

ISSN 2518-1467 (Online),  
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

5

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2016

ҚЫРКҮЙЕК  
СЕНТЯБРЬ  
SEPTEMBER

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Ресей)  
**Абишев М.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Аппель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуқанов Д.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Байпақов К.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Велихов Е.П.** проф., РҒА академигі (Ресей)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Қалимолдаев М.Н.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., корр.-мүшесі (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалықов Ж.У.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Ресей)  
**Поняев А.И.** проф. (Ресей)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Умбетаев И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Тәжікстан)

**«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. х. н., проф. академик НАН РК  
**М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Россия)  
**Абишев М.Е.** проф., член-корр. (Казахстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Апель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуканов Д.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Байпаков К.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Казахстан)  
**Велихов Е.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Азербайджан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Калимолдаев М.Н.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., чл.-корр. (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалыков Ж.У.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Россия)  
**Поняев А.И.** проф. (Россия)  
**Сагьян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умбетаев И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

**ISSN 2518-1467 (Online),**  
**ISSN 1991-3494 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

**M. Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abiyev R.Sh.** prof. (Russia)  
**Abishev M.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Avramov K.V.** prof. (Ukraine)  
**Appel Jurgen,** prof. (Germany)  
**Baimukanov D.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Baipakov K.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Baitullin I.O.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Joseph Banas,** prof. (Poland)  
**Bersimbayev R.I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Velikhov Ye.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Gashimzade F.** prof., academician ( Azerbaijan)  
**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Davletov A.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Dzhrbashian R.T.** prof., academician (Armenia)  
**Kalimoldayev M.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Laverov N.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Lupashku F.** prof., corr. member. (Moldova)  
**Mohd Hassan Selamat,** prof. (Malaysia)  
**Myrkhalykov Zh.U.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Nowak Isabella,** prof. (Poland)  
**Ogar N.P.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Poleshchuk O.Kh.** prof. (Russia)  
**Ponyaev A.I.** prof. (Russia)  
**Sagiyani A.S.** prof., academician (Armenia)  
**Satubaldin S.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Tatkeyeva G.G.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umbetayev I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Khripunov G.S.** prof. (Ukraine)  
**Yakubova M.M.** prof., academician (Tadjikistan)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 5, Number 363 (2016), 5 – 13

UDC 66.067.3

S. Zhussupbekov<sup>1</sup>, A. Iskakova<sup>1</sup>, W. Wójcik<sup>2</sup>, Zh. Omirbekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>K. I. Satpaev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Lublin University of Technology, Institute of Electronics and Information Technologies, Lublin, Poland.

E-mail: iskakova1979@mail.ru

## ESTIMATION OF LINEAR IDENTIFICATION OF MODELS OF DRY ELECTRICAL FILTER

**Abstract.** The aim of this paper is to estimate linear identification of dry electrical filter workflow process. This interest is due to the ability of providing accurate state-space models for multivariable linear systems directly from input-output data. The methods have their origin in classical state-space realization theory as developed in Matlab Ident tool application. The results show parameters of object. Given models are used for comparing different algorithms. The approach based on a linear model for performing errors with respect to prediction methods is established.

**Keywords:** system identification, work flow, Matlab ident tool, dry electrical filter, state-space, linear model.

**Introduction.** System identification is generally the art of mathematical modeling, given input-output measurements from a dynamical system. The problem is of interest in a variety of applications, ranging from work flow process simulation and control of identification of dry electrical filters. In the classical system, the problem of the input identification (the control signal) is known exactly, whereas the output signal may be corrupted by additive noise. The process can also have external unmeasurable inputs.

**Estimating Linear Models Using Quick Start.** The main aim is to estimate and validate simple, continuous-time transfer functions from multi-input/single-output (MISO) data to find the one that best describes the dynamics of the system [1-5].

Continuous-time process models are low-order transfer functions that describe the dynamics of the system using static gain, a time delay before the system output responds to the input, and characteristic time constants associated with poles and zeros. Such models are popular in the industry and are often used for tuning PID controllers. Parameters of process model have physical significance [6-11].

We specify different process model structures by varying the number of poles, adding an integrator or including a time delay or zero. The highest process model order you can specify in this toolbox is three, and the poles can be real or complex (underdamped modes).

In general, a linear system is characterized by a transfer function  $G$ , which is an operator that takes the input and to the output  $y$ :

$$y = Gu \quad (1)$$

For a continuous-time system,  $G$  relates the Laplace transforms of the input  $U(s)$  and the output  $Y(s)$ , as follows:

$$Y(s) = G(s)U(s) \quad (2)$$

We estimate  $G$  using different process-model structures.

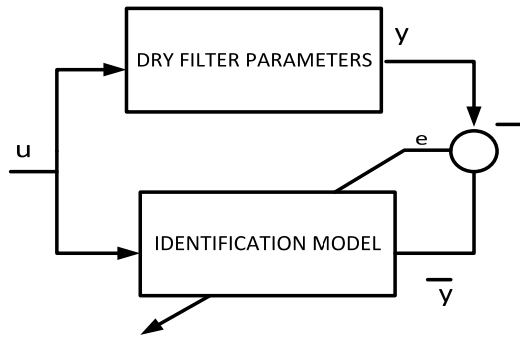


Figure 1 – Model scheme of identification

#### Preparing Data for System Identification

- Loading Data into the MATLAB Workspace
- Opening the System Identification App
- Importing Data Objects into the System Identification App
- Plotting and Processing Data

We use system of Identification app to estimate linear models in Matlab. Identification tool might produce the final linear models we decide to use, or provide with information required to configure the estimation of accurate parametric models, such as time constants, input delays, and resonant frequencies [7-12].

Matlab ident tool estimates the following four types of models and adds the following to the System Identification app with default names:

imp – Step response over a period of time using the impulse algorithm.

spad – Frequency response over a range of frequencies using the spa algorithm. The frequency response is the Fourier transform of the impulse response of a linear system.

By default, the model is evaluated at frequency values, ranging from 0 to the Nyquist frequency.

arxqs – Fourth-order autoregressive (ARX) model using the arx algorithm.

This model is parametric and has the following structure:

$$y(t) + a_1y(t-1) + \dots + a_ny(t-na) = b_1u(t-nk) + b_nbu(t-nk-nb+1) + e(t) \quad (3)$$

$y(t)$  represents the output at time  $t$ ,  $u(t)$  represents the input at time  $t$ ,  $n_a$  is the number of poles,  $n_b$  is the number of  $b$  parameters (equal to the number of zeros plus 1),  $n_k$  is the number of samples before the input affects output of the system it is called the *delay* or *dead time* of the model, and  $e(t)$  is the white-noise disturbance. System Identification Toolbox software estimates the parameters  $a_1 \dots a_n$  and  $b_1 \dots b_n$  using the input and output data from the estimation data set.

In arxqs,  $n_a=n_b=4$ , and  $n_k$  is estimated from the step response model impulse.

n4s3 – State-space model calculated using n4sid. The algorithm automatically selects the model order.

This model is parametric and has the following structure:

$$\begin{aligned} dy/dx &= Ax(t) + Bu(t) + Ke(t) \\ y(t) &= Cx(t) + Du(t) + e(t) \end{aligned} \quad (4)$$

$y(t)$  represents the output at time  $t$ ,  $u(t)$  represents the input at time  $t$ ,  $x$  is the state vector, and  $e(t)$  is the white-noise disturbance. The System Identification Toolbox product estimates the state-space matrices  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , and  $K$ .

**Validating the parameters of Model.** We generate the following plots during model estimation to validate the quality of the models:

- Step-response plot
- Frequency-response plot
- Model-output plot

#### Algorithms of using methods

1. In the Import Data dialog box, specify the following options:

**Object** – Enter  $z$  as the name of the MATLAB variable that is the time-domain data object. Press **Enter**.

**Data name** – Use the default name z, which is the same as the name of the data object you are importing. This name labels the data in the System Identification app after the import operation is completed.

**Starting time** – Enter 0 as the starting time. This value designates the starting value of the time axis on time plots.

**Sample time** – Enter 1 as the time between successive samples in seconds. This value represents the actual sample time in the experiment.

We use following parameters of dry electronic filter work flow process [14-16]:

Table 1 – Input parameters for Identification process

№	MW	kPa	kPa	kPa	kPa	T left	T right
1	26,1	-0,186	-0,189	-0,197	-0,2	79,5	77,2
2	26,1	-0,186	-0,189	-0,197	-0,2	79,4	77
3	26	-0,186	-0,189	-0,197	-0,2	79,4	76,9
4	26	-0,181	-0,186	-0,193	-0,204	79,4	76,9
5	25,9	-0,176	-0,183	-0,189	-0,208	79,4	76,9
6	25,8	-0,176	-0,183	-0,189	-0,208	79,4	76,9
7	24,9	-0,177	-0,179	-0,188	-0,193	79,1	76,6
8	24,9	-0,177	-0,179	-0,188	-0,193	79,1	76,6
9	24,9	-0,175	-0,179	-0,187	-0,198	79,1	76,6
10	24,9	-0,173	-0,178	-0,186	-0,202	79,1	76,6
11	24,9	-0,173	-0,176	-0,181	-0,197	79,1	76,6
12	24,9	-0,174	-0,173	-0,176	-0,191	79,1	76,6
13	24,9	-0,174	-0,173	-0,176	-0,191	79,1	76,6
14	24,9	-0,175	-0,171	-0,177	-0,182	79,1	76,6
15	25	-0,175	-0,171	-0,177	-0,182	79,1	76,6
...	...	...	...	...	...	...	...
447	24,3	-0,194	-0,203	-0,208	-0,218	81,6	79
448	24,2	-0,194	-0,203	-0,208	-0,218	81,7	79,2
449	24,2	-0,194	-0,203	-0,208	-0,218	81,8	79,3
500	24,1	-0,201	-0,2	-0,21	-0,216	81,8	79,4

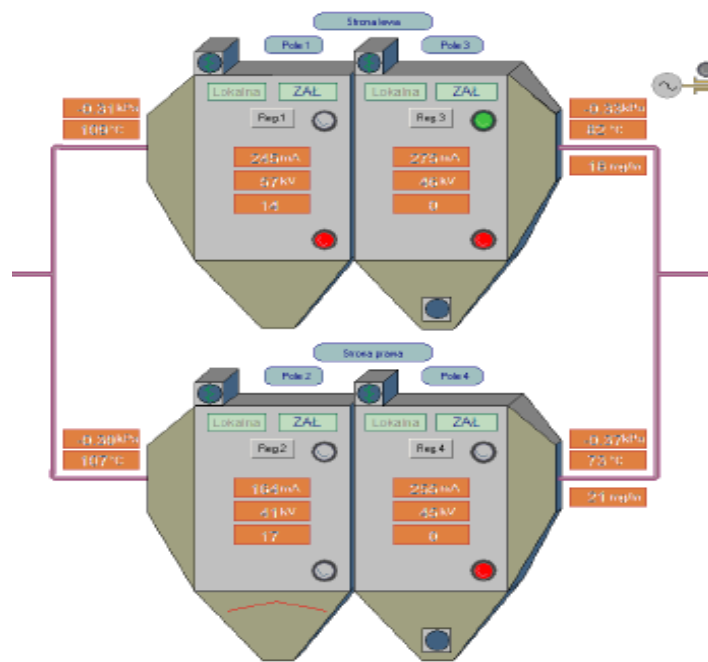


Figure 2 – Dry electronic filter contraction. Industry scheme

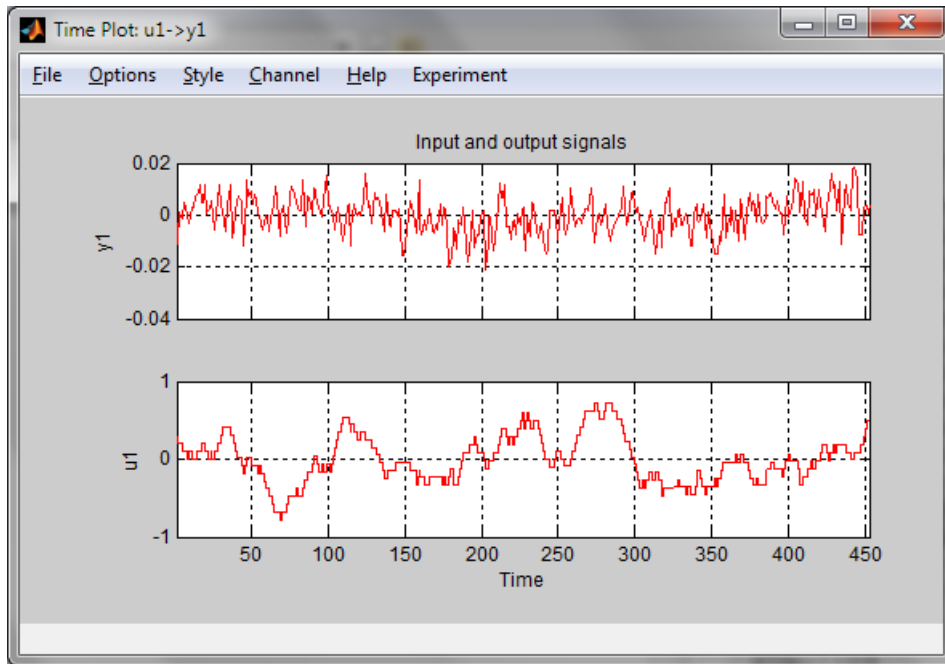


Figure 3 – Input parameters of dry electronic filter

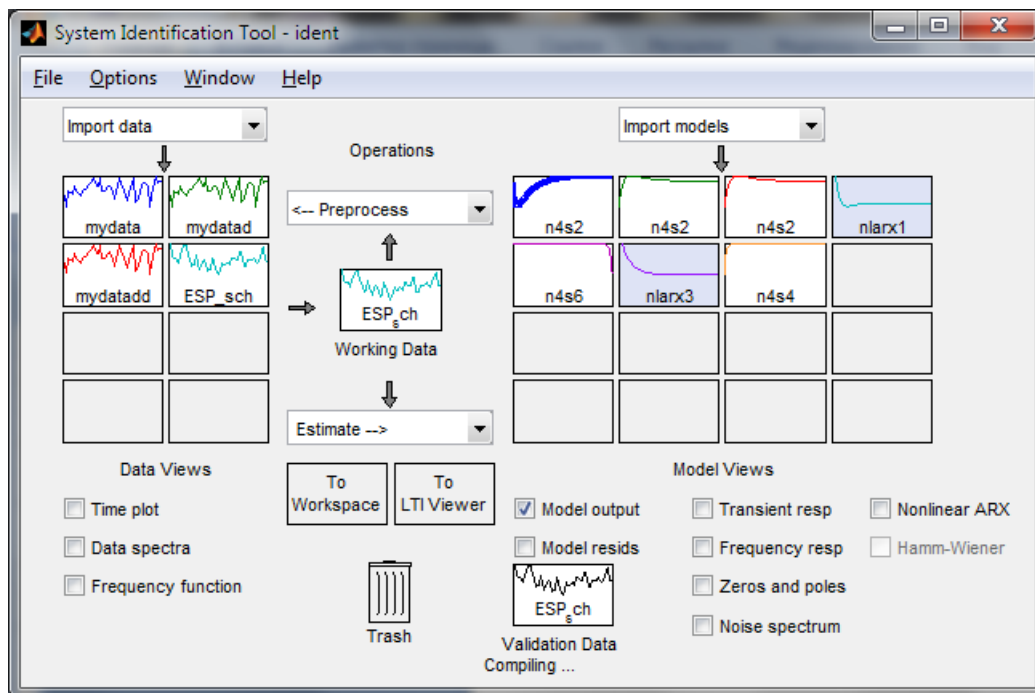


Figure 4 – Identification toolbox interface importing Data Arrays into the System Identification App



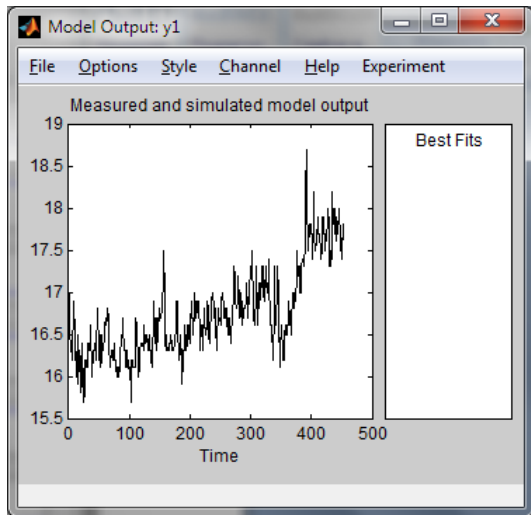


Figure 5 – Measured and simulated model output parameters

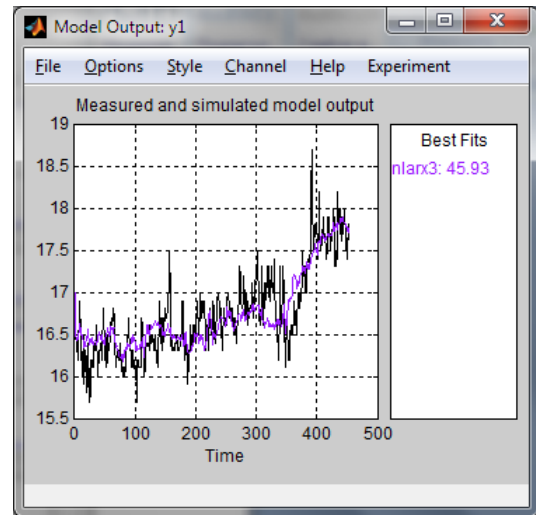


Figure 6 – Comparison of state space and auto regression models

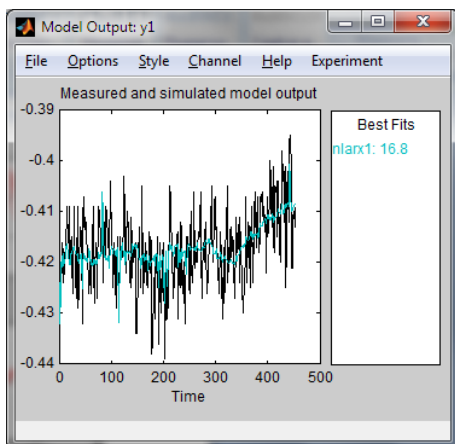


Figure 7 – Model input parameter and nonlinear regression models. Nonlinear ARX model with 6 outputs and 5 inputs of dry filter parameters

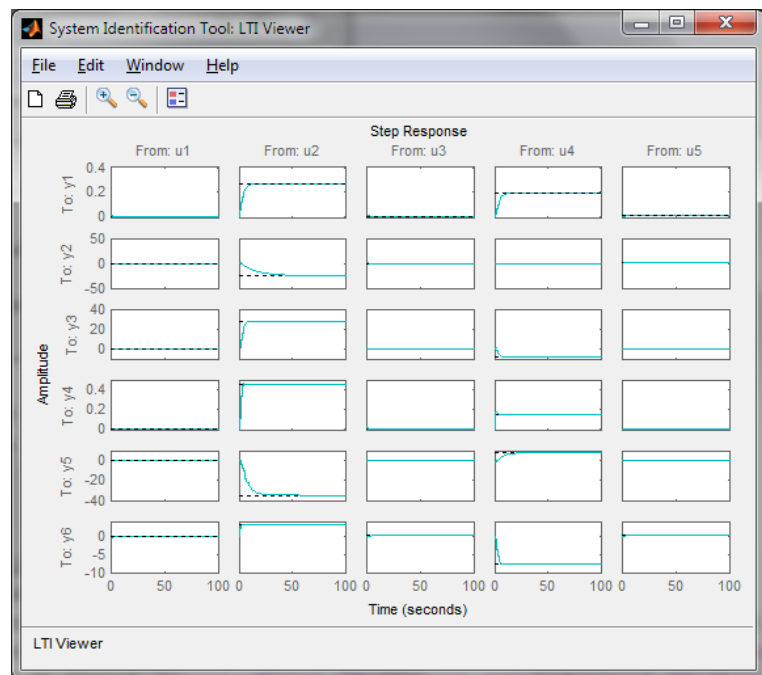


Figure 8 – Step Response for imp, arxqs, and n4s3

Results of identification

n4s2 =

Continuous-time state-space model:

$$\begin{aligned} dx/dt &= A x(t) + B u(t) + K e(t) \\ y(t) &= C x(t) + D u(t) + e(t) \end{aligned} \quad (5)$$

A =

	x1	x2
x1	-0.05693 +/- 6.441e+09	0.01739 +/- 2.146e+10
x2	-0.005346 +/- 4.515e+10	-0.1786 +/- 6.441e+09

B =

	u1	u2
x1	0.0003299 +/- 1.234e+09	-0.001577 +/- 3.301e+10
x2	0.007712 +/- 3.181e+09	-0.2066 +/- 8.533e+10

	u3	u4
x1	-0.00341 +/- 5.44e+08	-0.1047 +/- 1.467e+10
x2	-0.001557 +/- 1.379e+09	0.005271 +/- 3.879e+10

	u5
x1	-0.003706 +/- 1.245e+09
x2	-0.007006 +/- 3.129e+09

C =

	x1	x2
y1	0.006681 +/- 1.08e+09	-0.001838 +/- 1.248e+09
y2	-5.027 +/- 1.056e+12	-1.897 +/- 1.175e+12
y3	-0.3289 +/- 5.391e+11	-1.44 +/- 6.024e+11
y4	0.01175 +/- 2.982e+09	0.006178 +/- 3.312e+09
y5	-5.484 +/- 1.201e+12	2.794 +/- 1.379e+12
y6	-1.924 +/- 2.819e+11	-0.1478 +/- 3.19e+11

D =

	u1	u2	u3	u4	u5
y1	0	0	0	0	0
y2	0	0	0	0	0
y3	0	0	0	0	0
y4	0	0	0	0	0
y5	0	0	0	0	0
y6	0	0	0	0	0

K =

$$\begin{array}{cc} & y1 & y2 \\ x1 & 0.1524 + / - 3.063e + 10 & -0.1131 + / - 2.835e + 10 \\ x2 & -0.1409 + / - 8.319e + 10 & -0.1448 + / - 7.092e + 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} & y3 & y4 \\ x1 & -0.004747 + / - 1.622e + 10 & -0.1091 + / - 1.592e + 10 \\ x2 & -0.1013 + / - 4.18e + 10 & -0.02567 + / - 4.1e + 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} & y5 & y6 \\ x1 & -0.09313 + / - 3.416e + 10 & -0.02387 + / - 4.575e + 09 \\ x2 & 0.1997 + / - 9.117e + 10 & 0.02006 + / - 1.243e + 10 \end{array}$$

**Conclusion.** The aim of this paper is to give a guided tour through the scattered land of subspace-based methods for system identification. In order to achieve this aim different methods have been grouped into the realization-based and the direct 4SID methods. The members of the former class explicitly form estimates of the step response parameters, whereas the direct methods were based on the input-output relation (2). A number of similarities between different methods were pointed out. In particular, the basic 4SID methods were considered in this paper.

#### REFERENCES

- [1] V. Balakrishnan, "System identification: theory for the user (second edition)," *Automatica*, vol. 38, no. 2, pp. 375–378, 2002.
- [2] P. R. Chandler, M. Pachter, and M. Mears, "System-Identification for Adaptive and Reconfigurable Control," *J. Guid. Control Dyn.*, vol. 18, no. 3, pp. 516–524, 1995.
- [3] L. Ljung, "System Identification," *Div. Autom. Control*, 2007.
- [4] L. Ljung, "Perspectives on system identification," in *Annual Reviews in Control*, 2010, vol. 34, no. 1, pp. 1–12.
- [5] I. Sa and P. Corke, "System identification, estimation and control for a cost effective open-source quadcopter," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2012, pp. 2202–2209.
- [6] P. M. J. Van Den Hof and R. J. P. Schrama, "Identification and control - Closed-loop issues," *Automatica*, vol. 31, no. 12, pp. 1751–1770, 1995.
- [7] Wojcik W., Kotyra A, Wykorzystanie obrazu płomienia do oceny stabilności spalania mieszanin pyłu węglowego i biomasy (in Polish), *Pomiary Automatyka Kontrola*, 03 (2005), 34-36
- [8] Wójcik W., Kotyra A., Golec T., Gromaszek K., Vision based monitoring of coal flames, *Przegląd Elektrotechniczny*, 84 (2008), n.3, 241-243
- [9] Choi B.S., Fletcher C.A.J., Turbulent particle dispersion in an electrostatic precipitator, *Applied Mathematical Modelling*, 22 (1998), 1009-1021
- [10] Yamamoto T., Velkoff H.R., Electrohydrodynamics in an electrostatic precipitator, *Journal of Fluid Mechanics*, 108 (1981), 1-18
- [11] Kallio G.A., Stock D.E., Interaction of electrostatic and fluid dynamic fields in wire-plate electrostatic precipitators, *Journal of Fluid Mechanics*, 240 (1992) 133-166
- [12] Watanabe T., Calculation of flyash particle motion and its migration velocity in an electrostatic precipitator, *Conf. Rec. IEEE Indust. Appl. Soc. Annu. Meet.* (1989) 2126-2136
- [13] Meroth A.M. , Rastogi A.K. , Schwab A.J., Numerical computation of the turbulent particulated flow in an electrostatic precipitator, *International Symposium on Filtration and Separation of Fine Dust*, Vienna (1996)
- [14] Cristina S. , Feliziani M., Calculation of ionized fields in dc electrostatic precipitators in the presence of dust and electric wind, *IEEE Trans. Industry Appl.*, 31 (1995), 1446-1451
- [15] Yakhot V., Orszag S.A., Renormalization group analysis of turbulence, I. Basic theory, *J. Sci. Comput.*, 1 (1986), 3-51
- [16] Durst F., Milojevic D., Schonung B., Eulerian and Lagrangian predictions of particulate two-phase flows: a numerical study, *Appl. Math. Modelling*, 8 (1984), 101-115

- [17] "Chronicle". GEA Bischoff. Retrieved 25 January 2014
- [18] Durst F., Milojevic D., Schonung B., Diaconescu E., The use of NARX Neural Networks to predict Chaotic Time Series, WSEAS Transactions on Computer Research, 3 (2008), 182 – 191
- [19] Haykin S., Neural Networks, Pearson Education, 1999
- [20] Zhussupbekov S.S., G.M Tokhtabaev // Research, development and implementation of the operational control system flue gas path medeplavnogo production, Almaty: KazPTI 1998g.109-110.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б. Балакришнан Balakrishnan, "Идентификация системы: теория для пользователя (второе издание)," Автоматика, т. 38, 2, стр375–378, 2002.
- [2] П. Р. Чандлер, М. Пэчтер и М. Мирис, "Система-идентификации для адаптивных и Реконфигурируемая Управление", Т. 18, стр. 516-524, 1995.
- [3] Л. Льюнг, "Идентификация систем" Диф. Автом. Контроль, 2007.
- [4] Л. Льюнг, "Перспективы идентификации системы", в ежегодных обзоров в управлении, 2010, т. 34, стр. 1-12.
- [5] И. Са и Р. Корке, "Идентификация системы, оценка и контроль за экономически эффективным с открытым исходным кодом Quadcopter," Труды - IEEE Международная конференция по робототехнике и автоматизации, 2012, стр. 2202-2209.
- [6] П. М. Ж. ван ден Хоф и Р. Ж. П. Шрама, "Идентификация и управление - проблемы с замкнутым контуром," Автоматика, т. 31, нет. 12, стр. 1751-1770, 1995 .
- [7] В. Wojcik, А. Котуга., Применение изображения для оценки стабильности горения пламени пылевидного угля и смесей биомассы (на польском языке) Измерение автоматического управления, 03 (2005) 34-36.
- [8] В. Wojcik, Котуга А., Т. Golec, Gromaszek К., видение на основе мониторинга угля пламени, Electrical Review, 84 (2008), n.3, 241-243
- [9] Choi B. C., Флетчер С.А.Д., Турбулентная дисперсия частиц в электрофильтра, Прикладная Математическое моделирование, 22 (1998) 1009-1021
- [10] Т. Ямамото, Х. Р. Velkoff, Электродинамика в электрофильтр, журнал Fluid Mechanics, 108 (1981) 1-18
- [11] Г. А. Каллио, Д. Е. Сток, Взаимодействие электростатических и гидродинамических полей в проводящих пластинчатых электрофильтрах, журнал Механика жидкости, 240 (1992) 133-166
- [12] Т. Ватанабе, Расчет движения частиц зольной пыли и скорости его миграции в электрофильтра, Conf. Rec. IEEE Indust. Appl. Soc. Annu. Знакомства. (1989) 2126-2136.
- [13] Meroth A.M., Растоги А.К. А. Я. Шваб, Численное вычисление турбулентного потока частиц в электрофильтра, Международный симпозиум по вопросам фильтрации и сепарации мелкодисперсной пыли, Вена (1996).
- [14] S. Cristina, Feliziani M., Расчет ионизированных полей в цепях постоянного электрофильтров в присутствии пыли и электрических лифтов, IEEE Trans. Промышленность Appl., 31 (1995) 1446-1451.
- [15] Yakhot B., Orszag С.А., Ренормгруппа анализ турбулентности, I. Основы теории, J. Sci. Вычи., 1 (1986) 3-51
- [16] F. Durst, Милоевич Д. Б. Schonungen, Эйлерово и лагранжевы предсказания частиц двухфазных течений: численное исследование, Appl Math.. Моделирование, 8 (1984) 101-115
- [17] "Хроника". GEA Bischoff. Проверено 25 января 2014.
- [18] F. Durst, Милоевич Д. Б. Schonungen, Дяконеску Е. Использование NARX нейронных сетей для прогнозирования временных рядов Хаотичное, WSEAS Сделки на компьютерных исследований, 3 (2008), 182 – 191
- [19] С. Хайкин, нейронные сети, Pearson Education 1999.
- [20] Жусупбеков С.С., Тохтабаев Г.М., // Исследование, разработка и внедрение системы оперативного управления газоходным трактом медеплавного производства г.Алматы: КазПТИ 1998г.109-110.

**С. С. Жүсіпбеков<sup>1</sup>, А. М. Искакова<sup>1</sup>, В. Войцик<sup>2</sup>, Ж. Ж. Омирбекова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,  
Люблин технологиялық университеті,  
Электроника және ақпараттық технология институты, Люблин, Польша<sup>2</sup>,

#### **ҚҰРҒАҚ ЭЛЕКТРСҮЗГІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ СЫЗЫҚТЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯСЫН ЖАСАУ**

**Аннотация.** Берілген негізгі жұмыстың мақсаты құрғақ электрсүзгінің жұмыс үрдісін сызықты идентификацияда жасалып көрсетілген. Бұл қызығушылық моделдің кеңістік күйін дәл және берілген тәуелсіз кіріс-

шығыс сызықты жүйедегі көпфакторлар үшін ұсынылған мүмкіндік. Кеңістік күйінің классикалық теориясының туындауын нақтылау әдісінде Matlab Ident бағдарламалық ортасында ұсынылған. Объектідегі параметрлерді зерттеу. Өртүрлі алгоритмдерді салыстыру үшін моделдеу келтіріліп қосылған. Негізгі сызықты моделдеуді орындау үшін қатынастық бойынша қателікті болжау әдістері шарт бойынша қолданылған.

**Түйін сөздер:** идентификация жүйесі, технологиялық үрдіс, Matlab iden ttool, құрғақ электрсүзгісі, кеңістік моделінің күйі, сызықты модель.

С. С. Жусупбеков<sup>1</sup>, А. М. Исакова<sup>1</sup>, В. Войцик<sup>2</sup>, Ж. Ж. Омирбекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы Казахстан,

<sup>2</sup>Люблинский технологический университет,

Институт электроники и информационных технологий, Люблин, Польша

### ЛИНЕЙНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СУХИХ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ

**Аннотация.** Целью данной работы является линейная идентификация рабочего процесса сухого электрофилтра. Этот интерес обусловлен возможностью предоставления точных моделей пространства состояний для многофакторных линейных систем непосредственно от ввода-вывода данных. Методы имеют свое происхождение в классической теории пространства состояний реализации, разработанные в применении инструмента Matlab Ident. Исследование параметров объекта сухих электрофильтров. Приведенные моделирования включены для сравнения различных алгоритмов. Найден подход на основе линейной модели для выполнения по отношению к методам прогнозирования ошибок, при условии, что система должным образом эксплуатирована.

**Ключевые слова:** идентификация системы, технологический процесс, Matlab iden tool, сухой электрофильтр, модель пространства состояний, линейная модель.

#### Сведение об авторах:

Жусупбеков Сарсенбек Сейтбекович – канд. тех. наук, доцент кафедры "Автоматизация и управление" КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы Казахстан.

Исакова Айгуль Малдыбековна – старший преподаватель, доктор PhD кафедры "Автоматизация и управление" КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.

Войцик Вальдемар – д.т.н., профессор Люблинский технологический университет, Институт электроники и информационных технологий, Люблин, Польша.

Омирбекова Жанар Жумахановна – старший преподаватель, доктор PhD кафедры "Автоматизация и управление" КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)**

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 11.10.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
17,9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.