



M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

VII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агаєв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Modeling of the BEAM robot control system on the basis of a microcircuit L293D

Vladyslav Yevsieiev

1. Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics (CITAR),
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine,
Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166,, email: vladyslav.yevsieiev@nure.ua

Abstract: This work is devoted to the modeling and implementation of the BEAM control circuit of a phototaxis robot (directed movement towards or away from light). To implement control systems, the author uses the L293D microcircuit with minimal wiring. As a result of the modeling carried out in the Autodesk Tinkercad environment, a circuit was developed that implements the movements of the BEAM robot in the direction of light, while the implementation of the control program is built on the basis of logical elements, without the use of program code, which makes the BEAM robot reliable and durable.

Keywords: BEAM, robotics, caravan systems, phototaxis, L293D microcircuits.

I. INTRODUCTION

Research in the field of BEAM robotics (Biology, Electronics, Aesthetics, and Mechanics) is relevant and important for several good reasons. First of all, BEAM robotics is unique in its multidisciplinary approach, combining biology, electronics, aesthetics and mechanics. This approach allows the creation of robots inspired by nature and capable of overcoming complex tasks such as adapting to variable environmental conditions [1].

The second important aspect is biological inspiration. BEAM robots often simulate the behavior of living organisms, which allows us to better understand the principles of nature and use them in technological developments. For example, robots that imitate the movement of insects or animals can be more effective in a variety of tasks, from search and rescue to exploring uncharted places [2].

A third factor contributing to the relevance of BEAM robotics is the potential to develop more reliable and efficient solutions than traditional approaches. Robots designed based on biological principles can be more resistant to breakdowns and more efficient in resource-efficient use of energy [3-5].

BEAM robotics research is also opening new horizons in creating robots that can interact with their environment and detect and respond to changes in real time, which is critical in many fields including industry, medicine, ecology and more. All these factors explain the relevance of research in BEAM robotics and emphasize their importance for future technological development [6-8].

II. IMPLEMENTATION OF THE SIMPLE SENSOR SYSTEM FOR BEAM ROBOT

The use of photosensors in systems for BEAM robots remains relevant and has many advantages. BEAM robotics

is based on biological principles and seeks to create robots that replicate certain aspects of living organisms, including their ability to interact with their environment. Photosensors play an important role in this context for the following reasons:

- orientation and navigation: Photosensors can be used to sense the direction and intensity of light, allowing robots to navigate their environment. This is especially useful for robots that need to follow or avoid a light source;
- reaction to external changes: Photosensors can help robots detect changes in the environment, such as changes in light or the presence of obstacles. This allows them to adapt to change and avoid confrontation;
- energy saving: In BEAM robotics, one of the key principles is the efficient use of energy, mimicking biological organisms. Photosensors could help robots adjust their activity based on light levels, reducing energy consumption;
- modeling biological processes: Using photosensors in BEAM robots can help model biological processes such as photosynthesis, which could lead to the development of more resilient and autonomous systems;
- experiments and research: BEAM robotics is often used in scientific research and experiments, and photosensors can be useful tools for studying the behavior of robots in various environments;

A general view of photoresists that can be used when designing BEAM robots is presented in Figure 1.

In fact, any available photosensors can be used in the circuit of this robot. The circuit can use not only phototransistors, but also photodiodes and photoresistors.



a) ФПФ-9-2, б) SFH 2500 FA-Z IR Si Photodiode.

Figure 1 – Models of photoresistors [9]

The robot's BEAM control circuit uses two sensors implemented on phototransistors, which are connected directly to the inputs of the L293D motor driver [10-11]. The movement algorithm for such a robot was very simple:

- when there was a white field under the left and right sensors, both motors turned on and the robot moved forward.

- if one of the sensors fell on the black line passing between them, then the corresponding motor stopped and the robot turned, aligning its position above the line.

Such a robot can follow a line very confidently if it does not have sharp turns. If the speed of the robot is high and the turn is sharp, then the probability of such a robot leaving the line becomes quite large.

The operating principle of the circuit is based on inverting the signal coming from the phototransistor. When the sensor is illuminated (located above the white field), the phototransistor will open and a high level signal (logical "1") will appear at the INPUT1 input of the L293D motor driver. Motor M1 will rotate as shown in Figure 1. In addition, the signal from the phototransistor will be applied to the input of the "NOT" element, which will turn a logical "1" into a logical "0" and apply it to the INPUT4 input. The M2 motor will remain standing.

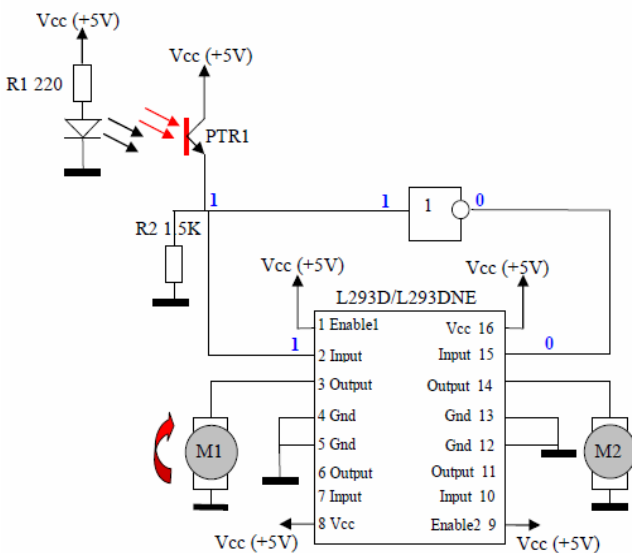


Figure 2 – Electrical circuit diagram

When the robot turns and the sensor is above the white field, the phototransistor will close and a low-level signal (logical "0") will appear at the INPUT1 input. Motor M1 will stop. Logical "0" is inverted by the "NOT" element, and a logical "1" appears at the INPUT4 input, motor M2 begins to rotate [12-14].

Alternating state 1 and state 2 will ensure the robot follows the boundary of white and black. To model the robot's BEAM control circuit, we'll use Autodesk Tinkercad, a powerful and easy-to-use online 3D modeling and design application designed for beginners and experienced designers [15]. Using the built-in library, we will assemble a modeling scheme as shown in Figure 3.

By running the simulation process in the Autodesk Tinkercad environment for the simulation scheme presented in Figure 3, we get the following result: DC motor M1 rotates at a speed of 170RPM, and DC motor M2 shows beating (4 RPM). Based on the positive modeling data obtained, it is proposed to modernize the scheme presented in Figure 2 and make a BEAM robot that implements the

phototaxis reaction (directed movement towards or away from light). The operating algorithm of such a robot is constructed as follows. When light hits one of the photosensors of such a robot, the corresponding electric motor turns on and the robot turns towards the light until the light illuminates both photosensors and the second motor turns on. When both sensors are illuminated, the robot moves towards the light source. If one of the sensors stops being illuminated, the robot turns again towards the light source and, having reached a position where the light falls on both sensors, continues its movement towards the light. If the light stops falling on the photosensors, the robot stops.

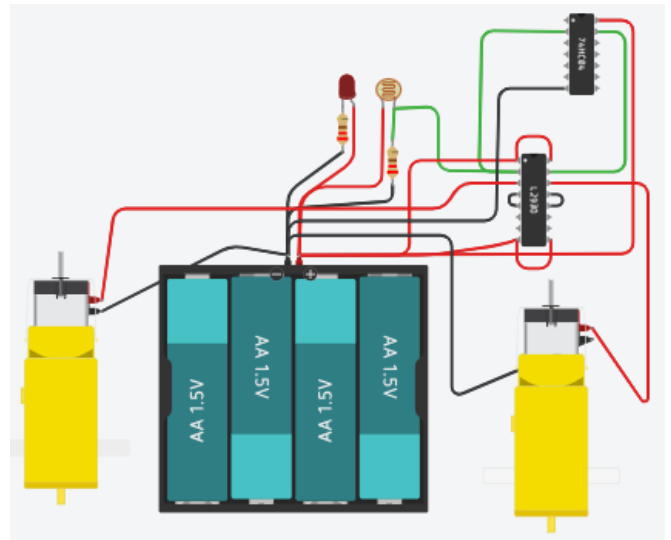


Figure 3 – Modeling scheme in the Autodesk Tinkercad environment

The robot's circuit is symmetrical and consists of two parts, each of which controls a corresponding electric motor. In fact, it is like a doubled circuit of the previous robot. Photosensors should be placed crosswise in relation to the electric motors as shown in the robot picture above. You can also arrange the motors crosswise relative to the photosensors as shown in the diagram shown in Figure 4.

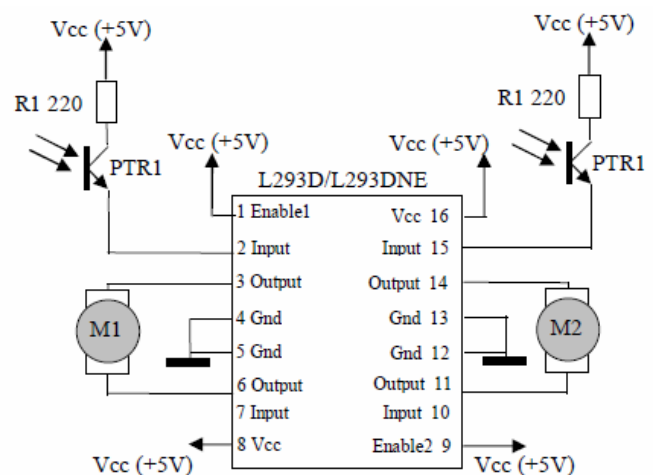


Figure 4 – Schematic diagram of a BEAM robot that implements the phototaxis reaction

You can make the robot's behavior more lively by applying a positive signal to the INPUT2 and INPUT3 inputs (connect them to the positive of the power source): the robot will move in the absence of light falling on the photosensors, and when it "sees" the light, it will turn towards its source. When light hits both sensors, the robot will stop.

III. CONCLUSIONS

BEAM robots are known for their simplicity and reliability. Using a limited number of components and uncomplicated circuitry, they can be stable and durable in a variety of environments, typically consuming less power than more complex robots. This makes them suitable for autonomous robots powered by batteries or solar cells.

REFERENCES

- [1] Boya-Lara, C., Saavedra, D., Fehrenbach, A. et al. Development of a course based on BEAM robots to enhance STEM learning in electrical, electronic, and mechanical domains. *Int J Educ Technol High Educ* 19, 7 (2022). <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00311-9>.
- [2] Cox, A. M. (2021). Exploring the impact of artificial intelligence and robots on higher education through literature-based design fictions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00237-8>.
- [3] Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
- [4] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
- [5] Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
- [6] A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // *International independent scientific journal*, №47, 2023. P.18-28
- [7] Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>
- [8] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.
- [9] Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473
- [10] Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455.
- [11] Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.
- [12] Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // *Наука і техніка сьогодні. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.*
- [13] Nevliudov I. Modernization of the work control system by the PUMA-560 manipulator / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N.Demaska, Y. Valkivskyi // «Новітні технології»: журнал. № 2(12) 2021. – С. 7–15
- [14] Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // *Scientific Collection «InterConf»*, (141), P. 331-334.
- [15] AutodeskTinkercad. Електронний ресурс]. – URL: <https://www.tinkercad.com/> (дата звернення 20.10.2023)
- [16] H Hariri, Y Bernard and A Razek. (2014). A traveling wave piezoelectric beam robot. *Smart Mater. Struct.* 23 025013. DOI 10.1088/0964-1726/23/2/025013
- [17] Carman Neustaedter, Gina Venolia, Jason Procyk, Daniel Hawkins.(2016). In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing* February 2016, Pages 418–431. <https://doi.org/10.1145/2818048.2819922>
- [18] Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // *In IV International Scientific and Theoretical Conference, Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.*