

РАЗВИВАНЕ НА STEM КОМПЕТЕНЦИИ КЪМ ПРОФЕСИЯ „ПРИЛОЖЕН ПРОГРАМИСТ“ ВЪВ ВИРТУАЛНА СРЕДА

Мухарем Моллов¹, Генчо Стоицов^{2,*}, Гергана Колева³

^{1,2,3} Факултет по математика и информатика,
Пловдивски университет „Паусий Хилендарски“, бул. „България“ 236

¹ muharem.mollov@uni-plovdiv.bg

^{2,*} Автор за кореспонденция: stoitzov@uni-plovdiv.bg

³ gerry.koleva@fmi-plovdiv.org

Резюме. В учебния план за специалността „Приложен програмист“ към Национална програма „Обучение за ИТ кариера“ е включен модул „Вградени системи и операционни системи“, който цели формиране на специфични знания, умения и компетенции в две направления – операционни системи и вградени системи. Предвидено е обучението да завърши с разработване на практически проект, в който учениците работят в екип и развиват, както специфични професионални компетенции (STEM компетенции), така и меки умения, характерни за екипната работа. Статията анализира резултатите от проведено в дистанционна форма обучение в една от учебните групи, като потвърждава постигането на поставените цели. Предизвикателството беше свързано с реализиране в крайния етап от обучението на реално работеща система под формата на робот, съставен от Arduino базирани компоненти, въпреки използването на изцяло виртуален инструментариум по време на обучението – G Suite for Education, TinkerCad, Wokwi, Fritzing, Diagrams.

Ключови думи: STEM, компетенции, компетентност, проектно-базирано обучение, дистанционно обучение, Arduino, вградени системи.

Увод

От 2017 г. стартира обучение по професия „Приложен програмист“ към национална програма „Обучение за ИТ кариера“ към МОН [1]. В програмата са включени училища, обособени в 5 регионални средища за цялата страна – София, Пловдив, Бургас, Правец, Русе с центрове професионални и математически гимназии, които имат традиции в професионалното обучение по информатика [2, 3]. Програмата включва обучение по модули от учебните планове, утвърдени за специалността. В статията се представят резултати от обучението по модул „Вградени системи и операционни системи“ (BCOC), проведено с групата от ученици в СУ „Христо Ботев“, с. Чепинци.

Основен аспект на обучението по професията „Приложен програмист“ е развитието на ключови и специфични компетентности, необходими за пълноценната реализация на обучаемите. В редица общи и професионални референтни рамки – Европейската квалификационна рамка за учене през целия живот (ЕКР) [4], Рамката за дигитални компетенции на гражданите (DigComp 2.1) [5], Общата европейска рамка за ИКТ специалисти във всички сектори (e-CF) [6], са класифицирани и описани компетенциите, необходими за специалистите в сектора на ИКТ. Тези компетенции, обхващат различни области – наука, технологии, инженерство, математика, изкуство, медицина, роботика. Познати са като STEM, STEAM, STREAM компетенции. Според UNESCO, STEM компетенциите обхващат „know-what“ (знания, нагласи и ценности, свързани с дисциплините) и „know-how“ (уменията за прилагане на тези знания, като се вземат предвид етичните нагласи и ценностите, за да се действа правилно и ефективно в даден контекст) [7].

В модула „Вградени системи и операционни системи“ (BCOC), предвиден като събирателен, който обхваща учебен материал от двете области, учениците развиват, както специфичните компетенции, така и преносими, „меки“ умения [8] и компетенции, необходими за успешна дейност на ИТ специалиста, като: работа в екип [9, 10, 11], умения за комуникация [4], управление на конфликти, умения за изразяване и отстояване на позиция, мислене “out of the box” [12], решаване на проблеми [13]. Владенето на междуличностна, комуникативна и работна етика от обучаемите са желани характеристики [14] и трябва да бъдат развивани още в гимназиална степен на образование. В определени случаи се оказва, че са с приоритет пред професионалните [15], което предава значение на организацията на груповата и екипна работа.

От виртуалното обучение към реалното изпълнение

Интерес представляват резултатите от използвания методически подход с изцяло проведено виртуално обучение и инструментариум по модула „Вградени системи и операционни системи“ – мотивацията и степента на успеваемост при реализирането на реално работеща система под формата на робот, съставен от Arduino базирани компоненти. Допълнително предизвикателство беше фактът, че учениците от групата, предварително не са се занимавали с електроника и познанията им в тази област са базирани единствено на изучаваните теми по електричество по учебния предмет „Физика и астрономия“.

Обучението в този модул се извършва за втора година, като дистанционна форма на обучение не беше предвидена. Специализираният за целта поддомейн на МОН [16] съдържа достъпни учебни материали по специалността. Системата е базирана на Moodle. Утвърдената платформа за виртуално обучение в училището е G Suite For Education [17]. В Classroom бяха качени допълнителни електронни ресурси за обучението на групата. Проведеното теоретично обучение беше подкрепено с демонстрации пред камерата на преподавателя и използване на специализирани за целта сайтове за симулация TinkerCAD, Wokwi, Fritzing и Diagrams за изготвяне на електрически и блокови схеми за проектите. Учениците сформираха екипи за разработка на избраните проекти. Оценяването се извърши след представяне и защита на реализирания проект.

Възникнаха следните методически въпроси: До колко успешно може да бъде обучението в електронна среда по един практически насочен модул, където целта е изграждане на практически умения и компетенции у учениците?; Какви алтернативи могат да се предложат за необходимото техническо оборудване?; Каква подкрепа от учител, ментор, родител могат да получат учениците и доколко полезна може да бъде тя? До колко успешна може да бъде екипната работа по проектите при дистанционна форма на обучение?

Работна хипотеза

Екипната работа по проекти в модула може да се осъществи успешно в дистанционна форма. Чрез употребата на подходящ инструментариум – LMS системите за обучение (сайта на НП „Обучение за ИТ кариера“ и G Suite), симулационни среди като TinkerCAD, Wokwi, Fritzing, Diagrams, Arduino.cc, Webminal за Linux, виртуални машини VMWare и подобни алтернативи, е възможна реализацията на качествено обучение, при което учениците:

- развиват своите компетенции, предвидени за модула – специфични и преносими (ключови), още наричани „меки“ умения за работа в екип;
- се чувстват уверени;
- са мотивирани да изучават професията, както и самостоятелно да разработват нови проекти;
- подобряват комуникацията по между си чрез екипната работа.

Инструментариум и подходи

Анализирани са резултатите от проведена екипна работа по проект и анкета с учениците за ползата от дистанционната форма на обучение по модула „Вградени системи и операционни системи“ за развитие на компетентността им. Сформираха се два екипа от по петима ученици, които получиха комплект за работи, базирани на Arduino – Arduino Uno R3, Arduino 4WD Robot, както и набори от електронни компоненти за изграждане на вериги, Arduino R3 Basic Kit, Keystudio 37 in 1 Sensor Kit for Arduino Starters, mBot Ranger. Учениците работиха отдалечено, като в GSuite Classroom и Meeting се организираха срещи за избор на работни проекти, обсъждане на идеи и пропуски в моделите, търсене на информация по темата в Интернет. Извършиха следните дейности: конструиране на прототипите; писане код в среда Arduino.cc; тестване и изготвяне на ръководство с описанието му; стъпки за сглобяване; клип с демонстрация на работещия прототип.

Представени проекти

По време на обучението теоретичните знания бяха подкрепени с разработване на примери с блоково-базиран код за преследване на линия в комбинация със сонар за работа mBot Ranger с помощта на платформата mblock.cc. Самостоятелно бяха реализирани и представени следните проекти:

- „Самобалансиращ се робот“, за който се използва готов алгоритъм и налични библиотеки. Специфичното тук е конструкцията на робота и процесът по настройка на основните коефициенти, чиито експериментално установени стойности за конкретната разработка са: *Пропорционалност/Proportional (Kp) = 85; Производна/Derivative (Kd) = 2 и Интеграл (Цялостност)/Integral (Ki) = 650.*
- „Робот, избягващ препятствия чрез сонарен сензор“. Учениците конструираха робот и реализираха алгоритъм, според който при

движение той реагира на препятствия и търси варианти за избягването им.

Резултатите от анкетата

Учениците са отговорили на 22 въпроса, оценени по седемстепенна скала. Средните оценки на въпросите са високи, в интервала [5.7; 6.8]. Най-високо е оценен въпросът, свързан с възможността за използване на натрупаните знания и умения при реализиране на следващи Arduino проекти – 6.8, а най-ниски са оценките на въпросите, свързани с използването на дистанционната форма на обучение по модула и организацията на екипната работа в тези условия. Взаимопомощта и сътрудничеството между обучаемите е оценена високо – 5.8.

От анализа на резултатите от анкетата могат да се направят следните изводи:

1. Екипната работа при разработване на практически проекти подобрява сътрудничеството и комуникацията между учениците.
2. Работата по проект спомага за по-доброто усвояване на теоретичния материал, затвърдяване на знанията, подпомага самооценката на способностите и рефлексията.
3. При работа в екип учениците са по-уверени и самостоятелни, насърчава се взаимопомощта, формират се предпочитания за желани роли в екипната работа.
4. В така организирания учебен процес, учениците се развиват холистично – надграждат компетентността си по отношение на ключови и специфични компетенции.
5. Въпреки постигнатите високи резултати при дистанционната форма на обучение, предпочитанията на учениците са насочени към присъствена форма и непосредствено общуване в екип.
6. Успешно реализираните проекти „Самобалансиращ се робот“ и „Робот, избягващ препятствия чрез сонарен сензор“ и резултатите от проведената анкета потвърждават работната хипотеза, че екипната работа по проект в модула „Вградени системи и операционни системи“ може да се осъществи успешно в дистанционна форма чрез подходящо избран виртуален инструментариум.

Заклучение

Получените резултати показват, че в практически ориентирания модул „Вградени системи и операционни системи“ при дистанционна форма на провеждане, учениците са надградили компетентността си чрез участие в екипна работа, повишили са степента на самостоятелност и поемане на отговорност за решаване на проблеми, подобрили са комуникацията помежду си. Дистанционната форма не пречи за постигане целите на обучението, а дава нов методически подход – алтернатива, която има своите предимства и недостатъци.

Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект ФП19-ФМИ-002 „Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението“ към Фонд Научни изследвания на ПУ „Паисий Хилендарски“, за частичното финансиране на настоящата работа.

Литература

- [1] МОН, Национална програма „Обучение за ИТ кариера“, <https://www.mon.bg/upload/19218/19RH172pr6-IT-kariera.pdf>
- [2] Старибратов, И., Алтернативен начин за професионално образование, *Професионално образование*, книжка 2/2020, година XXII, ISSN 1314–8567 (Online).
- [3] Старибратов, И., В. Тодорова, Професионалното обучение по програмиране в ОМГ „Академик Кирил Попов“ – Пловдив, *Образованието в информационното общество*, 12-13 май, 2009, стр. 88-92, Пловдив, ISBN 978-954-8986-30-4
- [4] МОН, Европейската квалификационна рамка за учене през целия живот (ЕКР), <https://www.mon.bg/upload/19218/19RH172pr6-IT-kariera.pdf>
- [5] Рамката за дигитални компетенции на гражданите (DigComp 2.1), <https://op.europa.eu/bg/publication-detail/-/publication/3c5e7879-308f-11e7-9412-01aa75ed71a1/language-en>
- [6] European e-Competence Framework, <https://www.ecompetences.eu/e-cf-overview>
- [7] Krumova, M., STEM and Digital Competences of New Millennium Learners, *Journal STEM in Bulgaria, Europe and the World*, vol.3, 2020, pp. 50-57, ISSN: 2682 – 9924, available from: https://www.researchgate.net/publication/340127943_STEM_and_Digital_Competences_of_New_Millennium_Learners [accessed Aug 15 2020].

- [8] Assyne, N. Soft Competencies and Satisfaction Levels for Software Engineers: A Unified Framework, *Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 371, 2020, DOI: 10.1007/978-3-030-35510-4_5
- [9] Велчева И., К. Гъргов, Групова и екипна работа в обучението по информатика и информационни технологии, *Сборник с доклади от международна конференция „Автоматика и Информатика ‘2017“*, 4-6 октомври, 2017 г., гр. София, стр. 319, ISSN 1313-1850 CD: ISSN 1313-1869
- [10] Велчева И., К. Гъргов, Приложение на груповата и екипна работа в обучението по информатика чрез метода на ролевите игри, *Сборник с доклади от национална научна конференция „Образование и наука – за лично и обществено развитие“*, 27-28 октомври, 2017 г, гр. Смолян, стр. 179, ISBN: 978-954-8767-65-1;
- [11] Гъргов К., И. Велчева, Приложение на груповата и екипна работа в обучението по компютърно моделиране за формиране на дигитални компетентности, *Сборник с доклади от Единадесета конференция с международно участие „Образованието и изследванията в информационното общество“*, 1-2 юни 2018 г., гр. Пловдив, стр. 247, ISSN: 1314-0752
- [12] Стратегически изисквания на софтуерната индустрия за реформа на образователната система, <https://basscom.org/RapidASPEditor/MyUploadDocs/Software-Industry-Requirements-for-Educational-Ref.pdf>
- [13] Staribratov, I., B. Taneva, ANALYSIS OF PROBLEM SOLVING IN INFORMATICS FOR 12-13 YEAR OLD STUDENTS IN BULGARIA-MATHEMATICS AND INFORMATICS, *Mathematics and Informatics*, vol. 2, 2014, ISSN 1314–8532 (Online)
- [14] Harris, K.S., G.E. Rogers, Soft skills in the technology education classroom: What do students need, *The Technology Teacher*, 68(3), 2008, pp. 19–25
- [15] Rogers, G. E. Technology education curricular content: A trade and industrial education perspective, *Journal of Industrial Teacher Education*, vol. 32(3), pp. 59-74
- [16] МОН - ИТ кариера, <https://it-kariera.mon.bg/e-learning/login/index.php>
- [17] Mollov, M., Google Classroom – an innovative approach to a more efficient organization of learning, *Mathematics and Informatics*, Volume 62, Number 5, ISSN 1314–8532 (Online), ISSN 1314–8532 (Online)

**DEVELOPMENT OF STEM COMPETENCIES
IN VIRTUAL ENVIRONMENT FOR OCCUPATION
“APPLICATION PROGRAMMER”**

Muharem Mollov¹, Gencho Stoitsov^{2,*}, Gergana Koleva³

*^{1,2,3} Faculty of Mathematics and Informatics,
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Bulgaria Blvd. 236, Bulgaria*

¹ muharem.mollov@uni-plovdiv.bg

^{2,} Corresponding author: stoitzov@uni-plovdiv.bg*

³ gerry.koleva@fmi-plovdiv.org

Abstract. The article presents the obtained results from an education course specialized for the development of specific STEM competencies and soft skills for team work during the education of application programmers as a part of the national program “Education for IT career”. The successfully realized Arduino-based projects and the results from the applied questionnaire confirm the working hypothesis that the team work during the development of projects in module “Integrated systems and operating systems” can be successfully conducted in distance form of education by appropriately chosen and applied virtual tools.