

АСПЕКТИ НА ВЪТРЕШНАТА МОТИВАЦИЯ КАТО ФАКТОРИ НА ДОСТЪПНОСТТА В ПРИОБЩАВАЩОТО „НТИИМ“ ОБРАЗОВАНИЕ

ASPECTS OF THE INTRINSIC MOTIVATION AS ACCESSIBILITY FACTORS IN THE INCLUSIVE “STEAM” EDUCATION

Maya Dimitrova¹, Negoslav Sabev², Leire Ozaeta³, Valentin Nikolov⁴,
Aleksandar Krastev¹

¹*Institute of Robotics-Bulgarian Academy of Sciences*

²*Institute of Mathematics and Informatics-Bulgarian Academy of Sciences*

³*UPV/EHU, Spain*

⁴*Sensata Technologies*

E-mail: m.dimitrova@ir.bas.bg, negoslavsabev@gmail.com, lozaeta001@gmail.com, vnn@sensata.com, aikrastev.iser.bas@gmail.com

Abstract

The paper presents the current development of the proposed by the authors approach to defining digital and e-learning accessibility for effective pedagogical rehabilitation of learners with special learning needs. A novel aspect – intrinsic accessibility – is proposed as complementary to the previously identified extrinsic aspects of accessibility – institutional, informational and cultural. The intrinsic aspects of accessibility – lack of skills, knowledge, or motivation – influence the process of pedagogical rehabilitation of children with special learning needs. Two different pedagogical scenarios implementing educational robots are discussed in a STEAM context.

Keywords: Accessibility, STEAM, Inclusive Education, Motivation, Pedagogical Rehabilitation

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Въпросът за достъпността е тема на интензивен дебат през последните десетилетия поради своето обществено и икономическо значение и особено напоследък, когато поради внезапно възникналата пандемия, взаимодействията с външния свят, включително социалните отношения, масово се осъществяват през световната мрежа. Следователно е необходим нов подход към разбирането на това какво е „истинската достъпност“ за целите на проектирането на дигитални и електронни системи за обучение (включително роботи), съобразени с индивидуалните умения, способности, знания, опит и потребности на ученика в приобщаващото образование, включено в парадигмата НТИИМ – наука, технологии, инженерство, изкуство и математика [1].

Настоящата статия представя разработвания от авторите модел на взаимодействието на външните и вътрешните фактори на достъпността. Предложен е конкретен педагогически подход за преодоляване на вътрешните бариери, за да можем да сме сигурни, че достъпността на дигиталните ресурси е била обезпечена при конкретния

ученик. Това налага използването на задълбочени познания за методологията на психологическото изследване при обосноваването на вътрешните фактори на достъпността.

2. НИВА ИЛИ „СЛОЕВЕ“ НА ДОСТЪПНОСТТА

Социално-обоснован подход към за разбиране на достъпността е предложен в [2]. Според авторите, процесът на повишаване на достъпността представлява премахване на пречките и бариерите пред човека, който се стреми към постигане на определена цел - например самореализация. Ако човек има физическо увреждане, основните препятствия, които трябва да бъдат преодолявани, са свързани с осигуряването на подходяща физическа среда на определена цена, което е социален проблем – следователно първото ниво на достъпност е социалната достъпност.

Следващото ниво е нивото на физическата достъпност. Това включва предоставяне на средства от гледна точка на технологиите за поддържане на текущата потребност – конвертор на текст в говор за незрящите, предоставяне на субтитри към видеоклип за хората с увреден слух, и т.н.

Третото ниво е така наречената „образователна достъпност“. Описани са два вида „образователна достъпност“ – от интелектуален или мотивационен характер. Ученикът може да притежава необходимите знания, за да разбере, т.е. да получи достъп до наличната информация - в учебник, художествена галерия или научен музей, и т.н. В същото време той може да бъде както *мотивиран*, така и *незаинтересован* от наличната информация. В последния случай мотивацията на ученика е важен *вътрешен* фактор за осигуряване на реален достъп до нови знания за света. Това, обаче, е свързано до голяма степен и с личността на учителя, който има важна мотивационна роля във всяка образователна система.

В [3] се предлага комбиниран подход за създаване на нови инструменти за достъпност, съчетани с педагогически инструменти, тъй като тези две направления се развиват в момента до голяма степен независимо едно от друго. Той се основава на неотдавна предложената дефиниция за „увреждане“ в [4]:

„3.14. увреждане

(осигуряване на цифров ресурс) всяка пречка пред използването на дигитален ресурс поради несъответствие между потребностите на потребителя и предоставения цифров ресурс“

ЗАБЕЛЕЖКА 1 Увреждането в контекста на стандарта „достъп за всички“ (Access for All) не е личностова черта, а следствие от връзката между потребителя и неговата система от ресурси.

ЗАБЕЛЕЖКА 2 В контекста на интернет базираното обучение, увреждането се отнася до несъответствие между потребностите на ученика и както образователния ресурс, така и/или метода на преподаване [ISO/IEC 24751-1:2008 (2.13)]”.

В това определение за „увреждане“ фокусът е върху преодоляването на всякакви препятствия пред ученика – физически или педагогически. За по-добра адаптация на системата към индивидуалните умения, способности, знания, опит и потребности е необходимо да бъде отчетена съвместната еволюция на ученика и дигитално

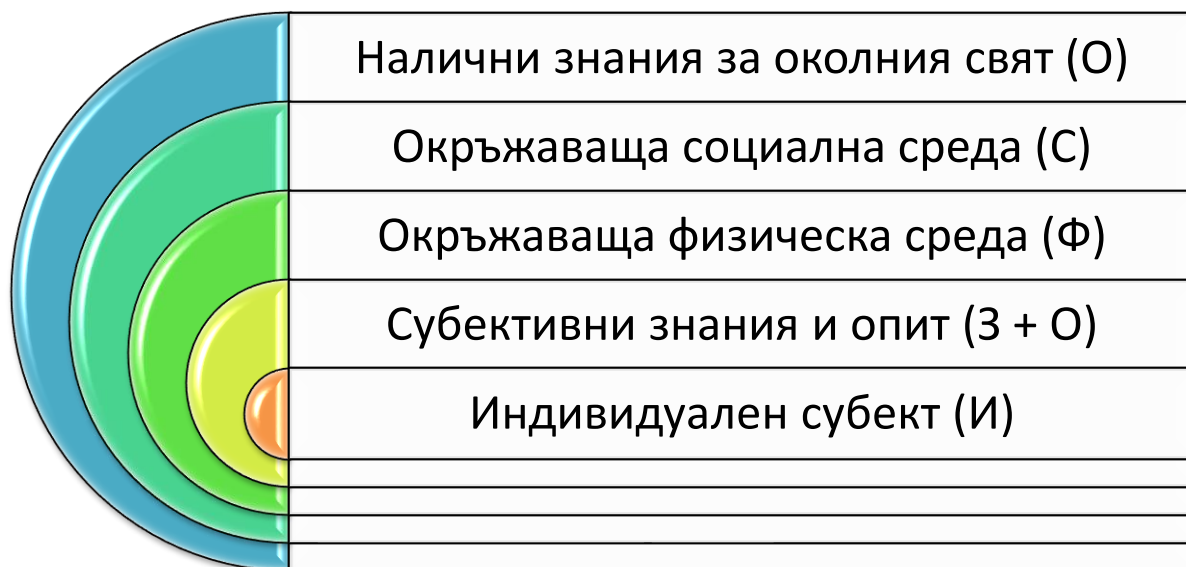
представения материал, който трябва да бъде научен. Авторите в [2] обсъждат в детайли връзката между педагогиката и достъпността в дигиталната ера.

Те предефинират „педагогическо помагало“ като: „всяко средство, което подпомага действията на учителя като му предоставя ясни и подробни указания, които могат лесно да бъдат приложени в учебната практика. Следователно педагогическите инструменти не само създават връзки между теорията и практиката, но и помагат на учителите да преминават от потенциално абстрактното към конкретното” (стр. 1110).

В контекста на представените теории се очертават различните роли на образователните работи от гледна точка на учителя или учещия. От гледна точка на учителя, роботът е просто „инструмент“, посредник на „действието на учителя“. От гледна точка на учещия обаче, богатството на субективния опит е много по-широко, включващо също така засилване на *мотивационните* фактори в ученето [напр. 5, 6].

Нов подход за анализ на достъпността е предложен в [7, 8]. Вместо да дефинира *нива*, подходът дефинира *слоеве* на достъп на учещия до информацията за света, включително в образованието и електронното обучение. Описан е нов систематизиран модел – концепция, приложима към аспектите на достъпността на разнообразни по природа обекти във физическото и виртуалното пространство. Моделът е разработен в дисертационния труд на Н. Събев „Компютърни методи и подходи при изследването и представянето на знания за уеб достъпността за хора с увреждания”, защитен през 2020г. Приносът на автора е в систематизирането на отношенията обект-субект в условия на променлива динамика [8].

Взаимодействието субект-обект е опосредствано от слоеве на достъпност – социални, физически или абстрактни/личностови. Фигура 1 представя развитието на първоначалния подход, за да включи както инструментите за достъпност, така и субективните знания и опит на учещия [9].



Фиг. 1. Многослойна рамка на достъпността за хора със специални образователни потребности (адаптирано от [9])

Фигура 1 показва, че индивидуалният субект (И) е заобиколен от няколко фактора, които могат да помогнат или да възпрепятстват взаимодействието със света. Тези фактори могат да бъдат външни - като социална/икономическа среда (С) и заобикалящата физическа среда (Ф) или вътрешни - като субективни знания и опит (З + О). Субективните знания са от съществено значение, за да може учителят да реши колко прости или сложни могат да бъдат обясненията, така че учещият да схване най-добре основните идеи. Това обаче не е достатъчно. Всички имаме спомени за мотивиращи или обезкуражаващи контакти с учители, които са формирали нашите интереси и професионални стремежи като възрастни. Следователно индивидуалният субективен/личностов опит трябва да бъде включен в цялостната теоретична рамка на проектиране на системи за достъпност както в общия случай, така и за хора със специални образователни потребности, в частност.

3. ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА ВЪТРЕШНИТЕ БАРИЕРИ ПРЕД ДОСТЪПНОСТТА НА ЗНАНИЕТО ЧРЕЗ ИГРА С КРАЧЕЩ РОБОТ

Вътрешните аспекти на достъпността – липса на умения, знания или мотивация – влияят върху процеса на педагогическа рехабилитация на деца със специални образователни потребности. Разработени са нови образователни сценарии с крачещ робот BigFoot – патентован в IR-BAS [10] – от гледна точка на кибер-физичните системи за педагогическа рехабилитация. Той е изграден на базата на минималистичен принцип чрез технологията за 3D печат [11, 12]. Технологията за 3D печат навлиза днес в много области, включително роботиката, тъй като тя е достъпна и позволява бързото създаване на функционални модели [13, 14].

3.1. Описание на работа и възможностите му

Образователният робот BigFoot е малък по размер, като играчка, управляван чрез лаптоп или джойстик - фиг. 2 (или контрол с поглед, фиг. 4, 5) и не взаимодейства физически с детето. Въпреки, че има само два двигателя, той може да се придвижва с крачене, да завива на 360 [deg] и дори да преодолява препятствия. Роботът се състои от кръгла основа, върху която е разположено тялото. В тялото на робота са разположени задвижващите елементи и електронните компоненти. Възможните движения на робота са два типа - движение напред или назад с крачене и промяна на ориентацията.

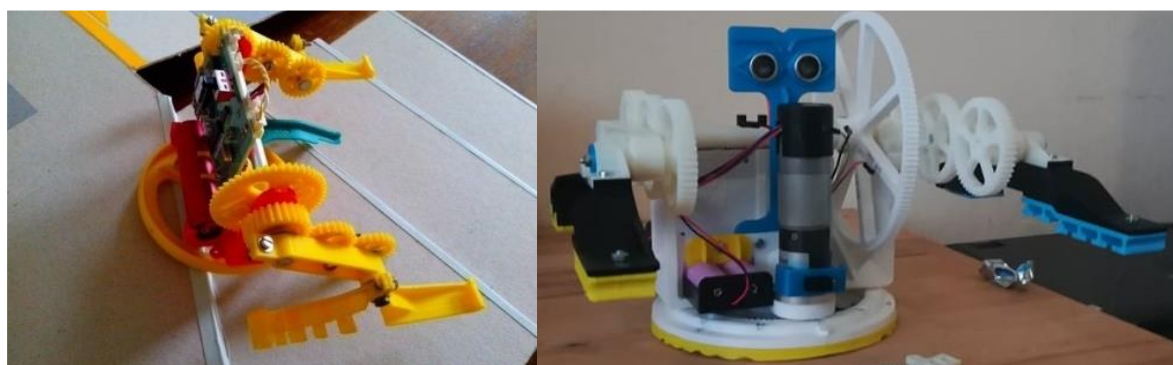
Краченето на робота се осъществява от постояннотоков двигател, който задвижва посредством зъбна предавка вала, рамената и стъпалата. Стъпалата се движат по дъга от окръжност, като благодарение на зъбните предавки, запазват постоянна ориентация спрямо кръглата основа. Така роботът преминава през две основни фази: неподвижна кръгла основа, при което се преместват стъпалата, и неподвижни стъпала – при което се преместват всички останали елементи.

Промяната на ориентацията се осъществява с постояннотоков двигател, който завърта посредством зъбна предавка тялото на робота спрямо неподвижната кръгла

основа. Това движение е възможно само в първата фаза, при която роботът е стъпил с кръглата си основа върху терена. Основните механични компоненти на робота са изработени с 3D принтер. Подробна информация за движенията, кинематиката и преодоляването на препятствия от робота е дадена в [15] и [16].

Сензорната система на робота се развива с цел адекватното му приложение за разработваните сценарии. Система от оптрон и диск с отвор служи за броене на крачките. Втори оптрон отчита завъртането на тялото на робота спрямо кръглата основа. В основата има 12 отвора, които позволяват да се отчита завъртане през 30 [deg].

Три сензора за разстояние позволяват на робота да открие дали има препятствие пред него или в страни от него. В тялото на робота има монтиран сензор за цвят (фиг. 2). Архитектурата на робота позволява да се правят модификации по желание на учителите и за удобство на детето. Сценарият с BigFoot беше един от успехите на децата както в стандартното, така и в специалното образование [17].



Фиг. 2. Крачец робот BigFoot [10].

Децата, които играят с робота, са мотивирани да контролират сложни технологии. Едно дете с аутизъм, което избягваше присъствието на другите деца, остави терапевта да го убеди да играе с робота в предишен сценарий [17].

Основните предимства на играта с робота са следните: Евтино, лесно управление, изкачване на препятствия и събиране на информация за качеството на задачите. Играта поставя децата в различни ситуации - да поставят задачи или да управляват робота, за да изпълнят задача. Освен това сценарият стимулира трите основни терапевтични задачи при деца с аутизъм - имитация, едновременно насочване на вниманието и редуване в играта [18].

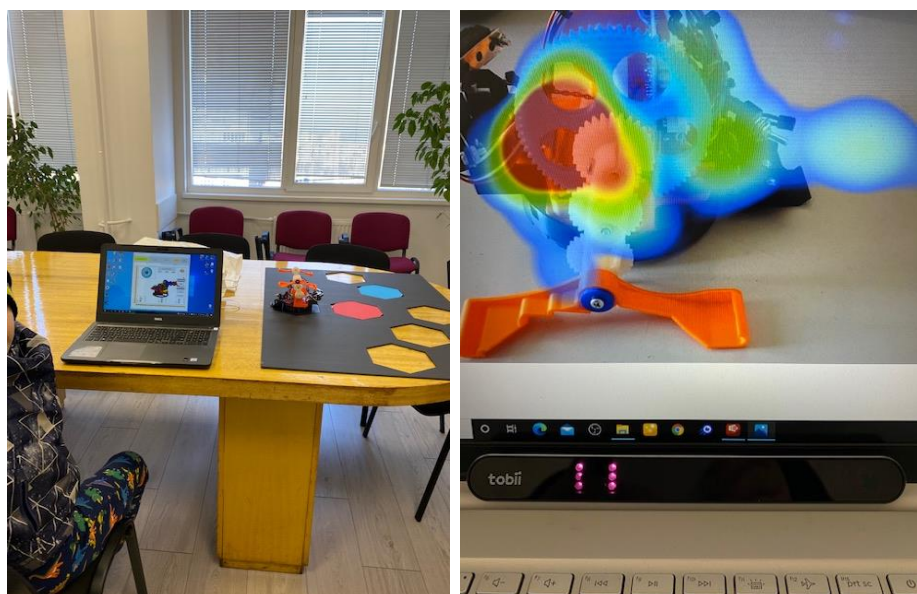
3.2. Социализация чрез игра с образователен робот BigFoot

В настоящото проучване ние изследваме потенциала на BigFoot за подобряване на спонтанните социални умения на деца с аутизъм, които играят съвместно и се редуват да управляват робота. Етичната комисия за научни изследвания (ЕКНИ) на ИР-БАН даде разрешение за провеждане на изследването с Протокол 4/10.02.2022 г. Тук представяме данните от 2 случая – 2 деца с високо-функциониращ аутизъм, които играят играта, и 2 деца без специални образователни потребности, които играят същата игра (фиг. 3). Децата от двете двойки са на еднаква възраст – 5 и 7 години.



Фиг. 3. Дете на 5г. и дете на 7г. играят с робота като се редуват да го управляват

Задачата представлява редуване на двете деца в играта. Едното дете задава цел за другото дете. То използва син и червен картонен знак да покаже желана траектория на робота, която другото дете трябва да достигне. Наградата е 3D принтирана играчка. Измерваните параметри са скорост на изпълнение и удовлетвореност от играта. Най-важният параметър е т.нар. „самоинициран социален контакт“ [18, 19], определен от наблюдаващия играта преподавател или родител.



Фиг. 4. Конфигурация на играта с крачец робот и 2 типа управление – с клавиатура или с насочване на погледа. Фокусирането на погледа върху изображението на монитора е визуализирано с топлинна карта.

Резултатите от първоначалното изследване са показателни. Скоростта на изпълнение е в зависимост от възрастта на детето. При петгодишните тя е 6-7 минути, а при 7 годишните – 1-2 минути, независимо в коя група. Удовлетвореността от играта е очевидна. Децата с нетърпение очакват следващата сесия с робота. Най-важният показател е индикаторът за самостоятелно започване на разговор от детето. Децата с високо-функциониращ аутизъм правят 5-6 такива опита за комуникация по време на играта. Децата без специални образователни потребности правят 12-14 такива опита за същото време игра. Едновременно с това, преподавателите оценяват конфигурацията на играта като много подходяща за развитие на спонтанните социални умения на деца с аутизъм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията представя разработените понастоящем нови образователни сценарии с ходещия робот BigFoot за педагогическата рехабилитация в специалното или приобщаващото образование. Резултатите от пилотното проучване демонстрират значителен потенциал за подобряване на уменията за имитация, зрителен контакт и съвместна игра в положителна, насърчаваща учебна образователна среда.

Признателност. Изказваме своята благодарност към екипа на МЦ „Деца с проблеми в развитието” гр. София за дългогодишната ни съвместна работа и по-специално на д-р Даниела Миланова и г-жа Снежина Михайлова. Настоящата изследователска работа е частично подкрепена от Националния научен фонд на България за научен проект „Дигитална достъпност за хора със специални потребности: методология, концептуални модели и иновативни екосистеми“, № КР-06-N42/4, 08.12.2020 г.; ЕК за проект CybSPEED, № 777720, H2020-MSCA-RISE-2017 и ОП Наука и образование за интелигентен растеж (2014-2020) за проект Център по компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“ № BG05M2OP002- 0023.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Dimitrova, A. Krastev, T. Yaneva, E. Blagoeva-Hasarbassanova. (2021). „Cognitive Aspects of Cyber-Physical Systems for Pedagogical Rehabilitation: Towards a “STEAM” Approach to Inclusive Education“ (Когнитивни аспекти на кибер-физичните системи за педагогическа рехабилитация: Към подход “НТИИМ” в приобщаващото образование), *Science Series "Innovative STEM Education"*, Vol. 3, ISSN: 2683-1333, Publisher: Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria, 57-63
- [2] L.P. Rieber, M.D. Estes. (2017). „Accessibility and instructional technology: Reframing the discussion“, *Journal of Applied Instructional Design*, 6.1, 9-19.
- [3] J. Seale, M. Cooper. (2010). „E-learning and accessibility: An exploration of the potential role of generic pedagogical tools“, *Computers & Education*, 54.4, 1107-1116.
- [4] IMS AccessForAll® „Digital Resource Description Information Model, Version 2.0, Terms and Definitions“ (accessed 28.08.2021) https://www.imsglobal.org/accessibility/accdrdv2p0/html/ISO_ACCDRDv2p0_InfoModelv1.html
- [5] I. van den Berk-Smeekens, M.W. de Korte, M. van Dongen-Boomsma, I. J. Oosterling, J.C. den Boer, E.I. Barakova,...., J.K. Buitelaar. (2021). „Pivotal Response Treatment with and without robot-

- assistance for children with autism: a randomized controlled trial“, *European Child & Adolescent Psychiatry*, 1-13.
- [6] M.T. van Otterdijk., M.W. de Korte, I. van den Berk-Smeekens, J. Hendrix, M. van Dongen-Boomsma, J.C. Den Boer,..., E.I. Barakova. (2020). „The Effects of Long-Term Child–Robot Interaction on the Attention and the Engagement of Children with Autism,“ *Robotics*, 9.4, 79.
- [7] N. Sabev, (2021). „Disability models and the concept of accessibility: Object-subject model“. *Complex Control Systems* Vol. 3, No 1, 25-30, ISSN 2603-4697 (Online) http://ir.bas.bg/ccs/2021/3_sabev.pdf
- [8] N. (Sabev, 2020) „Computer Methods and Approaches for Research and Presentation of Knowledge About Web Accessibility for People with Disabilities“, PhD Thesis, Sofia.
- [9] M. Dimitrova, A. Krastev, N. Sabev, J.D. Nunez-Gozalet. (2021). „Digital and e-Learning Accessibility for People with Special Educational Needs: A Robotic Perspective“, *19th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, Nov. 04 - 06, 2021, Sydney, Australia, IEEE (in print)
- [10] I. Chavdarov, (2016). „Walking robot realized through 3d printing“. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 69(8), 1069-1076.
- [11] J. Kim, T. Kang, D. Song, S.-J. Yi, (2021). „Design and Control of a Open-Source, Low Cost, 3D Printed Dynamic Quadruped Robot“. *Appl. Sci.* 11, 3762. <https://doi.org/10.3390/app11093762>
- [12] S. Lin, J. Su, S. Song, J. Zhang. (2021). „An Event-Triggered Low-Cost Tactile Perception System for Social Robot’s Whole Body Interaction“, *IEEE Access*, vol. 9, 80986-80995, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3053117
- [13] I. Chavdarov (2021). „3D Printed Walking Robot Based on a Minimalist Approach, in book: Collaborative and Humanoid Robots“, *IntechOpen*, DOI: 10.5772/intechopen.91603, ISBN: 978-1-83968-740-2, eBook ISBN:978-1-83968-741-9, <https://www.intechopen.com/chapters/76475>
- [14] I. Chavdarov, B. Naydenov. (2019). „Design and kinematics of a 3-D printed walking robot “Big Foot”, overcoming obstacles“. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. Nov. 2019. doi: 10.1177/1729881419891329, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1729881419891329>
- [15] I. Chavdarov, A. Krastev, B. Naydenov, G. Pavlova. (2020). „Analysis and experiments with a 3D printed walking robot to improve climbing obstacle“. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. doi: 10.1177/1729881420925282, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1729881420925282?icid=int.sj-full-text.citing-articles>
- [16] A. Stefanov, I. Chavdarov, D. Nedanovski. (2021). „Detailed dynamical model of a simple 3D printed walking robot“, *AIP Conference Proceedings* 2321, 030031, <https://doi.org/10.1063/5.0040125>
- [17] M. Dimitrova, S. Kostova, A. Lekova, E. Vrochidou, I. Chavdarov, A. Krastev,... & L. Ozaeta, (2021). „Cyber-Physical Systems for Pedagogical Rehabilitation from an Inclusive Education Perspective“. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 11(2Sup1), 187-207.
- [18] M. Dimitrova, N. Vegt, E. Barakova. (2012). „Designing a system of interactive robots for training collaborative skills to autistic children“. *IEEE 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 1-8.
- [19] D.B. LeGoff. (2004). „Use of LEGO© as a Therapeutic Medium for Improving Social Competence“. *J Autism Dev Disord* 34, 557–571, <https://doi.org/10.1007/s10803-004-2550-0>