповіді Академії наук України. -1993. -№1. -С. 32-37.

Демьяненко О.О. Об оценивании корреляционной матрицы гауссовских векторных полей. Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 - теория вероятностей и математическая статистика. Киевский университет. Киев. 1994.

В работе исследованы точечные свойства различных оценок корреляционной матрицы гауссовских векторных полей. Доказаны асимптотическая нормальность оценки корреляционной функции в схеме одной реализации в гильбертовом пространстве и пространстве непрерывных функций; асимптотическая нормальность некоторых интегральных функционалов от оценки корреляционной матрицы.
Доказана сильная состоятельность и асимптотическая нормальность оценки корреляционной функции в схеме нескольких независимых реализаций в гильбертовом пространстве.

Demyanenko O.O. About estimation of correlative matrix of Gauss vector fields.Manuscript.Tesis for a degree of Candidat of Sciences (Physics and Mathematics), speciality 01.01.05 - Probability Theory and Mathematical Statistics. Kiev University. Kiev. 1994.

The dissertation investigates diferend Gauss vector fields correlative matrix point characteristics. The asymptotic normality of the estimation of correlative function in the scheme one realization of Gilbert space and in space of uninterrupted functions and asymptotic normality of some integral functionals based on estimation of correlative matrix is proved. The strong jastification and asymptotic normality of estimation of correlative function in the scheme of several realization in Gilbert space is proved.

Ключові слова: кореляційна матриця, асимптотична нормальність, сильна слушність, функціональний простір.

...ция корреляционной матрицы ...ния. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 - теория вероятностей и математическая статистика. Киевский университет, Киев, 1994.

В работе исследованы [illegible] корреляционной матрицы гауссовых векторных полей. Доказана [illegible] корреляционной функции в схеме одного наблюдения в гильбертовом пространстве и пространстве непрерывных функций, асимптотическая нормальность [illegible] оценок корреляционной матрицы.

Доказана сильная состоятельность и асимптотическая нормальность оценки корреляционной функции в схеме нескольких реализаций в гильбертовом пространстве.

Ivanenko O.O. About estimation of correlative matrix of Gauss vector fields. Manuscript. Thesis for a degree of Candidat of Sciences (Physics and Mathematics), speciality 01.01.05 - Probability Theory and Mathematical Statistics, Kiev University, Kiev, 1994.

The dissertation investigates centred Gauss vector fields correlative matrix point characteristics. The asymptotic normality of the estimation of correlative function in the scheme of one realisation in Gilbert space and the space of continuous functions and asymptotic normality of estimates based on estimations of correlative matrix is proved. The strong justification and asymptotic normality of estimation of correlative function in the scheme of several realisations in Gilbert space is proved.

Ключові слова: оцінка, кореляційна матриця, асимптотична нор-