**БЕРДАҚ атындағы ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК УНИВЕРСИТЕТИНИҢ**

# ХАБАРШЫСЫ

**БЕРДАҚ номидаги ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИНИНГ**

# АХБОРОТНОМАСИ

# ВЕСТНИК

**КАРАКАЛПАКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА им. БЕРДАХА**

**№ 1 (30)**

2016
Қаракалпакский госуниверситет им. Бердаха

где функции $A_x(t)$, $B_x(t)$ и $C_x(t)$ определены в теореме 2, а гауссовский процесс $W_x(t)$ имеет среднее $a_x(t)$ и ковариацию $Q_{st}$.

**Теорема 3.** *Пусть выполнены условия теоремы 2. Тогда*

$(A)'$ *В условиях (A):* $W_{nx}(t) \overset{D}{\Rightarrow} W_x(t)$ в $\mathbb{D}[\tau, T]$.

$(B)'$ *В условиях (B):* $W_{nx}(t) \overset{D}{\Rightarrow} W_x(t)$ в $\mathbb{D}[\tau, T]$.


ЛИТЕРАТУРА

1. Абдикаликов Ф.А., Абдушукуров А.А. Полупараметрическое оценивание условной функции выживания в информативной регрессионной модели случайного цензурирования с двух сторон. // Сб. Статистические методы оценивания и проверка гипотез. – Пермь. Пермский госуниверситет. 2012. вып. 24. с. 145-162.
2. Abdushukurov A.A. Nonparametric estimation of the distribution function based on relative risk function. // Commun. Statist.: Th&Meth. – 1998. v. 27.-№.8. –p.1991-2012.
3. Stone C.J. Consistent nonparametric regression. //Ann. Statist.-1977/ - v.5.-p. 595-645.



**Резюме**

Еки т?репламе тосынанлы цензурлаў бол?ан жа?дайда информатив регрессия моделинде ш?ртли ?мир даўамыйлы?ы функциясы ушын д?режели ба?а ?урыл?ан. Бул ба?аны? асимптотикалы? ??сийетлери ?йренилген.

**Резюме**

Икки томонлама тасодифий цензурланиш бўлган ?олда информатив регрессия моделида шартли умр давомийлиги функцияси учун даражали ба?о ?урилган. Бу ба?онинг асимптотик хоссалари тад?и? ?илинган.

**Резюме**

В информативной модели регрессии при случайном цензурировании с двух сторон построена степенная оценка для условной функции выживания. Исследованы асимптотические свойства степенной оценки.

**Summary**

In informative regression model of random censoring from both sides the power type estimator for conditional survival function is constructed. The asymptotic properties of estimator are investigated.



**Таяныш с?злер:** параметрлик емес регрессия, информатив тосынанлы цензурлаў, д?режели ба?а, ?мир даўамыйлы?ы функциясы.

**Таянч иборалар:** нопараметрик регрессия, информатив тасодифий цензуралаш, даражали ба?о, умр давомийлиги функцияси.

**Ключевые слова:** непараметрическая регрессия, информативное случайное цензурирование, степенная оценка, функция выживания.

**Key words:** nonparametrical regression, informative random censoring, power estimator, survival function.


---


УДК 517.947


## РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ ПРЯМОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ


**Кожаметов А.Т., Нуримов П.Б.**

*Нукусский филиал Ташкентского университета информационных технологий*


Асимптотическая устойчивость нулевого решения нелинейной системы

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + bf(\sigma(t)), \quad \sigma(t) = c^T x(t) \qquad (1)$$

при произвольной функции $f(\sigma)$, удовлетворяющей условию

$$0 \le f(\sigma)\sigma \le k\sigma^2, \ k > 0, \qquad (2)$$

получила название абсолютной устойчивости [1,183; 2,112]. В последнее время получила развитие теория устойчивости при неточно заданных параметрах системы [3,20196-288; 4,859-863]. Предположим, что матрица $A$ точно не известна, т.е. система имеет вид

$$\dot{x}(t) = (A + \Delta A)x(t) + bf(\sigma(t)), \quad \sigma(t) = c^T x(t) \qquad (3)$$

где элементы матрицы $\Delta A$ принимают значения из заданных интервалов, т.е.

$$\Delta A = \{\Delta a_{ij}\}, \ |\Delta a_{ij}| \le a_{ij}, \ i, j = 1, n.$$

Система (1) называется интервально устойчивой, если система с возмущениями (3) абсолютно устойчива при произвольной матрице $\Delta A$, элементы которой находятся в заданных интервалах. При исследовании будем использовать функцию Ляпунова вида

$$V_0(x) = x^T Hx + \beta \int_0^{\sigma(x)} f(\xi)d\xi, \ \sigma(x) = c^T x \qquad (4)$$

Обозначим через $\lambda_{\min}(\cdot)$, $\lambda_{\max}(\cdot)$ – экстремальные собственные числа симметричных матриц и

$$\lambda_{\min}(\tilde{H}) = \begin{cases} \lambda_{\min}(H), \ \beta \ge 0, \\ \lambda_{\min}(H + \beta kcc^T/2), \ \beta < 0, \end{cases} \quad \lambda_{\max}(\tilde{H}) = \begin{cases} \lambda_{\max}(H + \beta kcc^T/2), \ \beta \ge 0. \\ \lambda_{\max}(H), \ \beta < 0, \end{cases} \qquad (5)$$

Под векторными и матричными нормами будем понимать следующие

$$|x(t)| = \left\{\sum_{i=1}^{n} x_i^2(t)\right\}^{1/2}, \quad \|x(t)\|_\tau = \max_{-\tau \le s \le 0} |x(t+s)|,$$

$$|A| = \left\{\lambda_{\max}(AA^T)\right\}^{1/2}, \quad \|\Delta A\| = \max\left\{|\Delta A| : |\Delta a_{ij}| \le a_{ij},\ i, j = 1, n\right\}.$$

Имеют место следующие условия абсолютной устойчивости [5].

**Теорема 1.** Пусть существует положительно определенная матрица $H$ и скаляр $\beta$, такие что $\lambda_{\min}(\widetilde{H}) > 0$ и $\lambda_{\min}(C[A, H, \beta]) > 0$. Тогда система (1) абсолютно устойчива.

**Доказательство.** Для функции Ляпунова вида (4) справедливы следующие двусторонние оценки

$$\lambda_{\min}(\widetilde{H})|x(t)|^2 \le V_0(x(t)) \le \lambda_{\max}(\widetilde{H})|x(t)|^2,$$

а для полной производной в силу системы (1) будет выполняться неравенство

$$\dot{V}_0(x(t)) \le -\left(x^T(t), f(\sigma(t))\right) C[A, H, \beta] \left(x^T(t), f(\sigma(t))\right)^T,$$

где

$$C[A, H, \beta] = \begin{bmatrix} -A^T H - HA & -\left[Hb + \frac{1}{2}(\beta A^T + I)c\right] \\ -\left[Hb + \frac{1}{2}(\beta A^T + I)c\right]^T & \frac{1}{k} - \beta b^T c \end{bmatrix}.$$

Учитывая вид функции $f(\sigma)$, получаем

$$\dot{V}_0(x(t)) \le -\lambda_{\min}(C[A, B, \beta])\left[|x(t)|^2 + |f(\sigma(t))|^2\right] \le -\lambda_{\min}(C[A, B, \beta])|x(t)|^2.$$

Используя двусторонние неравенства функции Ляпунова, получим

$$\frac{d}{dt}V_0(x(t)) \le -\frac{\lambda_{\min}(C[A, B, \beta])}{\lambda_{\max}(\widetilde{H})} V(x(t)).$$

Проинтегрировав, имеем

$$V_0(x(t)) \le V_0(x(t_0))\exp\{-\gamma(t - t_0)\}, \quad \gamma = \lambda_{\min}(C[A, B, \beta]) / \lambda_{\max}(\widetilde{H}).$$

Вновь воспользовавшись двусторонними неравенствами, окончательно получим

$$|x(t)| \le \sqrt{\varphi(\widetilde{H})}\,|x(t_0)|\exp\{-\gamma(t - t_0)\},$$

т.е. асимптотическую устойчивость в целом, что то и требовалось показать.

Для интервальной устойчивости системы (3) имеет место следующий результат.

**Теорема 2.** Пусть существует положительно определенная матрица $H$ и скаляр $\beta$, такие что $\lambda_{\min}(\widetilde{H}) > 0$ и $\lambda_{\min}(C[A, H, \beta]) > 0$ и выполняется неравенство $\|\Delta A\| < \lambda_{\min}(C[A, H, \beta])(2|H| + \beta|c|)^{-1}$.

Тогда система (1) интервально устойчива.

**Доказательство.** Вычислим полную производную функции Ляпунова (4) в силу системы (3). Получаем

$$\dot{V}_0(x(t)) \le -\left(x^T(t), f(\sigma(t))\right)\left(C[A, B, \beta] + \Delta C[\Delta A, B, \beta]\right)\left(x^T(t), f(\sigma(t))\right)^T,$$

где

$$\Delta C[\Delta A, H, \beta] = \begin{bmatrix} -\Delta A^T H - H\Delta A & -\frac{1}{2}\beta\Delta A^T c \\ -\frac{1}{2}\beta c^T \Delta A & 0 \end{bmatrix}.$$

Из свойств симметричных положительно определенных матриц следует, что

$$\lambda_{\min}\{C[A, H, \beta] + \Delta C[\Delta A, H, \beta]\} \ge \lambda_{\min}(C[A, H, \beta]) - \lambda_{\max}(\Delta C[\Delta A, H, \beta]).$$

И неравенство

$$\lambda_{\min}(C[A, H, \beta]) > \lambda_{\max}(\Delta C[\Delta A, H, \beta])$$

гарантирует отрицательную определенность полной производной функции Ляпунова вдоль решений интервальной системы (4). Если выполнятся неравенство

$$\lambda_{\min}(C[A, H, \beta]) > (2|H| + \beta|c|)\|\Delta A\|$$

то предыдущее неравенство будет выполнятся и подавно. Таким образом существует положительно определенная функция $V_0(x)$, полная производная которой в силу системы будет отрицательно определенной. А это гарантирует абсолютную устойчивость при возмущенных, удовлетворяющих ограничениям теоремы 2.

ЛИТЕРАТУРА.


1. Лефшец С. Устойчивость нелинейных систем автоматического управления. – М., Мир: 1967. – 183с.
2. Леонов Г.А., Селеджи С.М. Системы фазовой синхронизации в аналоговой и цифровой схемотехнике. – Санкт-Петербург, Невский Диалект: 2002. – 112с.

1. Харитонов В.Л. Об асимптотической устойчивости положения равновесия семейства систем линейных дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения, №11, 1978. – С.20196-2088.
2. Хусаинов Д.Я., Мустафаева Р. Робастная устойчивость систем с запаздыванием // Украинский математической журнал, Т.47, №6, 1995. – С.859-863.

**Резюме**

Макалада турақлы коэффициентли дифференциал система каралады. Бул системаның орнықлылығын изертлеў ушын Ляпунов функциясынан пайдаланамыз.

**Резюме**

Мақолада ўзгармас коэффициентли дифференциал тизим урганилади. Мазкур тизимнинг турғунлилигини тадкик килиш учун Ляпунов функцияси олинади.

**Резюме**

В статье изучается дифференциальная система с постоянными коэффициентами, для анализа устойчивости системы применяется функция Ляпунова.

**Summary**

The article constant of linear differential system. To research the significance of this system we select the function of Lyapunova by way of quadratic form.

**Таяныш сөзлер:** лемма, теорема, коэффициентли дифференциал система.
**Таянч сўзлар:** лемма, теорема, коэффициентли дифференциал тизим.
**Ключевые слова:** лемма, теорема, коэффициентная дифференциальная система.
**Summary:** lemma, theorem, coeffitsient differential system.

---

УДК:539.3/.5

## ВАКУУМ-ДУГАЛЫ ШӨКТИРИЎ МЕТОДЫ МЕНЕН АЛЫНҒАН (TI-ZR-NB) N ҚАПЛАМАСЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ, СТРУКТУРАСЫ ХӘМ МИКРОҚАТТЫЛЫҒЫ

**Қудайбергенова Н.А.**
*Қарақалпақ мәмлекетлик университети*

Өндиристе пайдаланыў процессинде металл үскенелердиң бетлери үлкен механикалық, термикалық хәм химиялық тәсирлерге шыдамлы болыў керек. Көпшилик жағдайда үскенелердиң жумыс ислеў эффективлигиниң пәсейиўи желиниў, эрозия хәм коррозия себепли болады. Деталлардың трибологиялық кәсийетлерин арттырыў аркалы олардың ислеў ресурсларын жоқарылатыў мүмкин. Бунда материалларды көлемлик легирлеў көпшилик ўақытта экономикалық жақтан өзин акламайды, ал айырым жағдайларда бул техникалық жақтан мүмкин емес. Демек талап етилип атырған нәтийжелерге барлық көлемди емес, ал материал бетин модификациялаў жолы менен ерисиўге болады, мысалы, детал бетине жоқары қаттылыққа ийе, желиниўге шыдамлы, температураға шыдамлы көп функционаллы қаплама шөктирилиўи мүмкин. Карбид, борид хам нитридлер тийкарындағы көп элементли қапламалар усындай қапламалар сыпатында жийи колланылып атыр [1,515-544; 4,1027-1061]. Нитридли көп элементли қапламалардың структурасы хәм курамының турақлылығы, жоқары эксплуатациялық характеристикалары үскенелердиң бетлерин эффектив қорғаў перспективаларын пайда етти. Ҳәзирги ўақытта қапламаларды бетке шөктириўдиң ион-плазмалы, дара жағдайда вакуум дуғалы шөктириў хәм магнетронлы шаңландырыў методлары кең қолланылып атыр [5,55-66; 6,45-52]. Мақалада реактив азот атмосферасында вакуум дуғалы шөктириў методы менен алынған көп элементли Ti-Zr-Nb қапламлардың физикалық кәсийетлери каралады хәм талқыланады.

Қапламалар вакуум дугасының шөгиўи менен алынды. Пуўланыўшы материал ретинде қурамы Ti 30 ат.%, Zr 35 ат.%, Nb 35 ат.% болған бир тутас қуйма түриндеги катод алынды. Шөктириў рабочий газ (молекуляр азот) басымлары $3 \cdot 10^{-4}, 7 \cdot 10^{-4}$ хәм $4 \cdot 10^{-3}$ Тор болғанда алынды, сәйкес A,B хәм C қапламалар. Қапламаның қалыңлығы 4,0 мкм. Қапламалар размери 15x15x2,5 мм, бетиниң гедир будырлығы Ra=0,009 мкм болған 12Х18Н9Т маркалы полат пластиналар (подложкалар) бетине шөктирилди.

Беттиң топографиясы морфологиясы Solver Next NT-MDT (Россия) атом күшли микроскопы жәрдеминде үйренилди. Қапламалардың элементлик қурамы Link ISIS-300 (фирма Oxford Instr.) энергодисперсли приставкалы JXA-88R Superprobe (фирма JEOL, Япония) электрон-зондлы микроанализатор приборында үйренилди. Рентген структуралық изертлеўлер ДРОН-3 үскенесинде Cu $K_\alpha$ нуры пайдаланылып анықланды. Сканерлеў қадеми $2\theta = 0,05$ градус болды.

Микроқаттылық «Digital display microhardness tester, model HVS-1000A» (Қытай) приборында өлшенди. Индентерге түсирилген жүк 0,05 Н.

Қаплама бетиниң морфологиясы 1-сүўретте келтирилген. Сүўретен көринип турғанындай қаплама бети идеал тегис емес, бетте хәрқыйлы размерлерге ийе айырым тамшылар бар. Қаплама алынатуғын рабочий камерадағы реакциялық газдың (азот) басымы артыўы менен бул тамшылардың размерлери кемейетуғынлығы көринип тур. Буннан басқа беттиң гедир-будырлығыда кемейеди.