

**Матеріали I регіональної науково-практичної конференції
"Внесок молодих учених у розвиток науки регіону"**

Міністерство освіти і науки України

**Луганський національний педагогічний
університет імені Тараса Шевченка**

НАУКОВА МОЛОДЬ

Збірник праць молодих учених



Том III
**Природничо-географічні,
математичні та технічні науки**

Міністерство освіти і науки України
Луганський національний педагогічний університет
імені Тараса Шевченка

НАУКОВА МОЛОДЬ

Збірник праць молодих учених

*Матеріали I регіональної
науково-практичної конференції
“Внесок молодих учених
у розвиток науки регіону”*

III том
**Природничо-географічні,
математичні та технічні науки**

Луганськ
Знання
2005

ББК 20+30
Н 34

Н 34 **Наукова молодь: Збірник праць молодих учених. Матер. І регіональної наук.-практ. конф. "Внесок молодих учених у розвиток науки регіону".** — Луганськ: Знання, 2005. — Т.3. Природничо-географічні, математичні та технічні науки. — 144 с.

ISBN 966-8151-05-4

Редакційна колегія:
головний редактор
проф. Харченко С. Я.

заступник головного редактора
доц. Прошкін В. В.

Члени редколегії з напрямку
"Природничо-математичні науки":

проф. Виноградов О.А.,

проф. Д'яченко В.Д.,

проф. Конопля М.І.,

доц. Димарський Я.М.,

доц. Удовиченко М.І.,

доц. Козуб Ю.Г.

МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ МОВОЮ ОРИГІНАЛУ

Рекомендовано до друку на засіданні вченої ради
Луганського національного педагогічного університету
імені Тараса Шевченка
(протокол №9 від 25.03.05)

ISBN 966-8151-05-4

© Луганський національний
педагогічний університет
імені Тараса Шевченка, 2005
© "Знання", 2005

ЗМІСТ

О.В. Білун, О.В. Чемеріс

Порівняльна характеристика інтенсивності
дихання та фотосинтезу хвої дерев *Pinus*
Sylvestris L., Уражених грибом *Heterobasidion*
Annosum (Fr.) Bref., у різні періоди року 6

А.Ф. Дмитрук, Ю.О. Лесишина

Получение активных углей на основе палой
листвы 12

С.В. Роман, В.Д. Дяченко

Функціонально заміщені 7-алкілселено-
1,4-дигідро-1,6-нафтиридины:
синтез багатокомпонентною конденсацією,
властивості та будова 19

М.С. Шепелєв

Зменшення втрат оцтової кислоти в процесі її
синтезу із оксиду вуглецю і метанолу 26

С.В. Федченко

Моделювання процесів електрохімічного синтезу
ніобійвмісних електролітів 32

Т.В. Лисовская, Е.А. Коробкова, Е.В. Коваленко

Гормональная реабилитация женщин после
перенесенных воспалительных процессов
гениталий 37

Н.О. Старикова

Опыт применения ксенотрансплантатов
в лечении поверхностных ожогов кожи 41

А.В. Волкова

Влияние высокого давления на содержание
витамина С в яблочном пюре 45

Е.Л. Иванов, Т.В. Крюк

Изменение химического состава малины
и земляники при длительном хранении
в замороженном виде 51

С.Г. Олійник, О.І. Кравченко, О.Ю. Богодіст-Тимофєєва

Використання модифікованого фосфатидного
концентрату в технології пшеничного хліба..... 55

Л.Г. Самусенко, Я.В. Свіридов, С.Г. Олійник

Використання системи НАССР при розробці
технології сухої суміші для кондитерських
безбілкових виробів 60

Е.В. Делекторская

Автоматизация документооборота вузов 64

О.Н. Ие

Задача различения асимптотически
критических процессов экспоненциальной
авторегрессии 70

А.В. Грушко, В.В. Кухарь, О.А. Лаврентик, В.Н. Возненко

Математическое моделирование напряженно-
деформированного состояния трубной заготовки
при продольном изгибе..... 77

Н.П. Булгаков

Повышение безопасности автотранспорта в
организационно-технологической среде региона
мобильными диагностическими комплексами 86

В.В. Волков, Е.А. Комов, Д.В. Савенко

Задачи государственного управления
в технической службе автомобильного
транспорта регионов 93

А.Н. Дудников

Разработка структуры единой транспортной
системы Донецкой области 102

Е.И. Куш

Повышение эффективности технологического
процесса перевозки пассажиров за счёт
снижения утомляемости водителя 109

Н.С. Муромець, О.І. Черноус

Основні напрямки розвитку підприємств
автотранспортного комплексу
в Донецькій області 115

В.Н. Павленко

Автоматизированная система диагностирования
рулевого управления автомобилей
на передвижных станциях 122

О.А. Ревякина

Критерии работоспособности цилиндрических
зубчатых передач с обобщенной геометрией
зубьев 131

Відомості про авторів 139

встречаются многосвязные данные. Если хранить информацию в реляционной базе данных, то запросы будут выполняться недостаточно быстро. Объектные базы имеют отличные перспективы в прикладных задачах САПР, CASE, геодезии, финансах, телекоммуникациях, оборонной промышленности.

Однако, для ведения делопроизводства необходимо использовать в базах данных поля строго определённого типа, кроме этого тех стандартных типов данных, используемых в реляционных базах данных достаточно для описания вводимой информации, а также исходя из того, что СУБД данного типа достаточно развиты и хорошо себя зарекомендовали на рынке ПО, поэтому для проектирования и создания программ удобнее использовать реляционные или объектно-реляционные базы данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов С.Д. Объектно-ориентированные базы данных — основные концепции, организация и управление (<http://www.citforum.ru/database/articles>);
2. Кузнецов С. Что было, то и теперь есть, и что будет, то уже было ... (<http://www.inteltec.ru/publish/articles/objtech/kuznetsd.shtml>);
3. Харрингтон Дж. Проектирование объектно-ориентированных баз данных. — М.: ДМК Пресс, 2001;
4. Андреев А.М., Берёзкин Д.В., Кантонистов Ю.А. Объектно-ориентированные базы данных: среда разработки программ плюс хранилище объектов;
5. Рынок систем документооборота и делопроизводства (<http://www.cnews.ru>).

УДК 519.21

О.Н. Ие

ЗАДАЧА РАЗЛИЧЕНИЯ АСИМПТОТИЧЕСКИ КРИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ АВТОРЕГРЕССИИ

Доказаны предельные теоремы для интеграла Хеллингера в задаче различения двух асимптотически критических процессов экспоненциальной авторегрессии. На основании этих теорем получены теоремы о больших отклонениях для логарифма соответствующего отношения правдоподобия. Доказаны теоремы об асимптотическом поведении вероятностей ошибок критериев Неймана-Пирсона.

Предельные теоремы о больших отклонениях играют важную роль в математической статистике, теории информации, теории массового обслуживания, статистиче-

70

ской механике и других областях. Различают два типа теорем о больших отклонениях. Первый тип — это теоремы, дающие асимптотику логарифма вероятности отклонения, так называемые, “грубые” теоремы о больших отклонениях. Второй тип — это теоремы, дающие асимптотику самих вероятностей, так называемые, “точные” теоремы о больших отклонениях. Настоящая работа посвящена “грубым” теоремам о больших отклонениях для логарифма отношения правдоподобия и их применению к исследованию асимптотического поведения показателей качества критериев при различении простых гипотез для семейств статистических экспериментов. В данном случае мы имеем дело с семейством расширенных случайных величин, являющихся логарифмами отношения правдоподобия.

Пусть $\xi^n = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, $n \geq 2$ — наблюдения процесса авторегрессии вида

$$\xi_i = \theta \xi_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где $\xi_0 = 0$, $\theta \in (0, \infty)$ — неизвестный параметр, а $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ — независимые одинаково распределенные случайные величины, имеющие показательное распределение с плотностью $p(x) = e^{-x}$ при $x \geq 0$ и $p(x) = 0$ при $x < 0$. Обозначим через P_θ^n меру, задающую распределение вектора ξ^n . Рассмотрим задачу проверки двух простых гипотез H^n и \tilde{H}^n по наблюдению ξ^n , состоящих в том, что распределение наблюдения ξ^n задается мерами P_θ^n и $P_{\tilde{\theta}}^n$ соответственно, где $\theta \neq \tilde{\theta}$.

Логарифм плотности меры $P_{\tilde{\theta}}^n$ относительно меры P_θ^n имеет вид

$$\Lambda_n = \begin{cases} (\tilde{\theta} - \theta) \sum_{i=1}^n \xi_{i-1}, & \text{если } \xi_i > (\tilde{\theta} \vee \theta) \xi_{i-1} \text{ для всех } i = 1, \dots, n, \\ -\infty, & \text{если } \xi_i < (\tilde{\theta} \wedge \theta) \xi_{i-1} \text{ для всех } i = 1, \dots, n \\ & \text{или } \xi_i < \tilde{\theta} \xi_{i-1}, \tilde{\theta} > \theta, \quad i = 1, \dots, n \\ \infty, & \text{если } \tilde{\theta} \xi_{i-1} < \xi_i < \theta \xi_{i-1}, \tilde{\theta} < \theta, \text{ для всех } i = 1, \dots, n \end{cases}$$

Пусть δ_n — критерий Неймана-Пирсона уровня $\alpha_n \in (0, 1)$ для различения гипотез H^n и \tilde{H}^n по наблюдениям ξ^n . Тогда [2]

$$\delta_n = I(\Lambda_n > d_n) + q_n I(\Lambda_n = d_n), \quad (2)$$

71

где $I(A)$ — индикатор множества A , а $d_n \in (-\infty, \infty)$ и $q_n \in [0, 1]$ — параметры критерия δ_n , определяемые из условия $E_n^* \delta_n = \alpha$, (здесь E_n^* — математическое ожидание по мере P_n^*). Обозначим через β_n вероятность ошибки 2-го рода критерия δ_n .

Цель данной работы — установить зависимость между скоростями убывания вероятностей ошибок α_n и β_n при $n \rightarrow \infty$ для критерия Неймана-Пирсона в условиях справедливости теоремы о больших отклонениях для Λ_n как при гипотезе H^* , так и при гипотезе \bar{H}^* . При этом будем использовать общую методику решения этой задачи, развитую в [4—7]. Ранее эта задача рассматривалась в случае, когда θ и $\bar{\theta}$ не зависят от n [1]. Кроме того, в работе [1] рассмотрен случай, когда θ не зависит от n , а $\bar{\theta} = \bar{\theta}_n$ зависит от n , причем $\bar{\theta}_n \rightarrow \theta$ при $n \rightarrow \infty$. В данной работе предполагаем, что $\theta = \theta_n$ и $\bar{\theta} = \bar{\theta}_n$ зависят от n , причем $\theta_n \rightarrow 1$ и $\bar{\theta}_n \rightarrow 1$ при $n \rightarrow \infty$. Случай, когда для процесса экспоненциальной авторегрессии в (1) модуль параметра θ равен 1, является критическим, так как при $|\theta| < 1$ процесс является устойчивым (эргодическим), а при $|\theta| > 1$ — неустойчивым. Поэтому исследуемый в данной работе случай можно рассматривать как случай приближенно (асимптотически) критических процессов экспоненциальной авторегрессии.

В работе используются предельные теоремы теории вероятностей, методы общих статистических экспериментов и методы выпуклого анализа.

Введем интеграл Хеллингера $H_n(\varepsilon)$ порядка $\varepsilon \in (-\infty, \infty)$ для мер P_n^* и $P_n^{\bar{*}}$, полагая [2]

$$H_n(\varepsilon) = H(\varepsilon; P_n^*, P_n^{\bar{*}}) = \int_0^\infty \dots \int_0^\infty p_n^{\varepsilon}(x_1, \dots, x_n) p_n^{-\varepsilon}(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n. \quad (3)$$

Справедливо следующее представление для интеграла Хеллингера $H_n(\varepsilon)$ [1].

При $\bar{\theta} > \theta$

$$H_n(\varepsilon) = \begin{cases} \prod_{i=0}^{n-2} \left\{ 1 + (1-\varepsilon)(\bar{\theta}-\theta) \sum_{j=0}^i \bar{\theta}^j \right\}^{-1}, & \text{если } 0 \leq \varepsilon < \varepsilon_+^{(n)}, \\ \infty, & \text{если } \varepsilon \notin [0, \varepsilon_+^{(n)}], \end{cases} \quad (4)$$

а при $\bar{\theta} < \theta$

$$H_n(\varepsilon) = \begin{cases} \prod_{i=0}^{n-2} \left\{ 1 + \varepsilon(\theta - \bar{\theta}) \sum_{j=0}^i \theta^j \right\}^{-1}, & \text{если } \varepsilon_-^{(n)} < \varepsilon \leq 1, \\ \infty, & \text{если } \varepsilon \notin (\varepsilon_-^{(n)}, 1]. \end{cases} \quad (5)$$

где

$$\varepsilon_-^{(n)} = - \left((\theta - \bar{\theta}) \sum_{j=0}^{n-2} \theta^j \right)^{-1}, \quad \varepsilon_+^{(n)} = 1 + \left((\bar{\theta} - \theta) \sum_{j=0}^{n-2} \bar{\theta}^j \right)^{-1}. \quad (6)$$

Считаем, что $\theta = \theta_n \rightarrow 1$ и $\bar{\theta} = \bar{\theta}_n \rightarrow 1$ при $n \rightarrow \infty$. Следующие теоремы дают условия существования предела

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \psi_n^{-1} \ln H_n(\varepsilon) = \kappa(\varepsilon) \quad (7)$$

при различных способах стремления $\theta_n \rightarrow 1$ и $\bar{\theta}_n \rightarrow 1$ и дают вид функции $\kappa(\varepsilon)$ и нормировки ψ_n .

Теорема 1. Пусть $\theta_n = 1 - \Delta_n$, $\Delta_n > 0$ и $\bar{\theta}_n = 1 - \bar{\Delta}_n$, $\bar{\Delta}_n > 0$.

1) Если θ_n и $\bar{\theta}_n$ зависят от n так, чтобы $\bar{\Delta}_n = c\Delta_n$, $0 < c < 1$, $\Delta_n \rightarrow 0$ и $n\Delta_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$. Тогда для всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (7), где $\psi_n = n$ и $\kappa(\varepsilon) = -\ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{(1-c)}{c} \right)$ при $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c} \right)$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin \left[0, \frac{1}{1-c} \right)$.

2) Если θ_n и $\bar{\theta}_n$ зависят от n так, чтобы $\Delta_n = c\bar{\Delta}_n$, $0 < c < 1$, $\bar{\Delta}_n \rightarrow 0$ и $n\bar{\Delta}_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$. Тогда для всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (7), где функция $\kappa(\varepsilon) = -\ln \left(1 + \varepsilon \frac{1-c}{c} \right)$ при $\varepsilon \in \left(-\frac{c}{1-c}, 1 \right]$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin \left(-\frac{c}{1-c}, 1 \right]$, а $\psi_n = n$.

Доказательство. Рассмотрим сначала случай, когда $\bar{\Delta}_n = c\Delta_n$, $0 < c < 1$. Тогда для всех

$$\varepsilon \in \left[0, 1 + \left((\bar{\theta}_n - \theta_n) \sum_{j=0}^{n-2} \bar{\theta}_n^j \right)^{-1} \right) \quad \text{из (4)} \\ \ln H_n(\varepsilon) = - \sum_{i=0}^{n-2} \ln \left(1 + (1-\varepsilon)(1-c)\Delta_n \sum_{j=0}^i (1-c\Delta_n)^j \right). \quad (8)$$

Так как

$$\sum_{j=0}^i (1 - c\Delta_n)^j = \frac{1 - (1 - c\Delta_n)^{i+1}}{c\Delta_n},$$

тогда

$$\ln H_n(\varepsilon) = -\sum_{i=0}^{n-2} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} (1 - (1 - c\Delta_n)^{i+1}) \right). \quad (9)$$

Заметим, что для любого $\delta > 0$ существует номер $n_0 = n_0(\delta)$, такой что

$$e^{-c(1-\delta)} < (1 - c\Delta_n)^{\frac{1}{c}} < e^{-c(1+\delta)}, \text{ для всех } n \geq n_0. \quad (10)$$

Найдем оценку снизу и сверху для (9). Получаем

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n+1} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} (1 - (1 - c\Delta_n)^i) \right) &\geq \\ &\geq \int_0^n \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} (1 - (1 - c\Delta_n)^x) \right) dx, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\sum_{i=0}^n \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} (1 - (1 - c\Delta_n)^i) \right) \leq \int_1^{n+1} \ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c} (1 - (1 - c\Delta_n)^x) \right) dx \quad (12)$$

Обозначим через $A = (1-\varepsilon) \frac{1-c}{c}$. Используя (10), из (11) получаем

$$\int_0^n \ln(1 + A - A(1 - c\Delta_n)^x) dx > \int_0^n \ln(1 + A - A(e^{-c(1+\delta)})^{x\Delta_n}) dx$$

Произведем замену $x\Delta_n = y$, тогда имеем

$$\int_0^n \ln(1 + A - A(e^{-c(1+\delta)})^{x\Delta_n}) dx = \frac{1}{\Delta_n} \int_0^{n\Delta_n} \ln(1 + A - A(e^{-c(1+\delta)})^y) dy$$

Так как при $n\Delta_n \rightarrow \infty$ для каждого фиксированного $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c}\right)$

$$\begin{aligned} &\frac{1}{\Delta_n} \int_0^{n\Delta_n} \ln(1 + A - A(e^{-c(1+\delta)})^y) dy = \\ &= \frac{1+o(1)}{\Delta_n} n\Delta_n \ln(1+A) = n(1+o(1)) \ln(1+A). \end{aligned} \quad (13)$$

Аналогичным образом получаем оценку сверху для (12)

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n \ln(1 + A - A(1 - c\Delta_n)^i) &\leq \frac{1}{\Delta_n} \int_{\Delta_n}^{(n+1)\Delta_n} \ln(1 + A - A(e^{-c(1-\delta)})^y) dy = \\ &= n(1+o(1)) \ln(1+A). \end{aligned} \quad (14)$$

Таким образом, из (13), (14), учитывая, что $\varepsilon^{(n)} \rightarrow \frac{1}{1-c}$

при $n\Delta_n \rightarrow \infty$, для всех $\varepsilon \in \left[0, \frac{1}{1-c}\right)$ получаем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \ln H_n(\varepsilon) = -\ln \left(1 + (1-\varepsilon) \frac{(1-c)}{c} \right).$$

Случай, когда $\Delta_n = c\tilde{\Delta}_n$, $0 < c < 1$ рассматривается аналогично.

Доказательство следующей теоремы аналогично доказательству теоремы 1, поэтому приведем лишь формулировку теоремы.

Теорема 2. Пусть $\theta_n = 1 + \Delta_n$, $\tilde{\theta}_n = 1 + \tilde{\Delta}_n$.

1) Если $\tilde{\Delta}_n = c\Delta_n$, $\Delta_n > 0$, $-1 < c < 1$ и $\Delta_n \rightarrow 0$, $n\Delta_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$. Тогда для всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (7), где $\psi_n = n$ и $\kappa(\varepsilon) = -\ln(1 - \varepsilon(1 - |c|))$ при $\varepsilon \in [0, 1]$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin [0, 1]$.

2) Если $\Delta_n = c\tilde{\Delta}_n$, $\tilde{\Delta}_n > 0$, $-1 < c < 1$ и $\tilde{\Delta}_n \rightarrow 0$, $n\tilde{\Delta}_n \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$. Тогда для всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (7), где функция $\kappa(\varepsilon) = -\ln(1 - (1-\varepsilon)(1 - |c|))$ при $\varepsilon \in [0, 1]$ и $\kappa(\varepsilon) = \infty$ при $\varepsilon \notin [0, 1]$, а $\psi_n = n$.

Из теорем 1, 2 вытекает, что при всех $\varepsilon \in (-\infty, +\infty)$ существует предел (7), в котором функция $\kappa(\varepsilon)$ строго выпукла и дифференцируема на интервале $(\varepsilon_-, \varepsilon_+)$. Для формулировки следующих теорем введем обозначения

$$\gamma_- = \kappa'(\varepsilon_+), \quad \gamma_0 = \kappa'(0), \quad \gamma_1 = \kappa'(1), \quad \gamma_+ = \kappa'(\varepsilon_+),$$

где γ_0 определено лишь при $\tilde{\theta}_n < \theta_n$, а γ_1 — лишь при $\tilde{\theta}_n > \theta_n$. $\Gamma_0 = \gamma_0 I(\varepsilon_- < 0) + \gamma_- I(\varepsilon_- = 0)$, $\Gamma_1 = \gamma_1 I(\varepsilon_+ > 1) + \gamma_+ I(\varepsilon_+ = 1)$.

Определим через $I(\gamma) = \sup_{\varepsilon} (\varepsilon\gamma - \kappa(\varepsilon))$ преобразование Лежандра-Фенхеля функции $\kappa(\varepsilon)$ [3].

Учитывая результаты теоремы 1, получаем, что для каждого $\gamma \in (\gamma_-, \gamma_+)$ имеет место равенство

$$I(\gamma) = \gamma\varepsilon(\gamma) - \kappa(\varepsilon(\gamma)),$$

где $\varepsilon(\gamma)$ — единственное решение уравнения $\kappa'(\varepsilon) = \gamma$.

Теорема 3. Справедливы следующие соотношения:

1) для любого $\gamma \in (\Gamma_0, \Gamma_+)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_n^n \left(\frac{\Delta_n}{n} > \gamma \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_n^n \left(\frac{\Delta_n}{n} \geq \gamma \right) = -I(\gamma);$$

2) если $\varepsilon_- < 0$, то для любого $\gamma \in (\gamma_-, \gamma_0)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_\theta^n \left(\frac{\Lambda_n}{n} < \gamma \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln P_\theta^n \left(\frac{\Lambda_n}{n} \leq \gamma \right) = -I(\gamma)$$

Доказательство. Для доказательства достаточно заметить, что в силу теоремы 1 выполняется условие (H) из [7] и применить теорему 4.1 [7], где $\psi_n = n$. \square

Пусть δ_n — критерий Неймана-Пирсона уровня $\alpha_n \in (0, 1)$ для различения гипотез H^n и \tilde{H}^n по наблюдениям ξ^n процесса авторегрессии, определяемый равенством (2).

Следующая теорема устанавливает взаимосвязь между скоростями убывания уровня α_n и вероятностью ошибки 2-го рода критерия δ_n .

Теорема 4. Верны следующие утверждения:

для любого $a \in (I(\Gamma_0), I(\Gamma_1))$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \iff \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b(a),$$

где $b(a) = a - \gamma(a) \in (I(\Gamma_1) - \Gamma_1, I(\Gamma_0) - \Gamma_0)$, а $\gamma(a)$ — единственное решение уравнения $I(\gamma) = a$ относительно $\gamma \in (\Gamma_0, \Gamma_1)$;

для любого $a \in [0, I(\Gamma_0)]$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \implies \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n \leq \Gamma_0 - I(\Gamma_0),$$

а для любого $a \in [I(\Gamma_1), \infty)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n = -a \implies \liminf_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n \geq \Gamma_1 - I(\Gamma_1);$$

для любого $b \in [0, I(\Gamma_1) - \Gamma_1]$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b \implies \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n \leq -I(\Gamma_1)$$

для любого $b \in [I(\Gamma_0) - \Gamma_0, \infty)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \beta_n = -b \implies \liminf_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln \alpha_n \geq -I(\Gamma_0)$$

Доказательство этой теоремы аналогично доказательству теоремы 3.2 [3] и поэтому опускается.

Таким образом, в данной работе введен интеграл Хеллингера порядка ε для распределений P_θ^ε и P_θ^ε , даны формулы для вычисления $H_n(\varepsilon)$ в случаях $\bar{\theta} > \theta$ и $\bar{\theta} < \theta$, полученные в работе [1]. Доказаны теоремы о поведении интеграла Хеллингера $H_n(\varepsilon)$ при $n \rightarrow \infty$ для различных способов стремления θ_n и $\bar{\theta}_n$ к 1, на основании этих теорем по-

лучена теорема о больших отклонениях для Λ_n в задаче различения асимптотически критических процессов экспоненциальной авторегрессии. На основании теоремы о больших отклонениях доказана теорема о зависимости между скоростями убывания вероятностей ошибок α_n и β_n критерия Неймана-Пирсона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ие О.Н., Линьков Ю.Н. Теоремы о больших отклонениях в задаче различения процессов экспоненциальной авторегрессии // Прикладна статистика. Актуарна та фінансова математика. — 2001. — №2. — С.68—79; 2. Линьков Ю.Н. Асимптотические методы статистики случайных процессов. — К.: Наук. думка, 1993. — С.256; 3. Линьков Ю.М. Теорема про великі відхилення та їх застосування // Теорія ймовірностей та математична статистика. — 1997. — №57. — С.96—102; 4. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems in the hypotheses testing problems // Exploring Stochastic Laws: Festschrift in Honour of the 70th Birthday of Academician V.S. Korolyuk (A.V. Skorokhod and Yu.V. Borovskikh, eds.), VSP, Utrecht. — 1995b. — P.263—273; 5. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems for extended random variables and some applications // J. Math. Sci. — 1999. — 93, no.4. — P.563—573; 6. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems for extended random variables in the hypotheses testing problems // Theory of Stochastic Processes. — 1999. — 5(21), no.3—4. — P.137—151; 7. Lin'kov Yu.N. Large deviation theorems in asymptotical statistics // Theory of Stochastic Processes. — 1997. — 3(19), no.1—2. — P.259—269; 8. Рокафеллар Р. Выпуклый анализ. — М.: Мир. — 1973.

УДК 621.919:621.98.011: 512.55(076)

А.В. Грушко, В.В. Кухарь,
О.А. Лаврентик, В.Н. Возненко

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ИЗГИБЕ

На основе законов механики пластического деформирования с использованием феноменологических подходов предложена математическая модель, описывающая напряженно-деформированное состояние и формоизменение трубной заготовки при получении обводных патрубков продольным изгибом. При расчетах толщины стенки деформированной заготовки расхождение с экспериментальными данными составило 6%.