

# **INSTRUMENTELE VIRTUALE SI AUGMENTATE ALE PRODUCTIEI MODERNE**

**Student:**

**Grigoriev Evgheni**

**Conducător:**

**conf.dr. Alexei Toca**

**Chişinău – 2019**

**Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Programul Ingineria Produsului și a Proceselor în Construcția de Mașini**

**Admis la susținere**  
**Șef de dpt: conf.dr. Sergiu Mazuru**

**” – ” \_\_\_\_\_ 2019**

# **INSTRUMENTELE VIRTUALE SI AUGMENTATE ALE PRODUCTIEI MODERNE**

**Teză de master**

**Student: \_\_\_\_\_ (Grigoriev Evgheni)**

**Conducător: \_\_\_\_\_ (Alexei Toca)**

**Chișinău – 2019**

## REZUMAT

GRIGORIEV EVGHENI. Instrumentele virtuale si augmentate ale productiei moderne. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini; 2019. Teză de master: pag. 77; desene – 50.

Lucrarea dată se referă la studiul dezvoltării sistemelor și proceselor bazate pe Realitatea Virtuală și pe Realitatea Augmentată în cadrul conceptului Industry 4.0. Au fost analizate conceptele și instrumentele Realității Virtuale care se manifestă la 3 nivele: ingineria proceselor, organizarea proceselor și organizarea întreprinderilor. Au fost analizate instrumentele Realității Augmentate și domeniile de aplicare: dezvoltarea de produs, dezvoltarea proceselor, fabricația, urmărirea fabricației, tehnologiile CAM/CNC, programarea robotilor, asamblarea, mentenanța etc. Se constată că tot mai frecvent este utilizată sintagma “Asistat de Realitatea Augmentată” – ARAD, ARAE, ARAM etc. prin analogie cu sintagmele bine cunoscute CAD, CAE, CAM etc. ce reflectă “Asistat de Calculator”

## SUMMARY

GRIGORIEV EVGHENI. Tools of virtual and augmented realities of modern production. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Transports; Department of Machine Building Technology, 2019. Master thesis: page 76; drawings - 50.

This thesis addresses the study of the development of systems and processes based on Virtual Reality and Augmented Reality within the Industry 4.0 concept. The concepts and tools of Virtual Reality were analyzed, which are manifested at 3 levels: process engineering, process organization and enterprise organization. The tools of the Augmented Reality and the application areas were analyzed: product development, process development, manufacturing, manufacturing follow-up, CAM / CNC technologies, robots programming, assembling, maintenance, etc. It is found that the phrase "Assisted by Augmented Reality" - ARAD, ARAE, ARAM etc. is used more and more. by analogy with the well-known CAD, CAE, CAM etc. syntaxes. which reflects "Computer Aided"

**Cuvinte-cheie:** mediul extern, tehnologii, aditiv, materie primă, rentabilitate, creșterea prețurilor, întreprindere, artefact, structura de conducere, industrial, strategii.

**Keywords:** external environment, technologies, additive, raw material, profitability, price increase, enterprise, artifact, management structure, industrial, strategies.

## CUPRINS

	Pag.
Întroducere	7
1.Realitatea Virtuala si Ingineria Virtuala	8
2.Intreprinderea virtuală - o nouă paradigmă pentru ingineria proceselor de producție	16
3.Realitatea Augmentata	26
3.1.Introducere in Realitatea Augmentata	26
3.2.Analiza și simularea ingineriei prin Realitatea Augmentata	35
3.3.Aplicații ale Realitatii Augmentate în domeniul fabricatiei	42
3.3.1.Utilizarea VR și AR în dezvoltarea de produs	45
3.3.2.Fabricarea Asistata de Realitatea Augmentata (Augmented Reality Aided Manufacturing – ARAM)	46
3.3.3.Monitorizarea fabricarii si a calitatii cu Realitatea Augmentata	49
3.3.4.Simularea CNC cu tehnologia AR	55
3.3.5. Utilizarea tehnologiei AR în operatiile de asamblare	59
3.3.6.Utilizarea tehnologiei AR în mentenanță	65
3.3.7. Utilizarea tehnologiilor VR și AR în robotică	67
3.3.8. Planificarea spatiilor de fabricare cu tehnologia Realitatii Augmentate	72
Concluzii	74
Bibliografie	76

## Introducere

Domeniul de dezvoltare a produselor, în special modelarea produselor, a devenit destul de important în îmbunătățirea performanțelor industriale. Artă de a gestiona dezvoltarea rapidă a produselor depinde de realizarea unor bune compromisuri între contradictorii obiective posibile în orice ciclu de dezvoltare a produsului: viteza de dezvoltare, costul produsului, performanța produsului și cheltuielile programului de dezvoltare .

Companiile de top din întreaga lume descoperă că ingineria virtuală este o sursă imensă de câștig competitiv, în special pentru noile produse care nu au apărut anterior. Recent, noi elemente au devenit accesibile în domeniul ingineriei virtuale, care permit o definire și reprezentare mai bună a produsului, o mai mare eficiență a mediilor de proiectare, în special o gamă mai largă de interfețe și dispozitive om-mașină, cum ar fi sistemele de realitate virtuală.

Această evoluție în domeniul ingineriei virtuale (Virtual Engineering – VE) reflectă o modificare reală a modului nostru de gândire a dezvoltării produselor. Astfel, coerența globală a apărut ca urmare a integrării numerice îmbunătățite și a funcționalității software mai bune pentru pregătirea de fabricație, precum și pentru simularea proceselor și controlul dimensional și geometric parțial după fabricare. Această coerență, care este asociată cu o viteză îmbunătățită de transfer de date și un acces mai bun la informații (economice și tehnice), conduce la cinci evoluții tehnologice potențiale în viitorul apropiat. Aceste noi evoluții tehnologice au creat un mediu favorabil ingineriei virtuale

Realitatea Augmentată (Augmented Reality - AR) este o nouă tehnologie care implică suprapunerea graficii computerizate pe lumea reală. Realitatea Augmentată se află într-un context mai general denumit Realitatea Mixtă (Mixed Reality - MR), care se referă la un spectru multi-axial al domeniilor care acoperă Realitatea Virtuală (VR), Realitatea Augmentată (AR), teleprezentarea și alte tehnologii conexe. Continuumul se extinde dintr-un mediu complet real într-un mediu complet virtual, cu AR definit ca integrarea unui mediu al lumii reale cu unele informații virtuale și AV definit ca un mediu virtual înmulțit în timp real cu obiecte și acțiuni ale lumii reale. În mod complementar, AV este identificat ca un mediu virtual, care este mărit cu câteva obiecte și acțiuni din lumea reală.

Aplicațiile industriale Realității Virtuale și a Realității Augmentate sunt foarte diverse și cuprind: dezvoltarea de produs, dezvoltarea proceselor, fabricația, urmărirea fabricației, tehnologiile CAM/CNC, programarea robotilor, mentenanța etc.

Prin analogie cu noțiunile bine cunoscute CAD, CAE, CAM etc. ce reflectă “Asistat de Calculator” tot mai frecvent este utilizată sintagma “Asistat de Realitatea Augmentată” – ARAD, ARAE, ARAM etc.

## Bibliografie

1. I. Horváth, B. Gerritsen, Z. Rusák. A new look at virtual engineering. Disponibil la:[https://www.researchgate.net/publication/233729114\\_A\\_NEW\\_LOOK\\_AT\\_VIRTUAL\\_ENGINERING](https://www.researchgate.net/publication/233729114_A_NEW_LOOK_AT_VIRTUAL_ENGINERING)
2. Vesna Mandić, Predrag Ćosić. Integrated product and process development in collaborative virtual engineering environment. Disponibil la:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915022930>
3. Marin Vlada. Realitatea Virtuală (Virtual Reality), tehnologie modernă a informaticii aplicate. Disponibil la:  
[https://www.researchgate.net/publication/228982566\\_Realitatea\\_Virtuala\\_Virtual\\_Reality\\_tehnologie\\_moderna\\_a\\_informaticii\\_aplicate](https://www.researchgate.net/publication/228982566_Realitatea_Virtuala_Virtual_Reality_tehnologie_moderna_a_informaticii_aplicate)
4. Syed Imran Shafiq, Cesar Sanin, Edward Szczerbicki & Carlos Toro. Virtual Engineering Object. Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industrie 4.0. Disponibil la: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915022930>
5. Tibor Tóth, Ferenc Erdélyi. Virtual enterprise: new paradigm for manufacturing systems engineering. Disponibil la: [www.svkik.hu/download.php?id=423](http://www.svkik.hu/download.php?id=423)
6. R. Silva, J. C. Oliveira, G. A. Giraldi. Introduction to Augmented Reality. Disponibil la:<https://www.lncc.br/~jauvane/papers/RelatorioTecnicoLNCC-2503.pdf>
7. P. Fraga-Lamas et al.:A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard. Disponibil la:<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8298525>
8. R. Oliveira, T. Farinha, S. Singh and D. Galar. An Augmented Reality Application to Support Maintenance. Disponibil la:<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1008266/FULLTEXT01.pdf>
9. Wenkai Li, A. Y. C. Nee and S. K. Ong. A State-of-the-Art Review of Augmented Reality in Engineering Analysis and Simulation. Disponibil la:[www.mdpi.com/2414-4088/1/3/17/pdf](http://www.mdpi.com/2414-4088/1/3/17/pdf)
10. A.Y.C. Nee, S.K. Ong. Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing. 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control. International Federation of Automatic Control. June 19-21, 2013. Saint Petersburg, Russia. Disponibil la:[https://ac.els-cdn.com/S1474667016342562/1-s2.0-S1474667016342562-main.pdf?\\_tid=9239e120-1555-4cb6-a99c-a931ba225965&acdnat=1540032039\\_0df37705b46a0313dfc0470435077854](https://ac.els-cdn.com/S1474667016342562/1-s2.0-S1474667016342562-main.pdf?_tid=9239e120-1555-4cb6-a99c-a931ba225965&acdnat=1540032039_0df37705b46a0313dfc0470435077854)

11. Chereches T, Lixandru P., Mazuru S., Cosovschi P. and Dragnea D. Numerical Simulation of Plastic Deformation Process of the Glass Mold Parts. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 657 (2014) pp 126-132.
12. Bostan I., Trifan N, Mazuru S. Metode constructive de asigurare a calității pieselor de tip roată dințată. *Buletinul institutului politehnic Iași*, tomul LIV, Fascicula Vc, Iași, 2004, p. 757–760.
13. Bostan I., Mazuru S. Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției. *Buletinul institutului politehnic Iași*, tomul LIV, Fascicula Vc, Iași, 2004, p. 749–752.
14. Bostan I., Dulgheru V., Țopa M., Mazuru S. Dentiton de l’engrenage precesional a profil modifie. *Buletinul Institutului Politehnic din Iași*, tomul XLVI (L), supliment I, pag. 17-22. 2000.
15. Bostan I., Vaculenco M, Mazuru S. Method, standards and the equipment for energetic indexes research of the rectification process. *Buletinul institutului politehnic. Iași*, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 37 – 40.
16. Bostan I., Vaculenco M., Mazuru S. Method and the equipment at the research of the rectification process temperature. *Buletinul institutului politehnic. Iași*, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 41 – 44.
17. Scaticailov S. Mazuru S. L’efficatite de la rectification de la force et de la vitesse. *Buletinul institutului politehnic Iași*, tomul XLVIII, Supliment I, Iași, 2002, p. 237 – 240.
18. Bostan I., Toca A., Scaticailov S., Mazuru S. Cercetarea variației secțiunii transversale teoretice a așchiilor dintre sculă și roată dințată conică recesională la rectificare și frezare. *Buletinul Institutului Politehnic Iași*, tomul LIV, Fascicula Vc, Iași, 2004, p. 753 – 756, ISSN 1011-2855, ISSN 1011-2855.
19. Mazuru Sergiu. Contribuții la studiul stratului superficial în urma rectificării danturii (Partea I). *Buletinul Institutului Politehnic Iași*, Tomul LII, Fascicula V- a, Secția Construcția de Mașini, Iași.
20. Vadim IAȚCHEVICI, Sergiu MAZURU. Mechanisms for stimulating innovation and technology transferin the Republic of Moldova. *Revista Intellectus*. 3/2014, p. 68-72.
21. Topală, V. Besliu, R. Surugiu, D. Luca, S. Mazuru. Applying graphite pellicles formed by electrical discharges în impulse to imrove the Republic of Moldova.. *Revista Intellectus*. 3/2014, p.68-72.
22. Slătineanu, L., Gonçalves-Coelho, A., Coteață, M., Uliuliuc, D., Grigoraș (Beșliu), I., Mazuru, S. Teaching students the basics of designing experimental research equipment. *ICAD 2011*.

Proceedings of the 6th International Conference on Axiomatic Design. Editor: Mary Kathryn Thompson, KAIST, Daejeon, Republic of Korea, pag. 195-203,

23. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Ботнаръ. В. А. Моделирования процесса шлифования с оценкой производительности, стойкости инструмента и качества обработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции. Том 2, 2010, Донецк, .
24. Bostan I., Mazuru S., Botnari V. CINETIC process of teeth grinding. The 15th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2011, 25-27 May, 2011, Vadul lui Voda, Moldova – România,
25. Скатицайлов С.В., Мазуру С.Г., Мазуру А. С. Экспериментальные исследования поверхностного слоя зубьев зубчатых колес в зависимости от условий шлифования, стойкости инструмента и качества обработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2, 2012, Донецк,
26. Мазуру С.Г., Метельский В. Обеспечение точности базирования интегрированием погрешностей технологической базы. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2. 2011, Донецк,
27. Мазуру С.Г. Механизм образования составляющих кинематической погрешности зубчатого колеса при химико-термической обработке. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 2. 2011, Донецк, ISSN 966-7907-20-1.
28. Бостан И., Мазуру С.Г., Касиан М. С. Оптимизация параметров точности элементов технологических систем операций зубообработки. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 1 2012, Донецк.
29. Casian M., Mazuru S., Scaticailov S. Contributions to increase safety of operating equipment tehnology gear. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции. Том 3 2012.
30. Metelski V. Mazuru S., Constructive metods to ensure the accuracy of tehnological-quality indicators gears. The 16th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2012, 24-26 May, 2012, Sinaia, Romania.



31. Bostan I., Mazuru S., Vaculenco M., Scaticailov S. Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating. IX international congress “Machines, Technologies, Materials 2012”, Varna, Bulgaria, 2012, Vol. I. .
32. Botnari Vlad, Mazuru Sergiu, Scaticailov Serghei și Mazuru Alexandru. Sposob i ustroistvo dlia uprociniaiușei obrabotchi s naneseniem pocrıtii poverhnostnogo sloia yubiev yubcatih coles. Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XX международной научно-технической конференции. Том 2, 2013, Донецк.
33. Maxim Vaculenco, Sergiu Mazuru, Serghei Scaticailov, Ion Bostan. Process for machining of gearwheels consists, <http://www.euroinvent.org/cat/e2019.pdf>, p.179.
34. Pavel Cosovschi, Sergiu Mazuru, Device for glassware moulding by vacuum suction method. <http://www.euroinvent.org/cat/e2019.pdf>, p. 180.
36. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
37. Roman Somnic, Sergiu Mazuru. Analiza importanței și structura industriei constructoare de mașini. Tehnica UTM. 2013 pp. 378-380.
38. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 Adv. Mat. Res. 112 01026
39. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)
40. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
41. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for:Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
42. Slătineanu L., Coteață M., Pop N., Mazuru S., Coelho A., Beșliu I. Impact phenomena at the abrasive jet machining. Nonconventional technologies Review , nr. 1, 2009, p.96-99.
43. Mazuru S. and Casian M., *Theoretical and experimental aspects concerning elastic behavior in the grinding technological system*, Advanced Materials Research, Vol. 1036 (2014) pp 286-291.;
44. Casian M. and Mazuru S., *A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels*, Advanced Materials Research, Vol. 1036 (2014) pp 292-297.;
45. Chereches T, Lixandru P., Mazuru S., Cosovschi P.and Dragnea D. Numerical Simulation of Plastic Deformation Process of the Glass Mold Parts. Applied Mechanics and Materials Vol. 657 (2014) pp 126-132.;

46. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a technical object" . Neconventional Tehnologies revive volume XX no.2/2016 (2016). Timisoara Romania pp . 23-29, ISSN: 2359-8646;
47. Mazuru S. System reliability and optimization processing parameters for its accuracy of elements. First part. The 14<sup>th</sup> International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2010, 20-22 May, 2010 Slănic Moldova Romania.
48. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat. Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX). Fasc. 2a 2010