



Digitally signed by
Library TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity
of this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ
ȘI MICROELECTRONICĂ
DEPARTAMENTUL INGINERIA SOFTWARE
ȘI AUTOMATICĂ**

**PROGRAMUL DE STUDII
AUTOMATICĂ ȘI INFORMATICĂ**

TEORIA SISTEMELOR AUTOMATE

Ghid pentru proiectarea de curs

**Chișinău
Editura „Tehnica-UTM”
2021**

CZU 681.51/.53(075)

I-99

Ghidul pentru proiectare este destinat studenților care studiază Programul de studiu 0714.6 *Automatică și informatică* pentru aprofundarea cunoștințelor și elaborarea proiectului de curs la disciplina *Teoria sistemelor automate*.

În cadrul acestei lucrări sunt abordate aspectele importante ale teoriei sistemelor automate pentru rezolvarea problemelor specifice de analiză a stabilității și performanțelor modelelor structurilor de sisteme automate neliniare și cu eșantionare. Sunt prezentate exemple de calcul al modelelor sistemelor neliniare și cu eșantionare și analiza proprietăților acestora.

Ghidul include 5 capitole, bibliografie și 6 anexe.

Autor: conf. univ., dr. șt. tehn. B. Izvoreanu

Recenzent: acad., cerc. șt., dr. șt. tehn. V. Cheibaș

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Izvoreanu, B.

Teoria sistemelor automate: Ghid pentru proiectarea de curs / B. Izvoreanu; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Departamentul Ingineria Software și Automatică, Programul de Studii Automatică și Informatică.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 110 p.: fig. color, tab.

Bibliogr.: p. 100-101 (18 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-738-5.

681.51/.53(075)

I-99

ISBN 978-9975-45-738-5

© UTM, 2021

CUPRINS

1. SISTEME AUTOMATE NELINIARE	5
1.1 Generalități	5
1.2 Metoda planului fazelor.....	6
1.3 Metoda funcției de descriere	10
1.4 Metoda planului Mihailov (metoda algebrică	15
1.5 Metoda planului Nyquist (metoda Goldfarb)	16
1.6 Criteriul V.M. Popov de stabilitate absolută a sistemului neliniar	17
2. ANALIZA STABILITĂȚII SISTEMULUI AUTOMAT NELINIAR	21
2.1. Determinarea funcției de transfer a părții liniare a sistemului neliniar	21
2.2. Ecuația diferențială și ecuațiile de stare ale sistemului neliniar	23
2.3. Analiza stabilității sistemului neliniar în planul Mihailov.....	26
2.4. Analiza stabilității sistemului neliniar în planul Nyquist.....	36
2.5. Analiza stabilității absolute a sistemului neliniar după criteriul Popov	40
2.6. Simularea și analiza stabilității și performanțelor sistemului neliniar.....	44
2.7. Analiza stabilității sistemului neliniar cu element integrator	47
3. SISTEME AUTOMATE CU EȘANTIONARE	49
3.1. Ecuația cu diferențe finite și ecuația recursivă ale sistemului cu eșantionare.....	49
3.2. Schema structurală și funcțiile de transfer ale sistemului cu eșantionare închis	50
3.3. Analiza stabilității sistemului automat cu eșantionare.....	53
3.4. Performanțele sistemului automat cu eșantionare.....	54
4. ANALIZA SISTEMELOR AUTOMATE CU EȘANTIONARE.....	58
4.1. Funcția de transfer a sistemului automat cu eșantionare închis	58
4.2. Determinarea polinomului $B(z)$ a f.d.t. a sistemului cu eșantionare	61
4.3. Calculul polinomului $A(z)$ a f.d.t. a sistemului.....	68
4.4. Determinarea funcției de transfer a sistemului automat	

cu eșantionare închis	88
4.5. Analiza stabilității sistemului automat cu eșantionare	89
4.6. Performanțele sistemului automat cu eșantionare	90
5. DESCRIEREA SARCINII PROIECTULUI DE CURS	92
5.1. Sarcina proiectului de curs	92
5.2. Variante de teme la proiectare	93
5.3. Indicații metodice la realizarea proiectului	94
5.4. Cerințe la perfectarea proiectului de curs	97
BIBLIOGRAFIE	100
ANEXE	102
Anexa 1. Foaia de titlu	102
Anexa 2. Variante de date inițiale pentru proiect	103
Tabelul A2.1. Date inițiale ale sistemului automat	103
Anexa 3. Tipuri de neliniarități	104
Tabelul A3.1. Caracteristici statice ale neliniarităților	104
Anexa 4. Funcții de timp și imaginea lor	106
Tabelul A4.1. Funcții de timp continuu și discret și imaginea Laplace s și transformata z	106
Anexa 5. Funcții de transfer ale elementelor dinamice în transformata Laplace s în transformata z	107
Tabelul A5.1. Funcții de transfer ale elementelor dinamice în transformata Laplace s și în transformata z	107
Anexa 6. Sarcina individuală pentru proiect	110
Tabelul A6.1. Sarcina individuală pentru proiect a studentului	110
Tabelul A6.2. Graficul de elaborare a capitolelor proiectului de curs	110

BIBLIOGRAFIE

1. *Automatica*. Coord. I. DUMITRACHE. București: Editura Academiei Române, 2009, V. 1, 961 p. ISBN 978-973-27-1883-4.
2. BELEA, C. *Automatica neliniară*. București: EDP, 1983, 440p.
3. COJUHARI, Irina, IZVOREANU, B. *Modelare și identificare. Ghid pentru proiectarea de curs*. Chișinău, 2015, 120 p. ISBN 978-9975-45-376-9.
4. BALABANOV, A.A. *KOPRAS. Tehnika komputernogo modelirovania avtomaticheskikh sistem*. Ch.: TUM, 2004, T.1, 390 s. ISBN 9975-9771-4-8.
5. GAIDUK, A.R. *Teoria avtomaticheskogo upravlenia*. M.: Vyssh. shkola, 2010, 415 s. ISBN 978-5-06-006055-3.
6. DYNNIKOV, A.I. *Tzifrovye sistemy upravlenia*. M.: МФТИ, 2006, 196 s. ISBN 5-7417-0151-5.
7. IVASHCHENKO, N.N. *Avtomaticheskoe regulirovanie*. M.: Mashinostroenie, 1978, 736 s.
8. KIM, D.P. *Teoria avtomaticheskogo upravlenia*. T.2. *Mnogomernye, nelineinye, optimalinye i adaptivnye sistemy*. M.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 464 s. ISBN 5-9221-0534-5.
9. KIM, D.P., DIMITRIEVA, N.D. *Sbornik zadach po teorii avtomaticheskogo upravlenia. Lineinye sistemy*. M.: ФИЗМАТЛИТ, 2007, 168 s. ISBN 978-5-9221-0873-7.
10. LUKAS, V.A. *Teoria avtomaticheskogo upravlenia*. M.: Nedra, 1990, 416 s. ISBN 5-247-01027-2.
11. *Metody klassicheskoi i sovremennoi teorii avtomaticheskogo upravlenia*. T. 1. *Matematicheskie modeli, dinamicheskie haracteristiki i analiz sistem avtomaticheskogo upravlenia*. Pod. red. K.A. PUPKOVA, N.D. EGUPOVA. M.: Izd-vo MGTU im. N. E. BAUMANA, 2004, 656 s. ISBN 5-7038-2189-4.
12. PANTELEEV, A.V., BORTAKOVSKII, A.S. *Teoria upravlenia v primerah i zadachah*. M.: Vyssh. shkola, 2003, 583 s. ISBN 5-06-004136-0.
13. POPOV, E.P. *Prikladnaiea teoria protzessov upravlenia v nelineinyh sistemah*. M.: Nauka, 1973, 584 s.
14. *Sbornik zadach po teorii avtomaticheskogo regulirovania i*

upravlenia. Pod red. V.A. BESEKERSKOGO. M.: Nauka, 1978, 512 s.

15. *Teoria avtomaticheskogo upravlenia. Nelineinye sistemy upravlenia pri sluchainykh vozdeistvieah*. Pod red. A.V. Netushila. M.: Vyssh. shkola, 1983, 432 s.

16. *Teoria avtomaticheskogo upravlenia*. Pod red. V.B. IAKOVLEVA. M.: Vyssh. shkola, 2005, 567s. ISBN 5-06-004096-8.

17. TOPCHEEV, Iu. I., TZYPLEAKOV, A.P. *Zadachnik po teorii avtomaticheskogo regulirovania*. M.: Mashinostroenie, 1977, 592 s.

18. VOICU, M. *Introducere în automatică*. Iași: Editura Dosoftei, 1998, 237 p. ISBN 973-9135-60-9.