



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

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI
TRANSPORTURI
DEPARTAMENTUL INGINERIA FABRICAȚIEI

Alexei TOCA, Tatiana NIȚULENCO, Rodion CIUPERCĂ

ANALIZA SISTEMICĂ ȘI FUNCȚIONALĂ

Chișinău
Editura „Tehnica-UTM”
2022

CZU 62(075.8)

T 67

Lucrarea este destinată studenților instituțiilor de învățământ superior din domeniile ingineriei industriale și ingineriei mecanice.

Referenți științifici:

prof. univ., dr. hab. Valeriu Dulgheru

conf. univ., dr. Ion Bodnariuc

Tehnoredactare computerizată: Tatiana Nițulenco

Coperta: Valeriu Podborschi

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Toca, Alexei.

Analiza sistemică și funcțională / Alexei Toca, Tatiana Nițulenco, Rodion Ciupercă; referenți științifici: Valeriu Dulgheru, Ion Bodnariuc; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Ingineria Fabricației. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. – 281 p.: fig., tab.

Referințe bibliogr.: p. 275-281 (63 tit.). – 100 ex.

ISBN 978-9975-45-767-5.

62(075.8)

T 67

Bun de tipar 07.02.22

Formatul 60x84 1/16

Hârtie ofset

Tipar RISO

Comanda nr. 12

2004, UTM, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare, 168

Editura “Tehnica-UTM”

2045, Chișinău, str. Studenților 9/9

ISBN 978-9975-45-767-5

© A.Toca, T.Nițulenco, R.Ciupercă, 2022

© UTM, 2022

CUPRINS

Prefață.....	5
1. Analiza	6
1.1. Analiza calitativă.....	6
1.2. Două moduri de abordare a analizei.....	9
2. Noțiuni de sistem și abordare sistemică.....	12
2.1. Sistemul.....	12
2.2. Elementul sistemului.....	14
2.3. Mediul sistemului.....	15
2.4. Granița sistemului.....	17
2.5. Tipologia sistemelor.....	19
2.6. Criteriile (aspectele) analizei sistemice.....	21
2.7. Procesul și sistemul de transformare.....	35
3. Proprietățile și manifestarea lor.....	40
3.1. Interacțiunea obiectelor.....	48
3.2. Condiții de manifestare a proprietăților.....	59
3.2.1. Condiții naturale de manifestare a proprietăților.....	59
3.2.2. Condiții modificate la manifestarea proprietăților.....	63
3.2.3. Condiții de manifestare a proprietăților modificate ca rezultat al interacțiunii dintre obiectele analizate.....	74
3.3. Definirea și măsurarea proprietăților.....	79
3.3.1. Definirea și măsurarea proprietăților obiectelor geometrice	82
3.3.2. Definirea și măsurarea proprietăților materialelor solide.....	88
3.3.2.1. Formarea proprietăților materialelor metalice.....	88
3.3.2.2. Materiale metalice cu proprietăți determinate de compoziția chimică și de structură.....	91
3.3.2.3. Formarea proprietăților materialelor vitroase.....	95
3.3.2.4. Materiale vitroase cu proprietăți determinate de compoziția chimică și de structură.....	97
3.3.2.5. Proprietățile materialelor inteligente.....	101
3.3.2.6. Măsurarea proprietăților materialelor solide.....	104
3.3.3. Definirea și măsurarea proprietăților obiectelor-procese.....	110

3.3.4. Definirea și măsurarea proprietăților obiectelor-produse (tehnologiilor de produs).....	116
3.3.5. Măsurarea proprietăților obiectelor complexe imateriale.....	123
3.3.6. Formarea programată a proprietăților obiectelor.....	124
4. Funcția și structura sistemului (obiectului).....	128
4.1. Funcția sistemului.....	128
4.2. Structura sistemului.....	140
4.3. Organizarea sistemului.....	143
4.4. Funcționarea sistemului.....	144
5. Analiza funcțională.....	147
5.1. Necesități–cerințe–funcții.....	147
5.2. Definirea funcțiilor.....	149
5.3. Caracteristicile funcțiilor.....	154
5.4. Tipologia funcțiilor.....	155
5.5. Nomenclatorul de funcții.....	163
5.6. Abordarea funcțională în sistemul valoric.....	164
5.7. Principiul dublei dimensionări a funcțiilor.....	167
5.8. Utilitatea funcțiilor.....	169
5.8.1. Modelarea relației „utilitatea funcției–dimensiunea tehnică”.....	173
5.8.2. Utilitatea funcției determinată de mai multe dimensiuni Tehnice.....	177
6. Dezvoltarea sistemelor.....	181
6.1. Dezvoltarea sistemelor tehnice.....	181
7. Proprietăți ale materialelor metalice.....	197
8. Proprietăți ale materialelor vitroase.....	229
9. Utilitatea funcțiilor parțiale ale arborelui unei transmisii cu roți dințate.....	267
Bibliografie.....	275

PREFAȚĂ

Globalizarea, concurența din ce în ce mai acerbă, integrarea industriilor la nivel regional și global fac tot mai actuală problema asigurării competitivității produselor industriale cu nivel înalt tehnic, tehnologic și scientointensiv și nu în ultimul rând în domeniul construcției de mașini. Nu este suficientă o calitate înaltă a produselor, se cere o îmbunătățire continuă a calității lor, creșterea performanțelor în exploatare în conformitate cu standardele europene și mondiale.

În toate activitățile inginerești de inovare, unul dintre cele mai importante principii ale calității lor presupune separarea nevoilor clienților ce trebuie satisfăcute de soluțiile alese ca răspuns. În tehnică și tehnologie este importantă separarea acțiunii de structurile și obiectele ce le realizează tradițional.

Analiza sistemică este unul dintre cele mai eficiente instrumente, ce permite soluționarea problemelor complexe de asigurare a progresivității tehnicii, tehnologiilor, produselor etc.

Abordarea funcțională s-a născut din reflecțiile unor analiști în domeniul ingineriei valorii, care, având aprofundate conceptele cele mai performante ale metodelor analizei valorii, au evidențiat faptul că, din punctul de vedere al utilizatorilor, calitatea unui produs se poate exprima prin percepția funcțiilor sale. Un produs, o tehnologie sunt tratate ca un sistem de funcții, care sunt sau urmează a fi materializate.

Atât analiza sistemică, cât și analiza funcțională operează cu proprietățile obiectelor, astfel încât noțiunea de proprietate devine elementul central al analizei. Proprietățile se manifestă în interacțiuni, prin interfețe, în anumite condiții naturale sau modificate artificial și sunt o sursă majoră de formare a funcțiilor.

Autorii și-au propus elaborarea unei lucrări, care să reprezinte un instrument metodologic, să contribuie la formarea unui nou mod de gândire a studentului, inginerului, proiectantului, analistului de produse și tehnologii pentru a le cunoaște mai profund și a le dezvolta continuu.

BIBLIOGRAFIE

1. Andreasen M.M. and McAloone T.C. Applications of the theory of technical systems - experiences from the “copenhagen school”. AEDS 2008 WORKSHOP 31 October – 1 November 2008, Pilsen - Czech Republic. Disponibil la: <https://www.designsociety.org>.
2. Ciobanu R.M., Condurache Gh., Paraschiv Dr. Ingineria valorii. Chişinău: Tehnica-Info, 2001. - 223 p.
3. Ciofu Iu., Niţulenco T., Bolunduţ I.-L., Toca A. Studiul şi ingineria materialelor (Materiale metalice). Chişinău: UTM, 2012. - 467 p. ISBN: 978-9975-45-218-8.
4. Ciofu Iu., Niţulenco T., Bolunduţ I.-L., Toca A. Simbolizarea materialelor metalice în sistemele de standarde GOST (Rusia), STAS (România) şi EN (Uniunea Europeană). Chişinău: UTM, 2013. - 252 p. ISBN: 978-9975-45-261-8.
5. Ciofu Iu., Niţulenco T., Bolunduţ I.-L., Toca A. Studiul şi ingineria materialelor (Materiale nemetalice). Sticla. Chişinău: UTM, 2014. - 256 p. ISBN: 978-9975-45-301-1.
6. Eder W. E. Theory of Technical Systems – Educational Tool for Engineering. Universal Journal of Educational Research 4(6): 1395-1405, 2016. DOI: 10.13189/ujer.2016.040617. Disponibil la: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1103203.pdf>.
7. Eder W. E. Theory of technical systems and engineering design science – legacy of Vladimir Hubka. Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia. Disponibil la: <https://www.designsociety.org/publication/26651/theory+of+technical+systems+and+engineering+design+science+-+legacy+of+vladimir+hubka>.
8. Eder W. E. Theory of technical systems -- unifying theme for design. Disponibil la: <https://peer.asee.org>.
9. Guang Chen & Chengzu Ren & Xiaoyong Yang & Xinmin Jin & Tao Guo. Finite element simulation of high-speed machining of titanium alloy (Ti–6Al–4V) based on ductile failure model. Int J Adv Manuf Technol (2011) 56:1027–1038 DOI 10.1007/s00170-

- 011-3233-6. Disponibil la: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-011-3233-6>.
10. Hammer Michael, Champy James. Reengineerig-ul (reproiectarea) întreprinderii. București: Tehnica, 1996. - 247 p.
 11. Hubka Vladimir. Principles of Engineering Design. Butterworth Scientific, London Boston Sydney Wellington Durban Toronto. 118 p. ISBN 0408-01105-X.
 12. Hubka V., Eder W. E. Theory of technical systems in the curriculum of engineering schools. Proceeding ICED 1999 Munich, Germany. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/279977082_THEORY_OF_TECHNICAL_SYSTEMS_IN_THE_CURRICULUM_OF_ENGINEERING_SCHOOLS.
 13. Hubka V., Eder W. E. Design science. Introduction to the needs, scope and organization of engineering design knowledge. Springer-Verlag London, 1996. - 245 p. ISBN: 3-540-19997-7.
 14. Moylan Shawn, Slotwinski John, Cooke April, Jurrens Kevin and Donmez M. Alkan. An Additive Manufacturing Test Artifact. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. Volume 119 (2014), pp.429-459. Disponibil la: <http://dx.doi.org/10.6028/jres.119.017>.
 15. Nițulenco Tatiana, Toca Alexei, Ciofu Iurie. Materiale inteligente. Aspect funcțional. Tehnologii moderne, calitate, restructurare. Culegere de lucrări științifice. Chișinău, 2007, V. 1, p.536-539. ISBN 978-9975-45-034-8, ISBN 978-9975-45-035-5.
 16. Nițulenco Tatiana, Toca Alexei, Ciofu Iurie. Modelarea proprietăților materialelor inteligente. Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LIV, Fascicula 1-3, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2008, p.333-336.
 17. Păun Mihai. Analiza sistemelor economice. București: All educational S.A. - 278 p.
 18. Plahteanu Boris. Ingineria valorii și performanța în creația tehnică. Iași: Performantica, 1999. - 400 p.
 19. Parslov J. F. Defining nteractions and nterfaces in Engineering Design. Technical University of Denmark. DCAMM Special Report

- No. S200. 2016. Disponibil la: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/126989964/S200_Jakob_Filipsson_Parslov.pdf.
20. Sossou G., Demoly F., Montavon G., Gomes S.. An additive manufacturing oriented design approach to mechanical assemblies. *Journal of Computational Design and Engineering* 5 (2018) 3-18. Disponibil la: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-additive-manufacturing-oriented-design-approach-Sossou-Demoly/154cf5ae3c503f2d644ac22d0a65c652aa80ba62>.
 21. Stoddard J. R., Law M. Functional interface-based assembly modeling. *Proceedings of IMECE2005*, november 5-11, 2005, Orlando, Florida USA. Disponibil la: <https://www.sigmetrix.com/wp-content/uploads/2012/11/Functional-Interface-Based-Assembly-Modeling.pdf>.
 22. Toca Alexei. *Dinamica mediului industrial contemporan și învățământul superior tehnic inovativ. Probleme teoretice și practice ale economiei proprietății intelectuale*. Chișinău, 2005, pp.93-99. ISBN 9975-911-52-8.
 23. Toca Alexei. Considerații privind conceptul mediului tehnologic flexibil. *Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LII, Fascicula Va, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2006, p.411-414*.
 24. Toca Alexei. Aspecte ale formării proprietăților funcționale ale produselor. *Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LIV, Fascicula 1-3, Secția Construcția de Mașini, Iași, 2008, p.337-340*.
 25. Toca Alexei, Iațhevici Vadim, Nițulenco Tatiana and Rusu Nicolae. Some aspects of technology transfer. *MATEC Web of Conferences* 178, 08006 (2018) IManE&E 2018 <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817808006>
 26. Toca A. About the mutual influence of design and technological dimensional structures at creation of the optimum technological processes to machining. *Proceedings of the 14th International Conference “Modern Technologies, Quality and Innovation – ModTech 2010”, Slanic Moldova, Romania, 2010, ISSN 2066 – 3919, pp. 623 - 626*

27. Bostan I., Toca A., Dulgheru V., Ciuperca R. Contributions to the developing of pintle wind turbines with helical blades. The 32nd International Scientific Conference “Modern Technologies in the XXI Century”. 6. Tehnologie, București, ATM, 2007, pp. 6.13-6.19
28. Weber Ch.. Theory of technical systems (TTS) – its role for design theory and methodology and challenges in the future. AEDS 2008 WORKSHOP 31 October - 1 November 2008, Pilsen - Czech Republic. Disponibil la: <https://www.designsociety.org>.
29. EN 10027-1. Designation systems for steels - Part 1. Steel names. Disponibil la: <http://www.tubular.in/files/EN/EN%2010027-1.pdf>.
30. EN 10025:2004 is the new European standard for structural steel. Disponibil la: <http://www.steelguru.com/uploads/technical/BSEN10025.pdf>.
31. EN 10028-7. Flat products made of steels for pressure purpose. Part 7. Stainles steels. Disponibil la: <http://www.scribd.com/doc/39242105/SR-EN-10028-7>.
32. EN 10083-1. Steels for quenching and tempering. Part 3. Conditions for allozs steels. Disponibil la: <http://wenku.baidu.com/view/3155f2ea19e8b8f67c1cb9d1.html>.
33. EN 10084. Case hardening steels. Technical delivery conditions. Disponibil la: <http://www.mascoterial.com/pdf/EN10084.pdf>.
34. EN 10088-1. Stainless Steels. Part 1. List of stainless steels. Disponibil la: http://www.4shared.com/get/RF5sWqTf/BS_EN_10088-1.html.
35. EN 10088-2. Stainless steels. Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes. Disponibil la: http://www.4shared.com/get/svn9U1hv/BS_EN_10088-2.html.
36. EN 10088-3. Stainless steels. Part 3. Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods and sections for general purposes. Disponibil la: http://www.4shared.com/document/805Q9Dkx/BS_EN_10088-3.html.
37. EN 10213-1. Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes. Part 1. General. Disponibil la: <http://wenku.baidu.com/view/66303d21dd36a32d73758195.html>.

38. EN 10213-2. Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes. Part 2. Steel grades for use at room temperature and at elevated temperature. Disponibil la: <http://wenku.baidu.com/view/b42726697e21af45b307a864.html>.
39. EN 10213-3-1995. Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes. Part 3. Steel for use at low temperatures. Disponibil la: <http://wenku.baidu.com/view/5b041241be1e650e52ea9902.html>.
40. EN 10213-4:1995. Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes - Part 4: Austenitic and austenitic-ferritic steel grades. Disponibil la: <http://bzxw.com/soft/UploadSoft/new3/BS--EN--10213-4--%281996%29.PDF>.
41. EN 410:1998. Glass in Building. Determination of luminous and solar characteristics of glazing. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-354895211.html>.
42. EN 13501-1:2018. Fire classification of construction products and building elements. Part 1. Classification using data from reaction to fire tests. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-72855637.html>.
43. EN 12758:2002. Glass in building. Glazing and airborne sound insulation. Product descriptions and determination of properties. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-280220764.html>.
44. EN 12150-1:2000. Thermally toughened soda lime silicate safety glass. Part 1. Definition and description. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-106243699.html>.
45. EN 13024-1:2002. Glass in building. Thermally toughened borosilicate safety glass. Part 1. Definition and description. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-281196689.html>.
46. EN 14321-1:2005. Glass in building. Thermally toughened alkaline earth silicate safety glass. Definition and description.
47. EN 572-1:2004. Glass in building. Basic products. Part 1. Definitions and general physical and mechanical properties. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-401764476.html>.
48. EN 1748-1-1:2016 EN 1748-1-1:2004. Glass In Building. Special Basic Products. Borosilicate Glasses. Part 1.1. Definition And

- General Physical And Mechanical Properties. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-76174359.html>.
49. EN 14178-1:2004. Glass in building. Basic alkaline earth silicate glass. Part 1. Float glass. Disponibil la: <http://www.spsp.gov.cn/DataCenter/Standard/PDFView.aspx?ca=RJbxdRGWL3A=>
 50. EN 12600:2002. Glass in building. Pendulum tests. Impact test method and classification for flat glass. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-74001826.html>.
 51. EN 13541:2001. Security glazing. Testing and classification of resistance against explosion pressure. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-281636564.html>.
 52. EN 673:1997. Glass in building. Determination of thermal transmittance (U value). Calculation method. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-284972289.html>.
 53. EN ISO 1182:2010. Reaction to fire tests for products. Non-combustibility test. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-292656254.html>.
 54. EN ISO 1716:2010. Reaction to fire tests for building products. Determination of the heat of combustion (calorific value). Disponibil la: <http://www.docin.com/p-292659569.html>.
 55. EN ISO 12543-1:2011. Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Definitions and description of component parts. Disponibil la: <http://www.scribd.com/doc/102335449/BS-EN-ISO-12543-1-1998-pdf>.
 56. EN ISO 12543-2:2011. Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Laminated safety glass. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-26033186.html>.
 57. EN ISO 12543-3:2011. Glass In Building. Laminated Glass And Laminated Safety Glass. Part 3. Laminated Glass. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-61384846.html>.
 58. EN ISO 12543-4:2011. Glass in building. Laminated glass and laminated safety glass. Test methods for durability. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-61384889.html>.

59. EN ISO 717-1:2013. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part.1. Airborne sound insulation. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-292650010.html>.
60. EN ISO 717-2:2013. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2. Impact sound insulation. Disponibil la: <http://www.scribd.com/doc/67827583/ISO-717-2>.
61. ISO 10293:1997. Glass in building. Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing. Heat flow meter method. Disponibil la: <http://www.docin.com/p-320168039.html>.
62. ISO 13041-6:2009. Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres. Part 6. Accuracy of a finished test piece. Disponibil la: https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_ISO_13041-5-2016.
63. ISO 10791.7-2020. Test conditions for machining centres. Part 7. Accuracy of finished test pieces. Disponibil la: <https://docs.cntd.ru/document/1200146048>.