

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ



**Научни трудове
на**



**Съюза на учените
Пловдив**

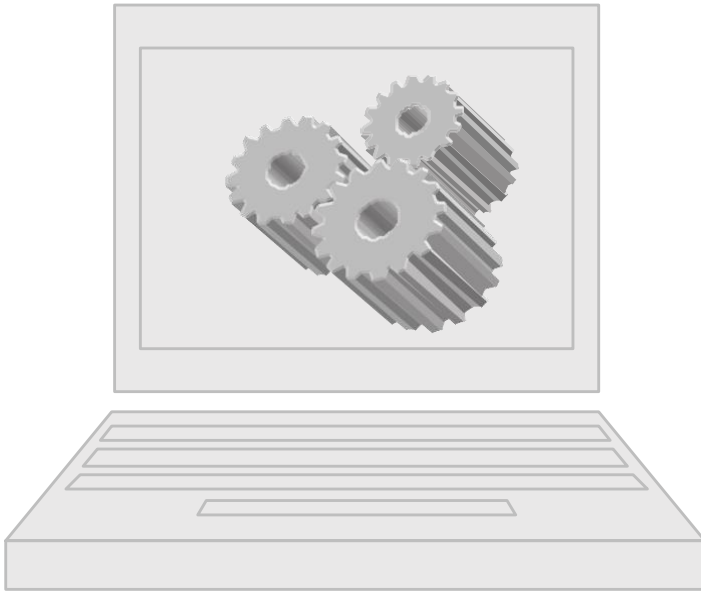


**Серия В. Техника и технологии,
том XXI**

**2024 г.
Пловдив**

ISSN 1311-9419 (Print)
ISSN 2534-9384 (Online)

**НАУЧНИ ТРУДОВЕ
НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ**



2024

ПЛОВДИВ

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ

**Научни трудове на Съюза на учените
в България – Пловдив**

**Серия В. Техника и технологии,
том XXI**

**2024
Дом на учените, Пловдив**

.....
**UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA –
PLOVDIV**

**Scientific Works of the Union of Scientists
in Bulgaria - Plovdiv**

**Series C. Technics and Technologies,
Vol. XXI**

**2024
House of Scientists, Plovdiv**

„Научни трудове на СУБ – Пловдив“ е периодично, индексирано, рецензирано и реферирано научно издание на Пловдивския клон на Съюза на учените в България, най-голямата и авторитетна неправителствена професионално-творческа организация на българските учени.

В изданието (в 4 серии) се публикуват доклади и научни съобщения, представени на научни форуми на СУБ – Пловдив. Приемат се за публикуване и статии на български и чуждестранни учени срещу заплащане по приета от Управителния съвет тарифа.

Тези 4 серии, в които са обхванати всички клонове на съвременната научна мисъл, са регистрирани в печатна и онлайн версия със самостоятелни ISSN индекси и са съответно:

Серия А. Обществени науки, изкуство и култура, ISSN 1311-9400 (Print); ISSN 2534-9368 (Online);

Серия Б. Естествени и хуманитарни науки, ISSN 1311-9192 (Print); ISSN 2534-9376 (Online);

Серия В. Техника и технологии, ISSN 1311-9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online);

Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, ISSN 1311-9427 (Print); ISSN 2534-9392 (Online).

Всички публикувани материали се рецензират от утвърдени и водещи в съответната научна област специалисти.

Авторите носят напълно и изцяло отговорност за съдържанието на своите материали. Подготвените за отпечатване материали трябва да са в обем до 4 страници. Допускат се и по-обемни статии и доклади, като всяка допълнителна страница се заплаща отделно.

Текстът трябва да бъде набран на компютър във формат Microsoft Word и записан на диск и хартиен носител. Материали могат да се изпращат и по e-mail на адрес: office@usb-plovdiv.org, приложени като прикачен файл (attachment) към основното писмо.

Основните параметри на всяка страница са:

1. Размер на страницата: File, Page Setup, Paper Size – A4.

2. Размер на печатаемото поле – 14 см на 21 см: File, Page Setup, Margins:

в сантиметри **Top, Bottom – 4,3 cm; Left, Right – 3,5 cm;**

в инчове **Top, Bottom – 1,69; Left, Right – 1,38.**

3. Междуредово разстояние: Format, Paragraph, Line spacing single.

4. Шрифт – Times New Roman C (кирилик)

Тема на доклада, автори, месторабота – Size 12 Bold Abstract – Size 10, Bold

Текст на доклада и резюмето – Size 10, Normal.

5. Първа страница трябва да започва с 6 празни реда (3 см), за да се монтира „шапка“ с темата и датата на научния форум, както и идентификаторите на съответния том.

6. На първа страница, след оставеното място за „шапка“, се изписва в посочения ред, **КАТО СЕ ЦЕНТРИРА:**

тема на доклада (с главни букви) – на български език;

автори (име и фамилия – без титли и съкращения) – на български език; месторабота – на български език;

Празен ред

тема на доклада (с главни букви) – **на английски език;**

автори (име и фамилия – без титли и съкращения) – **на английски език; месторабота – на английски език.**

7. На нов ред се изписва **Abstract (т. е. резюме)**, което не се центрира.

8. Следва текстът на резюмето (на английски език).

9. Ключови думи (на английски език).

Празен ред

10. Следва текстът на доклада.

11. Фигурите, снимките и диаграмите към доклада трябва да бъдат черно-бели и монтирани в текста.

12. Бележки и забележки се пишат под линия на съответната страница, **изписани на латиница.**

13. Всички цитирания в текста – в скоби се изписва фамилията на автора (на латиница) и годината на публикуване.

Пример: (Ivanov, 2014).

Отделно се прилага списък с цитираните публикации, подредени азбучно според фамилията на първия автор. Когато се цитират няколко публикации от един и същи автор, най-напред в списъка се дават самостоятелните му публикации, следвани от публикациите в съавторство. Желателно е да се изброяват имената на всички автори. Литературните източници не се номерират.

Всички литературни източници на кирилица се изписват, като имената на авторите и на източниците се транслитерират на латиница, а заглавията на статиите се превеждат на английски език. При транслитерирането буквите се заменят според Закона за транслитерацията. Оригиналният език на публикациите, преведени на английски език, се посочва след библиографското описание в скоби (български = Bg, руски = Ru, сръбски = Sr, македонски = Mk, гръцки = Gr, и т. н.).

Пример: Ibrishimov N., H. Lalov, 1984. *Clinical Laboratory Investigations in Veterinary Medicine*, 1984, Zemizdat, S. 363 p. (Bg)

12. При желание авторите могат да публикуват в края на статията информация за себе си и адрес за връзка и кореспонденция.

13. Материалът, включен в статията, трябва да е оригинално и непубликувано до момента теоретично изследване, да съдържа оригинални експериментални данни или нови интерпретации на съществуващи резултати.

Материали, които не са оформени според гореизложените изисквания, няма да бъдат разглеждани. Хартисени отпечатъци и дискове не се връщат. Хонорари не се изплащат.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ: проф. Владимир Андонов (отговорен редактор); проф. Мария Панчовска-Мочева; проф. Божидар Хаджиев; проф. Веселин Василев; проф. Димитър Димитраков; проф. Йордан Тодоров; проф. Лена Костадинова-Георгиева; проф. Николай Панайотов; проф. Цанка Андреева; проф. Симеон Василев; доц. Атанас Арnaudов; доц. Красимира Чакърова; доц. Тодорка Димитрова; доц. Станка Хаджиколева.

EDITORIAL BOARD: Prof. Vladimir Andonov (editor-in-chief); Prof. Maria Panchovska-Mocheva; Prof. Bozhidar Hadzhiev; Prof. Veselin Vasilev; Prof. Dimitar Dimitrakov; Prof. Jordan Todorov; Prof. Lena Kostadinova-Georgieva; Prof. Nikolay Panayotov; Prof. Tzanka Andreeva; Prof. Simeon Vasilev; Assoc. Prof. Atanas Arnaudov; Assoc. Prof. Krassimira Chakarova; Assoc. Prof. Todorka Dimitrova; Assoc. Prof. Stanka Hadzhikoleva.

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ: проф. Георги Тотков; проф. Николай Панайотов; проф. Симеон Василев; проф. Атанаска Босакова-Арденска; проф. Димитър Токмаков; проф. Емил Хаджиколев; доц. Златко Златанов; доц. Стела Статкова-Абегхе, доц. Стоян Черешаров.

EDITORIAL COUNCIL: Prof. Georgi Totkov; Prof. Nikolay Panayotov; Prof. Simeon Vasilev; Prof. Atanaska Bosakova-Ardenska; Prof. Dimitar Tokmakov; Prof. Emil Hadzhikolev; Assoc. Prof. Zlatko Zlatanov; Assoc. Prof. Stela Statkova-Abeghe, Assoc. Prof. Stoyan Cheresarov.

МОСТОВ РЕВЕРСИВЕН РЕЗОНАНСЕН DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ ПРИ УПРАВЛЕНИЕ С ИЗМЕНЕНИЕ НА РАЗСТРОЙКАТА ПО ЧЕСТОТА

Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

DUAL ACTIVE BRIDGE RESONANT DC-DC CONVERTER WITH SYMMETRICAL CONTROLLED RECTIFIER AT DIFFERENT FREQUENCY RATIOS

Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: A first harmonic analysis of a dual active bridge series resonant DC-DC converter operating above its resonant frequency is realized. A symmetrical controlled rectifier is implemented, by which a phase-shift control is achieved. As a result, the load characteristics of the converter operating at different frequency ratios are obtained.

Keywords: Phase-shift control, Resonant power converters, Soft commutation

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Делът на възобновяемите енергийни източници през 2022г. бележи ръст от почти четиридесет процента, от които повече от половината са вследствие на мощностите, генерирани от фотоволтаични централи (ЕМИ, 2023). Това се дължи както на стимулирането на сектора от правителствата на отделните държави, така и на усъвършенстването на технологиите за производство на слънчева енергия (Kumar, 2020).

Като основен проблем при фотоволтаичните системи може да се определи зависимостта на генерираните мощности от околната среда. Възможно решение в случая се явява включването в системата на генератор и/или батерии (Supanyarong, 2022). Това от своя страна налага използването на устройство за управление на енергията и в двете посоки.

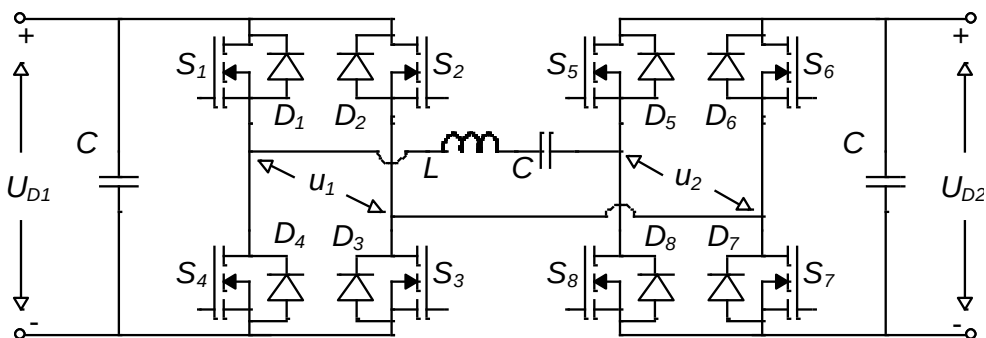
Както е известно, при резонансните преобразуватели е налице възможност за работа в условия на мека комутация. Това позволява превключването на полупроводниковите прибори да се осъществява при повишена честота, което от своя страна е предпоставка за намаляване на масогабаритните размери на изделието, а следователно и за повишаване на ефективността (Packnezhad, 2023).

В (Lichev, 2017) е разгледан резонансен преобразувател, работещ при постоянна надрезонансна честота и управляващ параметър – времето на провеждане на транзисторите на единия от мостовете. Определен е диапазонът на изменение на управляващия параметър, при който силовите прибори работят в условия на мека комутация или както е в случая – в режим на ZVS (zero voltage switching). Преобразувателят е реверсивен, което позволява предаване на енергията и в двете посоки.

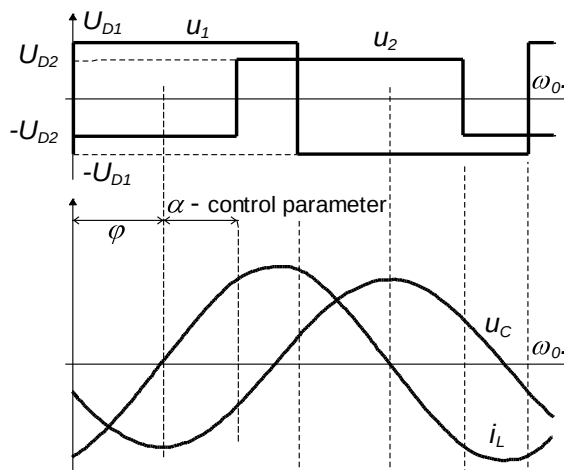
Целта на настоящия труд е да се изследва поведението на преобразувателя, представен в (Lichev, 2017), като се построят товарните му характеристики при различни стойности на разстройката по честота.

2. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ

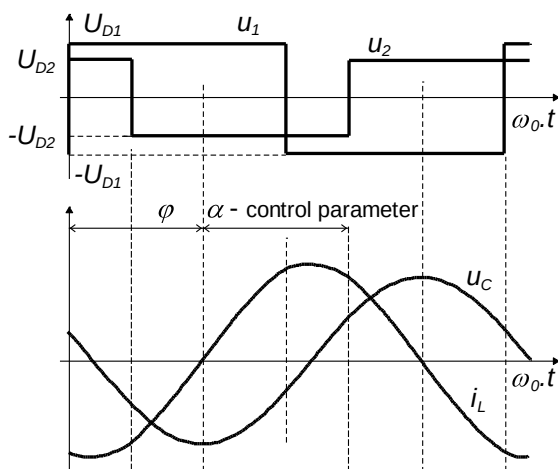
Схемата на преобразувателя (Фиг. 1) е съставена от два мостови инвертора, резонансна верига (L , C) и филтърни кондензатори (C). Към първия инвертор ($S_1 - S_4$) е приложено постоянно напрежение U_{D1} , а към втория ($S_5 - S_8$) – постоянно напрежение U_{D2} .



Фигура 1. Схема на изследвания преобразувател



Фигура 2. Режим FORWARD MODE



Фигура 3. Режим REVERSE MODE

Могат да бъдат определени два работни режима – FORWARD MODE (Фиг. 2) и REVERSE MODE (Фиг. 3). При първия, преносът на енергия се осъществява в посока от инвертор $S_1 - S_4$ към инвертор $S_5 - S_8$ а при втория – в обратна посока.

Преобразувателят работи с честота по-висока от резонансната. Поради тази причина транзисторите $S_1 - S_4$ превключват в условия на ZVS. Когато токът i_L стане нула, започват да провеждат ключовете $S_5 - S_8$ за време – ъгъл α . В резултат, напреженията на двете инверторни мостови стъпала u_1 и u_2 се получават дефазирани едно от друго. По този начин (чрез изменение на ъгъл α) се осъществява управлението на преобразувателя.

3. АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ В ПРЕОБРАЗУВАТЕЛЯ

Изследването е извършено посредством хармоничен анализ. Независимо, че се отчита влиянието само на първата хармонична, резултатите са с достатъчно голяма точност.

С цел опростяване на анализа се приема, че всички елементи на преобразувателя са идеални, а пулсациите на напреженията U_{D1} и U_{D2} се пренебрегват. Следователно

напряженията u_1 и u_2 са с правоъгълна форма.

Според така направените допускания, разстройката по честота, характеристикният импеданс и резонансната честота се определят съответно както следва:

$$\nu = \frac{\omega S}{\omega_0}, \quad \rho_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Поради действието на диодите $D_5 - D_8$, изходното напрежение не може да променя поляритета си. Когато полупроводниковите ключове $S_5 - S_8$ провеждат по-дълго време от антипаралелните им диоди (ъгъл $\alpha > 90^\circ$) и времето на провеждане на транзисторите $S_1 - S_4$ е по-малко от това на прилежащите им антипаралелни диоди (ъгъл $\varphi > 90^\circ$), енергията връщана към източника с напрежение U_{D1} е повече от тази към източника с напрежение U_{D2} . В случая се наблюдава режим REVERSE MODE.

При изменение на управляващия параметър в интервала $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ е на лице режим FORWARD MODE.

Според направения анализ в (Lichev, 2017), изходното напрежение U_{D2} и изходният ток I_{D2} се определят според изразите:

$$U'_{D2} = \frac{R'_0}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2}{8} \left(\frac{\nu-1}{\nu}\right)\right)^2 + \left(\left(\frac{\pi^2}{8} \left(\frac{\nu-1}{\nu}\right)\right) \operatorname{tg} \alpha - R'_0\right)^2}} \quad (2)$$

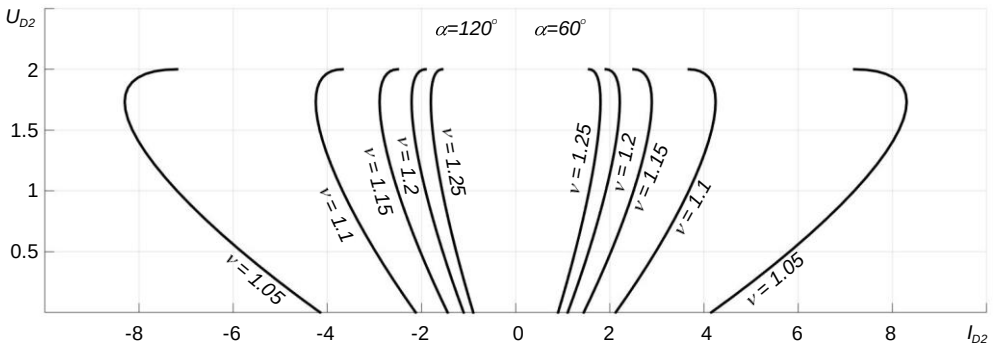
$$I'_{D2} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2}{8} \left(\frac{\nu-1}{\nu}\right)\right)^2 + \left(\left(\frac{\pi^2}{8} \left(\frac{\nu-1}{\nu}\right)\right) \operatorname{tg} \alpha - R'_0\right)^2}} \quad (3)$$

където R'_{D2} е стойността на товарния резистор в нормализирани единици.

Анализът по метода на първата хармонична дава възможност да се изчислят стойностите и за максималното напрежение върху резонансния кондензатор U_{CMax} :

$$U'_{CMax} = \frac{\pi I'_{D2}}{2\nu \cos \alpha} \quad (4)$$

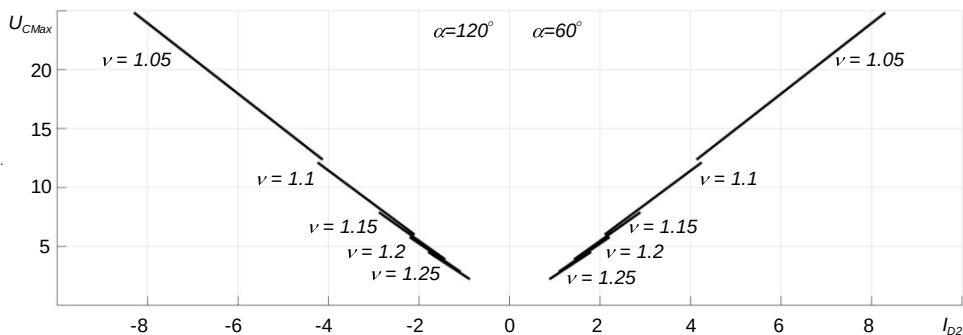
На база 2) и 3) са построени изходните характеристики на преобразувателя (фиг. 4).



Фигура 4. Зависимости между изходния ток и изходното напрежение

Вижда се, че при една и съща стойност на управляващия параметър (ъгъл $\alpha = 60^\circ$ при режим на работа FORWARD MODE и $\alpha = 120^\circ$ - при REVERSE MODE) стойностите на изходния ток I_{D2} нарастват значително при разстройка по честота $\nu = 1.05$ и намаляват с увеличаване на работната честота.

Подобна тенденция се наблюдава и по отношение на максималното напрежение върху кондензатора от резонансната верига U_{CMax} . В случая с намаляване на разстройката по честота нараства не само изходния ток, но и напрежението върху кондензатора.



Фигура 5. Зависимости между изходния ток и максималното напрежение върху резонансния кондензатор при различни стойности на разстройката по честота

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследван е мостов реверсивен резонансен DC-DC преобразувател. На база анализ по метода на първата хармонична са построени зависимостите на изходното напрежение и максималното напрежение върху резонансния кондензатор от изходния ток.

Получените резултати показват, че при малка разстройка по честота стойностите на изходния ток и максималното напрежение върху кондензатора нарастват значително. Това може да доведе до сериозни повреди, поради което този режим на работа не се препоръчва.

ЛИТЕРАТУРА

- Институт по енергиен мениджмънт (ЕМИ).** (2023) *Ръст на дела на електроенергията от изкопаеми горива в ЕС*
- Kumar, H., Chopra, C., Chand, A., Elavarasan, P. & Shafiullah, G.** (2020) *Hybrid Renewable Energy Microgrid for a Residential Community: A Techno-Economic and Environmental Perspective in the Context of the SDG7, Sustainability*, <https://doi.org/10.3390/su12103944>
- Supanyapong, S., Pattarapongsathi, W., Bilsalam, A., Guilbert, D., & Thounthong, P.** (2022) *Averaged large-signal model of a DC-DC isolated forward resonant reset converter for a solar cell battery charger using internet of things: implementation, IJPEDS*, vol. 13, no. 3, pp. 1732–1747, doi: 10.11591/ijpeds.v13.i3.pp1734-1750.
- Packnezhad, M., Talebi, P., & Farzanehfard, H.** (2023) *Fully soft switched high step-up/down bidirectional buck/boost converter with reduced switch voltage stress, IET Power Electronics*, vol. 16, no. 7, pp. 1146–1155, doi: 10.1049/pel2.12457.
- Lichev, A., Vuchev, A., Bankov, N. & Madankov, Y.** (2017) *Load and Control Characteristics of a Series Resonant DC-DC Converter with a Symmetrical Controlled Rectifier*, Sixth International Scientific Conference “Engineering, Technologies and Systems” TECHSYS 2017, pp. 99 – 104, ISSN Online: 2535-0048

**ФАЗОВО УПРАВЛЯЕМ МОСТОВ РЕЗОНАНСЕН
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ С ИЗМЕНЕНИЕ НА РАБОТНАТА ЧЕСТОТА**
Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

**PHASE-SHIFT CONTROLLED DUAL ACTIVE BRIDGE RESONANT
DC-DC CONVERTER AT DIFFERENT OPERATING FREQUENCIES**
Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: A dual active bridge series resonant DC-DC converter operating above its resonant frequency is examined. Based on a first harmonic analysis, the converter behavior at different operating frequencies is studied. As a result, the characteristics of the average currents through the power switches are achieved.

Keywords: Variable frequency control, Resonant converters, Efficiency

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Основните видове фотоволтаични електроцентрали могат да се разграничат по следния начин (Aghaei, 2020):

- централи, свързани единствено към мрежовото електрозахранване (мрежови);
- автономни централи;
- хибридни електроцентрали;

При първия вид, цялата генерирана мощност се подава към мрежата. Обикновено тези фотоволтаични системи се изграждат с търговска цел и в повечето случаи прекъсването на електроподаването от коя да е соларна централа не е от ключово значение за снабдяването на крайните потребители с електроенергия.

На отдалечени места, където достъпът до електропреносната мрежа е ограничен, автономните фотоволтаични централи се явяват възможен вариант за осигуряване на електрозахранване, но трябва да се осигури и устройство за съхранение на енергията (батерии) (Gorji, 2019). В противен случай липсата на слънцегреене ще доведе до прекъсване на електроенергията към консуматора. Наличието на батерии обаче осъществява значително съответната система.

При хибридните електроцентрали, фотоволтаичните мощности се комбинират с други източници на електроенергия, което не изключва използването и на устройства за съхранение на енергията (Kumar, 2020).

Наличието на батерии предполага пренос на енергията и в двете посоки. За целта се използват реверсивни преобразуватели. Включването на резонансна верига в схемата позволява работа на полупроводниковите ключове в условия на мека комутация. По този начин се повишава не само ефективността на преобразувателя, но и на системата като цяло (Krismer, 2010).

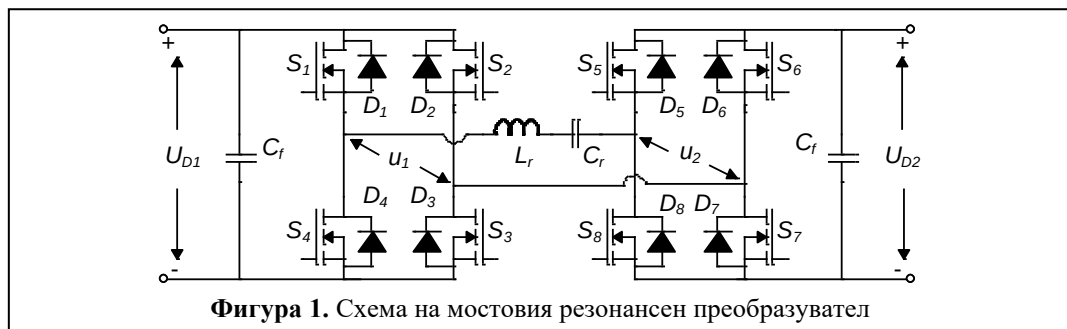
В (Lichev, 2017) е представен мостов реверсивен резонансен преобразувател при управляващ параметър – времето на провеждане на диодите на единия мост и периода на провеждане на транзисторите другия. Силовите прибори превключват при постоянна честота, която е над резонансната. Доказано е, че за определен диапазон на управляващия

параметър, преобразувателят има поведение на идеален източник на ток. Построени са изходните характеристики и са определени натоварванията на полупроводниковите ключове.

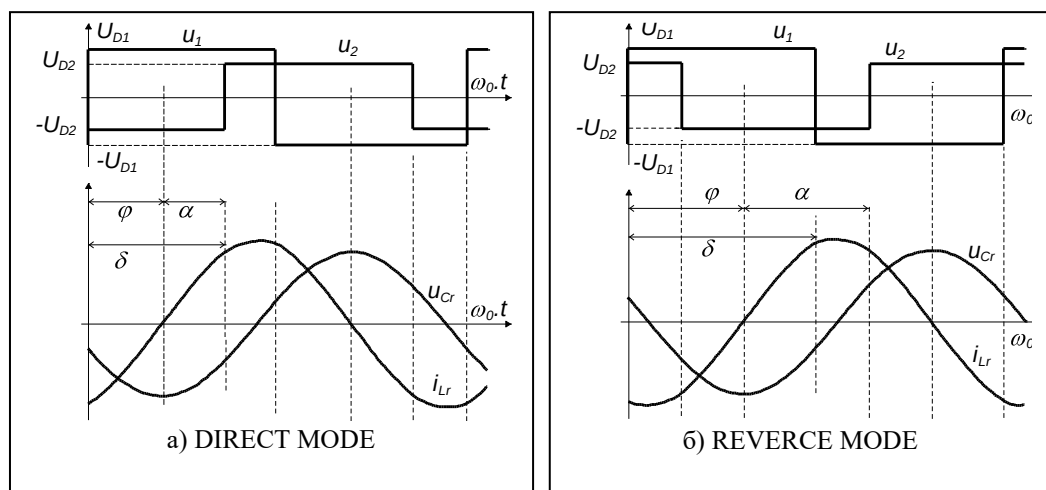
Целта на настоящото изследване е да се построят товарните характеристики на преобразувателя, представен в (Lichev, 2017) при промяна на разстройката по честота.

2. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ПРЕОБРАЗУВАТЕЛЯ

Реверсивният мостов резонансен преобразувател (фиг. 1) се състои от два мостови инвертора, резонансна верига (L_r , C_r) и филтърни кондензатори C_f . Инверторът с полупроводникови ключове ($S_1 - S_4$) ще наричаме условно „входен“, а този с транзистори ($S_5 - S_8$) – „изходен“.



Към изводите на входното стъпало е приложено постоянно напрежение U_{D1} , а към изводите на изходното стъпало – напрежение U_{D2} . Известни са два режима на работа – FORWARD MODE (фиг. 2 а) и REVERSE MODE (фиг. 2 б). При първия енергията се предава от входния към изходния инвертор, а при втория – в обратна посока.



Управляещ параметър в случая се явява ъгъл δ , който се определя от времето на провеждане на антипаралелните диоди на входния инвертор (ъгъл φ) и времето на провеждане на транзисторите на изходния инвертор (ъгъл α). Тъй като работната честота е по-висока от резонансната, токът i_{Lr} изостава от напрежението на входния инвертор u_1 на ъгъл φ .

Изменението на управляещия параметър се осъществява в диапазона $90^\circ \leq \delta \leq 270^\circ$ тъй като в (Lichev, 2017) беше установено, че в съответния интервал преобразувателят има поведение на идеален източник на ток.

3. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Изследването е реализирано при отчитане на влиянието само на първата хармонична, като за улеснение се приема, че всички елементи в схемата са идеални. Това позволява да се определят характеристикният импеданс, резонансната честота и разстройката по честота както следва:

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} , \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} , \quad \nu = \frac{\omega_S}{\omega_0} \quad (1)$$

Според методиката в (Lichev, 2017), изходният ток I_{D2} и изходното напрежение U_{D2} се изчисляват с помощта на следните изрази:

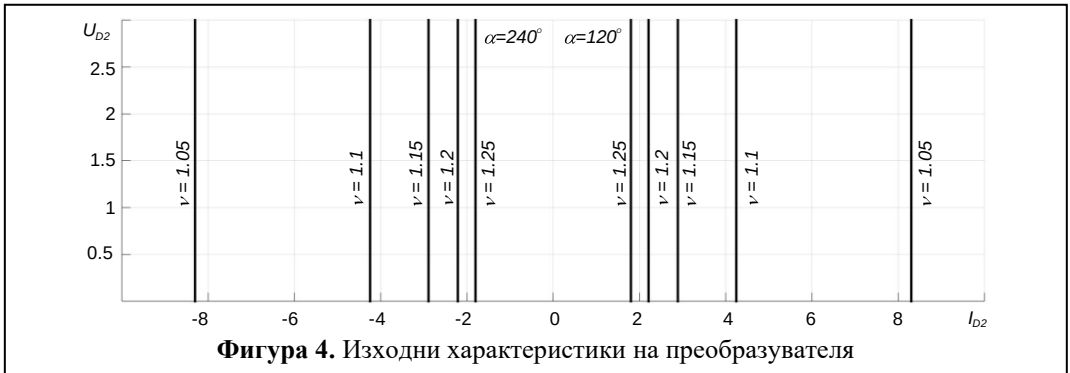
$$I'_{D2} = \frac{\sin \delta}{\frac{\pi^2}{8} \left(\frac{\nu - 1}{\nu} \right)} \quad (2)$$

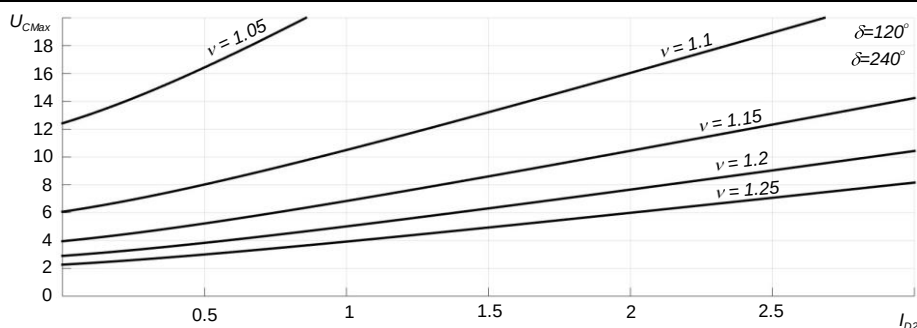
$$U'_{D2} = \frac{1 - \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} \sin \delta}{\cos \delta} \quad (3)$$

Стойностите на максималното напрежение върху резонансния кондензатор U_{CMax} се определят както следва:

$$U'_{CMax} = \frac{\pi I'_{D2}}{2\nu \cos(\delta - \varphi)} \quad (4)$$

От изходните характеристики (фиг. 4), получени на база уравнения 2) и 3) за режим FORWARD MODE ($\delta = 120^\circ$) и режим REVERCE MODE ($\delta = 240^\circ$) се вижда, че преобразувателят има поведение на идеален източник на ток независимо от стойността на работната честота. При $\nu = 1.05$ обаче за изходния ток I_{D2} се получават много големи стойности. Същото се отнася и за максималното напрежение върху кондензатора в резонансната верига (фиг. 5).





Фигура 5. Натоварване на резонансния кондензатор при различна работна честота

От характеристиките, които са идентични и за двата режима на работа става ясно, че при изменение на разстройката по честота от 1.25 до 1.05, стойността на максималното напрежение върху кондензатора нараства около шест пъти.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършен е хармоничен анализ на мостов реверсивен преобразувател при различни стойности на разстройката по честота. На база получените зависимости, графично е установено, че при работна честота близка до резонансната изходният ток и максималното напрежение върху резонансния кондензатор нарастват значително, което може да повреди преобразувателя. Поради това не е препоръчително да се работи при много малки стойности на разстройката по честота.

От друга страна по-голямата разлика между работната и резонансната честота води до увеличаване на циркулацията на реактивна енергия във веригата. Следователно може да се приеме, че за осигуряване на надеждна работа на преобразувателя е препоръчително да се работи при стойности на разстройката по честота около 1.15.

ЛИТЕРАТУРА

- Aghaei, M., Kumar, N., Eskandari, A., Ahmed, H., De Oliveira, A. & Chopra, S.** (2020) *Solar PV systems design and monitoring*, in Photovoltaic Solar Energy Conversion, pp. 117–145. doi: 10.1016/B978-0-12-819610-6.00005-3.
- Gorji, S., Sahebi, H., Ektesabi, M., & Rad, A.** *Topologies and Control Schemes of Bidirectional DC–DC Power Converters: An Overview*, IEEE Access, vol. 7, pp. 117997–118019, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2937239.
- Kumar, H., Chopra, C., Chand, A., Elavarasan, P. & Shafiullah, G.** (2020) *Hybrid Renewable Energy Microgrid for a Residential Community: A Techno-Economic and Environmental Perspective in the Context of the SDG7*, Sustainability, <https://doi.org/10.3390/su12103944>
- F. Krismer,** (2010) *Modeling and Optimization of Bidirectional Dual Active Bridge DC-DC Converter Topologies* PhD thesis
- Lichev, A., Vuchev, A., Bankov, N. & Madankov, Y.** (2017) *Load and Control Characteristics of a Phase-shift Controlled bidirectional series resonant DC/DC Converter*, Sixth International Scientific Conference “Engineering, Technologies and Systems” TECHSYS 2017, pp. 105 – 110, ISSN Online: 2535-0048

ПРОУЧВАНЕ НА НЕОБХОДИМОСТТА ОТ НОВИ ИНСТРУМЕНТИ В РАЗВИТИЕТО НА ЕЛЕКТРОННАТА ТЪРГОВИЯ

Станислав Даков¹, Меги Дакова²

¹Факултет по математика и информатика, ²Физико-технологичен факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

STUDYING THE NEED FOR NEW TOOLS IN E-COMMERCE DEVELOPMENT

Stanislav Dakov¹, Megi Dakova²

¹Faculty of Mathematics and Informatics, ²Faculty of Physics and Technology, University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The rapid development of e-commerce necessitates a critical analysis of existing tools for user interaction and a study of the need for new ones to satisfy the needs of more users. This research focuses on the need for security and convenience of e-commerce. The present research aims to identify and indicate the need for innovative tools that would contribute to a more rational management of the relationship between consumers and businesses. The research methodology employed combines both qualitative and quantitative approaches, using leading primary sources of information on e-commerce platforms combined with in-depth analysis of the current state of tools and user needs for new ones. The results of the research will highlight the role of innovative tools, in improving and satisfying the needs of users. The industry and e-commerce continue to evolve rapidly, offering new opportunities for developments in the field of online trading tools.

Keywords: E-commerce, research, development, tools

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В условията на бързо развиващите се комуникационни системи, много хора използват интернет трафика за сърфиране в уебсайтове за електронна търговия. Ограниченията по време на пандемията от коронавирус през 2020 г. спомогнаха за активиране и разрастване на електронното пазаруване. Според Statista (Statista, 2021) по това време уебсайтовете за онлайн търговия на дребно са реализирали големи печалби. Например, през 2020 г. Amazon.com и eBay.com са имали средно месечно съответно 3,68 милиарда посетители и 1,01 милиарда посещения. Някои автори (Bhatti, 2020) очакват продажбите на електронната търговия да достигнат изключително високи нива.

Интернет се превърна в удобна среда за рекламиране на продукти и реализиране на търговия. Това налага повишаване на ефективността на взаимодействие между бизнеса и клиентите. За подобряване на качеството на обслужване се прилагат различни съвременни технологии и инструменти. Според (Smith et al., 2018), (Jones и Wang, 2019), (Chen и Huang, 2020) бурното развитие на онлайн търговията изисква съответни иновации в инструментите, съответстващи на потребителските очаквания подпомагащи цялостното пазаруване.

Усъвършенстването на инструментите за електронна търговия дават възможности и за динамично коригиране на цените, съобразено с пазарните тенденции, както и за проучване на пазара (Li and Wu, 2017), (Duan et al., 2019). Това е от съществено значение за повишаване на удовлетвореността на потребителите (Liu et al. 2019) и за вземането на стратегически

решения за развитие на бизнеса (Song et al. (2018). Според (Zhang и Liu 2020) с нарастване на онлайн транзакциите, особено важни са инструментите, осигуряващи сигурност както за бизнеса, така и за потребителите. Подобряването на инструментите за електронната търговия се разглежда като предизвикателство за създателите на приложения за ефективното ѝ функциониране (K. Shishmanov, M. Tashkova, M. Markova, 2020).

Състоянието на електронната търговия в България се подобрява и става все по-значим фактор. Пазаруването по интернет е предпочитано от много потребители. Петков в своя труд (Petkov, A. 2016) разглежда състоянието на електронната търговия в България. Той подчертава необходимостта от прилагането на съвременни информационни и комуникационни технологии, водещи до повишаване на конкурентоспособността на бизнеса.

Изборът на подходящи инструменти за развитието на електронната търговия е изведено на преден план. Ефективното им използване дава нови възможности за улеснение на онлайн пазаруването и повишаване на удовлетвореността и доверието на потребителите.

Целта на настоящата разработка е чрез водещи първични източници на информация, свързани с електронната търговия, да се разгледа текущото състояние на онлайн търговията в България и да се представи необходимостта от разработването на нови инструменти. Представени са резултати от проведено авторско проучване.

Основната задача е да се идентифицират и посочат иновативни инструменти, които биха допринесли за по-добро управление на взаимоотношенията между потребителите и бизнеса. В процеса на работа по настоящия труд е използвана комбинирана изследователска стратегия, която включва прилагането както на количествени, така и на качествени методи. Регистрацията на първични данни се реализира посредством анкетно проучване. Анкетната карта се реализира онлайн чрез платформата на Google – Forms, която е уеб-базирана. <https://forms.gle/cZ4ksHQYJcx95HwB8>. За обработване на данните се използва Microsoft Excel 2019. В анкетното проучване участват 210 респондента.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

С бурно развитие на технологиите и динамичното ни ежедневие, бързо нараства броят на потребителите на интернет в България. По данни на НСИ за периода 2018-2023г., представени в таблица 1, през последните години се запазва устойчива тенденцията за нарастване на възможността за достъп до интернет на домакинствата в България.

Таблица 1. Достъп до интернет за периода 2019-2023 години, Източник: НСИ

Години	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Проценти	72,1	75,1	78,9	83,5	87,3	88,5

В таблица 2 е представен относителния дял на лицата, пазарували чрез Интернет за същия период 2018-2023 г. Вижда се, че броят на потребителите нараства през годините, като процента на живеещи в малки населени места се запазва по-малък от този на жителите на големите градове. По-голям брой клиенти са жените.

Таблица 2. Относителен дял на лица, купували стоки или услуги по Интернет през периода 2018-2022 години, Източник: НСИ

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Общо проценти	20,8	21,7	30,9	33,0	40,5	45,2
По местоживеене						
В градовете	24,0	24,7	35,4	37,2	45,4	50,2
В селата	11,5	13,0	18,0	21,6	26,9	30,7
По пол						
Мъже	19,6	20,6	30,1	32,7	38,9	43,1
Жени	21,9	22,7	31,7	33,3	42,1	47,2

Ще представим накратко резултатите от нашето авторско проучване. Отговорите на някои въпроси са от съществено значение за анализа на избора на нови инструменти в областта на електронната търговия и тяхната реализация.

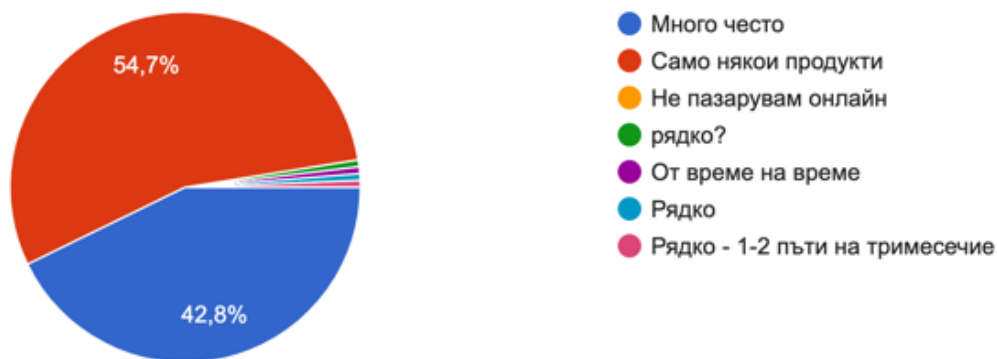
Най-напред ще опишем профила на анкетираните. Най-голям дял участници в анкетното ни проучване имат жените (над 60%). Участниците са във възрастови групи както следва: в група от 15-35 г. (над 50%), следвани от 36-45 г. (13%) и под 10% за възрастова група 46-над 55 г. Анкетираните с висше образование са над (90%), а 10% са със средно образование. Според местоживеене, най-голям брой от участниците (над 90%) са от голям град, а от малко селище - под 10%. Резултатите от изследването по отношение на избор на продукти за онлайн пазаруване са на (67%) дрехи, обувки и аксесоари, следвани от (13%) електроника, сувенири и храни, като най-малък е дялът на пазаруване на книги, козметика, лекарства и витамини. Представените от нас резултати потвърждават тези, дадени от НСИ (Investitor BG).

Обобщените отговори на въпроса „Как предпочитате да пазарувате?“ са представени на фиг.1. Оказва се, че по-малко от половината (48,4%) от анкетираните лица избират онлайн пазаруването, като 42,8% от тях предпочитат пазаруването физически в магазин. Резултатите показват, че все още няма изграден механизъм, чрез който потребителите да препрочитат да пазаруват електронно. Това способства за необходимостта от разширяване на достъпа и възможностите за такъв тип потребление. За тази цел е необходимо разработването и прилагането на нови инструменти за електронна търговия, осигуряващи атрактивно потребителско преживяване и сигурност.



Фигура 1. Обобщени отговори на въпроса „Как предпочитате да пазарувате?“

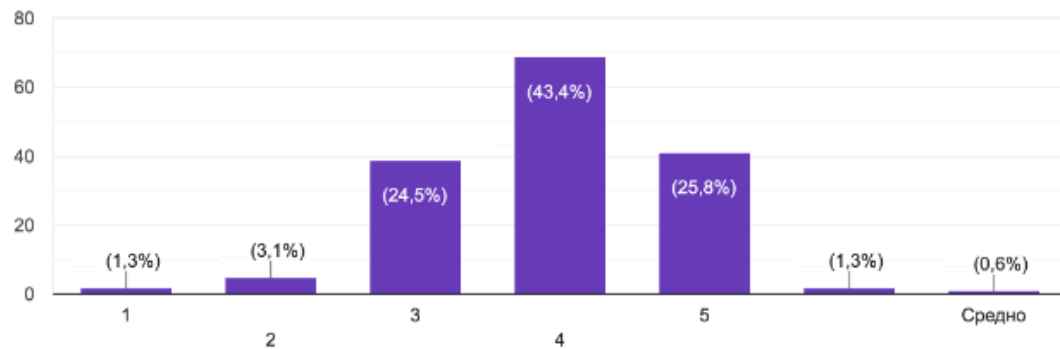
Обобщените отговори на въпроса „Колко често пазарувате онлайн?“ са представени на фиг.2. Повечето (54,7%) от онлайн потребителите купуват само някои продукти, а 42,8% пазаруват много често.



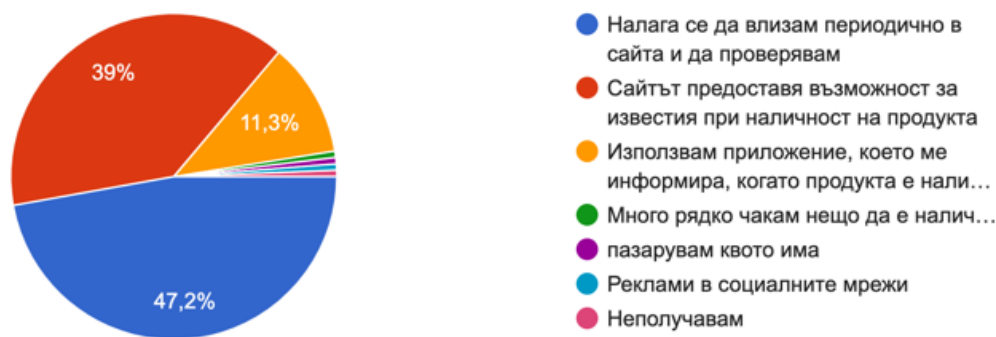
Фигура 2. Обобщени отговори на въпроса „Колко често пазарувате онлайн?“

Резултатите от отговорите на въпроса „До колко сте удовлетворени от онлайн пазаруването?“ (фиг.3), показват, че над 90% са достатъчно удовлетворени от онлайн пазаруването.

Отговорите на въпроса „Как получавате информация за наличност на желани от Вас продукти?“ са обобщени на фиг.4. Най-голям брой респонденти (над 47%) са посочили, че им се налага периодично да проверяват за наличността на желани продукти, следвани от над 39%, които ползват възможността за предоставяне на информация от сайта, а почти 11% използват специализирано приложение за подобен тип проследяване. Това насочва вниманието ни върху разработването на продукт/инструмент, предлагащ подобряване на това взаимоотношение (Dakov, Malinova, 2023).

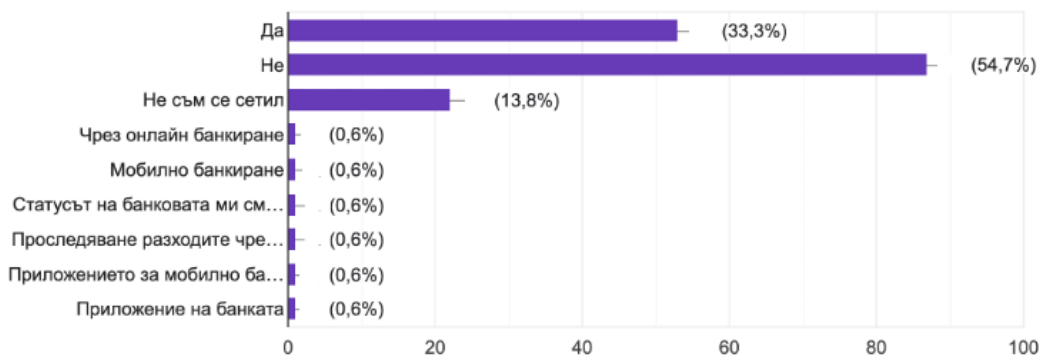


Фигура 3. Обобщените отговори на въпроса „До колко сте удовлетворени от онлайн пазаруването?“



Фигура 4. Обобщени отговори на въпроса „Как получавате информация за наличност на желани от Вас продукти?“

Отговорите на въпроса „Следите ли Вашите разходи в интернет и ако да какви инструменти използвате?“ са особено важни за сигурността на транзакциите. Те са показани на фиг.5. Около 33,3% от потребителите следят плащанията си в Интернет. Те използват различни приложения и инструменти за проследяване на ежедневните разходи. Повечето от потребителите (над 70%), обаче, не следят транзакциите си и съответно не използват инструменти за това.



Фигура 5. Обобщени отговори на въпроса „Следите ли Вашите разходи в интернет и ако да - какви инструменти използвате?“

Представените резултати недвусмислено показват необходимостта от разработването на нови инструменти за онлайн търговията, осигуряващи спокойно и приятно потребителско преживяване, специализирана помощ от сайта, внушаващи доверие и сигурност.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитието на електронната търговия е динамичен процес на непрекъснато търсене, информиране, проследяване и предоставяне на нови възможности за ефективно удовлетворяване нуждите на потребителите. Електронната търговия в България се развива. Пазаруването по интернет е предпочитано от много потребители. Основна необходимост за задържане на клиентите и привличане на нови е създаване и прилагане на нови инструменти за подобряване на взаимодействието между потребителите и бизнеса, повишаващи удовлетвореността и доверието на клиентите. Всичко това води до устойчив икономически растеж и висока конкурентоспособност на страната.

ЛИТЕРАТУРА

- Bhatti, A., Akram, H., Basit, H.M.** (2020). *E-commerce trends during COVID-19 Pandemic*, International Journal of Future Generation Communication and Networking, 13, 1449–1452.
- Chen, A., & Huang, B.** (2020). "User-Centric E-commerce: Enhancing the Shopping Experience." International Journal of Human-Computer Interaction, 27(4), 321-335.
- Dakov S., Malinova A.,** (2023) *Enhancing the e-commerce experience: A wishlist browser extension with price-detection*, p. print. 2023.
- Duan, L., et al.** (2019). "Dynamic Pricing Strategies in E-commerce." *Journal of Pricing Strategies*, 14(3), 210-225.
- Jones, M., & Wang, Q.** (2019). "Competitive Dynamics in E-commerce: Strategies for Success." *Journal of Strategic Management*, 22(3), 112-129.
- Li, X., & Wu, Y.** (2017). "Price Tracking Tools in E-commerce: A Strategic Imperative." *Journal of Business Analytics*, 10(1), 78-92.
- Liu, Y., et al.** (2019). "Personalization in E-commerce: The Role of Recommendation Systems." *Journal of Interactive Marketing*, 30(1), 45-61.
- Petkov A.** (2016), *Research on diffusion and growth of e-commerce in Bulgaria*, DOI:10.13140/RG.2.1.2382.8086, Conference: VIII International scientific conference "e-Governance and e-Communications" At: Sofia, Volume: 8
- Statista** (2021). *Top retail websites by global traffic 2020*. Retrieved on March 3, 2021, from <https://www.statista.com/statistics/274708/online-retail-and-auction-ranked-by-worldwide-audiences/>
- Smith, J., et al.** (2018). "E-commerce Evolution: Adapting to Dynamic Consumer Behavior." *Journal of Business and Technology*, 15(2), 45-60.

Song, H., et al. (2018). "Market Research Integration in E-commerce Tools." Journal of Marketing Technology, 25(2), 134-150.

Zhang, L., & Liu, W. (2020). "Security Measures in E-commerce Tools: Safeguarding Transactions." Journal of Cybersecurity, 17(4), 112-128.

Шишманов, К., Ташкова, М. and Маркова, М., (2020). *Съвременни тенденции в създаването на приложения за електронна търговия*, Алманах Научни изследвания, Институции, политики и предизвикателства пред дигиталната трансформация, Академично издателство „Ценов“, Свищов, ISSN 1312-3815, с. 243 – 272, <https://dlib.unisvishtov.bg/bitstream/handle/10610/4300/979e5b3264233287913a235b2d41649f.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

НСИ, <https://www.nsi.bg/bg/content/2808/достъп-на-домакинствата-до-интернет>, 12.2023

НСИ, <https://www.nsi.bg/bg/content/2831/лица-които-са-купували-стоки-и-услуги-по-интернет-за-лични-цели-през-последните-12-месеца>, 12.2023

Инвестор БГ, <https://www.investor.bg/a/515-ikonomika-i-makrodanni/385777-blizo-90-ot-balgarite-polzvat-internet-no-samo-36-imat-tsifrovi-umeniya>, 12.2023 г.

COMMUNICATION BETWEEN MICRO WEB SERVICES AND WEB BROWSER EXTENSION

Stanislav Dakov

Faculty of Mathematics and Informatics,
University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Plovdiv, Bulgaria
stanislav.dakov@uni-plovdiv.bg

Abstract: In the modern digital world, the combination of microweb services and web browser extensions has revolutionized user experiences. This article emphasizes the important role of communication between these two entities, exploring the relationship that powers seamless functionality. Through a meticulous exploration of message brokers, HTTP requests, and authentication mechanisms, this article unveils the underlying mechanisms driving the interaction. With a focus on secure communication, scalability, and real-time responsiveness, this study offers a comprehensive understanding of how microweb services and browser extensions collaboratively enrich browsing experiences.

Keywords: web services, browser, extension, plugin, communication, HTTP, message

1. INTRODUCTION

In the digital era, web applications have become increasingly complex, leading to the rise of microservices architecture (Newman, 2015). Microweb services are small, independent components that work together to deliver a complete application. Alongside this, web browser extensions have gained popularity for enhancing users' browsing experiences. These extensions often interact with microservices to provide additional functionality or data retrieval. In this article, we will explore the communication between microweb services and web browser extensions, focusing on message brokers and HTTP requests.

2. MICROSERVICES ARCHITECTURE AND COMMUNICATION

Microservices architecture breaks down large monolithic applications into smaller, loosely coupled services (Fowler, 2014). Each microservice focuses on a specific business capability and communicates with other microservices (Wiggins, 2019) to achieve the overall application's objectives. Communication between microservices (Martens, 2020) is crucial for seamless collaboration and effective service orchestration. Communication often follows two distinct paradigms: synchronous and asynchronous.

Asynchronous communication

The client sends a request, but it doesn't wait for a response from the service. So, the key point here is that the client should not have blocked a thread while waiting for a response. The most popular protocol for these Asynchronous communications is AMQP (Advanced Message Queuing Protocol). So, by using AMQP protocols, the client sends the message using message broker systems like Kafka and RabbitMQ queue. The message producer usually does not wait for a response. This message consumes from the subscriber systems in an async way, and no one waiting for a response.

According to (Diogo, 2020), message brokers like Kafka provide fault tolerance, and scalability, and enable event-driven architectures in microservices environments, making them an ideal choice for communication between microweb services and web browser extensions.

Key Characteristics of Asynchronous Communication:

- **Non-Blocking Nature:** One of the primary advantages of asynchronous communication is its non-blocking nature. The requesting service can continue its operation without being stalled by the target service's response time.
- **Scalability and Performance:** Asynchronous communication can significantly enhance system scalability. Services can manage their resources more efficiently, especially in scenarios with varying workloads.
- **Resilience and Fault Tolerance:** Asynchronous communication can improve system resilience. If a target service becomes temporarily unavailable, the requesting service can store the request and handle the response later, minimizing disruptions.

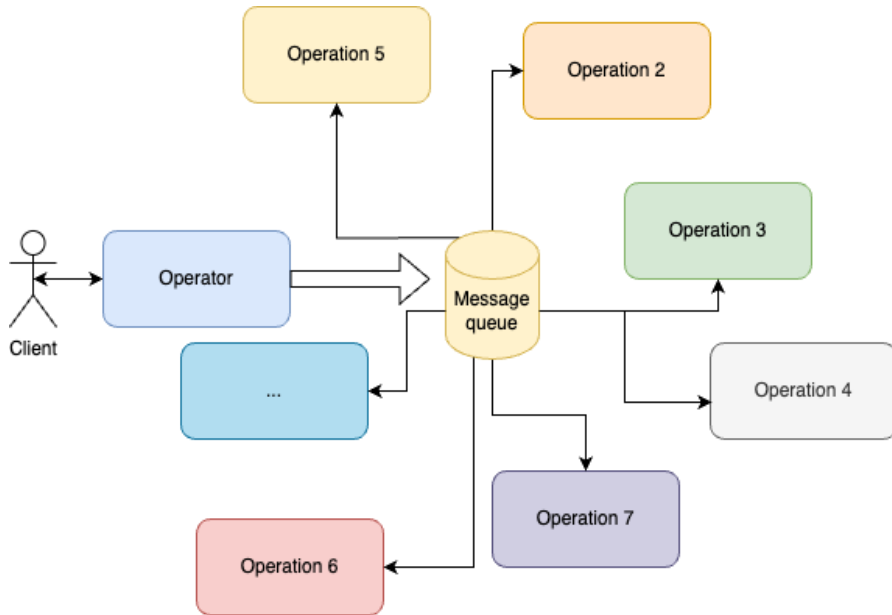


Figure 1. Asynchronous communication

Synchronous communication, often referred to as request-response communication, is a straightforward and intuitive model. In this paradigm, a service sends a request to another service and waits for an immediate response before proceeding. This model mirrors the conventional client-server interaction, where a client sends a request to a server and awaits the server's timely reply.

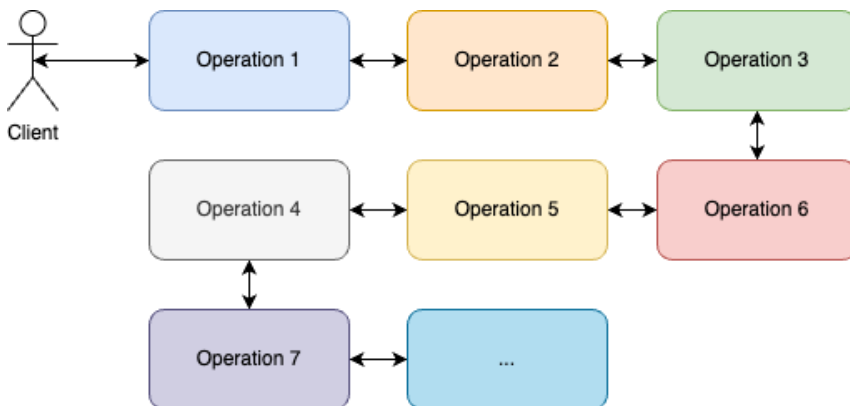


Figure 2. Synchronous Communication

Synchronous communication uses HTTP or gRPC protocol for returning a sync response. The client sends a request and waits for a response from the service. So that means client code blocks their thread, until the response reach from the server.

Using HTTP requests is a common method of communication between microservices and web browser extensions (Richardson, 2007). Microservices expose APIs that can be consumed by extensions using HTTP-based protocols such as REST or GraphQL. The extension (Green, 2018) sends HTTP requests to the microservice's endpoints, and the microservice responds with the requested data. So that means the client calls the server and blocks the client their operations.

The client code will continue when it receives the HTTP server response. So, this operation is called Synchronous communication. It has pros and cons that we should consider when we pick this way. According to (Brown, 2019), HTTP requests play a significant role in the communication between microservices and web browser extensions due to their simplicity, wide adoption, and compatibility across various platforms.

Key Characteristics of Synchronous Communication:

- **Blocking Nature:** Synchronous communication is inherently blocking. The requesting service is stalled until it receives a response from the target service. This blocking behavior can potentially lead to performance bottlenecks, especially in scenarios where the target service experiences delays.
- **Simplicity and Predictability:** Synchronous communication is simpler to implement and comprehend. The order of requests and responses is inherently maintained, leading to predictable interactions.
- **Data Consistency:** Due to its blocking nature, synchronous communication often guarantees strong data consistency. The requesting service can be assured that the data it receives from the target service is up-to-date and accurate.

Use Cases:

- **Synchronous Communication:** Ideal for scenarios where immediate responses are crucial, such as real-time interactions where waiting for a response is acceptable and expected.
- **Asynchronous Communication:** Well-suited for resource-intensive tasks, long-running processes, or scenarios where response times might vary and the requesting service can proceed without immediate feedback.

Complexity:

- **Synchronous Communication:** Simpler to implement and debug due to its predictable and linear nature.
- **Asynchronous Communication:** This can be more complex to manage, especially when dealing with out-of-order responses and potential callback chains.

Performance:

- **Synchronous Communication:** Prone to performance bottlenecks if the target service experiences delays or if multiple services need to be synchronously coordinated.
- **Asynchronous Communication:** Offers better performance scalability, as services can continue processing requests without waiting for immediate responses.

Data Consistency:

- **Synchronous Communication:** Generally ensures strong data consistency, as responses are immediate and up-to-date.
- **Asynchronous Communication:** This might require additional mechanisms to ensure data consistency, as responses may arrive out of order or at varying times.

3. DEVELOPMENT

In the article let's look at the implementation of communication between chrome plugin extension, authentication service, data service, and worker service. We have 4 components:

1. Chrome Extension: user-friendly interface, residing within the browser, that acts as a conduit for accessing various services.
2. Authentication Service: The gatekeeper that validates users and issues access tokens, ensuring secure communication between the extension and other services.
3. Data Retrieval Service: The dynamic data hub, is responsible for providing and processing information.
4. Worker Service: The service that performs background tasks, offloading intensive computations from the extension.

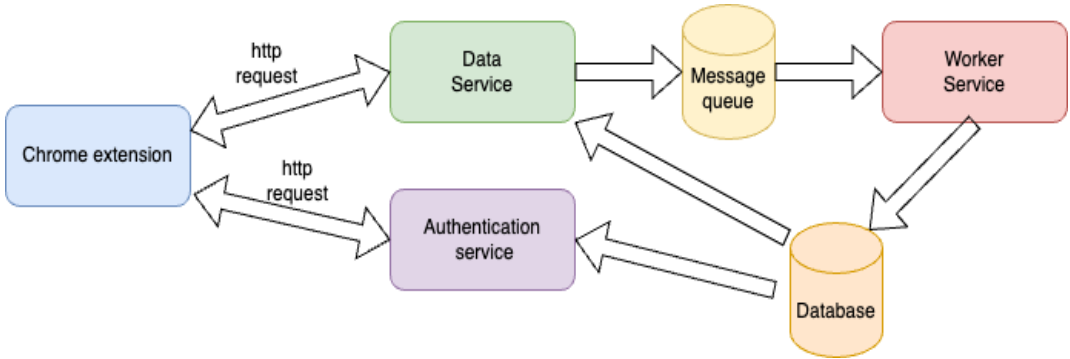


Figure 3. Web extraction communicates with different microservices

When a user clicks on the Chrome plugin icon, it triggers an event that signals the start of the authentication process. This event is usually captured by a background script within the plugin. The background script crafts an HTTP request to the authentication service's endpoint. The authentication service processes the request, validates the provided credentials, and generates an authentication token. This token acts as a digital key, granting access to protected resources. Once the authentication token is received in the plugin, it is included in subsequent HTTP requests to authorized endpoints.

With the authentication token in hand, the plugin can make authorized HTTP requests to other services, including data retrieval, using the token as part of the request headers. Throughout this communication process, security measures such as HTTPS and proper handling of sensitive data (such as tokens) are crucial to safeguard the user's information and maintain the integrity of the communication. The plugin can receive data or send tasks to the data service. The data service is responsible only for processing data, so when it receives the task, it sends it to the worker service through a message broker. This decoupling of task generation and execution enhances efficiency and scalability.

4. CONCLUSION

In the diverse world of service-based architectures, the choice between synchronous and asynchronous communication depends on the application's specific requirements. Each paradigm brings its own set of advantages and challenges. Synchronous communication guarantees immediate and consistent responses but can lead to performance bottlenecks. On the other hand, asynchronous communication offers enhanced scalability and resilience but demands careful handling to ensure data consistency.

REFERENCES

- Brown, M., Fisher, M., & Jarmoc, J.,** (2019), *WebSocket: Lightweight Client-Server Communications*
- Diogo, Landau., Xavier, Antonio, Reis, Andrade., Jorge, G., Barbosa.** (2022). *Kafka Consumer Group Autoscaler.*
- Fowler, M.,** (2014) *Microservices: A Definition of This New Architectural Term.*
- Green, J., Bhattacharya, P., & Malave, C.,** (2018), *Building Browser Extensions with*

React and Redux.

K Hewitt, B., & Bhimji, S., (2017), *Microservices Architecture Patterns and Best Practices.*

Martens, J., & Lomov, I., (2020), *Microservices in Action.*

Newman, S., (2015), *Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems.* O'Reilly Media.

Richardson, C., & Ruby, S., (2007), *RESTful Web Services.*

Wiggins, S., & Maier, A., (2019), *Architecting for Scale with Microservices, Containers, and Kubernetes.*

3D ПРИНТЕРИ ЗА МЕТАЛ: ВЪЗМОЖНОСТИ И ПРИЛОЖЕНИЕ

Емил Велев

Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"

3D PRINTERS FOR METAL: CAPABILITIES AND APPLICATION

Emil Velev

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: With the invention of 3D printers for metal, the technologies for the production of details for both industry and home have changed radically. It is now possible to produce details for which this was not possible until now. Like any new technology, this one is relatively expensive and slow at the moment, but as it enters the industry widely, this will change.

Keywords: 3D printer, metal, 3D technologies

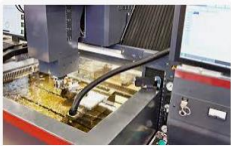
1. ВЪВЕДЕНИЕ

За първи път през 1981 г. Хидео Кодама от Институт за индустриални изследвания в Нагоя отпечатва 3D модел от чрез фотополимерна технология. При нея вана пълна с фотополимер се осветява с UV светлина, която се използва за получаване на твърдо тяло. За принтиране на метал се използва лазер, който разтопява метален прах. В конвенционалните методи за производството на детайли и заготовки се извършва чрез отнемане на материал. В не малко от случаите, количеството на изходния материал е в пъти по-голям от това на крайното изделие.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Конвенционалните технологии за обработване на детайли са показани в таблицата 1 по-долу.

Таблица 1

Струговане и Фрезоване		
Шлифване		
Ерозиране		

Плазмено или лазерно
рязане



При всичките имаме отделяне на материал под формата на стружки под една или друга форма.

С изобретяване на 3D принтерите много от аспектите на формообразуването се промениха. 3D печатът или адитивното производство е процес на създаване на триизмерни обекти от цифров файл. Създаването на 3D отпечатан обект се постига с помощта на адитивни процеси. В адитивен процес обект се създава чрез полагане на последователни слоеве материал, докато обектът бъде създаден. Всеки от тези слоеве може да се види като тънко нарязано напречно сечение на обекта. Има обаче едно изключение и то се нарича обемен 3D печат. С обемния печат цели структури могат да бъдат оформени наведнъж, без да е необходимо изработване слой по слой. Заслужава да се отбележи обаче, че към момента обемната технология е предимно във фаза на изследване. 3D принтирането е обратното на производство с отнемане на материал. 3D печатът ви позволява да произвеждате сложни форми, като използвате по-малко материал в сравнение с традиционните методи на производство [1].

Основно предимство на тази технологията е да произвежда части със сложни геометрии, които са трудни за производство чрез конвенционални техники. 3D печатът предлага гъвкавост за проектиране на части за тяхната функционалност, вместо да проектира частите за тяхната производителност. Металният 3D печат се използва за производство на единични прототипи, части за производство на малки партии, части за серийно производство и ремонт на матрици. Различните метални AM (Additive Manufacturing) методи като топене на прахов слой, струйно свързване и директно отлагане имат своите предимства и недостатъци.

Първоначално добавянето на метал към вече съществуващ детайл в машиностроенето се използваше чрез лазерното наваряване. При него можеше да се възстанови износена, счупена или деформирана част от детайл, матрица или шприцформа. Това можеше да се извърши или ръчно или чрез робот, като също така може да се контролира и твърдостта на получения добавен материал.



Фигура 1. Ръчен апарат за лазерно наваряване ALM-200



ЛАЗЕРНО НАВАРЯВАНЕ (LMD)



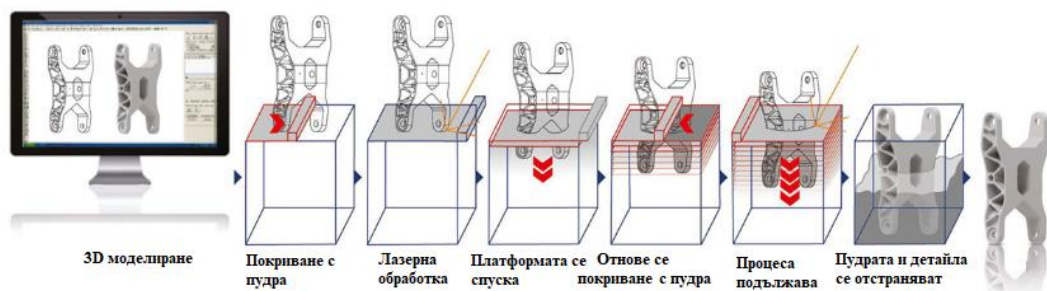
ВИСОКОСКОРОСТНО НАВАРЯВАНЕ (HS-LMD)



НАВАРЯВАНЕ ПОСРЕДСТВОМ ЗЕЛЕНО ЛАЗЕРНО ЛЪЧЕНИЕ

Фигура 2. Машинно лазерно наваряване [2]

Първоначално смятана само за новост или начин за създаване на прототипи, технологията за адитивно производство се превърна в истински конкурент в кръга на производството на метални изделия. Това не е изненадващо, когато погледнете количеството свобода на дизайна, което АМ предоставя, заедно със сложните, леки компоненти, които може да бъдат произведени. Много видове производство с метални добавки са въведени от 90-те години на миналия век, когато е подаден първият патент за директно метално лазерно синтероване (DMLS) [3]. Синтероването е процес при, който се получава твърдо тяло, като за изходен материал се използва метал на прах. Характерно при нея е, че метала се нагрява под температурата му на топено. На фиг. 3 е показано как работи тази технология за 3D принтиране.



Фигура 3. DMLS принтиране [3]

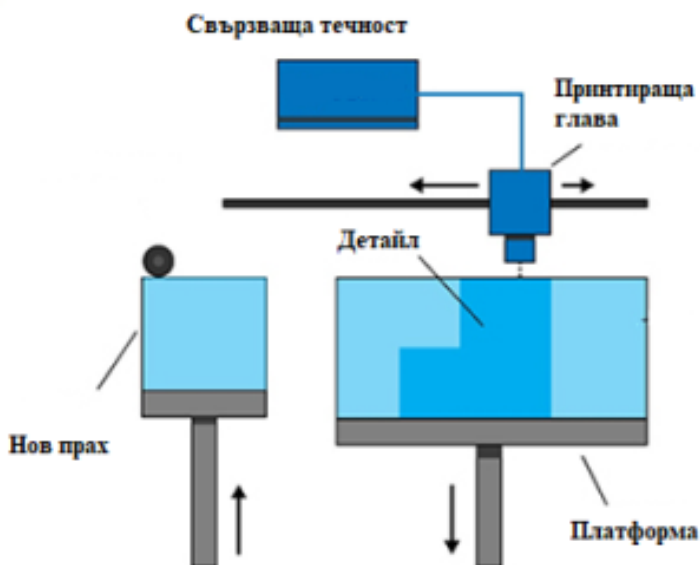
Днес технологията се разшири и включва [4]:

- Синтероване, което включва: селективно лазерно топене и електронно лъчево топене. Тази технология е подходяща за части за автомобилната, космическата и други индустрии, протези, изработка на инструментална екипировка и накрайници за роботи. Тази технология има следните предимства: по-ниски разходи поради спад в цените на машините, необходими са минимум или никакви опори за принтиране, неизползваният прахообразен метал може да бъде рециклиран и има богата гама от материали за избор. Недостатъците са: по-бавен от някои други метални АМ методи, текстурата на повърхността е подобна на компонентите, създадени с пясъчно лееене или лееене под налягане;

- Свързване чрез впръскване на свързваща течност, фиг.4. При тази технология свързващото вещество се впръсква чрез глава, която извършва движения в равнината X-Y. По време на процеса на впръскването на свързващо вещество, свързващ агент се отлага върху праховия слой, свързвайки прахообразния метал заедно, за да образува твърда част, слой по слой. Подобно на традиционния печат на хартия, течното свързващо вещество функционира като мастилото, докато се движи през слоевете прах, които, подобно на хартия, се трансформират в крайния проект. Тази технология е добра за производство на крайни продукти, напълно функционални прототипи и приспособления. Предимства: поддръжката за печат не винаги е необходима, което намалява отпадъците и последващата обработка, може да рециклира до 99% от праха, позволява на инженерите да произвеждат сложни проекти без увеличаване на разходите, може да произвежда няколко части в един печат, намалявайки разходите и спестявайки време, произведените компоненти са изотропни, което означава, че са еднакво здрави във всички посоки. Недостатъци: изисква допълнително оборудване за последваща обработка, повечето следпечатни процеси са ръчни, въпреки че в момента се разработва автоматизация, машините са по-скъпи от другите.

- Добавяне на метал е „Laser Metal Deposition“, съкратено – LMD. Среца се и като „Direct Metal Deposition“ (DMD), „Direct Energy Deposition“ (DED) или „Laser Cladding“. По време на процеса, фокусирана топлинна енергия, като лазерен лъч, електронен лъч или плазмена дъга, разтапя повърхността, създавайки разтопена зона от материал. След това хранящите устройства подават прах през дюза в разтопената област. Използвайки

информация от CAD файла, CNC главата и/или ваната се преместват по пътя на изграждане, създавайки крайния компонент. Тази технология се използва за самолетни рамки, ремонт на инструменти, компоненти от огнеупорни метали, ремонт и възстановяване на инструментална екипировка. Машините се разделят на два вида, като едните работят с прах а другите с тел. Предимства: по-бърза скорост на изграждане, създава плътни и здрави части, по-малко материални отпадъци, по-големи компоненти. Някои машини могат да създават части с височина до няколко метра. Недостатъци: ниска разделителна способност на конструкцията, машините са сравнимо скъпи спрямо други машини за производство на метални детайли, поддържащите структури не могат да се използват по време на процеса на печат, което прави функции като надвеси неосъществими.



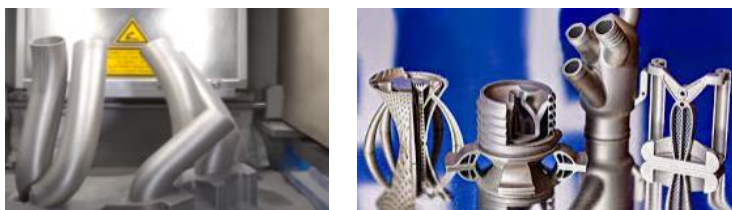
Фигура 4. DMSL принтиране [3]

- Екструдиране на композитен прах. Отлагането на това съединение от метален прах и втвърдител (BPD) е технология, която не прилича на повечето други процеси за 3D печат, поради факта, че използва метален прах, свързан заедно с восъчни полимери, вместо да използва само метален прах. След като свърши печата е необходимо детайла да се постави в пещ за изпичане. Тази технология е приложима за приспособления и прототипиране. Предимства: безопасен за офис употреба, тъй като не използва опасни прахове, лазери или режещи инструменти и опорите могат да се премахнат на ръка. Недостатък: скъпо.

- С навлизане на 3D принтерите за метал някои от проблемите в инструменталната екипировка, които за момента не бяха постижими, ще могат да се решат, като например показаната охлаждаща система на фиг. 5. Така изпълнената охлаждаща система ще позволи много по-добро охлаждане на детайла, което от своя страна ще намали времето за производство, като по този начин ще се намали и крайната себестойност на изделието.



Фигура 5. Охлаждаща система на шприцформа [5]



Фигура 6. Детайли, получени чрез 3D принтиране

На фиг. 6 са показани детайлите, които могат да се получат, чрез използване на принтери за метал. Както може да се види, ограниченията, които може да има във формата са единствено нашите ограничения.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С навлизане широко на 3D технологиите в индустрията, ще мога да се произвеждат сложни детайли, които до този момент са невъзможни за изпълнение при сегашните технологични възможности. В инструменталното производство ще могат да се реализират инструментални екипировки, които ще намалят времето за производство на детайлите, като по този начин ще се увеличи конкурентоспособността на фирмите.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
2. https://www.trumpf.com/bg_BG/reshenija/prilozhenija/aditivno-proizvodstvo/navarjavane/
3. <https://www.rapiddmls.com/metal-3d-printing/>
4. <https://www.alphaprecisionpm.com/blog/types-of-metal-am>
5. <https://sodick.com/machines/metal-3d-printing/>

СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВОТО НА ОПАКОВКИ ЗА ЕДНОКРАТНА УПОТРЕБА

Емил Велев

Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"

MODERN TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF DISPOSABLE PACKAGING

Emil Velev

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Disposable packaging has entered both households and industry. Plastic packaging is one of the major polluters of the environment. With the advent of biodegradable plastics, they are one of the possible options for reducing this pollution. By switching to packaging made from different wood that is sustainably produced, we will be able to protect the environment from pollution and preserve it for generations to come.

Keywords: disposable packaging, paper and bamboo packaging, water based coatings

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Опаковките за еднократна употреба намериха широко приложение, но те се наложиха масово след като пластмасовите навлязоха широко. Това е така поради тяхното лесно и бързо производство. Първоначално те бяха изработвани от различни видове пластмаси. С навлизането на компостируемите пластмаси в производството успешно тези полимери бяха заменени. С увеличаване на консумацията опаковки се увеличиха както видовете и формите така и производствените мощности. Опаковките за еднократна употреба, произведени от пластмаса, се произвеждат много по-лесно и много по-бързо в сравнение с другите видове опаковки. Промяната на цвета също се извършва лесно. Необходимо е да се добави оцветител, мастербач, с нужния цвят, за което не е нужно да се спира производството.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

В световен мащаб, използването на пластмасови опаковки е показана на фиг. 1 [2].



Source: Mordor Intelligence

Фигура 1. Използване на пластмасови опаковки

От нея е видно, че най-много пластмасови опаковки се използват в Азия, Австралия и Япония, след това в Северна Америка, Европа и Русия и слабо в Южна Америка и Африка. Слабото използване на пластмасови опаковки в тези региони, до голяма степен се дължи на факта, че там и потреблението на стоки е по-малко.



Фигура 2. Пластмасови опаковки за еднократна употреба

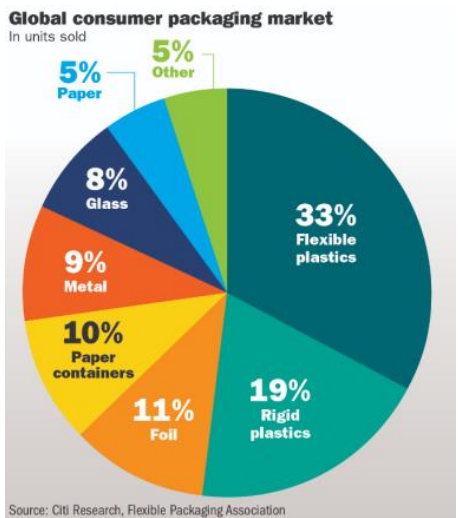
Опаковките за еднократна употреба, най-често се използват в хранителната промишленост, в заведения за бързо хранене, както и за съхранение на газирани напитки, бира и различни видове препарати фиг. 2. Също може да се отчете, че голям консуматор на пластмасови опаковки за еднократна употреба е фармацевтичната промишленост.



Фигура 3. Машини за производство на пластмасови опаковки за еднократна употреба

Машините, фиг. 3, за производство на пластмасови опаковки се характеризират с това, че мога да произвеждат изделия с дебелина от 0.2 до 1.0 мм., като производителността им достига до 10 000 изделия в час. Най-често използвания метод е чрез термоформоване.

На фиг. 4 е показано различните видове опаковки и какъв процент от всички опаковки представляват. Видно е, че най-голям процент се пада на гъвкавите и пластмасови опаковки.



Фигура 4. Разпределение на опаковки за еднократна употреба [3].

След като Европейския съюз прие Директива (ЕС) 2019/904 относно намаляването на въздействието на определени пластмасови продукти върху околната среда, много фирми се

преориентираха към използването на други видове опаковки. Тя има за цел да се предотврати и да се намали въздействието на определени пластмасови продукти върху околната среда, и да се насърчи преходът към кръгова икономика в целия Европейски съюз (ЕС) чрез комбинация от мерки, съобразени с продуктите, попадащи в обхвата на директивата, по-специално като се гарантира, че пластмасовите продукти за еднократна употреба (ППЕУ), за които са налични по-устойчиви алтернативи на достъпни цени, не могат да бъдат пускани на пазара [1].



Фигура 5. Хартieni опаковки за еднократна употреба

На фиг. 5 са показана алтернативни продукти за еднократна употреба произведени от хартия. При тяхното производство е характерно, че върху хартията е положена пластмаса, която да я предпазва от намокряне. Първоначално се използване полипропилен като преграда. С навлизане на биоразградимите пластмаси, полипропилената беше заменен с PLA. Машините за тяхното производство имат производителност от 3 600 до 18 000 детайла в час, а като метод на лепене се използва на ултразвук или нагряване. Използвания материал е хартия с полимер, който може да е полипропилен или PLA с тегло на хартията от 160 до 400 gr/m^2 и полимер от 12 до 40 gr/m^2 .



Фигура 6. Машини за производство на хартieni изделия за еднократна употреба

Последните тенденции в производството на хартиените опаковки е заместване на пластмасата като бариера са бариерите на водна основа. Те мога да се използват както при хранителни така и при нехранителни продукти. BC02TE, който може да се използва при хартieni изделия, на фирмата Teraform е такава бариера. Бариерните покрития на водна

основа образуват ефективен и защитен слой, подобен на уплътнител, предотвратяващ миграцията на водна пара, кислород и други газове и химикали, запазвайки опакования продукт свеж и безопасен и също така запазвайки опаковката непокътната и привлекателна за по-дълго време. Термозалепващите се покрития са специализирани покрития за продукти, които не притежават качества за топлинно запечатване. Тези покрития могат да се нанасят върху опаковъчни продукти на базата на хартия и алуминиево фолио в зависимост от употребата. Същата фирмата е разработила и бариери покрития на водна основа за алуминиеви продукти[4]. AquaShield™ на фирмата ASM е специално разработена бариера на водна основа за хартиени чаши, независимо дали са топли или студени напитки [5].

Произвежданите от фирма АСТЕГА бариерните покрития на водна основа запечатват повърхността на субстрата и предпазват опаковката от външни и вътрешни влияния. Опаковката може да изпълнява своята функционалност без ограничения. В зависимост от продукта, бариерни покрития предлагат адекватна защита срещу мазнини, вода, водни пари, млечни продукти, алкохол, масло или алкали през целия живот на опаковката. Благодарение на тяхната универсалност, те могат се използват за широк спектър от приложения. Техните бариерните покрития се предлагат за хартиената промишленост [6].

Друга възможност е използване на опаковки изработени от дървен материал, като за изходен материал може да се използва бамбук или трепетлика фиг. 7.



Фигура 7. Изделия от бамбук

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на опаковки за еднократна употреба от хартия с използването на бариерен слой от покрития на водна основа ще намали вредното влияние на използването на полимери, които макар и с малко замърсяват околната среда. Използването на опаковки произведени от дървен фурнир, произведени от дървесина от устойчиво добит материал е за предпочитане.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://eur-lex.europa.eu/BG/legal-content/summary/single-use-plastics-fighting-the-impact-on-the-environment.html>
2. PlasticPackaging Market - IndustrySize&Segmentation (mordorintelligence.com)
3. Report: -Single-use-plastic-packaging-must-adapt-to-survive | Plastics News
4. <https://teraform.com/products/water-based-coatings/>
5. <https://www.asminc.com.tw/index.php/wbc-water-base-coating-paper-cups/>
6. <https://www.actega.com/emea/en/brands/actgreen/barrier-coatings/water-based>

МЕТОДИКА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ В УСЛОВИЯТА НА CAD СРЕДИ

Слави Любомиров, Емил Велев, Велко Рупецов
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

METHODOLOGY FOR AUTOMATED DESIGN OF EQUIPMENT IN THE CONDITIONS OF CAD ENVIRONMENTS

Slavi Lyubomirov, Emil Velev, Velko Rupetsov
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The report presents a methodology for the automated design of devices in the conditions of CAD environments, used in the training of students of mechanical engineering majors. A Creat Bot PEEK - 300 3D printer, owned by the Faculty of Physics and Technology at Plovdiv University, was used to create prototypes of the models. The Mastercam program was used to develop a control program for machining. Emphasis is placed on the design features of the product.

Keywords: automated design, prototypes, 3D scanning, 3D printing

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В доклада е представена методика за автоматизирано проектиране на приспособления в условията на CAD среди, използвани при обучението на студенти от машиностроителни специалности. За създаването на прототипи на моделите е използван 3D принтер Creat Bot PEEK – 300, собственост на Физико-технологичния факултет към Пловдивски Университет. За разработването на управляваща програма за машинна обработка е използвана програмата Mastercam (Groover, 2013). Акцентирано е върху конструктивните особености на изделието.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

5.1. Конструктивни особености

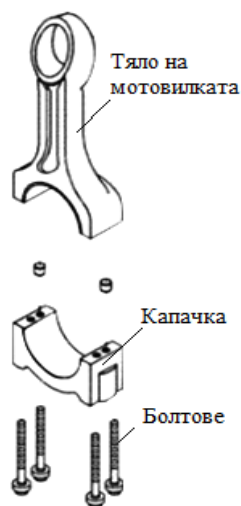
Общността на служебното предназначение на мотовилките определя и тяхната конструктивна общност:

- наличие на голяма и малка глави с отвори с успоредни оси;
- тяло с ребра по периферията, съединяващо главите.

Повечето мотовилки са с разглобяема голяма глава. Мотовилките за едно- и двучилиндровите двигатели, например мотоциклетните, в повечето случаи се изработват цели. Мотовилките на големите компресори са не само с разрязана глава, но и с отделни разглобяващи се стъбла, образуващи тялото.

5.2. Изделие „мотовилка“

За проектирането на изделието „мотовилка“ е използван CAD/CAM софтуер SolidWorks 2019 (Srinivas, 2016). SolidWorks предлага цялостни 3D софтуерни инструменти, които са лесни за научаване и използване, работят заедно, като помагат да се проектират по-добре продуктите, застъпен е като предмет, включен в учебната програма на редица университети и техникуми.



SolidWorks е не само софтуер, а и цялостна среда, предлагаща богата гама от инструменти за проектиране, изследване, визуализации и управление на данни и много други възможности. Детайла, който ще проектираме се състои от три оригинални детайла и четири стандартни елементи.

Оригинални (проектирани) детайли са:

- Тяло на мотовилката, пета, втулка;
- Стандартни (избрани от библиотеката) детайли са;
- Пружинна шайба, 2 бр., винт M8x1x25, 2 бр.

За създаването на прототипи на моделите е използван 3D принтер Creat Bot PEEK – 300, собственост на Физико-технологичния факултет към Пловдивски Университет.



Фигура 1. Елементи на използвания скенер

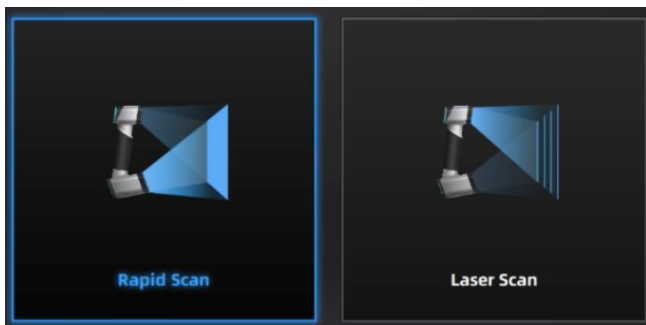


Фигура 2. Принтер Creat Bot PEEK – 300 LCD панел

Изборът на материал се основава на фактическите наличности и няма отношение към механичните, якостните или други характеристики освен външния вид на детайлите.

5.3. Сканиране на избрания обект

Избраният обект за сканиране се поставя върху равна повърхност, отдалечена от препятствия, които могат да попречат на сканирането (Cohen, Faccio, Galizia, Mora, Pilati, 2017).



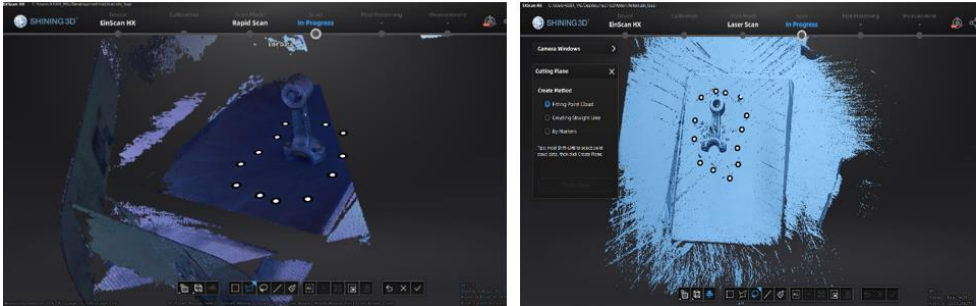
Фигура 3. Избор на режим за сканиране

Двата детайла имат сложни геометрични форми и отвори, затова е избран режим за лазерно сканиране (Ломбард, 2021). Този режим позволява по-детайлно сканиране с по-голяма точност.

Избор на резолюция – Използваният скенер работи с три нива на резолюция: ниска, средна и висока. За сканирането на детайлите е избрана висока резолюция с цел по-точно сканиране на обекта.

Сканиране на обекта – Поради сложните геометрични форми на сканираните обекти, глобалните маркери се поставят около обекта. Това позволява сканирането на обекта в различни проекции, които се сглобяват в една обща.

След завършване на сканирането в различните проекции, с помощта на изрязващия инструмент се изчистват излишните обекти.



Фигура 4. Сканиране на обектите в различни проекции

5.4. Създаване на прототипи чрез принтиране с 3D принтер

Превръщането на цифровия модел в плътен физически обект, се изгражда слой по слой (McCarthy, Hinchy, 2022). Независимо какъв софтуер е използван за направата на цифровия три-измерен модел на дадено изделие, процеса на 3D принтиране започва с нарязването на модела на тънки слоеве. След което се изпраща към 3D принтера (Рупецов, Диков 2019).

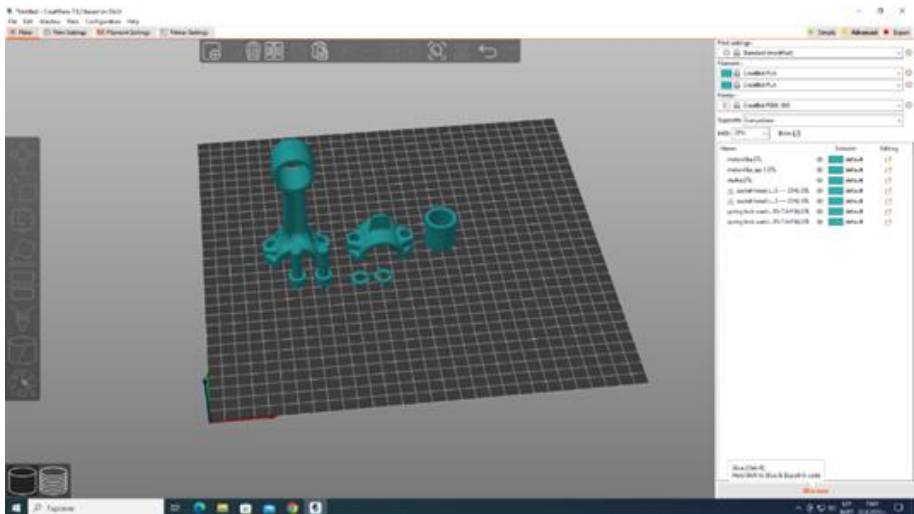
Много фактори влияят на качеството на изпринтения модел. Най-важния фактор е височината на слоя. Използват се три размера определящи качеството на детайла.

Софтуерът, който се използва е CreatWare V7.0.2. 3D.

Предварително 3D моделите се конвертират във формат *.stp. или *.st (Aheleroff, Philip, Zhong, 2019).

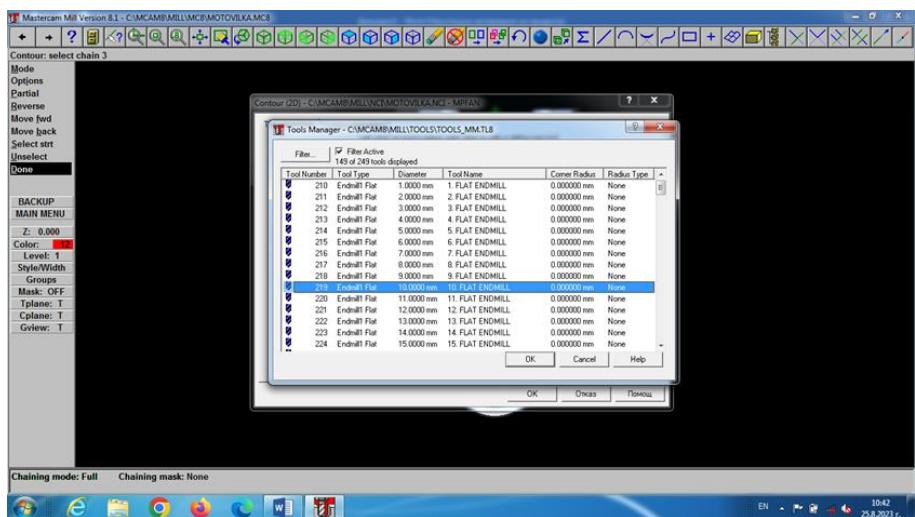
Следва импортиране на файловете за печат, като се ориентират в равнината на принтера.

Следва генериране на G-кодове (CreatBot GCO File), които след това се импортират в управлението на принтера, чрез преносим носител на данни или директно, ако принтера е свързан към компютъра (Nasr, 2012).



Фигура 5. Общ изглед на моделите в програмата след генериране на кодовете.

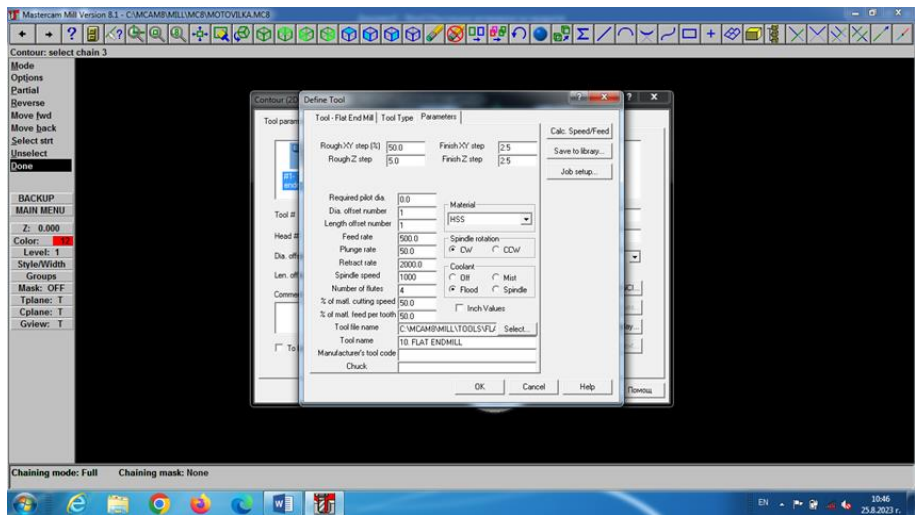
След установяване на детайла, се избират режещите инструменти с техните режими на рязане (Андреева, 2017). Това се извършва от „Tool Manager”. Избрана е фреза с диаметър 10 mm.



Фигура 6. Избор на режещи инструменти

В този случай, избраните режими на рязане са:

- работно подаване: 500 mm/min;
- подавателна скорост: 50 mm/min;
- установъчно движение: 2000 mm/min;
- обороти на вретеното: 1000 tr./min.

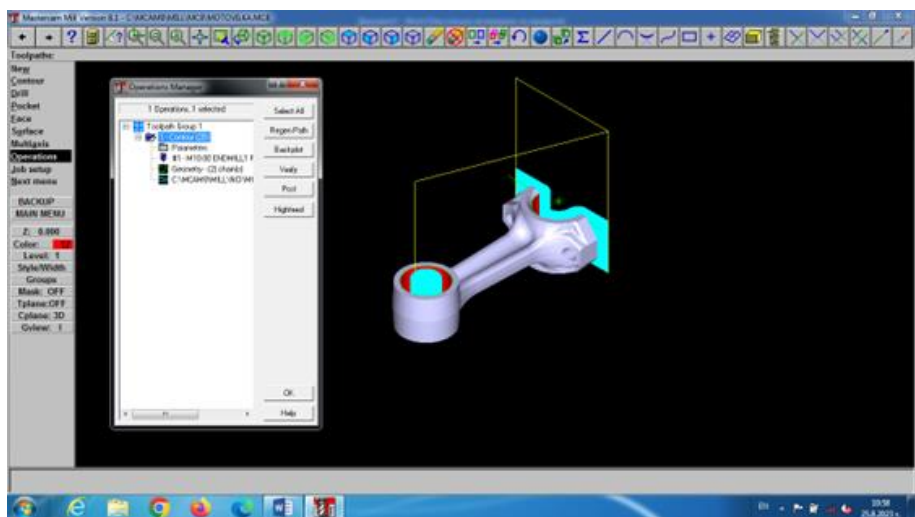


Фигура 7. Избор на режимите на рязане

Следва избор на технологията (стратегията) за обработване. В случая е избрана контурна обработка.

След като е попълнена цялата необходима информация за обработка се пристъпва, към генериране на обработката (Margetts, Vuolo, 2021).

Програмата дава информативност относно времето за обработка. Това се извършва, чрез менюто "Backplot". В този случай времето за обработка е 2 часа 31 мин и 29 сек. Удобното в случая, е че много лесно може да се премине от единна обработваща машина към друга, само чрез смяна на постпроцесора.



Фигура 8. Генериране на обработката

Това се налага, ако в даден момент машината, на която се извършва тази операция е повредена или има по голяма серия и е необходимо да се увеличи производствена програма.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е представена методиката за автоматизирано проектиране на приспособления в условията на CAD среди. Тя е конкретизирана, върху програмният продукт SOLIDWORKS. Изборът на този продукт е обоснован от обстоятелството, че Физико-технологичният факултет притежава лицензи за използване на продукта.

Методиката следва стъпките за усвояване на основните принципи на триизмерното геометрично моделиране на детайли и възли за механични цели.

Използването на съвременни програмни продукти позволява да се оптимизира времето за обработка, с цел да се намалят разходите на произвеждания детайл, като по този начин се увеличава конкурентоспособността в различни области. Изискванията към техническите професии, свързани с промишленото производство, вече се променят, а задачите на специалистите, които ще работят в "умни" заводи или ще провеждат научни изследвания, се преосмислят. Затова университетите са изправени пред отговорна задача – да предоставят на бъдещите инженери, технолози, дизайнери достатъчно дълбоки познания и практически умения в областта на най-новите технологии, така че те да влязат в дигиталния свят напълно подготвени.

Този мощен тласък, ще стане възможен благодарение на цифровите технологии, които могат да обработват огромни количества данни и да управляват производството цялостно, от проектирането и производството до логистиката и поддръжката на продуктите.

БЛАГОДАРНОСТИ: Изследването е подкрепено и от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, номер на проекта BG05M2OP001-2.016-0026.

ЛИТЕРАТУРА

Ahleroff, S.; Philip, R.; Zhong, R.Y.; Xu, X. (2019) The Degree of Mass Personalisation under Industry 4.0. *Procedia CIRP* 2019, 81, 1394–1399. [Google Scholar] [CrossRef]

Cohen, Y.; Faccio, M.; Galizia, F.G.; Mora, C.; Pilati, F. (2017) Assembly system configuration through Industry 4.0 principles: The expected change in the actual paradigms. *IFAC-PapersOnLine* 2017, 50, 14958–14963. [Google Scholar] [CrossRef]

Damian McCarthy, Dermot McMorow, Noel P. O'Dowd, Conor T. McCarthy, Eoin P. Hinchy (2022) A Model-Based Approach to Automated Validation and Generation of PLC Code

for Manufacturing Equipment in Regulated Environments

Emad Abouel Nasr (2012) A methodology for integrating CAD and automatic inspection of standard manufactured features, January 2012, International Journal of Rapid Manufacturing 3(1):70 - 88 Follow journal DOI: 10.1504/IJRAPIDM.2012.046575

<http://3dprinter.bg>

M. Groover M. (2013). CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing, Pearson Technology Group; Facsimile edition.

Margetts, D.; Vuolo, M. (2021) Breaking with Tradition: Laying the Foundation for Validation 4.0. Available online: <https://ispe.org/pharmaceutical-engineering/march-april-2021/breaking-tradition-laying-foundation-validation-40> (accessed on 9 December 2021).

Srinivas J. (2016). CAD/CAM: Principles and Applications, Oxford University Press.

Андреева М. (2017). Облачните технологии – приложение в електронното обучение, Proceedings of university of Ruse - 2017, volume 56, book 11

Мат Ломбард (2021) SolidWorks Овладяване – Том I, II, III, Алекс Софт, ISBN9789546564047, ISBN: 9789546564108, ISBN: 9789546564269.

Рупецов, В., Диков Р. (2019). Технология на машиностроенето, Технологични процеси за обработване на типови детайли и сглобяване на изделията, ЗЕА – Принт ООД, Смолян, 2019, 196 с., ISBN 978-619-196-083-5.

СОФТУЕРНИ ПЛАТФОРМИ ЗА ТРИИЗМЕРНО АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ

Слави Любомиров, Емил Велев, Станислав Асенов,
Даниела Шехова, Христо Каневски, Снежана Шотарова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

SOFTWARE PLATFORMS FOR THREE-DIMENSIONAL AUTOMATED DESIGN

Slavi Lyubomirov, Emil Velev, Stanislav Asenov,
Daniela Shehova, Hristo Kanevski, Snezha Shotarova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Modern CAD systems are used for fully automated design, technological preparation, analysis and production of products in mechanical engineering and for electronic management of technical documentation. CAD/CAM systems are a suitable environment for automated structural and technological design during detail processing. The report presents modern software platforms for three-dimensional automated design used in the training of students of mechanical engineering majors.

The requirements for technical professions related to industrial production are already changing, and the tasks of specialists who will work in "smart" factories or conduct scientific research are being rethought. Therefore, universities are faced with a responsible task - to provide future engineers, technologists, designers with sufficiently deep knowledge and practical skills in the field of the latest technologies, so that they enter the digital world fully prepared.

Keywords: CAD/CAM systems, automated design, software platforms.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните CAD системи се използват за цялостно автоматизирано проектиране, технологична подготовка, анализ и производство на продукти в машиностроенето и за електронно управление на техническата документация. CAD/CAM системите са подходяща среда за автоматизирано конструктивно и технологично проектиране при обработка на детайли (Persad, Locke, 2022). В доклада се представени съвременни софтуерни платформи за триизмерно автоматизирано проектиране, използвани при обучението на студенти от машиностроителни специалности.

Изискванията към техническите професии, свързани с промишленото производство, вече се променят, а задачите на специалистите, които ще работят в "умни" заводи или ще провеждат научни изследвания, се преосмислят. Затова университетите са изправени пред отговорна задача, да предоставят на бъдещите инженери, технолози, дизайнери достатъчно дълбоки познания и практически умения в областта на най-новите технологии, така че те да влязат в дигиталния свят напълно подготвени.

С помощта на CAD се разработват чертежи, извършва се триизмерно моделиране на продукта и процеса наглобяване, проектира се спомагателно оборудване, като матрици и форми, технологична документация и програми за управление (CP) за машини с цифрово управление (CNC) (Zichar, 2019).

Съвременните CAD системи се използват за цялостно автоматизирано проектиране, технологична подготовка, анализ и производство на продукти в машиностроенето и за електронно управление на техническата документация.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

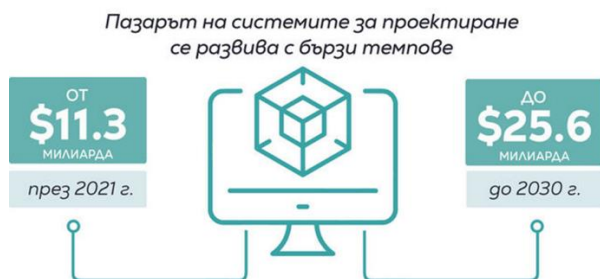
Внедряването на системата за автоматизирано проектиране се извършва като комплекс от приложени помощни програми, с помощта на които се осигурява проектиране, както и допълнително чертане и триизмерно моделиране на конструкции или обемни и плоски части. В по-голямата част от случаите CAD системите включват модули за моделиране на триизмерни конструкции, както и проектиране на чертежи и различна документация за текстов дизайн.

Със специално предназначение в зависимост от това какви задачи на CAD системите се изпълняват, те се разделят на няколко групи: Автоматизация на триизмерен или двуизмерен геометричен дизайн, както и създаването на различна технологична или проектна документация (Crilly, Dvorak, Harting, Kutz, 2017). Повечето системи за автоматизирано проектиране могат да комбинират решението на различни проблеми, свързани с различни аспекти на дизайна - това е сложна или интегрирана система за автоматизиран дизайн (CAD).

3. СОФТУЕРНИ СРЕДИ ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ

Работата на съвременните инженери, архитекти и строителни мениджъри би била невъзможна, ако не разполагат със софтуер за компютърно проектиране, чрез който да създават дизайни и технически решения.

Неслучайно и пазарът за този тип решения се развива с бързи темпове, като през 2021г. достигна размер 11.3 млрд. долара. Същевременно се очаква до 2030 г. да се увеличи до 25.6 млрд. долара, което предполага общ годишен темп на растеж от 7.5% за периода до края на десетилетието.



Фигура 1. Развитие на пазара на системите за проектиране

Като цяло CAD решенията подпомагат разработката, модифицирането и оптимизирането на процеса на проектиране (Piperi, Galantucci, Kaçani, Bodi, Spahiu, 2016).

Понастоящем най-големите разработчици на CAD/CAM системи са компаниите: Parametric Technology Corporation (PMTC) - Pro/Engineer софтуер, Windchill; Dassault Systemes (DASTY) - CATIA, SolidWorks, ENOVIA CATIA, DELMIA софтуер; Autodesk (ADSK); Unigraphics Solutions (UGS) - Unigraphics, Solid Edge, iMAN, Parasolid софтуер, изследователска корпорация за структурна динамика (SDRC) - Софтуер I-DEAS и др.

Съвременните софтуерни пакети позволяват не само бързо създаване на чертежи, проверени до най-малкия детайл, но и 3D модели, както и техническа документация за тях (Abdelmomen, 2020).

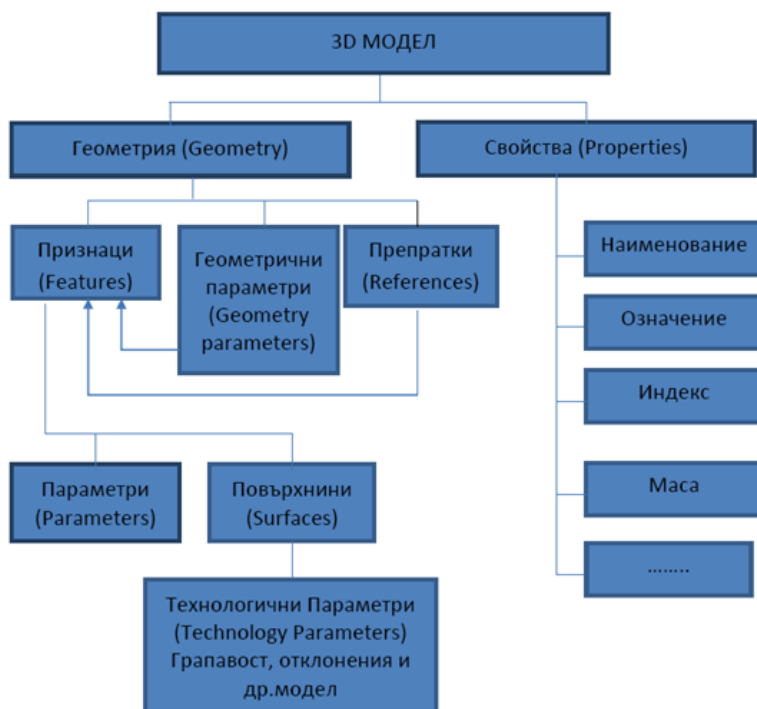
През годините CAD софтуерът се е превърнал в незаменим помощник при производството и проектирането. В общи линии с негова помощ, могат да се създават 2D и 3D диаграми, които впоследствие да бъдат обработвани и разглеждани от всеки ъгъл. Най-често този тип решения се използва за:

- създаване на 2D или 3D детайлни инженерни дизайни на физически компоненти на продукти, които трябва да бъдат произведени;

- създаване на концептуални дизайни и продуктови схеми, извършване на динамични и силови анализи на производствените процеси;
- подготовка на доклади за влияние върху околната среда и проекти, които след това могат да бъдат използвани за създаване на рендъринг на вътрешния и външния вид при строителството на нови съоръжения.

Като цяло CAD решенията подпомагат разработката, модифицирането и оптимизирането на процеса на проектиране. С по-точни чертежи, с по-лесно споделяне на плановете с клиенти и трети страни, както и с по-сигурно архивиране на минали проекти, този тип системи няма да загубят своята популярност и през следващите години.

Глобалният пазар на CAD (софтуер за автоматизация на проектирането) непрекъснато се развива. Съвременните софтуерни пакети позволяват не само бързо създаване на чертежи, проверени до най-малкия детайл, но и 3D модели, както и техническа документация за тях.



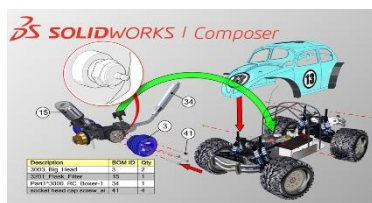
Фигура 2. Блокова схема на 3D модел

Програмите за 3D проектиране, дават възможност за връщане на по-ранен етап от процеса на проектиране и въвеждане на изменение чрез редактиране на инженерните компоненти или промяна на стойностите на размерите.

3.1. ВЪЗМОЖНОСТИ НА SOLIDWORKS, 3D ДИЗАЙН

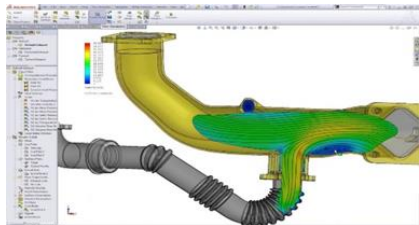
Всяка нова версия на SolidWorks, предоставя множество нови подобрения при скицирането, визуализацията на сглобки, нови възможности при работата с листов материал и много други нововъведения, в помощ и улеснение на CAD потребителите.

SolidWorks е софтуер, подпомагащ лесното създаване на 2D и 3D модели, бързо и по най-ефективния начин. Основните предимства са лекотата на използване и удобният потребителски интерфейс. SolidWorks е популярен и разпространен CAD продукт за обучение в университетите и е познат сред студентите, като удобен и функционален софтуер за обучение (Lin, Jiang, Wiegand,



2019). Придобил е статут на стандарт в индустриалните среди сред машинопроизводители, инженери и потребители с интереси в сферата на машинния дизайн. Застъпен е като предмет, включен в учебната програма на редица университети и техникуми.

SolidWorks Model Based Definition (MBD) е интегрирано производствено решение без чертежи. Помага на компаниите да определят, организират и публикуват каталог с производствена информация за 3D продукти, включително и 3D модел на данните в стандартните файлови индустриални формати, като 3D PDF.



SolidWorks Simulation предлага основни инструменти за симулация и тестване на проекти, което спомага вземането на важни решения по отношение на технология и подобряване на качеството. Употребата на SolidWorks Flow Simulation допринася към постигането на желаните резултати в дизайна и проектирането, като дава възможност на потребителите лесно да симулират флуидни потоци, пренос на топлина и флуидни сили в конструираните изделия.

SolidWorks Plastics е лесен за използване инструмент за симулация на процеса на шприцоване на пластмаси. Симулира разтопените пластмасови потоци по време на процеса за леене под налягане, за да се предотврати производството на дефектни части.

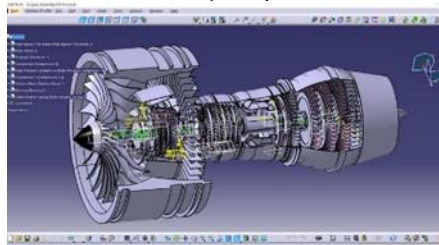
SolidWorks Inspection рационализира и автоматизира създаването на чертежи за инспекция и доклади. Това е прост и интуитивно приложение, което може да намали времето, необходимо, за да се създаде документация, с до 90 процента и помага за подобряване на качеството и намаляването на времето за достигане до пазара.

SolidWorks Electrical опростява разработването на вградени електрически системи за изготвяните продукти. Пакетите на SolidWorks Electrical съдържат средства за проектиране на електрически системи, покриващи нуждите на специалистите в бранша. Всички данни по проектите се синхронизират в реално време двупосочно асоциативно между електрическите схеми и 3D моделите в единна среда за проектиране.



SolidWorks Enterprise PDM: високоефективен инструмент за колаборативност. Решенията за управление на инженерните данни (PDM) помагат да се поеме контрол върху цялостната инженерна информация и съществено да се подобрят процесите на създаване и развитие на продуктите.

3.2. CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application)



Това е нещо повече от обикновен CAD софтуер, тъй като е и мултиплатформен софтуерен пакет за CAD, CAM, CAE и други. Той е проектиран за автомобилостроене, корабостроене, промишлено оборудване и архитектура. CATIA осигурява среда за 3D дизайн, която дава възможност на студенти от различни университети или различни заинтересовани страни, да споделят онлайн дизайни на продукти и да си сътрудничат за моделиране на продукти. CATIA поддържа програмиране на много сложни траектории за фрезозване и стругове. Вграденият CAM процесор на CATIA осигурява висока степен на асоциативност между CAD дизайна и инструменталните обработки (Wang, Dommati, Hsieh, 2019). Както може да се очаква от мощен CAD/CAM софтуер като CATIA, той поддържа високоскоростни операции на обработка като концентрично фрезозване на ниво Z, спирално фрезозване и 5-осен флангови контур.

3.3. NX

Известен преди като "unigraphics", е усъвършенстван CAD/CAM/CAE софтуер от

висок клас NX Check-Mate и проверката на изискванията предоставят визуално богата обратна връзка, която се възползва от 3D технологията с висока разделителна способност (HD3D). (Gupta, Chaudhary, 2017) С HD3D инструменти, включително списъци с потоци, визуални етикети, съвети за инструменти, прозрачни режими на показване, може да се идентифицират ясно проблемите с дизайна и бързо да се разрешат.

NX предоставя визуално богата обратна връзка, която се възползва от 3D технологията с висока разделителна способност (HD3D). С HD3D инструменти, включително списъци с потоци, визуални етикети, съвети за инструменти, прозрачни режими на показване, може да се идентифицират ясно проблемите с дизайна и бързо да се разрешат.

3.4. CreoCAD



Софтуерът CreoCAD е един от лидерите в продуктивния дизайн. Той интегрира много функционалности като термично, структурно, движение, параметрично и свободно генериране на повърхности и директно моделиране. Това е цялостен инструмент, идеален за адитивно производство, който позволява да се извършат всичките си изчисления за оразмеряване, докато се моделира крайна идея.

Изучаването на софтуерни платформи за триизмерно автоматизирано проектиране, ще позволи на студентите да придобият необходимите знания и опит за по-нататъшна професионална практика и ще бъде отлично допълнение към класическото образование. След като се запознаят с характеристиките и функционалностите, както и специфичната им насоченост за приложение, за обучаемите ще бъде по-лесно да изберат бъдещата си професия, ако възнамеряват да станат инженер или технолог в машиностроенето и други индустрии.

Таблица 1. Софтуерни платформи за триизмерно автоматизирано проектиране

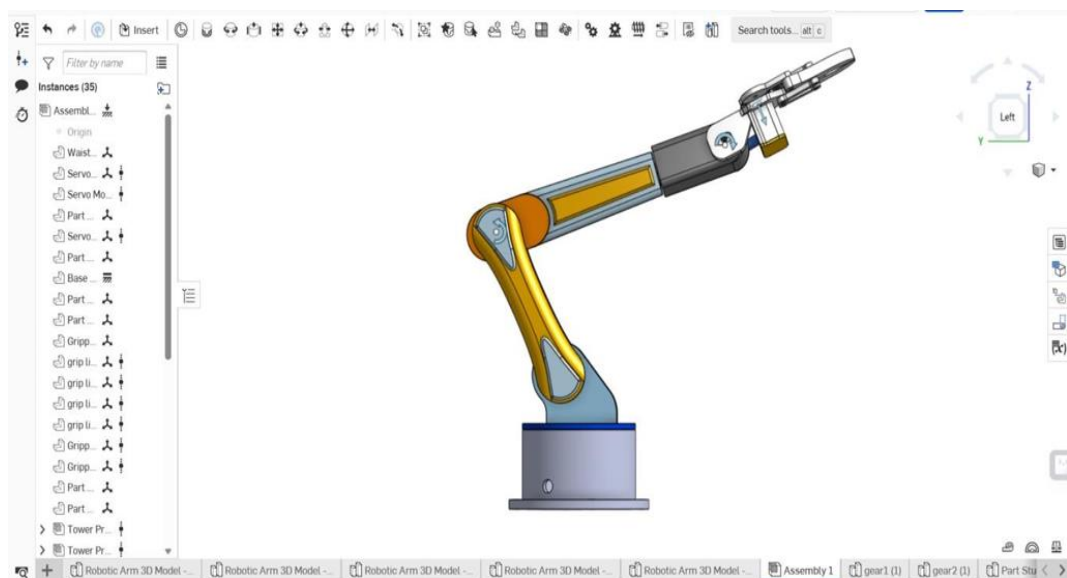
Име - софтуер	Студ. версия	Операционна система	Тип	Уеб сайт
Autodesk Inventor	Да	Windows	CAD	https://www.autodesk.com/
TopSolid	Да	Windows 10	CAD/CAM/ERP	https://www.topsolid.com/
SolidWorks	Да	Windows	CAD/CAE/PDM/PLM	https://solidworks.com/
Solid Edge	Да	Windows 10	CAD	https://solidedge.siemens.com/
CREO	Да	Windows 10	CAD	https://www.ptc.com/
CATIA	Да	Windows, Unix (сървър)	CAD/CAM/CAE/PLM/3D	https://www.3ds.com/
NX	Да	Linux, Windows и Mac OS	CAD/CAM/CAE/PLM	https://plm.sw.siemens.com/
Fusion 360	Да	Windows, macOS и уеб браузър, Android, iOS	CAD/CAM/CAE/PCB	https://www.autodesk.com/

Осъществено е проучване, в което участват група от 20 студенти по машинно инженерство. Те получиха въвеждащи лекции, обхващащи теми като цифрово производство, адитивно и субтрактивно производство, както и процеси на проектиране и печат. Беше им предоставена основна информация и примери за техническа литература за проектиране на

роботизирана ръка. След това студентите бяха разделени на групи по трима и им бяха дадени между 4 и 7 седмици, за да проектират и тестват различни аспекти на роботизираната ръка, като имаха възможност да тестват горепосочените софтуерни продукти. На студентите беше предоставени подробни инструкции за използване на софтуери за производство на детайли за адитивно производство (AM). Важно е да се отбележи, че на студентите бяха дадени минимални насоки, как да подхождат към действителния дизайн, което изискваше от тях да разчитат на собствените си знания за изследване и проектиране. С практическия компонент, обхващащ повече от четири седмици, имаше достатъчно място за конкуренция между групи и партньорско обучение, което улесни разнообразните стилове на учене и използваните среди.

От гледна точка на производството, студентите се сблъскаха с първоначалното предизвикателство да разберат кога и къде да приложат конкретни процеси. Проектирането на роботизираната ръка включваше разглеждане на различни елементи за производителност на 3D печат, включително покритие на повърхността, баланс, прецизност и тегло. Важен фактор е, че студентите трябваше да вземат решения по отношение на диференциалния дизайн на крайния продукт, с цел да се гарантира, че роботизираната ръка отговаря на специфични условия, като концептуализиране на целта на модела, осигуряване на лесна инсталация и сглобяване на детайлите, избор на подходяща технология за 3D печат, тип нишка, температура на дюзата и масата, оптимизиране на детайлния печат чрез софтуер за предпечат, избор на задвижващи двигатели, микропроцесорни контролери и софтуер за управление.

По време на провеждане на обучението се проведе анкета сред студенти с цел събиране на данни за съществуващите знания за 3D моделиране и адитивно производство. Другата цел беше да се прецени тяхната оценка за нивото на интерес към курса и приложимостта към техния опит в обучението, както и неговата стойност в контекста на дизайна и адитивното производство.



Фигура 3. 3D модел на роботизирана ръка

Установи се, че чрез този подход на обучение, студентите се включват в целия процес, като се започне от проектирането на компонентите за роботизираната ръка, до личното 3D отпечатване на самите детайли на ръката и накрая до сглобяването на ръката в неговата цялост. То предоставя общ преглед на резултатите от обратната връзка относно учебния опит, инженерния дизайн, повишения интерес и удовлетворението от създаването на прототипи. Във всички случаи обратната връзка е положителна, със средна оценка 4,2 от 4,8, обхващаща

всички категории. Особено забележителни са високите резултати и минималната променливост, наблюдавани в обратната връзка по отношение на практическия опит при използването на софтуерните продукти за студенти с различно ниво на успеваемост и опит.

Представените в доклада софтуерни среди за 3D решенията приложими в обучението на студенти, ще помогнат на бъдещите инженери да получат необходимата практика, която да прилагат в бъдещите си дейности. Студентите имат възможността да се запознаят с възможностите на 3D технологиите, модерното оборудване и софтуер, което ще им помогне да станат висококвалифицирани специалисти и ефективно да прилагат тези знания в специализирани изследователски институти, конструкторски бюра или в производството.

За да бъдат по-успешни в бъдеще, следващото поколение развойни платформи трябва да бъдат по-интелигентни и да предлагат интеграция на множество дисциплини, което да улесни управлението и да повиши ефективността. Сътрудничеството между средата и CAD системите е от съществено значение за индустрията в областта на машиностроенето.

Съгласуваността, между CAD платформите и управлението на данни ще предостави оперативна съвместимост от по-високо ниво.

В допълнение, CAD системите на бъдещето, ще използват машинно самообучение, предоставяйки на обучаваните инженери оптимизирани процеси. По този начин, те ще имат достъп до предложения за свързани с проектирането проблеми, които са базирани на автоматизирани алгоритми и бази данни.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодарение на 3D CAD програмите, моделите еволюират от статични чертежи в триизмерни геометрични изображения. CAD се е превърнал в нещо много повече от софтуер за проектиране. Специфицирането на геометрични данни е етап със съществено значение в развитието на 3D CAD процесите.

Изучаването на софтуерни платформи за триизмерно автоматизирано проектиране, ще позволи на студентите да придобият необходимите знания и опит за по-нататъшна професионална практика и ще бъде отлично допълнение към класическото образование. След като се запознаят с характеристиките и функционалностите, както и специфичната им насоченост за приложение, за обучаемите ще бъде по-лесно да изберат бъдещата си професия, ако възнамеряват да станат инженер или технолог в машиностроенето и други индустрии.

БЛАГОДАРНОСТИ: Изготвянето на доклада е подкрепен и от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, номер на проекта BG05M2OP001-2.016-0026.

ЛИТЕРАТУРА

C. Crilley, J. Dvorak, R. Harting, J. Kutz. (2017) “Using 3D Scanning Technology for Plant Upgrades,” 2017 IEEE-IAS/PCA Cement Industry Technical Conference, Calgary, AB, Canada, 2017, pp. 1-10, doi: 10.1109/CITCON.2017.7951866.

E. Piperi, LM Galantucci, J. Kaçani, I. Bodi, T. Spahiu, (2016) “From 3D Scanning to 3D Printing: Application in the Fashion Industry,” in 7th International Textile Conference, Tirana, 2016.

J. Persad, S. Rocke. (2022) “Survey of 3D printing technologies applied to printed electronics,” in IEEE Access, vol. 10, pp. 27289-27319, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3157833.

J.-C. Wang, H. Dommatti, S.-J. Hsieh. (2019) “A review of additive manufacturing methods for high performance ceramic materials,” Int. J. Adv. production Technology, vol. 103, no. 5§8, pp. 2627§2647, August 2019, doi:10.1007/s00170-019-03669-3.

M. Abdelmomen. (2020) FO Dengiz and M. Tamre, “Exploring 3D Technologies: A Case Study of 3D Scanning, Machining and Model Printing”, 2020 21st International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM), Krakow, Poland, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/REM49740.2020.9313881.

M. Zichar. (2019)"Exploring the role and possibilities of 3D printing in IT studies: Are my curricula good enough?", 2019 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), Naples, Italy, 2019. pp. 221-226, doi : 10.1109/CogInfoCom47531.2019.9089909.

R. Gupta, H. Chaudhary, (2017) "Literature Review of Low Cost 3D Scanning Using Structured Light and Laser Light Scanning Technology," International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, no. 7, pp. 1528-1533, 2017

Y. Lin, M. Jiang, K. Wiegand. (2019) "Laser scanning advancing 3D forest ecology", IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Yokohama, Japan, 2019, pp. 6118-6121, doi: 10.1109/IGARSS .2019.8897984.

Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив, серия В. Техника и технологии, т. XXI, ISSN 1311-9419 (Print), ISSN 2534-9384 (On-line), 2024. Scientific works of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv, series C. Technics and Technologies., Vol. XXI, ISSN 1311-9419 (Print), ISSN 2534-9384 (On-line), 2024.

**ОНЛАЙН СОФТУЕРНИ СРЕДИ, ПРИЛОЖИМИ ПРИ
ПРЕПОДАВАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ**
Мая Миткова Симеонова

**Докторант в катедра „Електроника, комуникации и информационни
технологии“, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**ONLINE SOFTWARE ENVIRONMENTS FOR TEACHING AND
DESIGNING ELECTRONIC CIRCUITS**
Maya Mitkova Simeonova

**PhD student in the Department of Electronics, Communications, and
Information Technologies, University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: The report offers for discussion the TINACloud application (DesignSoft product for Texas Instruments) the cloud-based multilingual online version of the popular TINA software. The capabilities of the web-based free online simulator of electronic circuits MultiSim Live (National Instruments - NI) and the application of Matlab Online in mastering software for engineering solutions that are essential for engineering students are analyzed. TINACloud, MultiSim Live and Matlab Online work in any browser without installation and anywhere in the world, providing opportunities for learners to learn at any time and at their own pace until the results satisfy them. Future engineers apply the capabilities of the above online software environments by using the tools they offer to master the learning content with understanding and to implement their own projects.

Keywords: TINACloud, MultiSim Live, Matlab Online, Technologies for education

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Иновационното инженерно образование налага да се обнови неговото съдържание на база знанието на световните информационни ресурси. То е целенасочено към формиране на определени знания, умения и комплексна подготовка на специалистите в областта на техниката и технологиите чрез използването на иновативни методи и средства на обучение. Електронните средства за обучение са съвременни средства на обучение, осигуряващи възможност не само за демонстрация на трудно възпроизведими в учебна обстановка процеси, но и за изясняване на влиянието на едни или други параметри на изучаваните процеси в електронните устройства. Това позволява да се използват в качеството на симулатори на лабораторни постановки и за формиране на навици за управление на моделируеми процеси. Чрез тях се намаляват материалните разходи, когато реалните експерименти са затруднени по финансови или физически причини. (Shehova, 2015)

Съвременното университетско образование изисква използването на софтуерни инструменти за преподаване на инженерни дисциплини, включени в бакалавърските и магистърските курсове. Те са предназначени да повишат интереса на студентите към теоретичните концепции и да бъдат помощ за практически анализ и опит в проектирането на електронни схеми.(Lyubomirov, Shehova, Asenov & Raydovska, 2019)

2. ОНЛАЙН СОФТУЕРНИ СРЕДИ ЗА ПРЕПОДАВАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ.

В ерата на дигиталните трансформации и използването на облачни изчисления, виртуални лаборатории, които са достъпни по всяко време и навсякъде, са важни за реализиране на интелигентното обучение. Разгледаните по-долу онлайн софтуерни среди, предоставят възможност за използване на такива виртуални лаборатории подходящи за преподаване и проектиране на електронни схеми.

TINACloud е базираната в облака многоезична онлайн версия на популярния софтуер TINA, която работи в браузър без инсталация и навсякъде по света. TINACloud е мощен инструмент за онлайн симулатор на вериги, който позволява да се анализират и проектират аналогови, цифрови, смесени и др. електронни вериги, включително, комуникационни и оптоелектронни вериги и тестове, микроконтролерни приложения в смесена среда. Преподавателите приветстват неговите уникални характеристики за среда за традиционно и дистанционно обучение. Повечето функции на TINACloud са много подобни на офлайн версията на TINA.(DesignSoft, Inc., 2023).

MultiSim Live е уеб базирана платформа за онлайн симулация на електронни схеми и устройства. Разработен е от National Instruments, която е известна със своите софтуерни и хардуерни решения в областта на измерванията, автоматизацията и иновативни електронни схеми. Предоставя възможност за проектиране и симулиране на електронни схеми директно в уеб браузър без необходимост от допълнителна инсталация на софтуер. MultiSim Live дава възможност за колаборативна дейност при проектирането на схеми. Множество потребители могат да работят по един и същ проект едновременно, което го прави полезен инструмент за екипни проекти или образователни цели. Осигурява анализ в реално време на поведението на схемата, като помага на потребителите да разберат как си взаимодействат компонентите и как промените повлияват принципа на действие на устройството. Често се използва в образователни среди за преподаване на електронна схемотехника. Платформата е лесна за използване, което я прави подходяща за студенти от инженерните специалности. (NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2023).

Matlab Online е онлайн версия на софтуерния продукт MATLAB, разработен от MathWorks. Този интегриран софтуер предоставя инструментариум за математически анализи, моделиране, симулации и програмиране, широко използвани в инженерните и научните дейности. Matlab Online предоставя интерактивна среда за изпълнение на MATLAB код директно в уеб браузър. Това улеснява бързото тестване и разработване на алгоритми. Потребителите могат да създават, редактират и споделят MATLAB скриптове и проекти чрез онлайн средата. Това облекчава сътрудничеството при създаването на кодове с различни предназначения. Софтуерът е съвместим със стандартната версия на MATLAB и поддържа интеграция с различни инструменти и платформи. MathWorks предоставя обширни образователни ресурси, включително уроци, документация и видео материали, които подпомагат студентите и професионалистите в използването на софтуера. (The MathWorks, Inc., 2023).

В следващата таблица е представена сравнителна характеристика на софтуерните продукти Matlab Online, TINACloud и MultiSim Live по някои ключови параметри.

Таблица 1. Сравнителна характеристика на софтуерните продукти Matlab Online, TINACloud и MultiSim Live

Характеристика	Matlab Online	TINACloud	MultiSim Live
Визуализация и редактиране	Графичен интерфейс и възможности за редактиране на код в реално време.	Графичен интерфейс с интуитивно редактиране на електронни схеми.	Интуитивен графичен интерфейс за създаване и редактиране на електронни схеми.

Симулации и моделиране	Поддържа широк спектър от математически модели и аналитични инструменти.	Позволява симулации на различни електронни схеми и измервателни устройства.	Предоставя възможност за симулации на електронни схеми и тестване на различни параметри.
Достъпност и интеграция	Изисква интернет връзка и работи в уеб браузър. Интегрира се с различни инструменти.	Ползва се в уеб браузър и е достъпен от всяко място. Интегрира се с други инженерни софтуерни продукти.	Работи в уеб браузър, като предоставя лесен достъп и интеграция с други образователни платформи.
Поддръжка на програмни езици	Поддържа MATLAB, Simulink и широка гама от програмни езици.	Използва специфични за електрониката езици за създаване на схеми.	Интегрира се с VHDL и SPICE за програмиране на електронни схеми.
Образователни ресурси	Предоставя обширна документация и образователни материали.	Предлага образователни ресурси и tutorиали за работа с продукта.	Предоставя уроци и видео материали за обучение на студенти.
Целеви аудитории	Инженери, и студенти от различни специалности.	Студенти и професионалисти в областта на електрониката.	Образователни институции и студенти от инженерни специалности.
Цена и лицензиране	Платен продукт със свободни версии за студенти.	Безплатна версия с ограничени възможности и платена за професионални цели.	Безплатна версия за студенти и преподаватели, платена за комерсиално използване.

Използването на онлайн версии на софтуерни продукти, като Matlab Online, TINACloud и MultiSim Live, предоставя редица предимства, особено в образователния и инженерния контекст. Ето някои от тях:

- **Достъпност от всяко място:** Онлайн софтуерите позволяват на потребителите да работят от всяко място с интернет връзка. Това е особено полезно за студентите и професионалистите, които могат да извършват задачи и проекти, дори когато се намират на различни места.

- **Без необходимост от инсталация:** Не се изисква инсталация на софтуера на локални компютри. Това улеснява и ускорява внедряването като позволява на потребителите да започнат работа веднага, без допълнителни процеси.

- **Обновления и поддръжка:** Онлайн софтуерите се обновяват автоматично от доставчика, без да е необходимо потребителя да се грижи за инсталация на обновления. Това гарантира използването на последните версии и функционалности на продуктите.

- **Лесно сътрудничество:** Онлайн софтуерите обикновено предоставят възможности за сътрудничество в реално време. Това позволява на потребителите да работят едновременно върху проекти, да обменят информация и да си сътрудничат дори от различни места.

- Онлайн ресурси и уроци: Разглежданите онлайн софтуери предлагат образователни ресурси и уроци, които облекчават процеса на усвояване на умения и знания. Това е полезно за студенти и преподаватели, които търсят поддръжка и обучение.

- Спестяване на ресурси: Онлайн софтуерите не изискват инсталация на компютри и често използват облачни ресурси за съхранение на данни. Това означава по-малко локално натоварване на хардуера и по-малък обем от необходимата памет.

- Използване от различни платформи: Онлайн софтуерите често могат да се използват на различни операционни системи и устройства, като компютри, таблети и смартфони. Това осигурява гъвкавост и улеснява работата на потребителите, независимо от тяхната техническа конфигурация.

- Тези предимства правят онлайн версиите на софтуерните продукти предпочитан избор в ситуации, където е важна лесната достъпност, обновлението и сътрудничеството. При използването на софтуери среди, като електронно средство за обучение е важен правилният им подбор. Представените софтуерни среди предоставят значителни възможности за учебен и изследователски опит, като комбинират визуализация, интерактивност и симулации.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съвременните изисквания за превръщане на учебния процес в техническите висши училища в модерна образователна среда за подготовка на бъдещите инженери налага студентите да овладяват методи на познание, сред които все по-голямо значение придобива симулационното изследване на електронни схеми и устройства.

Разгледани са онлайн софтуерните среди TINACloud, MultiSim Live и Matlab Online, като е направена сравнителна характеристика, базирана на някои ключови параметри.

В повечето случаи симулационните среди се оказват мощни инструменти за обучение. Те се използват успешно в много инженерни дисциплини.

Силните образователно ориентирани функции на онлайн софтуерните среди дават на преподавателите инструментите, от които се нуждаят за ефективно компютърно поддържано обучение. Използването на софтуер, като средство за преподаване, формира по-добри умения у обучаващите се, което води до по-добро академично представяне.

ЛИТЕРАТУРА

DesignSoft, Inc., 2023, *TINA+TINACLOUD: OFFLINE+ONLINE CIRCUIT DESIGN & ANALYSIS*, <https://www.tina.com/tinacloud/>

Lyubomirov, S., Shehova, D., Asenov S. & Raydovska, V., (2019). *ENGINEERING EDUCATION AND EXAMINATION OF ELECTRONIC CIRCUITS USING MULTISIM. ICERI2019 Proceedings*, pp. 7079-7086.

NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2023, *Discover Electronics with Online SPICE Simulation*, <https://www.multisim.com/>

Shehova, D., (2015), *Software Environments Applicable in Teaching Analog and Mixed Signals Circuits Design. ANNUAL JOURNAL OF ELECTRONICS*, ISSN 1314-0078

The MathWorks, Inc., 2023, *MATLAB Online, Use MATLAB and Simulink through your web browser*, <https://www.mathworks.com/products/matlab-online.html>

СОФТУЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛИ НА ХИБРИДНИ ОБЛАЧНИ СИСТЕМИ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Мая Миткова Симеонова

**Докторант в катедра „Електроника, комуникации и информационни
технологии“, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

SOFTWARE TOOLS FOR MODELING HYBRID CLOUD SYSTEMS IN ENGINEERING EDUCATION

Maya Mitkova Simeonova

**PhD student in the Department of Electronics, Communications, and
Information Technologies, University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: The article describes some software tools and technologies for developing models of hybrid cloud systems in engineering education. Questions about the creation and use of a cloud-oriented hybrid environment are discussed, which directly correspond to the creation of an environment that ensures the effective development of the professional competencies of engineering students and "soft skills". The article describes and compares the characteristics and functionalities of learning management systems (Learning Management System -LMS), which are essential for their effective use, according to the specifics of the learning process in higher education institutions - ATutor, Open edX, ILIAS, Sakai.

Keywords: LMS, Open source, Cloud computing, Engineering education

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десетилетия предоставянето на онлайн обучение във висшето образование се разрасна значително заради гъвкавата си учебна среда, в която студентите могат да си сътрудничат и да общуват независимо от конкретно време и място. Използването на приложен софтуер, инструменти и оборудване в учебния процес предоставя възможност за развитие на технически умения и придобиване на знания навсякъде и по всяко време в онлайн учебна среда. (Ferdousi & Bari, 2022).

Създаването на облачно базирана среда за обучение е признато за приоритет от международната образователна общност и се развива интензивно в различни области на образованието. Инженерното образование се фокусира върху преподаването на конкретни знания, практически умения и ориентиран към дизайн подход. Традиционно, акцентът е върху разработването на аналитични умения, които са от съществено значение в инженерната област. Преподавателите разполагат с различни инструменти и методи като активно учене, обучение базирано на проекти и обърната класна стая, за да повишат ефективността на своето обучение. През последното десетилетие онлайн обучението се утвърждава като допълнителен важен инструмент, достъпен за преподаватели и студенти. Системите за управление на обучението (LMS), дават възможност за рационализиране на процеса на обучение и проследяване напредъка на студентите. Развитието на умения като комуникация, критично мислене и решаване на проблеми, които са от решаващо значение за студентите в техническите специалности, също може да бъде подпомогнато от LMS. LMS може да

помогне на студентите да постигнат образователните си цели и да подобрят представянето си като бъдещи инженери.

При използването на софтуерни платформи като електронно средство за обучение, е важен правилният им подбор. Функциите, които трябва да поддържа LMS за инженерно образование, включват:

- Осигуряване на актуално, висококачествено съдържание по различни теми, свързани с инженерното образование;
- Поддръжка на няколко формата за обучение-интерактивни симулации, тестове, проекти, задачи и видео лекции;
- Улесняване интегрирането на различни инструменти и системи, като курсове, съвместими със SCORM, базирани на облак услуги, инженерни софтуерни програми и др.;
- Да предлага мощни опции за анализ, отчитане и проследяване на напредъка на студентите, анализиране на пропуските им в уменията, проследяване на съответствието и др.;
- Да осигурява защита за сигурността и надеждността на личните данни, включително криптиране, архивиране, възстановяване след бедствие и др.

2. ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА СОФТУЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛИ НА ХИБРИДНИ ОБЛАЧНИ СИСТЕМИ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Използването на софтуерни инструменти в инженерното образование се определя от фактори, включващи технологични, образователни и организационни аспекти. Някои от тях са:

- Образователни цели. Специфичните учебни цели на една инженерна програма могат да стимулират приемането на софтуерни инструменти. Ако учебната програма акцентира върху практическия опит и умения, използването на подходящ софтуер е решаващо;
- Технологичен напредък. Наличието на усъвършенствани софтуерни инструменти може значително да повлияе на използването им в инженерното образование. Преподавателите и студентите са по-склонни да включат инструменти, които са в съответствие с настоящите индустриални стандарти;
- Уместност в индустрията. Инженерното образование се стреми да подготви студентите за предизвикателствата в реалния свят. Ако индустрията широко използва определени софтуерни инструменти, образователните институции вероятно ще се стремят да интегрират тези инструменти за по-добро привеждане в съответствие с индустриалните практики;
- Наличност на ресурси. Наличието на ресурси, както по отношение на софтуерни лицензи, така и на хардуерни изисквания, може да повлияе на избора на инструменти. Образователните институции могат да изберат инструменти, които са рентабилни и съвместими със съществуващата инфраструктура;
- Сътрудничество и интеграция. Може да се предпочитат инструменти, които улесняват сътрудничеството и интеграцията с други софтуерни платформи. Това е особено важно за инженерни програми, които насърчават интердисциплинарни проекти или сътрудничество с индустриални партньори;
- Удобен за потребителя интерфейс. Удобният интерфейс може да допринесе за положително учебно изживяване, особено за студенти, които не са запознати с тези инструменти;
- Обратна връзка и поддръжка. Наличието на ресурси за поддръжка, включително документация, форуми и потребителски общности, може да повлияе на решението за приемане на конкретни софтуерни инструменти;
- Сигурност и съответствие. Като се има предвид чувствителността на облачните системи, инструментите, които отговарят на проблемите със сигурността и отговарят на съответните разпоредби, могат да бъдат приоритетни в образователните среди.

Тези фактори могат да варират в зависимост от специфичния контекст на програмата

за инженерно образование и целите на институцията.

3. ПРОУЧВАНЕ НА LMS РЕШЕНИЯ С ОТВОРЕН КОД

Софтуерът с отворен код (OSS-Open Source Software) може да играе важна роля в образованието, особено когато става въпрос за инженерната област. Тъй като техническото образование включва сложни инструменти и процеси за предоставяне на решения, OSS гарантира по-ниски разходи и по-стабилен код, изграден върху отворени стандарти, които могат да бъдат непрекъснато проверявани от партньори. Това помага за ефективното преподаване и управлението на академичните среди (Sola & Pagala, 2020)

Използването на приложен софтуер, инструменти и оборудване в учебния процес предоставя възможност за развитие на технически умения и придобиване на знания навсякъде и по всяко време в онлайн учебна среда (Ferdousi & Bari, 2022).

Въвеждането на облачните изчисления във висшите учебни заведения създава необходимост от изучаване на технологичните възможности на облачните услуги, за да се изберат оптимални образователни решения сред аналози. Поради широкото си прилагане през последните години са разработени много LMS. Всички тези платформи често предоставят подобни функции и потребителите трудно могат да изберат най-подходящата за тях. Оттук възниква необходимостта от по-детайлна оценка на подобни платформи, включваща изясняване на критерии и показатели за качество, свързани с процеса и резултатите от образователната дейност.



Платформата Open edX е силно мащабируема, стабилна и иновативна. Създадена е с цел да демонстрира последните постижения в науките за обучение и дизайна на образователния процес, с оглед на максимизиране на ефективността му и постигане на оптимални резултати за обучаващите се (Axim Collaborative, Inc., 2023).



Sakai е свободно достъпно, богато на функции технологично решение за обучение, преподаване, изследване и сътрудничество. Създаден от и за преподаватели, Sakai въвежда иновации въз основа на нуждите на преподавателите, предоставя на студентите най-доброто обучение лично или онлайн и набляга на защитата и поверителността. (Sakai, 2023).



ILIAS е мощна система за управление на обучението, която отговаря на всички изисквания. Използвайки неговите интегрирани инструменти, университетите имат възможност да създават персонализирани и индивидуални сценарии за обучение. (Ilias.de, 2023).



ATutor е LMS с отворен код, използван за разработване и управление на онлайн курсове и за създаване и разпространение на оперативно съвместимо съдържание за електронно обучение (github.io, 2023).

В таблица 1 е направено сравнение на основните характеристики на софтуерните платформи с отворен код ATutor, Open edX, ILIAS, Sakai.

Таблица 1. Характеристики на софтуерни платформи с отворен код

Характеристики	ATutor	Open edX	ILIAS	Sakai
Версия	Версия 2.2.4/ 20 юни 2018г.	Най-новата поддържана версия е Palm , базирана на код от 2023-04-11.	Версия 8.6 е публикувана на 23 октомври 2023 г.	Версия 23.0/14 юли 2023г.
Модел на ценообразуване	с отворен код	с отворен код	с отворен код	с отворен код
Внедряване	Софтуер като услуга / облак, уеб базиран	Настолно и мобилно приложение;	Софтуер като услуга /облак	Настолно и мобилно приложение;

		Самостоятелно хоствано базирано на облак; Софтуер като услуга/облак		Самостоятелно хоствано базирано на облак; Софтуер като услуга / облак
Платформи	Linux, Mac, Windows	Linux, Mac, Windows	Linux, Mac, Windows	Linux, Mac, Windows
Машабируемост	машабируем	силно машабируем	машабируем	машабируем
Удобен за потребителя интерфейс	Лесен за използване интерфейс	Прост, но привлекателен интерфейс	Опростен, но мощен потребителски интерфейс	Отзивчив потребителски интерфейс
Многоезична поддръжка	Многоезичен	Предлага се на 53 езика	Предлага се на 28 езика	Платформата поддържа множество езици.
Възможности за интеграция	Поддръжка за SCORM 1.2 SCORM 2004 IMS LTI 1.0	Разрешени са множество интерфейси за външно приложение чрез LTI и API на edX Xblocks	SCORM 1.2 SCORM 2004 LTI	Поддържа интеграция с 30+ приложения LTI има обширен API
Персонализиране	Възможност за персонализиране	Лесно персонализиране Поддръжка за мобилно обучение	Възможност за персонализиране	Поддръжка за мобилно обучение Персонализирани изгледи
Видове обучение	На живо онлайн Асинхронно водено от инструктор Асинхронно самообучение	Асинхронно водено от инструктор Асинхронно самообучение Дистанционно обучение с присъствени срещи	Асинхронно водено от инструктор Асинхронно самообучение Дистанционно обучение с присъствени срещи	Асинхронно водено от инструктор Асинхронно самообучение Дистанционно обучение с присъствени срещи

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледани са софтуерните платформи с отворен код ATutor, Open edX, ILIAS и Sakai като е направено сравнение на основните им характеристики, които са от значение за специфичните учебни цели на една инженерна програма. За да се подобри развитието на професионалната компетентност на бъдещите инженери, е препоръчително въвеждането на базирана на облак образователна технология, която използва информационни и комуникационни технологии. Това не само допринася за ефективността на образователния процес, но и улеснява постигането на висок стандарт на професионална подготовка.

ЛИТЕРАТУРА

- Axim Collaborative, Inc.**, (2023), <https://openedx.org/>
- Ferdousi, B., Bari, J.** (2022). *Using application software, tools, and equipment to facilitate engineering and computer classes online*. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Advanced Technology. 3.1-10.
- Github.io**, (2023), <https://atutor.github.io/atutor/features.html>.
- Ilias.de**, (2023), <https://www.ilias.de/en/>
- Sakai**, (2023), <https://www.sakailms.org/>
- Sola, R., Pagala, P. S.** (2020). *The Role of Open Source Software in Engineering Education*

Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив, серия В. Техника и технологии, т. XXI, ISSN 1311-9419 (Print), ISSN 2534-9384 (On-line), 2024. Scientific works of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv, series C. Technics and Technologies., Vol. XXI, ISSN 1311-9419 (Print), ISSN 2534-9384 (On-line), 2024.

МЕЖДУПЛАНЕТЕН ИНТЕРНЕТ: КЛЮЧЪТ КЪМ КОСМИЧЕСКАТА КОМУНИКАЦИЯ НА БЪДЕЩЕТО

Христо Атанасов
Ви Ки Ей Солюшънс ЕООД

INTERPLANETARY INTERNET: THE KEY TO THE SPACE COMMUNICATION OF THE FUTURE

Hristo Atanasov
VKA Solutions EOOD

Abstract: The concept of an Interplanetary Internet represents a groundbreaking frontier in communication technologies, aiming to extend reliable networking infrastructure beyond the confines of Earth. This novel paradigm is rooted in the development of a robust and delay-tolerant network architecture capable of supporting deep space communication and the unique challenges presented by vast interplanetary distances, celestial motion, and the harsh conditions of space environments. Recent advances in space technology, alongside the burgeoning interest in interplanetary exploration, have catalyzed significant research and development in this area. Breakthroughs in 2023 have seen enhanced protocols for delay-tolerant networking (DTN), which promise to overcome latency issues intrinsic to interplanetary distances, and the emergence of standardized communication frameworks suited for the varied ecosystems of our solar system. Initiatives by international space agencies and private spaceflight companies have commenced the early deployment of infrastructure elements designed to support an embryonic interplanetary network. These endeavors aim to facilitate not only scientific data exchange but also the prospect of supporting human settlements on other planets, transforming science fiction into imminent reality.

Keywords: Interplanetary Internet, DTN, Quantum Cryptography, QKD, Quantum Entanglement

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Зората на 21-ви век предвещава епоха на безпрецедентен растеж в областта на информационните технологии, като Интернет става основа на съвременната комуникация и обмен на данни. Сега, когато човечеството е на ръба да стане многопланетен вид, разширяването на Интернет извън Земята става не просто научнофантастична концепция – то е технологична необходимост. Визията за Междупланетен Интернет цели създаването на комуникационна система, която обхваща цялата слънчева система, позволявайки обмена на данни между Земята и нейните звездни апарати, станции и кораби. Това не се свежда просто до копирането на Интернета на Земята в по-голям мащаб, а представлява поредица от уникални технически предизвикателства. Огромните разстояния включват значителни времеви забавяния на сигнала и изискват нов вид мрежа, която може да функционира ефективно на астрономически разстояния, където традиционните протоколи на Интернета на Земята биха се провалили. Добър пример е факта, че докато сигналът изминава само милисекунди, за да обиколи Земята, комуникацията с Марс може да отнеме от 3 до 22 минути, породено от факта, че имат различни елиптични орбити и скорости на въртене спрямо слънцето, както и една друга, което поражда колебания на разстоянието помежду им от порядъка на около 54.6 до 401 милиона километра. Тази реалност изисква мрежа, достатъчно

устойчива, за да издържи на забавянето, повреждане на пакетите и безпощадната природа на космическото пространство.

Наскорешни развития превърнаха тази амбициозна цел във възможен проект. Сред тях се откроява еволюцията на протоколите за толерантна към забавяне мрежа (DTN – Delay-Tolerant Networking), предназначена да издържи на значителни и променливи забавяния в космическата комуникация. Тази технология е била успешно тествана на Международната космическа станция и в различни космически апарати, като това полага основите за бъдещата инфраструктура на междупланетните комуникации. С напредване на технологията на ИИ (изкуственият интелект) подобни мрежи биха ставали още по-надеждни чрез натрупване на данни от комуникацията и динамичното им анализиране чрез модели на специализиран изкуствен интелект, който би подобрил работа на мрежата чрез още по-доброто предвиждане на липсващите данни, изгубени по време на обмен на пакети на големи разстояния.

Перспективата за Междупланетен Интернет е тясно свързана с целите на космическото изследване и колонизация. Той е съществено удобство за бъдещи мисии, които ще разчитат на сложни комуникационни системи за навигация, пренос на научни данни и дори за благосъстоянието на астронавтите. Тази технология ще служи като критична поддържаща структура за дистанционни операции и роботизирани изследователи и, в крайна сметка, за поддържане на човешки хабитати на други планети, луни и космически кораби.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Технологиите за комуникация, които се използват в междупланетната комуникация, са разработени да функционират надеждно въпреки огромните разстояния и специфичните предизвикателства на космическата среда. Ето няколко ключови технологии, които са в основата на днешните междупланетни комуникационни системи:

Радиочестотна (RF) комуникация – В момента радиочестотната комуникация е стандартът за междупланетни мисии. Тя използва различни честотни ленти като S-лента, X-лента и най-новата: Ka-лента за по-висока пропускливост. НАСА и други космически агенции използват своята „Дълбока космическа мрежа“ (Deep Space Network – DSN), за да поддържат връзка с космически апарати отвъд земната орбита.

Таблица 1. Радиочестотни ленти и характеристики. [Radio Frequencies, 2023]

Честотна лента	Прибл. диапазон на дължини на вълните (cm)	Приблизителни честоти
UHF	100 - 10	300 - 3000 MHz
L	30 - 15	1 - 2 GHz
S	15 - 7.5	2 - 4 GHz
C	7.5 - 3.75	4 - 8 GHz
X	3.75 - 2.4	8 - 12 GHz
K	2.4 - 0.75	12 - 40 GHz
Q	0.75 - 0.6	40 - 50 GHz
V	0.6 - 0.4	50 - 80 GHz
W	0.4 - 0.3	80 - 90 GHz

Този вид комуникация е способна да покрива огромни космически разстояния. Тя е устойчива на космически електромагнитни смущения и може да функционира в радиационно интензивни условия. Въпреки това, RF комуникацията страда от ограничена пропускателна способност и значително забавяне при преноса на данни през дълги разстояния, като е ограничена и от регулирания спектър на честотните ленти на Земята. Големите антени, необходими за високоскоростна комуникация, и проблемите с пренасянето на сигнали извън пряката видимост, като през планетарните тела, са също значими ограничения на RF технологията.

Лазерна комуникация – Лазерната или оптичната, комуникация предлага възможността за по-висока скорост на данните и по-ефективен пренос на информация. Проекти като NASA's Lunar Laser Communication Demonstration (LLCD) [NASA, 2023] и Mars Laser Communications Demonstration (MLCD) показват потенциала на лазерните технологии в бъдещите междупланетни и космически комуникационни системи. Лазерите могат да носят много повече информация в сравнение с радиовълните, което позволява много по-високи скорости на данни. Тя се отличават с много тесен лъч, което ограничава разпръскването на енергия и позволява по-ефективна употреба на енергията. Сигурността е на по-високо ниво заради тесният лъч, което я прави по-трудна за подслушване и намеса, но изисква точно позициониране и е податлива на атмосферни нарушения. Капацитетът на канала C измерван в *бит/секунда*, в лазерната комуникация може да бъде определен от формулата на Шанън-Хартли [Ad Hoc Networks, 2022]:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

където B е широчината на лентата, S е мощността на сигнала, а N е мощността на шума. Тази формула свързва пропускателната способност с широчината на лентата и съотношението сигнал-шум. Тази формула показва, че при дадена широчина на лентата и съотношение сигнал-шум, може да се изчисли максималната скорост на данни.

Протоколи за толерантност към прекъсвания (Disruption-Tolerant Networking – DTN) – DTN представлява набор от протоколи, които могат да се справят със значителните забавяния и прекъсванията в комуникацията, което е типично за междупланетната среда. Тази технология позволява данните да бъдат запазени и репликирани в мрежата, докато не могат да бъдат успешно предадени до крайната си дестинация. Това решение създава допълнителни рискове за сигурността. DTN адресира тези възможност чрез използването на криптиране и други механизми за сигурност. Основният протокол в архитектурата на DTN е Bundle Protocol (BP) [Bundle Protocol, 2022], който позволява данните да бъдат обединени и адресирани в пакети. Тези пакети са проектирани да издържат на дълги периоди на забавяне и прекъсвания и могат да бъдат съхранявани в промеждутъчни възли за неопределено време. Самият протокол може да работи върху разнообразни мрежови технологии и да се адаптира към различни видове мрежови връзки, поддържа гъвкава маршрутизация, като позволява пакетите да бъдат пренасочвани според текущите мрежови условия и наличността на връзка.

Космически Интернет – Инициативи като Междупланетен Интернет [Interplanetary Internet Governance, 2023] на Винт Сърф, един от създателите на Интернет, и НАСА се стремят към създаването на стандартизирана мрежова архитектура, която може да обедини космическите мисии в обща мрежа, позволявайки по-лесен обмен на данни. Сред положителните аспекти се откроява потенциалът за революционизиране на начина, по който управляваме космически изследвания и развиваме научни знания. Съществуват и значителни отрицателни показатели, които могат да забавят или усложнят развитието на Междупланетен Интернет. Предизвикателствата включват огромните разстояния между планетите, които водят до висока латентност и ограничена пропускателна способност, както и необходимостта от изключително надеждни и издръжливи технологии, които да могат да функционират в изключително враждебната космическа среда. Също така, финансирането и координацията на международно ниво могат да представляват пречки, тъй като разработването на такава сложна инфраструктура изисква значителни инвестиции и сътрудничество между различни космически агенции и частни компании. Някои от ключовите принципи и формули, които са от значение при този вид комуникация са:

- Формула за време на забавяне на сигнала (Latency)

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Тук $\Delta t'$ е времето между две събитие от гледаната точка на наблюдател в покой, Δt времето между две събитие от гледаната точка на наблюдател, движещ се с обекта, ϑ относителна скорост на обекта, c скоростта на светлината във вакуум.

- Закон на обратните квадрати за разпространение на сигнала

Това е фундаментален принцип във физиката, който описва как интензитетът на светлинната, звукова или радио сигнала намалява с квадрата на разстоянието от източника.

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r}{(4\pi d)^2}$$

където P_r е мощността на приемания сигнал, P_t е мощността на предавания сигнал, G_t и G_r са коефициентите на усилване на предаващата и приемащата антена съответно, а d е разстоянието между тях в метри.

- Формулата на Шанън-Хартли

Тя е фундаментално уравнение в теорията на информацията, което определя максималния капацитет на информационния канал, както вече беше споменато.

- Доплеров ефект при космически комуникации

Това е явление, при което наблюдателят получава вълна с различна честота от тази, с която източникът я е излъчил. Това се случва, когато източникът и наблюдателят се движат един спрямо друг. Ако се отдалечават, наблюдателят получава вълна с по-ниска честота от излъчената от източника. Ако пък се приближават, наблюдателят получава вълна с по-висока честота. Формулата за изменение на честотата при Доплеров ефект е следната:

$$f = \left(\frac{\vartheta}{\vartheta \pm \vartheta_s} \right) f_0$$

f е наблюдаваната честота, f_0 е излъчваната честота, ϑ е скоростта на разпространение на вълната в дадената среда, ϑ_s е скоростта с която източникът и наблюдателят се движат един спрямо друг. Знакът е '+', ако се отдалечават и '-', ако се приближават.

Автономни комуникационни системи – Автономните комуникационни системи за Междупланетен Интернет се базират на принципите на самоорганизация и самовъзстановяване, което позволява на системите да се адаптират и да продължат да работят независимо при наличието на технически проблеми или прекъсвания в комуникацията. Те трябва да бъдат изключително стабилни, за да издържат на враждебните условия на космическата среда, като радиация и микрометеорити, като същевременно поддържат висока степен на издръжливост. Адаптивността е съществена, тъй като системите трябва да могат да се настройват според динамично променящите се мрежови и параметри на различните космически мисии. Интелигентното управление на ресурсите е от съществено значение за оптимизиране на използването на ограничените енергийни и пропускателни възможности. Накрая, системите трябва да са способни на продължителна автономна работа, тъй като връзките с операторите на Земята могат да бъдат редки и ненадеждни поради огромните разстояния и задълженията свързани с тяхното управление. Това извежда споменатите параметри като основни и задължителни показатели за това едно решение да има качествата и да бъде класифицирано като такова.

Широколенетови спътникови системи – Тези системи се превръщат в основен компонент от инфраструктурата на глобалния Интернет, предлагайки високоскоростна комуникация дори в най-отдалечените части на света. Те станаха особено актуални с нарастващото търсене на надеждна и бърза комуникация за поддръжка на космически мисии и изследване на възможностите за Междупланетен Интернет. Сред основните предизвикателства в тази сфера е управлението на честотния спектър, който е ограничен ресурс и изисква внимателно планиране и координация, за да се избегне пренаселването и интерференцията между спътниковите услуги. В допълнение, задължително е използването на наличните технологии и разработването на нови такива за намаляване на забавянето при преноса на сигналите, което е критично за приложения изискващи реално време и за

поддържането на стабилността на мрежата при голяма натовареност. Инвестициите в спътниковите технологии са значителни и изискват ангажимента на множество участници, включително правителства, частни компании и международни организации. Това води до нуждата от сътрудничество и координация на глобално ниво, както и до необходимостта от стандартизация на технологиите и операционните процедури. Иновациите в областта на широколентовите спътникови системи се фокусират върху разработването на все по-мощни и ефективни спътникови констелации – група от спътници, наредени в определени орбити. Представител на такива е SpaceX с тяхната Starlink мрежа, обещава да осигурят глобално покритие и висока пропускателна способност с използването на голям брой ниско орбитални спътници, което значително намалява забавянето и увеличава надеждността на връзките. Такива мрежи също така предоставят възможност за модулност и гъвкавост в мрежовите конфигурации, което е жизненоважно за поддържането на комуникационната инфраструктура на бъдещето, както на Земята, така и в космоса.

Квантова комуникация и криптография - Квантовата комуникация и криптография представляват нова ера в защитата и преноса на информация, която използва принципите на квантовата механика [David S, 2016]. В тези области се прилагат уникални явления като квантово заплитане и квантова суперпозиция за осигуряване на непробиваемата сигурност на данните. Ето някои ключови концепции и свързаните с тях формули:

- Квантово заплитане (Quantum Entanglement)

Това заплитане позволява на две или повече частици да бъдат в състояние, където свойствата на една частица моментално определят свойствата на друга, независимо от разстоянието между тях. Това явление на пръв поглед създава впечатлението, че информация може да се пренася мигновено, което се нарича "призрачно действие на разстояние", както го описва Алберт Айнщайн. Въпреки това, квантовото заплитане не позволява мигновеното предаване на информация или сигнали. Докато измерването на една частица в заплетено състояние моментално определя състоянието на другата, това не може да се използва за предаване на информация със скорост, по-висока от скоростта на светлината. Това е така, защото изборът на измерване на едната частица не може да се контролира по начин, който да предаде информация – резултатите са случайни и не могат да носят информация без класически канал за комуникация, който да "изпрати" резултата от измерването до другата страна. Следователно, квантовото заплитане не нарушава принципа на причинно-следствената връзка, както е формулиран в специалната теория на относителността. Няма конкретна формула за описание на заплитане, но ефектът може да бъде представен чрез квантови състояния като:

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle)$$

където $|\Psi\rangle$ е заплетено състояние на две частици.

- Квантова суперпозиция (Quantum Superposition)

Суперпозицията е принципът, че квантова система може да бъде в множество състояния едновременно. Това е основа на квантовите битове или кубити, които са основните единици на информация в квантовите компютри и комуникации:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

където α и β са комплексни числа, чиито квадрати определят вероятността да измерим състоянието в $|0\rangle$ или $\alpha|1\rangle$

- Квантова криптография (Quantum Cryptography)

Най-известният пример за квантова криптография е протоколът BB84 [Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing, 2023] за квантово разпределение на ключове разработен от Чарлз Бенет и Жил Брасар през 1984 година. Този протокол позволява на две страни, често наричани Алиса и Боб, да споделят защитен криптографски ключ, използвайки принципите на квантовата механика. Принципът на работа е следният:

1. **Изпращане на Квантови Битове (Кюбити):** Алиса генерира последователност от кюбити, използвайки два различни ортогонални базиса (например, поляризационни базиси), обикновено означавани като "+" (плюс) и "×" (кръст). Тя кодира всеки бит от своята тайна ключова последователност в един от тези базиси по случаен начин.
2. **Приемане на Кюбитите:** Боб получава всеки кюбит и избира по случаен начин в кой базис да го измери – "+" или "×". Той няма начин да знае в кой базис Алиса е кодирала всеки бит, така че изборът му е напълно случаен.
3. **Сравняване на Базисите:** След като всички кюбити са измерени, Алиса и Боб обменят информация по открит канал за базисите, които са използвали. Те запазват само тези битове, при които са използвали същия базис. По този начин те генерират съвпадащи ключови битове.
4. **Проверка за Шпионаж:** За да се уверят, че тяхната комуникация не е била прехваната, Алиса и Боб могат да извършат серия от проверки за присъствието на шпионин (например, трета страна, наричана Ева). Те обсъждат част от своите ключови битове и ако измерванията не съвпадат, както се очаква при отсъствие на подслушване, те знаят, че комуникацията им е била компрометирана.

BB84 протоколът се основава на принципа на неопределеността в квантовата механика, който твърди, че не може да се измери точно състоянието на кюбит без да се наруши. Това означава, че всеки опит за подслушване ще бъде забелязан от Алиса и Боб, тъй като ще промени състоянието на кюбитите. Така BB84 осигурява висока степен на сигурност в споделянето на криптографски ключове.

- Квантово ключово разпределение (Quantum Key Distribution, QKD):

QKD методите позволяват на две страни да генерират споделян, непредвидим криптографски ключ, който е доказуемо сигурен от всеки опит за подслушване поради принципа на неопределеност на Хайзенберг и явлението на квантовото заплитане. Тези квантови принципи и методи представят основата на изключително сигурните комуникационни системи, които са имунизирани срещу много от традиционните методи за кибератаки и подслушване, и са особено важни за развитието на бъдещите интерпланетарни комуникационни мрежи.

Специализиран изкуствен интелект – Последните години работата върху изкуственият интелект бележи невероятни темпове и пробиви [Darrell M. West, 2018]. Тези проучвания ни предоставят възможност за създаване на обширни инструменти, които революционизират начина, по който интегрираме и анализираме информация, подобрявайки процесите на вземане на решения. Това води със себе си и активна разработка на специализиране хардуерни решения за оптимизиране и подобряване на работата на подобни алгоритми при максимално оползотворяване на изразходваната енергия за тяхната работа както и физически размери на хардуера и неговите топлинни характеристики. Това дава потенциал за активно разработване на алгоритми на изкуствен интелект специализирани в обработване на информация и подбирането на специфични части от нея с най-голяма стойност, анализ и извличане на заключения. Подобен подход би бил изключително полезен за отдалечени научноизследователски мисии за изучаване на региони от космическото пространство. Събраните количества информация биха могли да се анализират и към Земята да бъдат изпращани само готовите анализи, като така да се оползотвори максимално пропускателната способност на комуникационните канали на междупланетният Интернет. Конкретни по-детайлни данни могат да бъдат съхранявани и поисквани при нужда от локалните масиви от данни на апаратите използващи подобна технология и съхраняващи я за период от време подходящ според целите и отдалечеността на обекта извършващ изследването. Това е радикален подход предоставящ децентрализиране на информация достъпна не само от Земята, но и от други научни станции и апарати в космическото пространство.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологичните иновации като развитието на DTN, лазерната комуникация, квантовата криптография и изкуственият интелект са крайъгълните камъни, които ще ни помогнат да се справим с предизвикателствата като огромните забавяния, необходимостта от надеждност и сигурност в един враждебен космически контекст. Тези иновации не просто ще разширят границите на нашата комуникационна способност, но и ще трансформират начина, по който си представяме мрежовата инфраструктура - от нещо земно и ограничено, до нещо междувременно и безгранично.

Сравнението на основните параметри на различните методи за комуникация в космоса ни показва, че всеки метод има своите уникални предимства и ограничения, които го правят подходящ за различни приложения. Радиочестотната комуникация остава основен и надежден метод за дълги разстояния в космоса, предлагайки умерена пропускателна способност и енергийна ефективност, докато е сравнително устойчива на атмосферни промени, широко разпространена и добре изучена и овладяна.

Таблица 2. Съпоставка параметрите на основните начини за интерпланетарна комуникация

Параметър/Комуникация	Радиочестотна(RF)	Лазерна(Оптическа)	Квантова
Пропускателна способност	Ниска до средна	Висока	Ниска*
Енергийна ефективност	Умерена	Висока	Неясна*
Надеждност	Висока	Средна до висока	Висока*
Влияние от атмосферни условия	Ниско	Високо	Ниско*
Потенциал за бъдещо развитие	Зряла технология	Обещаваща	В начален стадий*

***Забележка:** За квантовата комуникация, много от параметрите са в теоретичен стадий или в начални фази на практическа реализация и може да има значителни промени с развитието на технологията.

От друга страна, лазерната комуникация предлага високи скорости на трансфер и ефективност на енергията и въпреки, че е чувствителна към атмосферни нарушения, нейната потенциална пропускателна способност и надеждност в космическата среда я правят привлекателна за бъдещето на междупланетарните комуникации.

Квантовата комуникация представя възможността за революционно увеличаване на сигурността на данните, но все още е в ранни етапи на развитие и се сблъсква с технически предизвикателства, особено при мащабирането за дълги разстояния в космически мащаб.

В бъдеще е вероятно да видим комбинация от тези технологии, като се използват най-добрите аспекти от всяка, за да се създаде мулти-модална, надеждна и ефективна система за интерпланетарна комуникация, която ще подпомогне научните мисии, космическото изследване и бъдещата колонизация на други планети.

Комбинация и усъвършенстване на всички достижения на Земната наука изброени в този труд ни дават потенциал за решение на комуникационните бариери, които в момента са пречка за развитието и разширението на изследването и опознаването на нашата вселена и космически явления протичащи в нея.

ЛИТЕРАТУРА

NASA to Demonstrate Laser Communications from Space Station (<https://www.nasa.gov/technology/nasa-to-demonstrate-laser-communications-from-space-station/>)
Достъпно на 28 Август, 2023)

Radio Frequencies (<https://science.nasa.gov/learn/basics-of-space-flight/chapter6-3/>)
Достъпно на 1 Ноември 2023)

Ad Hoc Networks (<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/hartley-theorem>)
Достъпно на 1 Ноември 2022)

Bundle Protocol (<https://datatracker.ietf.org/doc/rfc9171/>, Достъпно на 14 Декември 2022)

Charles H. Bennett, Gilles Brassard “Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing” (<https://arxiv.org/abs/2003.06557>, Достъпно на 27 Септември, 2023)

Darrell M. West and John R. Allen (2018), “How artificial intelligence is transforming the world”

David S. Simon, Gregg Jaeger & Alexander V. Sergienko (2016) “Quantum Metrology, Imaging, and Communication”

Laura DeNardis (2023) “Interplanetary Internet Governance”

КОНЦЕПТУАЛНА АРХИТЕКТУРА ЗА МОДУЛЕН БОРД ЗА ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ С ARM БАЗИРАН ПРОЦЕСОР

Стоян Богданов

Институт по информационни и комуникационни технологии

Българска академия на науките

ул. Акад. Г. Бончев, блок 2, 1113 - София, България

CONCEPTUAL ARCHITECTURE FOR ARM BASED MODULAR EMBEDDED DEVELOPMENT BOARD

Stoyan Bogdanov

Institute of Information and Communication Technologies

Bulgarian Academy of Sciences

Acad. G. Bonchev Str., Block 2, 1113 Sofia, Bulgaria

Abstract: This paper will introduce a conceptual model of the ARM based modular embedded system. Biggest advantage of which is the possibility to test different peripherals around the CPU including: PMIC (Power microcontroller), storage devices, connectivity modules (ethernet, wifi, etc.) etc. This approach solves a lot of problems encountered in the early stage of hardware and software development of new systems with specific sets of non common peripherals. Software developers will have early access to hardware for initial drivers and application development and hardware developers on the other hand can update different modules during the process with the need to produce a whole new batch of boards. This approach will save time and money during the development process and while providing a more stable environment for the Research and Development process. Proposed conceptual model is targeted for Linux driver and application development as well for RTOS (Real Time Operation System) development as Zephyr and FreeRTOS.

Keywords: embedded, linux, modular system, IoT, rapid prototyping

1. INTRODUCTION

Linux operating system is more and more widely used in the embedded field due to its open source code, stable and efficient kernel, and support for a wide range of processor structure and hardware platform, and good customizability. The development of embedded Linux systems is different from the development of ordinary desktop systems. (Haihua Qu, 2020)

Hardware and software development and inseparable while developing new product devices or just learning and experimenting. While all major SoC (System on Chip) manufacturers aim to provide at least basic Development kit (also known as Official or reference) either themselves or from a known third party representative/company/manufacture, they are usually pretty limited from interface availability or tight to some specific non common once. Using an official development kit will assure that in theory hardware is fully functional even if driver development and software is not there yet. In most cases just having a bootable board is just the first step, around this board should be to build a whole ecosystem composed of Human interface and sensors.

There is couple unified header which are popular we can see around on different Development kits and board like:

- Raspberry Pi 40 pin header
- Arduino UNO pinout
- Arduino DUE pinout
- Microbus.

All listed above are good and standardized but have some disadvantages. 40 pin header, while gaining popularity around the size of Raspberry Pi arm based development board, today could be seen in most dev kits but with different pinouts. On some of them even power lines are in different positions which in some cases is even dangerous for the board if you try to use a universal 40 pin header which on first glance looks a perfect match (<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html> Figure 1, https://developer.nvidia.com/embedded/learn/jetson-agx-orin-devkit-user-guide/developer_kit_layout.html Figure 3, <https://docs.khadas.com/products/sbc/vim4/hardware/start> Figure 2). So having a unified interface in an easy to produce formfactor leads to production of many different modules with same apparel and theoretic pinout but won't work everywhere.

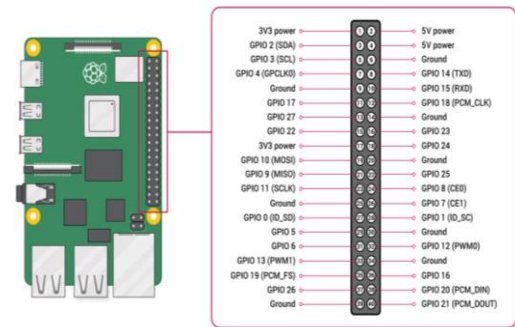


Figure 1. Raspberry Pi

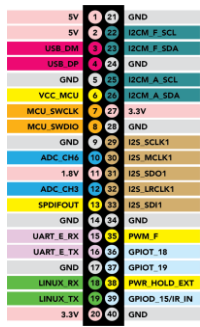


Figure 2. Khadas VIM4

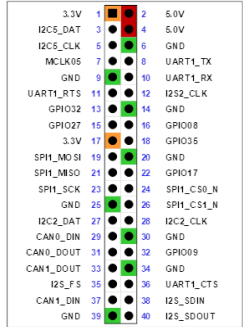


Figure 3. Nvidia Jetson Orin

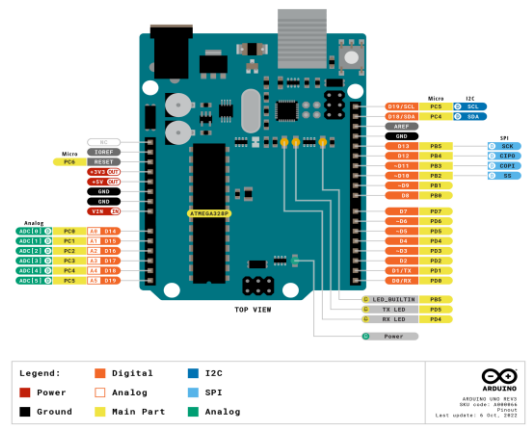


Figure 4. Arduino UNO

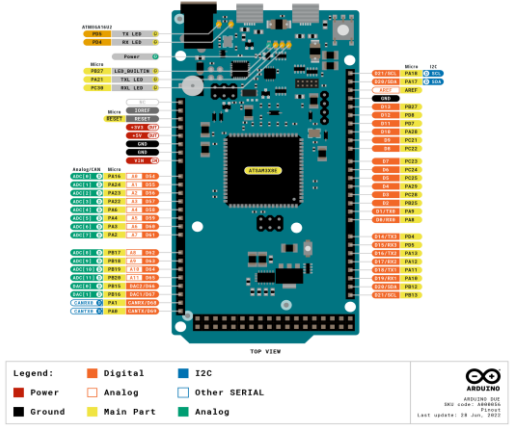


Figure 5. Arduino DUE

Arduino UNO (<https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3> Figure 4) and DUE (<https://docs.arduino.cc/hardware/due?queryID=492469158f4e36b2525eb46e688794dc> Figure 5) pinouts are more specific and there we don't see much of "universal" header board, but this is from lack of computing power and having limited types of interfaces available to them. Taking into

consideration that they are not capable of running Operating Systems like Linux, but only some kind of RTOS like Zephyr, Nuttx or FreeRTOS. They are limited by design and stuck with low speed peripherals and interfaces.

MicroBUS (<https://www.mikroe.com/mikrobus> Figure 6) on the other hand mikrobus is limited by the number of pins, but is missing more useful interfaces. Having an unusual footprint prevents plugging by mistake potentially harmful modules. Providing all kinds of interfaces make this standard suitable for most of the applications, but not all of them. Availability of I2C, SPI, UART, PWM, ADC will satisfy some of the requirements for full flexibility, but not all of them. Nevertheless since it was announced it gained popularity and now there are more than 2700 available on the official site.

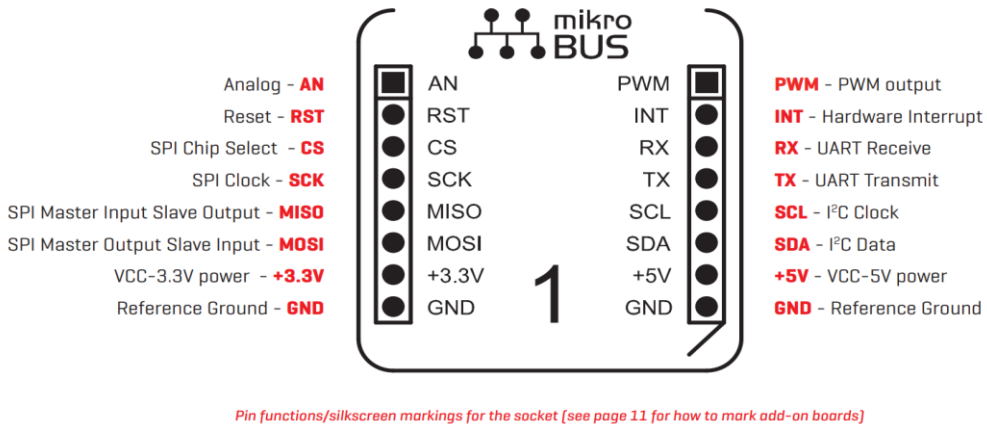


Figure 6. MicroBUS

In conclusion all headers above have standard interfaces like UART, SPI, I2C, ADC, DAC, PWM, GPIOs and lack the higher speed interfaces like : QSPI, SDIO, USB, USART. They have disadvantages from a hardware design point of view, more requirement for routing track length and impedance, since they could work on higher frequencies and deliver more data in a single clock. While desirable from Software developers since they work faster and systems become more responsive.

- QSPI could be utilized in high demand ADC and DAC IC which require high speed of transfer because of multiple channels and high update rate.
- SDMMC(SDIO) is commonly used for:
 - storage devices - flash memory, SD cards
 - network peripheral devices - wifi, bluetooth
- USB have almost limitless application

2. ARCHITECTURE DESIGN

Proposed architecture takes into consideration flows and limitations of standard Development board and currently available shields and headers. Experimental architecture is developed around mature chip which is known to work - Microchip ATSAM5D27C-D1G (<https://www.microchip.com/en-us/product/ATSAMA5D27C-D1G>)

- CPU - Single core Cortex A5 working at 500Mhz
- RAM DDR2 - 1Gib (128Mb)
- Wide range of interface - GPIOs, I2C, I2S, UART, SPI, QSPI, SDIO, CAN, LIN, etc.

Architecture is built around the CPU in the center of the carrier board having all needed supporting elements which need to be as close as possible to respective lines. The difference here is, the board can't work on its own, without any module attached. Board also could be considered like a mother board resembling x86_64 desktop machines, with cpu in the center and all peripherals

detachable. Motherboard does not have nothing but CPU and socket for needed peripherals:

- PMIC (Power microcontroller) is a module , so experiments could be done to optimize power consumption or to satisfy specific power or EMC requirements.
- Storage from which the CPU will boot is again on one of the unified modules. Choice in this specific CPU is limited to QSPI , SPI , NAND and SDIO(micro SD or flash).
- Other peripherals are by choice.

Usually on Development kits developers are stuck with what the manufacturer has decided which in many cases does not utilize functionality required and desired. For example: developing a product which requires boot from SPI NOR flash on a specific interface, because the other is taken from a high speed peripheral. In a normal case which requires production of board, just for Proof of Concept and only after that work on actual product starts. Using this modular architecture this all could be done for the fraction of time of the time the whole design requires.

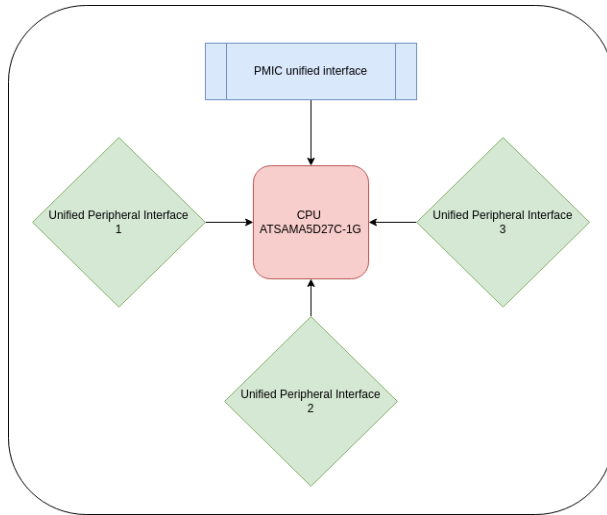


Figure 7. Conceptual architecture for modular development board

Figure 7 represents a simplified UML diagram of proposed architecture separating all components in independent modules which could be changed and replaced independently. Of Course, software working on modular development board should match selected hardware configuration.

PMIC Unified Interface is only for Power domain, it should not be considered as general Unified Peripheral Interface. Reason to have 2 different footprints is to avoid confusion and have a shield in the wrong place.

Unified Peripheral Interface (UPI) combines in it, all possible in reasonable amount of pins and peripherals

- | | |
|-------------|---|
| ● 9 x GPIOs | ● 4 x PWM |
| ● 1 x I2C | ● 4 x ADC |
| ● 1 x SPI | ● 1 x USB |
| ● 1 x QSPI | ● 1 x SDMMC |
| ● 1 x UART | ● 2 x Reserved (for future or custom use) |

Most of the peripherals could be repurposed from the Linux device tree, but selected pins have to have for sure described functionality. Since UPI is symmetrical, to keep it safe all power lines are mirrored on both sides, so even if the board is connected in the wrong way it will not harm and cause a short circuit.

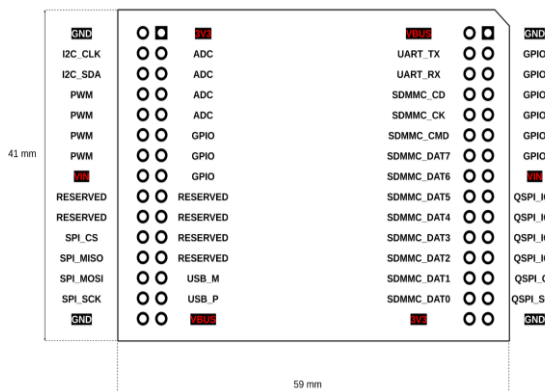


Figure 8. Unified Peripheral interface pinout and dimensions

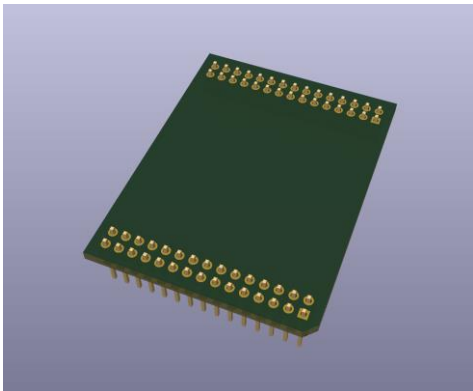


Figure 9. Unified Peripheral module 3D

Benefits to be able to “hot swap” peripherals will accelerate both software and hardware development. We could even have UPI interface to mBUS adapter converter board which will provide enough peripheral interfaces for two microBUS adapter boards.

Through hole headers could be replaced with SMD mounted once to meet needs of specific peripheral design, or even extended sets of headers could be used to allow stacking and taking advantage of unused interfaces.

Headers are standard with 2.54mm pitch in 2x15 pin format exposing 60 pins on every module. Both headers are positioned exactly 45.72mm distance, and completely compatible with standard 2.54mm pitch eval boards. This means even DIY shields with prototyping boards could be done for quick testing of not pretentious peripherals.

3. IMPLEMENTATION

Prototype was designed using KiCad 7 (Figure 10, Figure 11) – open source cad development software for PCB design. Using as reference design was used ATSAM5D27-SOM1 (<https://www.microchip.com/en-us/product/ATSAMA5D27-SOM1>) mainly for core CPU design, including required close mounted resistors, capacitors and discrete components which could not be outsourced to peripheral modules. Official Microchip documentation was used to assure all requirements from SoC manufacturers are met.

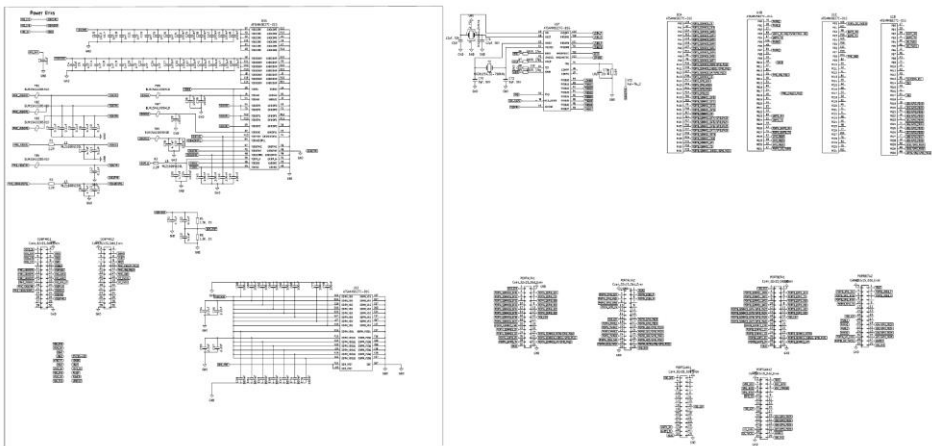


Figure 10. Carrier board schematics

This CPU is a good choice for initial testing because it has RAM inside it which reduces the complexity of routing multiple differential lines between ram chips and CPU and potential issues in the early stage which are very hard to identify and fix. Those kinds of chips are also known as SiP - System in Package.

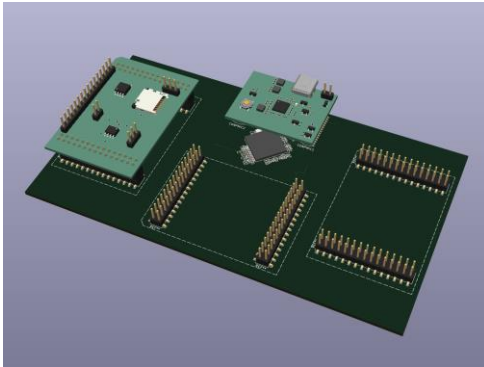


Figure 11. Carried board with PMIC module and Sample module

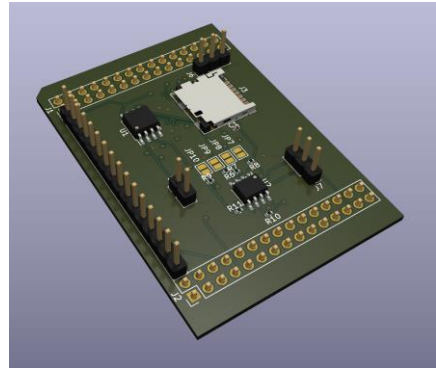


Figure 12. Sample module

Sample module from Figure 12 implements:

- SDMMC interface connected to microSD card socket
- SPI NOR flash which is connected to both QSPI and SPI interface with jumper
- UART breakout
- Routed GPIOs to the side header, which is fitted perfectly between two connection sockets.

This module will be used to test different boot scenarios, booting from: microSD, SPI NOR, QSPI NOR. All of those are on different interfaces.

To be able to switch between different Flash chips additional extended support is added in at91bootstrap (open source software developed from Microchip available in GitHub: <https://github.com/linux4sam/at91bootstrap.git>).

4. RESULTS AND CONSLUTION

Overall conclusion is although there is some level of inheritance and attempt of unification it is not enough to be brought to a level usable in real RnD process. All of the modules were missing high speed interfaces which are important in designs. They are used for communication and data harvesting, most often those are the most problematic part of the whole system, and redesign is needed. Taking all that into consideration new modular hardware system architecture was proposed with Unified Peripheral Interface exposing all missing high speed interfaces from existing designs. Concept provides flexibility, low cost per hardware iteration and reliability because of easy to change modules. Using this kind of development board over anything else allows the RnD teams to develop more efficiently.

REFERENCES

- Haihua Qu** (2020) Research on Key Technology of Embedded Linux System Based on ARM Processor, IEEE 3rd International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE), 2020
<https://www.mikroe.com/mikrobus>
<https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html>
https://developer.nvidia.com/embedded/learn/jetson-agx-orin-devkit-user-guide/developer_kit_layout.html
<https://docs.khadas.com/products/sbc/vim4/hardware/start>

<https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>

<https://docs.arduino.cc/hardware/duemkii?queryID=492469158f4e36b2525eb46e688794dc>

<https://www.microchip.com/en-us/product/ATSAMA5D27C-D1G>

<https://github.com/linux4sam/at91bootstrap.git>

ПОДХОД ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА БЛОКОВО ПРОГРАМИРАНЕ И РОБОТИКА В ПРОФИЛИРАНОТО ОБУЧЕНИЕ НА ГИМНАЗИСТИ

Тодорка Глушкова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

APPROACH TO APPLICATION OF BLOCK PROGRAMMING AND ROBOTICS IN THE PROFILED EDUCATION FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Todorka Glushkova

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The problem discussed in the article is related to the fact that in the transition period between curricula, today's high school students will not have the opportunity to build key digital competencies related to programming. Exceptions are made only by students in certain professions and profiles related to software and hardware sciences. All students, however, study information technology as a compulsory or profiling subject. This motivates us to create an approach to apply block programming and robotics in the optional modules in the profiled IT training in the second-high school stage. The research shares the author's experience and substantiates the claim that this approach increases the activity and motivation of students and allows them to build the missing digital competences necessary for their successful future professional realization as EU citizens.

Keywords: coding in school education, block-programming, robotics, digital competencies

1. ВЪВЕДЕНИЕ

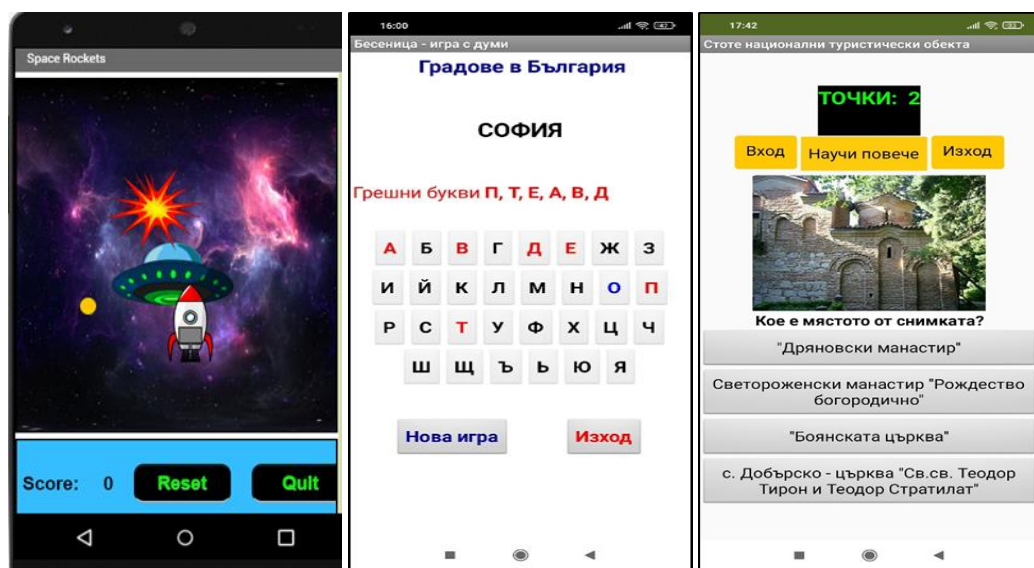
Съгласно последните промени в Закона за предучилищното и училищното образование в България, обучението по програмиране в гимназиална степен в настоящия момент се реализира само като професионален, профилиран или избираем предмет в някои професии или профилирани паралелки в областта на хардуерните и софтуерните науки. Въпреки че тенденцията от 2019 година е за изучаване на кодиране още от 3-ти клас на началното училище, при настоящите гимназисти съществува съществен проблем при изграждането на ключови дигитални компетентности, свързани с уменията за програмиране, съгласно стратегическата рамка DigComp (Vuorikari и др., 2022) на Европейския съюз. От друга страна информационните технологии като учебна дисциплина се изучава във всички степени на обучение като задължителен професионален или профилиращ предмет. Поради това тази дисциплина може да се използва за изграждане на дигиталните компетентности, свързани с програмирането. Статията разглежда един подход за прилагане на блоково програмиране и роботиката в избираеми модули в профилираната подготовка по ИТ във втора гимназиална степен.

2. ПРИЛОЖЕНИЕ НА БЛОКОВОТО ПРОГРАМИРАНЕ И РОБОТИКАТА

В преходния период между приложението на различните учебните планове за много от настоящите гимназисти програмирането и разработката на собствени софтуерни приложения са умения, които няма да изградят процеса на училищното си образование. Тези пропуски учениците могат да попълнят самостоятелно чрез участието им в различни курсове

и клубове по интереси, но училището до голяма степен остава встрани от този процес. Проучванията и натрупаният опит за използване на блоково програмиране за изграждане на ключови дигитални компетентности (3.2 и 3.4 от DigComp2.2) представени в (Glushkova и др., 2022), ни дават основание да проведем експеримент с ученици от втори гимназиален етап, профил „Предприемачески“ с профилирано обучение по ИТ, за които, според учебната програма, не е предвидено никакво обучение по програмиране. Създадохме учебни програми за избираеми модули по ИТ: „Блоково програмиране и разработка на мобилни приложения“ в 11-ти клас и „Блоково програмиране и роботика“ за 12-ти клас. Поставихме си за цел да въведем основните алгоритмични конструкции чрез избрани езици за блоково програмиране и да приложим получените знания при разработка на мобилни и 3D приложения, както и при програмиране на роботизирани устройства.

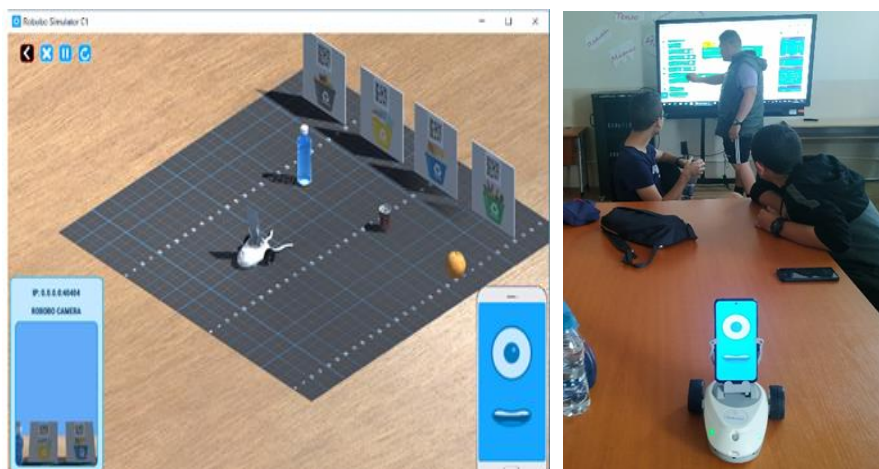
За въведение в блоковото програмиране използваме две програмни среди: MIT AppInventor (Xiang и др., 2022) за разработка на мобилни приложения и Alice (Zhang и др., 2022) за създаване на 3D приложения. В хода на работата установихме, че учениците бързо и на добро ниво усвояват основните алгоритми и структури от данни и с интерес и желание създават свои софтуерни приложения. Доказани подходи при обучението на ученици в гимназиален етап са проектно-базираното обучение и геймификацията. Чрез поставяне на конкретни проектни задания, учениците се поставят в условията на ролевата игра „софтуерна фирма“, където те трябва да разпределят задачите си, да планират дейностите, да разработят, тестват и реализират проектите си. Фактът, че учениците са в последния гимназиален клас и имат изградени умения за съвместна работа, взаимодействие, самостоятелност и отговорност до голяма степен улеснява обучението. Поради естествения интерес на учениците към създаването на игри, заданията към отделните екипи бяха свързани основно с разработка на учебни игри за по-малките ученици.



Фигура 1. Разработени игри за мобилни устройства в среди за блоково програмиране

След първоначалното запознаване с блоковото програмиране и разработването на мобилни приложения, акцентът на обучението се постави върху програмирането на роботизирани устройства. Стартирахме обучението с програмирането на роботите Finch, Ev3 и Edison, като използвахме специфичните среди за блоково програмиране за тези роботи. Натрупаните в предходния период знания на учениците им позволиха бързо и безпроблемно да усвоят необходимите умения в непознатите им програмни среди. По-късно експериментално в обучението включихме и робот от трето поколение Robobo, който е специално разработен за да доближи образователната роботика до приложенията на

роботизирани устройства в реалния свят (Bellas и др., 2018). Този робот се състои от мобилна платформа и панел, на който се поставя смартфон, комуникацията между които се реализира чрез Bluetooth. Поведението на робота се програмира и управлява чрез смартфона. Това програмиране може да се реализира на кой да е от програмните езици Java, Scratch 3, Python или ROS. Поради спецификата на целите в учебния курс първоначално използвахме блоково програмиране, а след това включихме и скриптовото програмиране на Python. За да имат възможност всички ученици да програмират поведението на робота, решихме да използваме симулативната среда на Robobo, тестването в реална ситуация да направим след това (Фиг.2)



Фигура 2. Програмиране на роботизирани устройства

Практическата работа и разработката на проекти е от особена важност за достигане на по-високите нива от целевите дигитални компетентности. В последния модул от обучението учениците получиха практически задания, според които избраните от тях работи трябва да изпълняват определени „мисии“ – да откриват определен обект сред произволно разпръснати други обекти; да намерят път в непознат лабиринт; да откриват и пренесат конкретни обекти да предварително построена база, да намерят най-добър маршрут за преминаване на поле с препятствия и т.н. При програмирането на поведението и движението на робота в процеса на изпълнението на тези и други „мисии“ е необходимо да се обработват динамично постъпващите данни от сензорите на роботите – за светлина, топлина, цвят, наклон, местоположение и т.н. Предимството на ROBOVO е, че освен сензорите от базовата платформа, могат ефективно да се използват и многобройните сензори на смартфона. Така сензорите на робота и телефона заедно са в състояние ефективно да „усещат“ промените в околната среда и адекватно да реагират на тези помени, а при нужда от допълнителна процесорна мощ и памет, смартфонът просто може да се замени с друг с по-добри показатели.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Представеният експериментален подход е приложен през последните две години в обучението, а показаните резултати могат да се определят като много добри. Установи се повишена мотивация и интерес на гимназистите. При направения количествен анализ се установи, че в началото и на двете учебни години учениците от 11-ти клас започват обучението си с ниво на знания в интервала 62% - 75%, но в хода на обучението успеваемостта бързо се повишава, като средният резултат при изходната диагностика е около 86%. В 12-ти клас резултатите са сходни като показват непрекъсната тенденция към повишаване. В експерименталното обучение участват 48 ученика. Въз основа на натрупания опит можем да изведем следните изводи:

- Блоковото програмиране е подходящо за обучение на ученици от гимназиална

степен в избираеми модули по ИТ. Характеристиките на това програмиране дава възможност за изграждане на целевите дигитални компетенции. След приключване на втората учебна година на експерименталното обучение можем да твърдим, че целевите дигиталните компетентности са изградени на първо (базово) и второ (средно) ниво

- Програмирането в различни среди за визуално програмиране на мобилни и 3D приложения разширяват по естествен начин знанията на учениците, получени по другите задължителни модули от профилираната подготовка по ИТ, а програмирането на роботизирани устройства и решаването на практически проблеми повишават мотивацията, активността и интереса на учениците, което обуславя по-високата и стабилна успеваемост.

- Използването на избираемите модули по профил ИТ за попълване на пропуските, свързани с изграждането на дигиталните компетентности, свързани с програмирането, е удачен подход.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Споделеният в статията опит е от реалното обучение в СУ „Христо Смирненски“ гр. Брезово с ученици от 11 и 12 класове, профил „Предприемачески“ с профилирано обучение по ИТ през последните две учебни години като продължава и в момента. Резултатите отговарят на очакванията и поставените цели. Въпреки неголемия опит, можем да твърдим, че решаването на конкретни практически задачи чрез блоково програмиране при разработката на мобилни приложения и програмиране поведението на роботизирани устройства повишава активността и мотивацията на учениците и им позволява да изградят ключовите компетентности, необходими за успешната им бъдеща професионална реализация.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторът изказва благодарност към научен проект ФП23-ФМИ-002 "Интелигентни софтуерни инструменти и приложения в изследвания по математика, информатика и педагогика на обучението" към НПД на Пловдивски университет "Паисий Хилендарски" за частичното финансиране на настоящата работа.

ЛИТЕРАТУРА

Bellas F. et al. (2018) *The Robobo Project: Bringing Educational Robotics Closer to Real-World Applications*. In: Lepuschitz W., Merdan M., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D. (eds) *Robotics in Education*. RiE 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 630. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62875-2_20

Glushkova, T., Krasteva, I. (2022). *Block programming and training in information technologies in high school*, *Edu&Tech* 13(1), 159-164. ISSN 1314-1791. DOI:10.26883/2010.221.4194

Vuorikari, R., Kluzer, S. and Punie, Y., (2022) *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-48883-5, doi:10.2760/490274, JRC128415.

Xiang, Q., Liu, L., Cai, M., & Yang, H. (2022). *Research on the Improvement of Junior High School Innovation Ability Based on App Inventor*. In 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning (IC4E) (pp. 110-117).

Zhang, Y., Liang, R., Li, Y., Zhao, G. (2022). *Improving Java Learning Outcome with Interactive Visual Tools in Higher Education*. In: Cheng, E.C.K., Koul, R.B., Wang, T., Yu, X. (eds) *Artificial Intelligence in Education: Emerging Technologies, Models and Applications*. Lecture Notes on DECT, vol 104. Springer, Singapore. DOI:10.1007/978-981-16-7527-0_17

КОМПЮТЪРНОТО МОДЕЛИРАНЕ И ПРЕХОДЪТ КЪМ STEM РОБОТИКА В НАЧАЛЕН ЕТАП НА ОСНОВНОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Цанко Михов¹, Генчо Стоицов², Иван Димитров²

¹НУ "Христо Ботев", Пловдив

²Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

COMPUTER MODELLING AND THE TRANSITION TO STEM ROBOTICS IN THE PRIMARY STAGE OF THE ELEMENTARY EDUCATION

Tsanko Mihov¹, Gencho Stoitsov², Ivan Dimitrov²

¹PS “Hristo Botev”, Plovdiv, Bulgaria

²University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Bulgaria

Abstract: The link between the computer modelling and STEM robotics in the primary stage of education in the elementary educational degree was commented. The results from a poll with students from 3rd and 4th grade on the base of which they make a self-assessment of the skills and knowledge that they have in the computer modelling and of the desire to continue working with robotics were analyzed. Additionally, a suggestion was made for a study program in the STEM robotics education during the out-of-class activities where students would expand their digital competencies with ones that are specific for a given robot.

Keywords: computer modelling, primary school, STEM robotics

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Предметът „Компютърно моделиране“ влиза в програмите на МОН през 2016/2017 учебна година, като се гласува и приема от Министерски съвет през есента на 2015 година с изменение на НАРЕДБА № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка Обн. - ДВ, бр. 95 от 08.12.2015 г., в сила от 08.12.2015 г. издадена от министъра на образованието и науката. Година по-рано е приета наредба за учебното съдържание по предмета. Разработени са темите: дигитални устройства; управление на дигитална идентичност; конструиране на последователни и повтарящи се действия; визуална среда за програмиране; работа с текст и звук във визуална среда; в света на анимацията. Първоначално учениците работят в средата code.org, както и по разнообразни задачи с предметни и хартиени дидактични материали за формиране на алгоритмично мислене. Във втората част на обучението учениците се запознават със средата за визуално програмиране Scratch, където прилагат на практика получените знания при създаването на компютърни проекти. Платформите code.org и scratch.mit.edu са свободни за използване и са утвърдени в световен план за формиране на алгоритмично мислене в ранна възраст. Изучаването на предмета продължава и в 4. клас, където са заложили компетентности в областта на дигиталните устройства, дигиталната идентичност, информация и алгоритми. Учениците трябва да познават бутони на конкретно дигитално устройство, да знаят какво е дигитална идентичност, правила за работа с лични данни, да разпознават видовете информация (числова, текстова, звукова и графична), да създават чрез платформа за блоково програмиране алгоритъм с определени блокове.

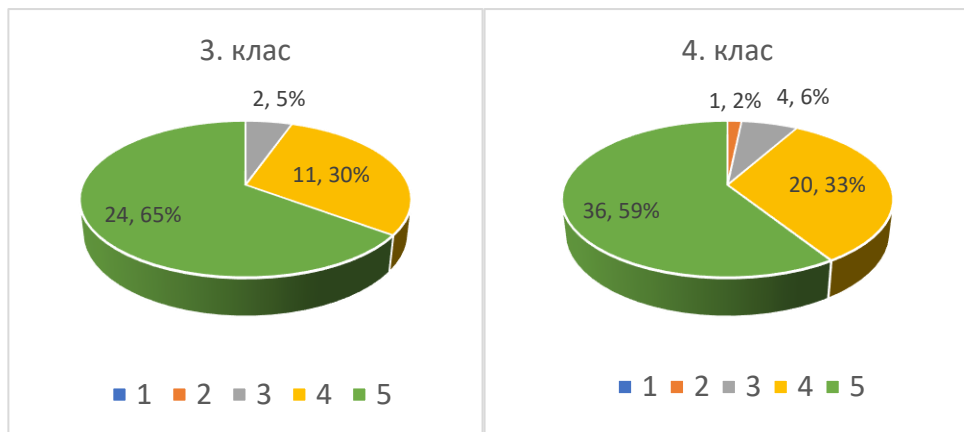
2. ПРЕХОДЪТ ОТ КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ КЪМ STEM РОБОТИКА

Връзката между компютърното моделиране и роботиката в STEM обучението се появява с изучаването на блоково програмиране. Създават се роботи, които позволяват блоково програмиране, а това е удобен начин за незабавно проследяване на резултата от заложените в тях алгоритми. Наблюдението на поведението на робота в реална среда благоприятства за осъзнаване на заложените стъпки в реализирания алгоритъм, анализиране и отстраняване на евентуални грешки в него. Учениците придобиват и затвърждават знания, умения и компетенции, заложили в учебната програма по компютърно моделиране и разширяват дигиталните си компетентности със специфични за дадения робот (Михов & Димитров, 2022).

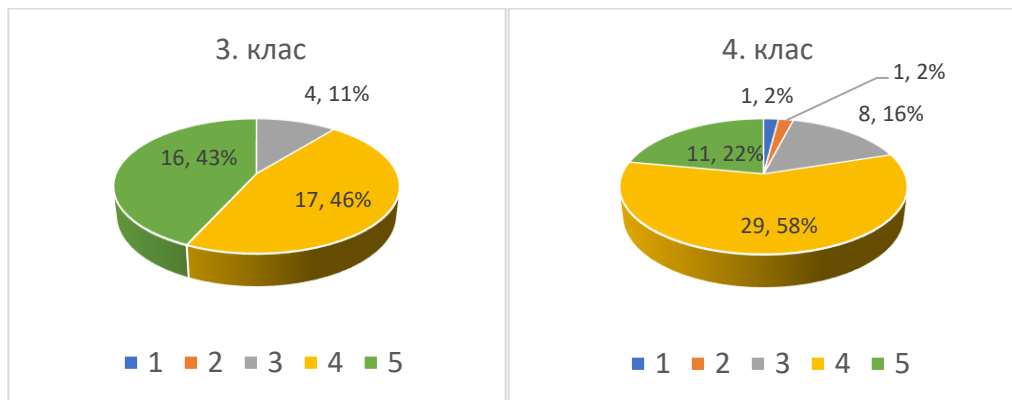
Един от значимите въпроси за нас беше, дали самооценките се като добри ученици по предмета „Компютърно моделиране“ биха се интересували от роботиката?

За целта съставихме анкета, която беше проведена в края на учебната 2022-2023 година с ученици от 3. и 4. клас на НУ „Христо Ботев“ гр. Пловдив по предмета „Компютърно моделиране“. Бяха анкетирани 37 ученици от 3. клас и 61 ученици от 4. клас. Въпросите в анкетата позволяват на децата да дадат своята самооценка за знанията и уменията, които притежават по компютърно моделиране и желанието им да продължат да се занимават с роботика.

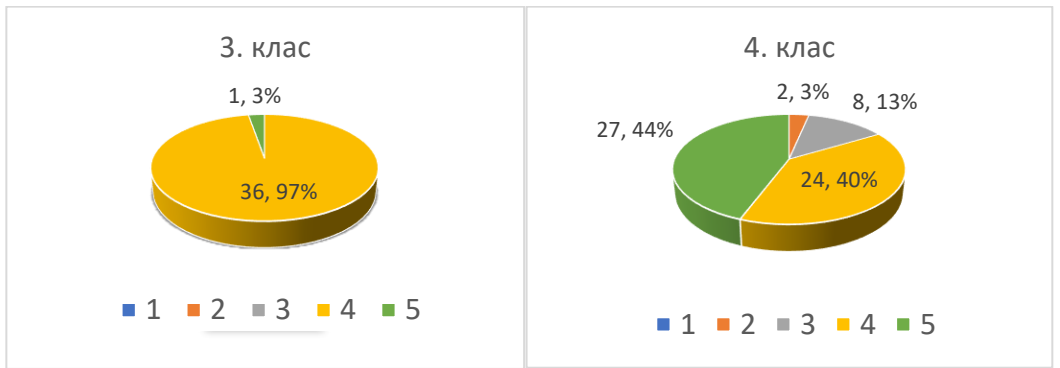
Въпрос 1. Харесва ли ви да изучавате предмета "Компютърно моделиране"?



Въпрос 2. Как оценявате знанията си по предмета "Компютърно моделиране"?

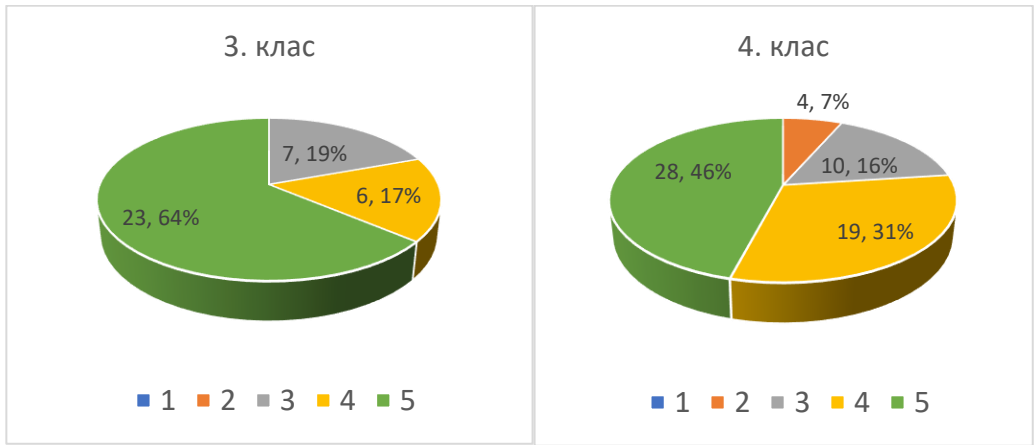


Въпрос 3. Справяте ли се самостоятелно с поставените ви задачи по предмета "Компютърно моделиране"?

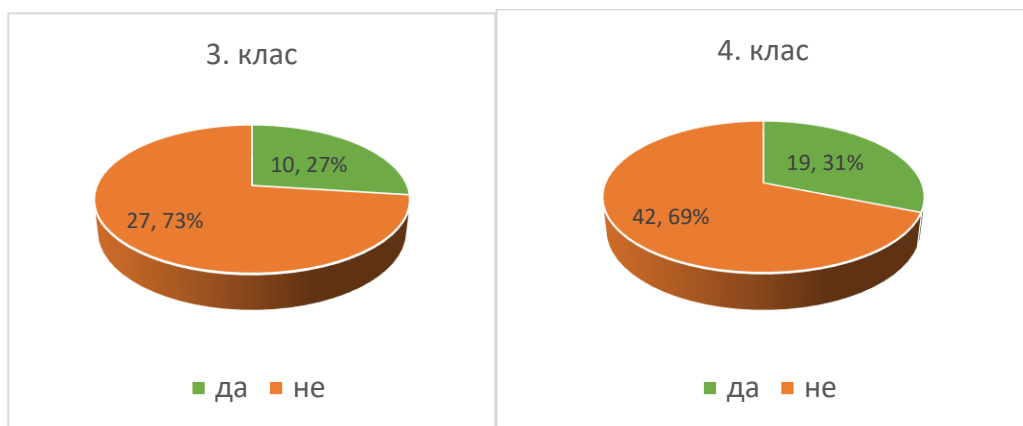


Резултатите от първата част на анкетата (въпроси от 1 до 3) показват сравнително висока самооценка относно знанията и уменията по предмета „Компютърно моделиране“. В 3. клас предметът е харесван от почти всички ученици (95%). Същите посочват, че успешно се справят с поставените им задачи, като половината от тях оценяват малко по-ниско знанията си в тази област. В 4. клас отново предметът е харесван от почти всички ученици, има само 5 отговора (8%), попадащи в ниските стойности на скалата. Подобни са резултатите и при самооценка на знанията по предмета (20%) и самостоятелното справяне с поставените им задачи (16%) за ниските стойности на скалата. От тези данни може да се направи заключението, че анкетираните ученици биха се справили успешно при евентуално участие в курс по роботика. Втората част от въпросите в анкетата (въпроси от 4 до 6) са насочени към проучване на подобно тяхно желание.

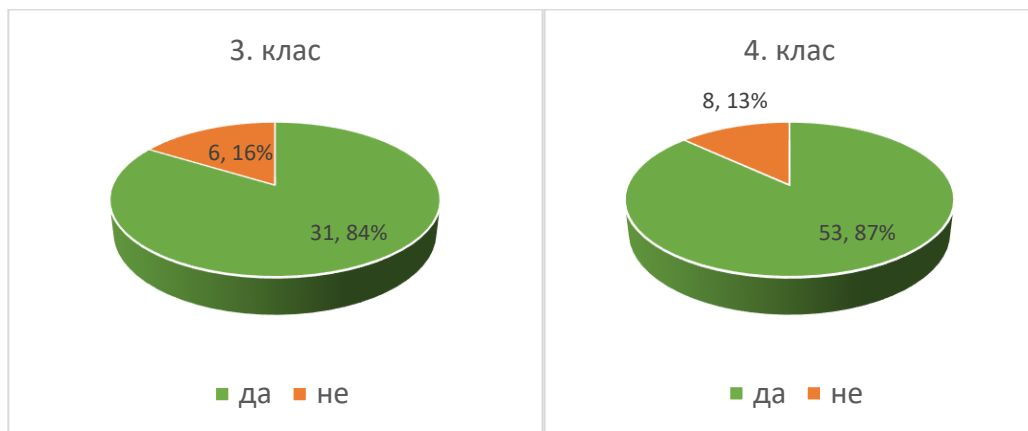
Въпрос 4. Желаете ли да се занимавате с роботика?



Въпрос 5. Участвали ли сте в извънкласни занимания по роботика?



Въпрос 6. Бихте ли се записали в извънкласни занимания по роботика?



Данните от тази част на анкетата показват, че 81% от анкетираните ученици от 3. клас и 77% от 4. клас заявяват желанието да се занимават с роботика. Сравнително малък процент от тях (27%-31%) и от двата класа са участвали в извънкласни занимания по роботика. Последният въпрос отразява нагласата на голяма част от анкетираните ученици (84%-87%) да се запишат на подобен курс, при това желаещите се оказват повече от неучаствалите, което е желание за повторно участие.

3. ОРГАНИЗИРАНЕ НА ИЗВЪНКЛАСНИТЕ ЗАНИМАНИЯ ПО STEM РОБОТИКА

Положителната нагласа към извънкласните занимания по STEM роботика насочва към създаването на подходяща учебна програма и методически инструментариум, свързан с избор на техническо средство (робот), блокова среда за неговото програмиране и разработване на набор от задачи за създаване на дигитално съдържание чрез реализиране на алгоритми, покриващи и затвърждаващи посочените компетенции по учебната програма за компютърно моделиране 3.-4. клас. Допълнително учениците ще надградят с придобиване на специфични знания за избираня робот (сензори, възможности) и умения за тяхното използване (включване/изключване, достъп и обработка на предоставяните данни).

Разработените учебни програми за 3.-4. клас предлагат по 2 часа седмично занимания по STEM роботика за всеки от класовете. Включените теми са съобразени с

изучаваните по компютърно моделиране за съответния клас.

Примерни учебни програма по роботика за 3. и 4. клас

Обучението по роботика в началния етап на основната образователна степен е насочено към овладяване на начални знания, умения и отношения за работа с програмируем робот, което надгражда знанията по предмета „Компютърно моделиране“.

Заложените теми в предложената учебна програма за 3. и 4. клас целят развиване на логическото мислене, работа в екип и творчество у учениците при използването на блокова програмна среда за управление на робот.

Таблица 1. Очаквани резултати от обучението в края на курса

Област на компетентност	Знания, умения и отношения
Дигитални устройства	Разпознава бутоните на съответното устройство (робот) и неговите възможности
	Познава начините на свързване на програмируемост устройство към компютър или таблет
Информация	Знае и разбира да чете инструкциите за експлоатация на робот
	Познава начините за запис и съхранение на готова програма
	Познава начините за изпращане на информация към робот
	Разбира как да работи с информация относно програмируемо устройство
Алгоритми	Познава конкретна среда за блоково програмиране и създава дигитално съдържание
	Създава крайно последователност от блокове по зададен критерии
	Сглобява код чрез блокове за управление на програмируемо устройство
	Представя в реална и виртуална среда свой проект с блокова програма за управление на програмируемо устройство

Таблица 2. Разпределено учебно съдържание по теми за 3. клас

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Брой часове НЗ-нови знания УПР- упражнение
Какво е робот?	- Описва устройството на робота и обяснява за какво служи. - Разпознава определени видове роботи.	НЗ/УПР 1/1
Робот Edison	- Обяснява за какво служат бутоните и сензорите на робота. - Прилага начини и похвати за качване на готовия код на робота.	НЗ/УПР 1/1
Работа с програма изградена като баркод	- Използва бутоните на робота за сканиране на баркод за съответната програма. - Стартира сканираната програма от робота.	НЗ/УПР 1/1
Обобщение на изученото до момента	- Отговаря на въпроси по изучените до момента теми. - Показва и обяснява самостоятелно всички сензори и бутони на робота. - Работи самостоятелно с робота, като използва програми чрез баркод.	НЗ/УПР 0/2
Среда за блоково програмиране	- Разпознава средите за блоково програмиране при различните роботи. - Избира с помощта на учител подходящата средата за блоково програмиране за управление на съответния робот. - Съхранява готовия код.	НЗ/УПР 1/1

Видове блокове съдържащи се в средата за програмиране	Разпознава обособените групи с команди в средата за блоково програмиране и съдържащите се елементи в тях.	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	- Обяснява приложението на средите за блоково програмиране. - Разпознава блоковете от средата за блоково програмиране и обяснява за какво служат.	НЗ/УПР 0/2
Работа с блокове от група Drive	- Разпознава и избира подходящите блокове от група Drive за използване при решаване на зададената от учителя задача. - Създава програма с избраните блокове	НЗ/УПР 1/1
Работа с блокове от група Outputs	- Разпознава и избира подходящите блокове от група Outputs. - Създава програма, като използва заедно блокове от групата Outputs и Drive	НЗ/УПР 1/1
Работа с блокове от групите Wait Until Control Start Events	- Разпознава блоковете от съответните групи и обяснява тяхното предназначение. - Към създадена програма избира допълнителен блок за повторение, повторение за определено време. - Създава програма с блокове, които позволяват различно стартиране на робота	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	- Разпознава блоковете от дадена група и обяснява за какво служат те. - Създава програма с избраните блокове.	НЗ/УПР 0/2
Движение на право	- Създава код за движение на право за определено време. - Подбира необходимите блокове за изпълнение на задачата.	НЗ/УПР 1/1
Движение на право с ускорение на скоростта	Създава код, с който роботът се движи напред и ускорява скоростта си .	НЗ/УПР 1/1
Движение с използване на блок за завой	- Създава код с движения в различни посоки. - Избира точния блок за това.	НЗ/УПР 1/1
Движение напред стартиращо от линия	Създава и подрежда код по подходящ начин, така че роботът да стартира от линия.	НЗ/УПР 1/1
Движение управлявано от пляскане на ръцете	Избира подходящ блок за стартиране на програмата.	НЗ/УПР 1/1
Движение назад и напред	Подрежда код за движение на робот с необходимите блокове.	НЗ/УПР 1/1
Движение напред, следящо светлина	Създава код, с който се включват сензорите за светлина.	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	Създава програма за движение напред с възможност за отклоняване и използване на светлините.	НЗ/УПР 0/2
Движение за определено време	Контролира и подрежда блокове по подходящ начин за изпълнение на движение за определено време.	НЗ/УПР 1/1
Използване на сензор за следене	Избира подходящ блок за включване на сензора за следене на робота.	НЗ/УПР 1/1

Включване на светлините на робота с пляскане на ръце	• Поддържа правилната последователност от блоковете в програмата, така че да се включват светлините след пляскане с ръце.	НЗ/УПР 1/1
Движение с издаване на звуци от робота	• Поддържа код за движение на робот с издаване на звук.	НЗ/УПР 1/1
Използване на сензор за препятствие	• Подбира и поддържа блокове в една обща блокова програма с включен сензор за препятствия на робота.	НЗ/УПР 1/1
Създаване на код с използване на блок за повторение	• Поддържа код и включва блок за повторение на кода за определено време.	НЗ/УПР 1/1
Работа по отбори	• Работи в отбор за създаване на общ код за управление на робот, използващ изучените блокове до момента.	НЗ/УПР 0/4
Самостоятелно създаване на код за управление на робот	• Създава самостоятелно код за управление на робота.	НЗ/УПР 0/4
Завършване на курса и награждаване на учениците с грамоти	• Учениците показват какво са научили по време на своето обучение. • Награждаване на учениците в грамота за завършен курс по роботика в училище.	НЗ/УПР 0/2

Таблица 3. Разпределено учебно съдържание по теми за 4. клас

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Брой часове
Какво е робот?	• Описва устройството на робота и обяснява за какво служи. • Разпознава определени видове работи.	НЗ/УПР 1/1
Робот Fable	• Обяснява за какво служат бутоните и сензорите на робота. • Прилага начини и похвати за качване на готовия код на робота.	НЗ/УПР 1/1
Среда за блоково програмиране	• Разпознава средите за блоково програмиране при различните работи. • Избира с помощта на учител подходящата средата за блоково програмиране за управление на съответния робот. • Съхранява готовия код.	НЗ/УПР 1/1
Запознаване със средата за блоково програмира на робот Fable - Fable Blockly	• Намира и инсталира на компютър средата за блоково програмиране. • Открива приликите и разликите между тази среда за блоково програмиране и средата за блоково програмиране на Scratch.	НЗ/УПР 1/1
Видове блокове, съдържащи се в средата за програмиране	• Разпознава обособените групи с команди в средата за блоково програмиране и съдържащите се в тях елементи.	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	• Обяснява приложението на средите за блоково програмиране. • Разпознава блоковете от средата за блоково програмиране и обяснява за какво служат.	НЗ/УПР 0/2
Програмиране на робот Fable да се движи от 90 до - 90 градуса	• Създава код с помощта на учител по предварително определен критерии.	НЗ/УПР 1/1

Работа с блокове от група Logic и Actions	- Разпознава и избира подходящите блокове от група Logic и Actions спрямо условието на зададената задача. - Създава програма с избраните блокове	НЗ/УПР 1/1
Работа с блокове от група Colors	- Разпознава и избира подходящите блокове от съответната група. - Създава програма като използва тези блокове.	НЗ/УПР 1/1
Работа с блокове от останалите групи	- Разпознава блоковете от съответните групи и обяснява тяхното предназначение. - Към създадена програма избира допълнителен блок за повторение, повторение за определено време. - Създава програма с блокове, които позволяват различно стартиране на робота.	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	- Разпознава блоковете от дадена група и обяснява за какво служат те. - Създава програма с избраните блокове.	НЗ/УПР 0/4
Задаване на цикъл	Създава код за движение, като използва блок за цикличност и други необходими блокове за изпълнение на задачата.	НЗ/УПР 1/1
Мигане в различни цветове	Създава код, с който роботът мига в различни цветове.	НЗ/УПР 1/1
Работа с поставяне на условие	Създава код, при който робата се движи под условие и натискане на определен клавиш.	НЗ/УПР 1/1
Създаване на код за наблюдение с помощта на камерата на компютър	Създава и подрежда код по подходящ начин, така че роботът да реагира при движение на камерата на компютъра.	НЗ/УПР 1/1
Работа с Fable Face	Инсталира софтуер на смарт устройство за работа с робот.	НЗ/УПР 1/1
Свързване с приложението Fable Face и управление на очите в приложението.	Свързва се с приложението Fable Face и основния контрол на очите.	НЗ/УПР 1/1
Създаване на код за многократна употреба с приложението Face.	Използва функционални блокове за създаване на подпрограми с приложението Face и да взаимодейства с очите.	НЗ/УПР 1/1
Управление на Fable със смартфон	Подрежда код за движение на робот с необходимите блокове за управление от смартфон.	НЗ/УПР 1/1
Обобщителен урок	Създава програма за движение напред на робот, като включва различни блокове.	НЗ/УПР 0/2
Конструиране на робот, който решава лабиринт	- Избира, подрежда и контролира блоковете по подходящ начин за изпълнение от робота за решаване на задачата. - Подбира и подрежда частите на робота по зададен критерии.	НЗ/УПР 1/1
Невероятни движения	Използва модула joint на робота и контролира правилно двата двигателя за решаване на задача с лабиринт.	НЗ/УПР 1/1
Запознаване с модула Spin	- Обяснява възможностите и функциите на модула. - Програмира двигателите на модула да работят по зададен критерии.	НЗ/УПР 1/1

Работа по отбори и създаване на проект	- Създава общ код за управление на робот. - Използва изучените блокове до момента. - Избира подходящ модул за работа	НЗ/УПР 0/5
Самостоятелно създаване на код за управление на робот	- Работи самостоятелно. - Избира подходящ модул за работа и съставя необходимия код за движение на модула.	НЗ/УПР 0/5
Завършване на курса и награждаване на учениците с грамоти	- Учениците показват какво са научили по време на своето обучение - Награждаване на учениците в грамота за завършен курс по роботика в училище.	НЗ/УПР 0/2

Използван инструментариум по роботика за 3. и 4. клас

За реализиране на предложените учебни програми по роботика за 3. и 4. клас са използвани съответно роботите Edison (Mihov, Stoitsov & Dimitrov, 2022) и Fable с необходимите модули към тях, подходяща среда за програмиране, както и набор от задачи за постигане на очакваните резултати, заложи в учебната програма.

Примерна задача за 3. клас

Задачата е предназначена за работа с програмируем робот Edison и средата EdBlocks.

Задача. Създайте код, който принуждава робота да ускорява скоростта си на всеки 5 секунди, след което спира. За целта използвайте блоковете за промяна на скоростта. Качете кода на робота и тествайте направеното от вас.

Решение

Използват се трите блока за управление на скоростта като се подреждат в последователност: установяване на бавна скорост - движение напред за 5 секунди - установяване на нормална скорост - движение напред за 5 секунди - установяване на бърза скорост - движение напред за 5 секунди (фигура 1).



Фигура 1. Решение на задача 1

Примерна задача за 4. клас

Задачата е предназначена за работа с програмируем робот Fable и средата Fable Blockly.

Задача. Създайте код, с който да обслужвате лабиринта с топка, като поддържате следният набор от клавиши:

spacebar: X-angle 0°, Y-angle 0°, speed 20, module 6YE

up: X-angle 10°, Y-angle 0°, speed 20, module 6YE

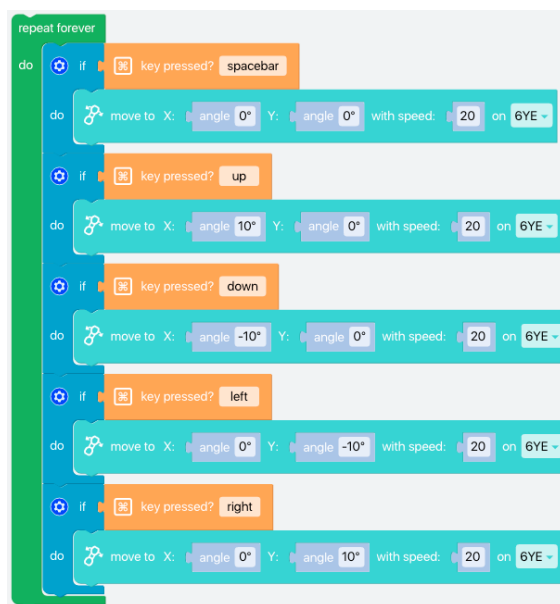
down: X-angle -10°, Y-angle 0°, speed 20, module 6YE

left: X-angle 0°, Y-angle -10°, speed 20, module 6YE

right: X-angle 0°, Y-angle 0°, speed 20, module 6YE

Решение

Използват се: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за условие с проверка за очакван клавиш; 3) блок за преместване за въвеждане на посочените параметри. Самото решение е представено на фигура 2.



Фигура 2. Решение на задача 2

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работата с програмируеми работи е приятно и интересно занимание за учениците от началната образователна степен, особено ако е част от образователния процес и цели придобиването на знания, умения и компетентности в сферата на технологиите и роботиката.

Изборът на Edison и Fable е съобразен с възрастовите особености на учениците. Позволява да бъдат програмирани по различен начин, включително с безплатни среди за блоково програмиране, подобни на Scratch, което улеснява адаптирането на учениците към нея и използването ѝ в редовните часове по компютърно моделиране. Притежават сензори и сигнални устройства, които спомагат за развиването на допълнителни специфични дигитални компетентности, свързани с обработка на дигитална информация и решаването на проблеми с използваната дигитална технология. Могат да се разглеждат като разширение на очакваните резултати по учебна програма за компютърно моделиране в 3. и 4. клас. Резултатите от проведените анкети за самооценка показват желанието на почти всички ученици, да се занимават с роботика, което от своя страна показва, че те са готови да надграждат своите знания със специфични за конкретния избор.

ЛИТЕРАТУРА

Михов, Ц., Димитров, И. (2022). *ЗНАЧЕНИЕТО НА STEM В НАЧАЛНОТО УЧИЛИЩНО ОБУЧЕНИЕ*, Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия В. Техника и технологии. Том XX, 115-121, ISSN 1311-9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online)

Mihov, T., Stoitsov, G., Dimitrov, I. (2022). STEM ROBOTICS IN PRIMARY SCHOOL, *Bulgarian Journal of Educational Research and Practice - Mathematics and Informatics*, 65 (2), 149-159, <https://doi.org/10.53656/math2022-2-4-ste>

**LEGO ТЕРАПИЯ ЗА ДЕЦА С РАЗСТРОЙСТВО
ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР**
Величка Косева¹, Генчо Стоицов², Иван Димитров²
¹ ОУ "Панайот Волов", Пловдив
² Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**LEGO THERAPY FOR CHILDREN WITH A DISORDER
FROM THE AUTISTIC SPECTRUM**
Velichka Koseva¹, Gencho Stoitsov², Ivan Dimitrov²
¹PS “Panayot Volov”, Plovdiv, Bulgaria
²University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Bulgaria

Abstract: The children from the autistic spectrum have difficulties from a different degree with the social behavior development and cognitive skills acquisition. The aim of the article is to present LEGO therapy as a tool for stimulation of the behavior and skills development of such children. Original kits and materials were studied as a part of the LEGO®Education concept. A suggestion was made for the application of the LEGO therapy for children with a disorder from the autistic spectrum.

Keywords: inclusive education, autism spectrum disorder, primary school, LEGO therapy

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Игровата терапия е една от терапиите, която помага на децата с разстройство от аутистичния спектър да усвояват умения като комуникация, символно мислене и сътрудничество. Игрите им позволяват да бъдат различни личности в различни ситуации, което ги предразполага да упражняват говоримия език и да се държат подобаващо. Научават се да следват определени правила и работят в екип, заедно със свои съотборници. Наличието на стереотипни, маниеристични движения на тялото и ехολалията при някои деца с аутизъм провокират безпокойство при промяната в играта. Затова при децата с аутизъм в игровата терапия се надграждат съществуващите интереси, като постепенно се добавят нови действия.

Според Мария Монтесори децата се учат чрез игра, която помага на невротичните деца да разберат своя свят, като експериментират, наблюдават и дори активират своята физическа дейност. Учениците със СОП, които работят в структурирана Монтесори среда и по метода Монтесори, придобиват дълготрайни работни навици и по-добра концентрация. Чрез метода Монтесори лесно се преминава от действителността към абстрактното.

Друг познат метод в игровите терапии при деца с аутизъм или деца със специални образователни потребности е чрез конструкторите LEGO.

Конструкторите LEGO са изключително популярни сред децата с аутизъм. Те предлагат проста, предсказуема, повторяема дейност, която може да бъде извършена без външна помощ.

Основата на LEGO терапията е изградена от съществуващи, ефективни и безрискови методи, които не навреждат, а само могат да подпомогнат развитието на уменията на детето. Също така трябва да се отбележи и факта, че всяко дете е индивидуално и при една и съща терапия някои деца могат да подобрят уменията си, докато други не.

Целта на LEGO терапията е да изгради видовете умения, които могат да помогнат на

децата да се ангажират по-добре с връстници, да споделят опит и да си сътрудничат. Това означава, че децата, които има вероятност да се възползват от LEGO терапията са донякъде вербални и могат да следват както визуални, така и вербални инструкции¹.

2. LEGO РОБОТИКА ПРИ ОБУЧЕНИЕТО НА УЧЕНИЦИ

Роботиката е клон на техниката, машиностроенето, електроинженерството и информатиката, в който са включени създаването, управлението и приложението на роботи, както и на компютърни системи, нужни за техния контрол, приемане на данни от сензори и обработка на информацията.

През последните десетилетия нестандартните дидактически технологии се приемат с интерес от педагогическата общност. Доказани са редица хипотези, свързани с повишаване на интереса, активността и мотивацията на учениците при използването на програмируеми устройства в обучението по различни учебни дисциплини. Можем да обобщим причините за интереса на учениците към роботиката така:

- Децата смятат, че е забавно (Глушкова & Плачкова, 2017) (Mihov, Stoitsov & Dimitrov, 2022);
- Това е ефективен начин за въвеждане на учениците в програмирането и компютърното моделиране (Гъров & Тодорова, 2020);
- Програмирането е твърде абстрактно. Когато се налага учениците да контролират физически робот, те виждат по-ясно къде грешат и научават как да откриват и коригират грешките в алгоритъма. Разбират необходимостта от точни указания;
- Осигурява умения, полезни за бъдещото професионално реализиране. Няма съмнение, че в близко бъдеще ще има все по-голяма нужда от специалисти в областта на програмирането на механични устройства. С програмирането на роботи в училище може да се открият нагласите, интересите и желанията на учениците, свързани с тяхното бъдещо развитие в тази сфера;
- Подходящ за придобиване на умения за работа в екип. Създаване на чувство за общност със съучениците или семейството. За възпитание в мултикултурна и мултиетническа толерантност (Глушкова & Плачкова, 2017);
- Подходящ за деца със специални образователни потребности и деца – инвалиди (Гъров, Колева & Тодорова, 2020). Такива деца реагират на спокойните, ясни и последователни взаимодействия, които роботите могат да осигурят. Повтарянето, предсказуемостта и ясните инструкции влияят добре на децата от аутистичния спектър. Резултатите от изследванията на различни изследователски групи в тази област досега са обещаващи. Изследователи като Джошуа Уейнър, Керстин Даутенхан, Бен Робинс, Браян Скаселати, Янек Дубовски чрез своите научни изследвания и наблюдения показват как роботите могат да подобрят комуникацията, социалните взаимодействия и житейски умения на деца с аутизъм.

Всички причини, изброени по-горе, подтикват образователната система да изследва и приобщава информационните технологии, да е отворена към използването на роботизирани и програмируеми механични устройства при обучението на ученици в условията на класно-урочната система в българското училище.

В днешно време технологията се развива много бързо и могат да се открият разнообразни видове роботи, например комплектите на LEGO. Всички те са подходящи за деца с разстройство от аутистичния спектър за обучение по предмети от STEM².

Например с робота Bee-bots може да се работи върху подложки-карти на теми, обвързани с учебния материал. Подложките представляват разнообразни таблици с

¹ *LEGO Therapy for Children With Autism*. <https://www.verywellhealth.com/lego-therapy-for-children-with-autism-4169865>, [Viewed 2023-10-10]

² *Introducing The LEGO® Learning System*, <https://education.lego.com/en-gb/>, [Viewed 2023-10-10]

изображения или описания, нужни за изпълняването на заданията. Подобни на Bee-bots са Ozobot, Pro-bot.

Друг подходящ робот в обучението на деца с разстройство от аутистичния спектър и деца в масовите училища е LEGO MINDSTORMS. Конструирването на собствени макети, роботи или модели, използвайки оригинални комплекти и материали е част от концепцията LEGO®Education.

Комплектът LEGO Mindstorms се състои от набор LEGO части, сензори и задвижващи механизми, което позволява сглобяването на малки роботи с безопасен дизайн и подходящ за образователни цели.

LEGO MINDSTORMS NXT дава възможност на учениците освен да построяват, но и да програмират робот, базиран на механизъм от реалния живот и могат да прилагат неговите умения в различни области.

LEGO MINDSTORMS® EV3³ е един от най-добрите комплекти, разработвани от LEGO. С него децата могат да създават и управляват ходещи, говорещи и мислещи роботи. Учениците могат да направят всичко, което си представят – машини, животни, хуманоиди и други.

Програмирането на конструкциите се извършва както по визуален начин чрез блокчетата с инструкции, така и с използването на Python. Комплектите позволяват на децата да развиват своята креативност, логическо мислене и фина моторика, докато се забавляват и изучават основите на инженерството.

Има възможност да се свърже с програмата Scratch (визуален език за програмиране), което предоставя няколко възможности като контроли за игра, сглобяване на робот кукла, музикални инструменти, разказващи истории и още много други възможности, зависимост от въображението на детето.

LEGO®Education разработва различни видове комплекти, предвидени за всички образователни потребности на учениците.

Фондацията LEGO е посветена на изграждането на бъдеще, в което ученето чрез игра дава възможност на децата да станат креативни, ангажирани и учещи през целия живот. Работата ѝ е свързана с предефиниране на играта и преосмисляне на ученето. Вдъхновена от истории на деца с аутизъм и техните родители, LEGO Foundation се присъединява към Play Included™, за да преосмисли програмата Brick-by-Brick™ и да помогне на деца и млади хора, които могат да се възползват от подкрепата за социална комуникация за повишаване на емоционалното си състояние. Програмата Brick-by-Brick обединява децата чрез споделен интерес към играта LEGO в групови настройки, които децата наричат Brick Club. В Brick Club те работят заедно, за да създават специфични LEGO модели или да проектират и изграждат свои собствени LEGO творения в свободен стил в малки екипи.

В проучване на Аршад и колектив (Arshad et al., 2020) резултатите предполагат, че обучението с роботиката има по-голямо въздействие върху развитието на когнитивните способности на децата в сравнение с традиционното преподаване/учене. Наблюдава се: 1) повишаване на интереса на учениците към ученето и ангажираността им към дейностите в класната стая; 2) привличане и задържане на вниманието; 3) взаимодействия и комуникация между детето, робота и друг човек; 4) създават елемент на щастие, забавление и свободно време, докато децата участват в учебни дейности в класна стая.

3. LEGO ТЕРАПИЯ ЗА ДЕЦА С РАЗСТРОЙСТВО ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР

Аутизмът или аутистичният спектър е комплексно нарушение в развитието, при което са налице симптоми, вариращи в своята дълбочина, степен на проявление и съпътстващи характеристики. Терминът идва от гръцката дума „autos”, означаваща сам, поради установената още в зората на проучванията върху него липса на интерес към външния свят (Цветкова-Арсова, 2022)

³ LEGO Mindstorms EV3, <https://shop.robotika.bg/lego/>, [Viewed 2023-10-10]

При хората с аутизъм се наблюдава нарушено социално взаимодействие, ограничени или повтарящи се стереотипни дейности и затруднения в комуникацията. При аутизма се откриват различни нива на тежест на симптоматиката, от пълно изолиране в собствен непроницаем свят до хора, които имат фини, почти незабележими затруднения в социалното взаимодействие. Аутизмът може да бъде разделен на категории:

- Черти на аутизъм с много леки характеристики;
- Синдром на Аспергер;
- Аутизъм при хора с високо функциониране;
- Класически, тежък аутизъм, свързан с умствена изостаналост.

Поради увеличаващия брой деца, проявяващи симптомите на разстройствата от аутистичния спектър през последните години, множество автори и екипи разработват разнообразни методики на работа, подходи, стратегии и обучения, които да им въздействат и подпомогнат да развият уменията си. Някои от тях са:

- Керъл Грей, създател на Социалните истории (Social Story™)
- Мишел Уинър, създател на социалната методика "Social Thinking"
- Джед Бейкър, директор на "Проекта за обучение на социални умения, организация, обслужваща хора с аутизъм и проблеми със социалната комуникация"
- Тони Атууд е клиничен психолог, специализирал разстройства от аутистичния спектър.

Изследователи и психолози като д-р Даниел Легоф и екип (Legoff et al., 2010; Legoff et al., 2012; Legoff et al., 2014), откриват че LEGO строителните играчки са добър инструмент за терапия и обучение при деца с аутизъм. Използват LEGO играчките за насърчаване на социални взаимодействия и комуникация, креативност и проблемното решаване.

Базираната на LEGO терапия е формулирана от клиничния невропсихолог Даниел Легоф още през 2004 г. в САЩ. Легоф разбира, че децата със затруднения в социалната комуникация реагират, когато LEGO се използва като средство за игра. Легоф и неговият екип от тогава продължават да изследват успеха на базираната на LEGO терапия.

LEGO терапията е програма, предназначена за хора с разстройства от аутистичния спектър, но в действителност носи огромна полза за всяко дете в класната стая. Тази програма е предназначена да помага, насърчава и обучава социалната комуникация. Има за цел да развие умения като редуване, споделяне, решаване на проблеми, следване на правила и използване на имена.

Този вид терапия може да се използва като самостоятелна програма за деца със затруднения в социалната комуникация и също така, като инструмент за обучение, използван в класните стаи за постигане на дадени цели на учебната програма.

LEGO терапията насърчава децата да задават въпроси и да инициират комуникация, така че чрез ангажиране с LEGO ресурсите, естественото любопитство на детето насърчава взаимодействията и им позволява да се чувстват по-удобни в общуването с другите в социалните кръгове⁴.

Насърчаването, което терапевтът/учителят/родителят предоставя на детето да споделя и обсъжда това, което е създало, означава, че ние предоставяме възможности на децата да използват описателен език. Те учат и наблюдават социални знаци, като редуване, изчакване и осъзнаване на другите около тях, което е жизненоважна част от комуникацията, особено нещо, за което децата с ASD се нуждаят от подкрепа⁴.

В проекта⁵ си, Клеър Броуди и Вики Матер, в началото на сесиите наблюдават много

⁴ Magennis, M. "LEGO® Therapy: Supporting the Child With Autism Spectrum Disorder in Early Education", <https://blog.portobelloinstitute.com/LEGO-therapy-supporting-the-child-with-autism-spectrum-disorder-in-early-education>, [Viewed 2023-10-12]

⁵ Using LEGO therapy with autistic pupils, <https://www.autism.org.uk/advice-and-guidance/professional-practice/LEGO-pilot>, [Viewed 2023-10-12]

разочарование, което се дължи до голяма степен на езиковите очаквания за получаване и даване на инструкции, също така и на социалните изисквания за работа. За справяне с това, те въвеждат игрови подход, чрез който развиват умения за разбиране на предложени понятия като „отпред“, „отзад“, „отгоре“, които децата трябва да използват като инженери и строители. Създават визуални карти с подсказки, които да подпомагат работата с частите от LEGO, а за мотивация са използвани „жетони LEGO“, които децата са получавали при умения като редене, добро слушане, добро използване на думи и търсене на разяснение.

Изследванията на LEGO терапията показват, че децата подобряват социалното взаимодействие, мотивацията и комуникацията с връстниците си, особено очевидно при деца с ASD. Също така, че тази интервенция работи изключително добре и тъй като LEGO е игра, децата не виждат това като терапия или като скучна работа – това е просто забавление, което помага за естествено насърчават взаимодействията и комуникацията там, където иначе може да няма такива.

Авторът Легоф също отбелязва в своите изследвания, че социалните норми и правила се научават по време на интервенцията. Градивните елементи са прости, насърчават тактилна, зрителна, визуално-пространствена и визуално-конструктивна сензорна стимулация и са лесно достъпни за терапевти и родители.

4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА LEGO ТЕРАПИЯТА В НАШИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

От практиката на преподаватели и чужди автори, като Клеър Броуди и Вики Матер, стигаме до заключение, че една програма (LEGO терапия) е пълноценна, когато децата работят от 30 минути до един час в екип.

Поради наличие на тревожност при някои деца с аутизъм е нужно да се обмисли внимателно състава на групите, за да контактуват спокойно с екипа си и с времето да се приобщат към другите ученици и средата в класната стая.

Важна част от LEGO терапията и нейното въздействие е средата, в която се прилага. При работа с деца с аутизъм е важно стаята да бъде организирана по един и същи начин и децата да познават добре своите материали, които използват, защото повечето деца с РАС изпитват тревожност и неспокойствие при промени в ежедневието си.

Също така е нужно изготвянето на определени правила, които трябва да бъдат спазвани. Това подпомага развитието на умения като самоконтрол и саморегулация.

В зависимост от нуждите на детето в терапията се използват различни подходи, като:

- разпределяне по групи с обща задача да изградят даден LEGO модел;
- задаване на учениците/децата даден проблем, който трябва да разрешат с помощта на изградения от тях LEGO модел;
- построяване на сложни LEGO модели;
- работа със софтуери за визуално програмиране, с които демонстрират прости програми, като движение на робот с помощта на LEGO кубчета.

Тези подходи подпомагат развитието на емоционалната регулация, социалните умения, фината моторика и възможността за самостоятелно разрешаване на даден проблем.

При работа в екип е хубаво децата да бъдат разпределени, така че всяко да има своята роля за изграждането на LEGO модела, което спомага за развитието на различни умения и сътрудничество в група.

Например авторите Клеър Броуди и Вики Матер в своята практика при LEGO терапията използват три вида роли за изграждането на модел при група от 2-3 деца:

- Инженерите използват инструкциите на LEGO и питат доставчика за необходимите конкретни части от LEGO;
- Доставчиците дават частите на Строителя;
- Строителите следват инструкциите за изграждане от инженера, за да конструират модела.

При наличието на роли, децата/учениците се учат да бъдат отговорни, да работят в екип и комуникират в групата си. Всички роли в групата са значими, имат своите цели и

всеки член от групата е важен за успеваемостта на LEGO терапията.

В първите часове на терапията децата трябва да работят за развиване на способността за сътрудничество и комуникация между тях, като се запознават с видовете LEGO кубчета и се опитват да изградят свои модели, които отговарят на дадена тема, зададена от учителя. С всеки следващ час от LEGO терапията е необходимо заданията да се усложняват и в зависимост от напредъка на децата, ако е възможно, да се включи и работата със софтуери за визуално програмиране.

В зависимост от възрастта, интересите и уменията на децата/учениците LEGO терапията може да бъде комбинирана със софтуер за визуално програмиране, като Scratch и Blockly. Може да се започне с конструирането на елементарни логически модели (движение на робота, активиране на сензори). С развитието на уменията си децата трябва да преминават към разработването на по-сложни модели за контрол и въздействие върху робота чрез използването на по-сложни блокове и команди. Това предполага да им се предлагат надграждащи сценарии, по които те да създават свои проекти, чрез които да изразяват своята креативност и иновативност.

В последните минути на часа/терапията е необходимо да се коментира работата на всеки: кой къде се е справил добре; какво може да се направи по-добре следващия път; категоризират се различните емоции, подпомагащи работата им.

Очакваните резултати са свързани с подобряване на зрителен контакт, комуникацията и дори планиране на стъпките, които ще изпълняват в рамките на дадената им роля.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

LEGO терапията е средство, чрез което може да се помогне на децата с разстройство от аутистичния спектър да развият своите социални умения и език. При успешно повлияване от терапията, децата ще пренесат уменията си в други дейности, в които участват както в ранна възраст, така и у дома.

Чрез LEGO терапията децата могат да изиграят случка ситуация или любима приказка, която желаят да споделят. Това насърчава децата да общуват, да споделят идеи и да се ангажират помежду си.

Приобщаването на роботиката към проектно-базираното обучение помага да се постигнат целите в обучението по компютърни науки.

В зависимост от способностите на детето/ученика, нивото на ангажираност и сложност може да се контролира.

Роботиката може да се използва, както за мотивиране на творческите възможности, така и като средство за обучение, което чрез игрови подход подобрява ефективността от обучението.

LEGO терапията е популярен метод, но все още има малко публикувани проучвания за нея, което възпрепятства по-изчерпателното обсъждане на темата.

ЛИТЕРАТУРА

Глушкова, Т., Плачкова, Д. (2017). Приложение на роботиката в обучението по компютърни науки. *Образование и технологии*, 8, 103-107, ISSN 1314-1791

Гъров, К., Колева, Г., Тодорова, Н. (2020). *Компютърно моделиране в помощ на обучението на деца със специални образователни потребности*. Юбилейна международна научна конференция „Синергетика и рефлексия в обучението по математика“, 235-244. ISBN: 978-619-202-595-3

Гъров, К., Тодорова, Н. (2020). *Образователни игри и приложението им в обучението по „Компютърно моделиране“*. Сборник с доклади от научна конференция „Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението“, 77-92. ISBN 978-619-202-571-4.

Цветкова-Арсова, М. (2022). *Аутизъм - подходи и стратегии за въздействие*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, ISBN 978-954-07-5476-5

Arshad N. I., Hashim A. S., Mohd Ariffin M., Mohd Aszemi N., Low H. M. and Norman

A. A. (2020). Robots as Assistive Technology Tools to Enhance Cognitive Abilities and Foster Valuable Learning Experiences among Young Children With Autism Spectrum Disorder. *IEEE Access*, 8, 116279-116291, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001629>

Legoff D., Cuesta G., Krauss G., Baron-Cohen, S. (2014). *LEGO-Based Therapy - How to build social competence through LEGO - based clubs for children with autism and related conditions*. Publisher: Jessica Kingsley, ISBN: 1849055378

Legoff, D. B., Krauss, G. W., Allen, S. L. (2012). LEGO-based play therapy for improving social competence in children and adolescents with autism spectrum disorders. In L. Gallo-Lopez & L. C. Rubin (Eds.), *Play-based interventions for children and adolescents with autism spectrum disorders*, 115–136. Routledge/Taylor & Francis Group

Legoff, D., Krauss, G., & Levin, S. (2010). LEGO®-based play therapy for autistic spectrum children. *School-based play therapy*, 221–235, John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118269701.ch11>

Mihov, T., Stoitsov, G., Dimitrov, I. (2022). Stem robotics in primary school, *Bulgarian Journal of Educational Research and Practice - Mathematics and Informatics*, 65 (2), 149-159, ISSN 1310 – 2230. <https://doi.org/10.53656/math2022-2-4-ste>

СЪЗДАВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНИ РЕСУРСИ В ПОМОЩ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СРЕДИТЕ ЗА БЛОКОВО ПРОГРАМИРАНЕ SCRATCH И MBLOCK

Деляна Николова

Национална търговска гимназия, гр. Пловдив

CREATING EDUCATIONAL RESOURCES TO SUPPORT MATHEMATICS LEARNING USING THE BLOCK PROGRAMMING ENVIRONMENTS SCRATCH AND MBLOCK

Delyana Nikolova

National High School Trade And Commerce, Plovdiv

Abstract: The dynamic development of technology, as well as its use in almost all spheres of human life and knowledge, necessitates its targeted use in the educational sphere. The integration of innovative methods and resources into the learning process through technology is becoming an integral part of modern education. This paper proposes an exemplary approach for the application of some popular block programming environments for the creation of educational resources and game tasks to support mathematics learning in the junior high stage. A model of a mathematical game for 6th grade is presented in the form of an interactive lesson on the topic “Area of a circle”, developed in a block programming environment. Its aim is to support the process of learning mathematics material in an interesting and engaging way by combining mathematical concepts with interactive and fun elements. The developed interactive model of an educational game could be used both in extracurricular activities and in compulsory mathematics classes.

Keywords: educational resource, block programming, mathematics, education, Computer modeling and information technologies, Scratch, mBlock

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърното моделиране играе важна роля при формирането на дигитални компетентности, както и умения за логическо и критично мислене от страна на учениците в прогимназиален етап. Заедно с това, то ги насърчава да разгърнат собствения си творчески потенциал [5, 8]. То може да се интегрира ефективно не само в часовете по „Компютърно моделиране и информационни технологии“ (КМИТ), но и да се използва успешно в учебния процес по всеки един учебен предмет, изучаван в училище. Например изучаването на компютърно моделиране би могло да се превърне в успешен инструмент за преподаване в часовете по математика, независимо дали като част от задължителната, или извънкласната подготовка на учениците [9].

Интердисциплинарното обвързване на математиката с компютърното моделиране би дало положителни резултати при обучението на учениците заради колаборирането на традиционното обучение с практическото приложение на новите технологии. В часовете по математика задачите лесно могат да бъдат превърнати в игри, чрез които подрастващите да визуализират, експериментират и разсъждават, като това би ги провокирало да разберат математиката вместо да се страхуват от нея. Среди за програмиране като Scratch, mBlock или Blockly могат да се използват за създаване на интерактивни игри, анимации или симулации, които да илюстрират математическите концепции [1].

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За много ученици математиката в прогимназиален етап е огромно предизвикателство. Много често те се плашат от абстрактния характер на геометричните задачи и предхождащите ги сложни правила [7]. От друга страна, днешния дигитализиран свят поражда проблема със задържането на вниманието им, което е причина те да губят познавателен интерес [6]. Съвременните тенденции в образованието са ориентирани към въвеждането на интерактивни методи в преподаването, които да насърчават учителите да разработват по-интересни концепции за протичането на учебните часове [4].

В настоящата разработка е представен авторски, интердисциплинарен, образователен ресурс, предназначен за използване както в помощ на обучението по математика, така и в часовете по КМИТ. Концепцията на играта представя примерен модел на урок по математика за 6. клас, в който се разглежда темата за намиране лице на кръг, като се използва средата за блоково програмиране Scratch, известна на учениците от 5. клас.

Самото предназначение на разработката може да бъде систематизирано в два аспекта:

- създадената игра с помощта на Scratch да бъде предоставена от учителя по КМИТ на учениците от 6. клас като ресурс, на базата на който те разглеждайки детайлите и алгоритъма за нейното създаване, да я реализират чрез средствата на друга среда за блоково програмиране. С оглед на разпределението на учебния материал по математика и КМИТ за 6. клас, учениците могат успешно да използват формираните вече знания по математика за темата в процеса на създаване на играта чрез средата mBlock;
- да бъде предоставен образователен ресурс, който да послужи както в задължителните, така и в часовете за извънкласни дейности по математика в 6. клас. Чрез него учениците биха могли да решават поставените им задачи под формата на игра или пък да усвоят новото съдържание самостоятелно.

В 5. клас в часовете по „Компютърно моделиране и информационни технологии“ (КМИТ) учениците вече са се запознали с основите и синтаксиса на блоковото програмиране в Scratch. В 6. клас им предстои да изучат концепциите на средата mBlock, която предоставя както възможности за блоково програмиране (подобни на Scratch), така и среда за програмиране чрез използване на текстов скриптов език. Това би осъществило плавен преход



от блоков към текстов/скриптов език за програмиране, като от учениците се очаква, следвайки вече познатия им модел на математическата игра, да го разработят сами в нова за тях среда, развивайки по този начин своите алгоритмични умения и креативност [2, 3]. Успешното създаване на компютърната програма от учениците би провокирало интереса им към математиката във връзка с личния им принос в по-

нестандартния начин за овладяване на новите знания.

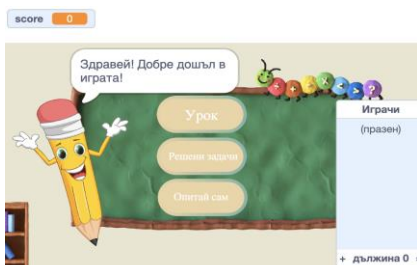
Цел на играта: Учениците да придобият нови знания за намиране дължина на окръжност и лице на кръг по интересен и увлекателен начин, а също и да затвърдят наученото чрез решаване на задачи под формата на игра, като по този начин благодарение на визуалните и анимационни ефекти в играта, да усвоят по-бързо и лесно учебното съдържание.

Главен герой: Моливко, който влиза в ролята на учител по математика.

Сюжет: При стартиране на играта се появява екран с три бутона: „Урок“, „Решени задачи“ и „Опитай сам“.

При избиране на бутона „Урок“ се отваря нова сцена, в която ученикът има възможност да актуализира знанията си за понятието „дължина на окръжност“.

Когато ученикът е готов, на разположение е бутонът „Следващ“. Кликвайки върху



него, се отваря друг екран, върху който се изписва новото определение за лице на кръг. Появява се и нов бутон, чрез който се въвежда новата формула, с помощта на която ученикът ще решава по-късно поставените му задачи.

След като теоретичната част е вече усвоена, потребителят има възможност да разгледа две основни задачи, съответстващи на новия урок, които са обяснени подробно и разбираемо.



За да провери ученикът новите си знания, е създадено меню “Опитай сам”. Избирайки го, на екрана се появява нова сцена, декорът на която е училищна дъска. Главният герой - Моливко, начертава окръжност, след което се изписва условието на задачата. Визуализира се празно текстово поле, където ученикът трябва да въведе верния според него отговор.

За всяка задача играчът има три опита да я реши правилно, като след третия опит Моливко изписва верния отговор. При всеки правилен отговор се появява поздравително съобщение от Моливко, чува се звук на аплодисменти и се дават 10 точки, а при грешен отговор се чува тъжен звук и се отнемат 3 точки. Задачите са два типа и се редуват. Те са аналогични на решените от менюто “Решени задачи” - за намиране на лице по даден диаметър и за намиране на лице по даден радиус. Общият им брой е 10. За стойностите на диаметъра и радиуса се генерират произволни цели числа между 1 и 10. В горната част на екрана играчът може да види своите точки. Като край на играта Моливко дава насърчително съобщение и сумира колко задачи си успял да решиш вярно.

С оглед на учебния материал по математика за 6. клас, двете основни задачи в секцията „Опитай сам“ са съобразени с тези от урока за нови знания – за намиране на лице по даден радиус и намиране на лице по даден диаметър. Съобразявайки се с нивото на формирани знания и умения по математика у учениците на ниво 6. клас, включването на по-сложни задачи – напр. обратна задача (за намиране на радиус или диаметър по дадено лице) не е удачно, тъй като за нейното решаване е необходимо да се използват знания за пресмятане на квадратен корен, които учениците ще формират в 8. клас.

Основни команди, използвани при примерната реализация на проекта, с помощта на платформите Scratch и mBlock:

Дефиниране на променливи:



Scratch

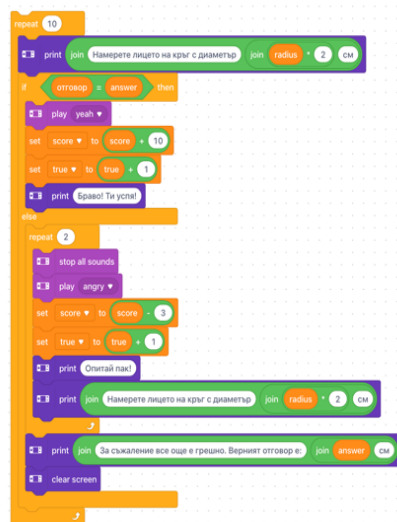


mBlock

Пресмятане лице на кръг по даден диаметър:



Scratch

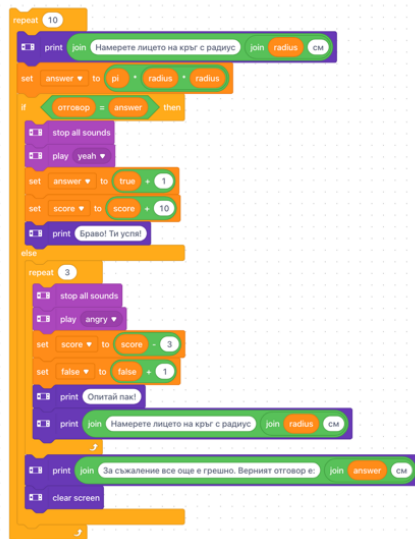


mBlock

Пресмятане лице на кръг по даден радиус:

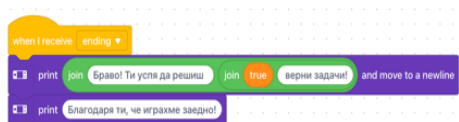


Scratch

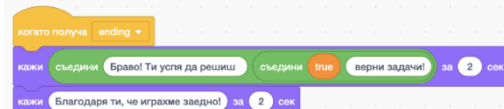


mBlock

Финално съобщение след завършване на играта:



Scratch



mBlock

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният подход за интегрирано междупредметно взаимодействие на знанията по компютърно моделиране и математика би могъл да се използва успешно и да подпомогне процеса на усвояване на учебния материал по математика по интересен и увлекателен начин, като се съчетават математически концепции с интерактивни и забавни елементи. Представеният в статията примерен интерактивен модел на образователна математическа игра би могъл да бъде използван както в часовете за извънкласни дейности, така и в задължителните часове по математика. Проектът може да бъде надграден с увеличаване броя и вида на задачите, поддредането им по степен на сложност, добавяне на други играчи, допълване с още нива и др., както и да бъде реализиран и чрез средствата на други програмни среди.

Интердисциплинарното обучение и прилагането на иновативни подходи и практики в процеса на преподаване и учене би подпомогнало по-ефективното формиране на отделните ключови компетентности у учениците.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Касева М., Тупарова Д., Тупаров Г. (2020)** Един сценарий за образователна компютърна игра по математика за 1. клас, *сборник доклади на Юбилейна международна конференция „Синергетика и рефлексия в обучението по математика“, 16-18 октомври 2020 г., Пампорово*, стр. 265-270, ISBN: 978-619-202-595-3.
2. **Анева Ст., Тодорова Е. (2021).** Възможности за развитие на алгоритмични умения на учениците в обучението по предмета „Компютърно моделиране и информационни технологии“ в прогимназията, *сборник доклади на Юбилейна международна конференция „Компютърни технологии и приложения“, 15-17 септември 2021 г., Пампорово*, стр. 37- 46, ISBN: 978-619-202-702-5.
3. **Тодорова Е., Анева Ст., Чиликова С., Делчева П. (2021).** Формиране и развитие на познавателни умения в обучението по „Компютърно моделиране и информационни технологии“ в прогимназията, *сборник доклади на Юбилейна международна конференция „Компютърни технологии и приложения“, 15-17 септември 2021 г., Пампорово*, стр. 103- 113, ISBN: 978-619-202-702-5.
4. **Peters H., Kruger V., Fitzpatrick E. (2018)**, Creative digital technology ideas for the secondary school mathematics classroom, *Journal Australian Mathematics Teacher*, vol. 74, Issue 4, pp. 3-8. ISSN (print): 0045-0685.
5. **Emmerson R., (2023, 24 August)** *Digital Creativity in Education: The Role of Apps in Learning*, <https://www.kdanmobile.com/blog/digital-creativity-in-education#Interactivity>.
6. **Lee K. (2016)** Digital creativity: New frontier for research and practice, *Computers in Human Behavior*, vol. 42, p. 1-4, Online ISSN: 0747-5632.
7. **Garba A., Ismail N., Osman S., Rustam M. (2020)**, Exploring Peer Effect on Mathematics Anxiety among Secondary School Students of Sokoto State, Nigeria through Photovoice Approach, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(2), em1815, Online ISSN: 1305-8223.
8. **Sáez-López J., Sevillano-García M., Vazquez-Cano E. (2019)** The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot, *Educational Technology Research and Development*, 67(3), p.1405-1425, Online ISSN: 1556-6501, Print ISSN: 1042-1629.
9. **Cheng H. (2016, 26 April)** *Teaching math with computer programming can help narrow achievement gap*, <https://edsource.org/2016/teaching-math-with-computer-programming-can-help-narrow-achievement-gap/563371>.

**ПРОЕКТ НА ИГРИ ОТ МОДУЛ „МУЗИКА“ КЪМ
СПЕЦИАЛИЗИРАНА ПЛАТФОРМА ЗА ОБУЧЕНИЕ НА УЧЕНИЦИ
I-IV КЛАС С РАЗСТРОЙСТВО ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР**

Величка Косева¹, Генчо Стойцов², Иван Димитров²

¹ОУ "Панайот Волов", Пловдив

²Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**A PROJECT OF GAMES FROM MODULE “MUSIC” TO A
SPECIALIZED PLATFORM FOR AN EDUCATION OF I-IV CLASS
STUDENTS WITH AN AUTISTIC SPECTRUM DISORDER**

Velichka Koseva¹, Gencho Stoitsov², Ivan Dimitrov²

¹PS “Panayot Volov”, Plovdiv, Bulgaria

²University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Bulgaria

Abstract: The role of musical therapy for I-IV class students with an autistic spectrum disorder (ASD) was described. The development of games as a part of module “Music” from a specialized software platform suitable for I-IV class students with ASD was commented. The games aim to achieve certain pedagogical goals, according to the specific features of these students by serving as a helping tool for the pedagogue, resource teacher and psychologist.

Keywords: musical therapy, therapy, autism spectrum disorder, software, autistic children, ASD

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години се използват различни висококачествени терапевтични услуги, подходи и методи на обучение в подкрепа на децата с разстройство от аутистичния спектър и техните семейства, чрез които се търсят подходящите средства за комуникация, така че детето да се чувства спокойно да изрази себе си, своите нужди и потребности и да се приобщи в общността.

При тези деца се наблюдава отказ на директен контакт с очите, липсата на очаквани първи нормални прояви на говоримия език, безразличие към екипните игри с другите деца и социално отдръпване. Типично за хората с аутизъм е затрудненото възприятие на околния свят.

Основната цел на социално-психологическото възстановяване и адаптиране на децата с аутизъм е да развият жизненоважните си умения, насочени към самостоятелност, извършване на прости работни операции в дома и в специални производствени условия, а в бъдеще - независим живот в специализирани институции (Захаренко, 2016).

Целта на настоящата публикация е да представи проект на игрите от модул „Музика“ към образователен софтуер, който е предназначен за постигане на определени педагогически цели, съобразени със специфичните особености на ученици с РАС в начален етап.

2. МУЗИКОТЕРАПИЯ ПРИ ДЕЦА С РАЗСТРОЙСТВО ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР

В днешно време се използват различни методи като приложен поведенчески анализ,

подход на емоционално ниво и различни варианти на терапия за развиването на практиката на преподаване и социализиране на ученици I-IV клас с разстройства от аутистичния спектър (Косева & Стоицов, 2022).

Терапията има за цел да подобри слуховите и говорните умения, комуникационните способности, да повиши концентрацията по време на учене, качеството на четене и разбиране, социалните умения и не на последно място самочувствието (Хитрова, Попова & Василева, 2016).

През последните години музикотерапията набира голяма популярност като средство за комуникация и развиване на социални умения при деца с РАС.

Музикотерапията е допълнителна форма за въздействие в соматичната медицина, кинезитерапията и психоло-педагогическата работа и специфична дейност с терапевтично използване на музика и музикални елементи – звук, ритъм, мелодия/хармония. Музикотерапията създава подходящи условия за подобряване на когнитивните умения при децата - въздейства се върху слуховото и зрителното внимание, върху паметта. Детето развива вътрешен контрол. Едновременно виждане, слушане, допир и движение във времето на музикотерапия позволява нови изживявания. Чрез специална методика (музикални игри, пеене, подбрани музикални произведения, детски музикални инструменти и играчки, музикални елементи, имитации на танц и движение, импровизации) музикотерапевтът формира умения, водещи до самостоятелност, кооперативност и социална независимост. Той стимулира и усъвършенства възможностите на фината моторика (точни, плавни движения, координация) с помощта на подходящи детски музикални инструменти – барабанче (движения на китките на ръцете), металофон, маракаси, пиано, китара (развиване на пръстова моторика), триола (правилно дишане) и други⁶.

3. МОДУЛ „МУЗИКА“

Модулът „МУЗИКА“ е част от софтуерна среда „Бъди в час“, предназначена за подпомагане обучението на ученици от аутистичния спектър в I-IV клас. Образователният софтуер има за цел да подобри компетентността на учениците от аутистичния спектър по включените учебни предмети с помощта на авторски образователни игри.

Модулът „Музика“ е предназначен за придобиване на начални знания по музика. Целите му са:

- Да въздейства на емоционалното, езиково-говорното и двигателното развитие;
- Подобряване на зрително-пространствена ориентация, координация ръка-око, сензомоторните умения;
- Да развие способността за различаване на: песни; мелодии без текст (марш, танц, хоро, ръченица и др.); музикалните инструменти (китара, гъдулка, флейта, кавал и др.) по външен вид и звучене;
- Да формира слушателски умения и такива за пеене, според възможностите на детето, чрез песни, изучавани в училище;
- Научаване на музикалните ноти до мажорната тоналност;
- Формиране на умения за свирене с детски музикален инструмент.

Въздействието му е насочено към: краткосрочната оперативна памет, дългосрочната памет, вниманието, скоростта на обработка на информацията, мисловните процеси.

Образователните игри в модул „Музика“ са създадени със софтуера Scratch. Те са пет на брой. Входният екран дава възможност за избор между две опции:

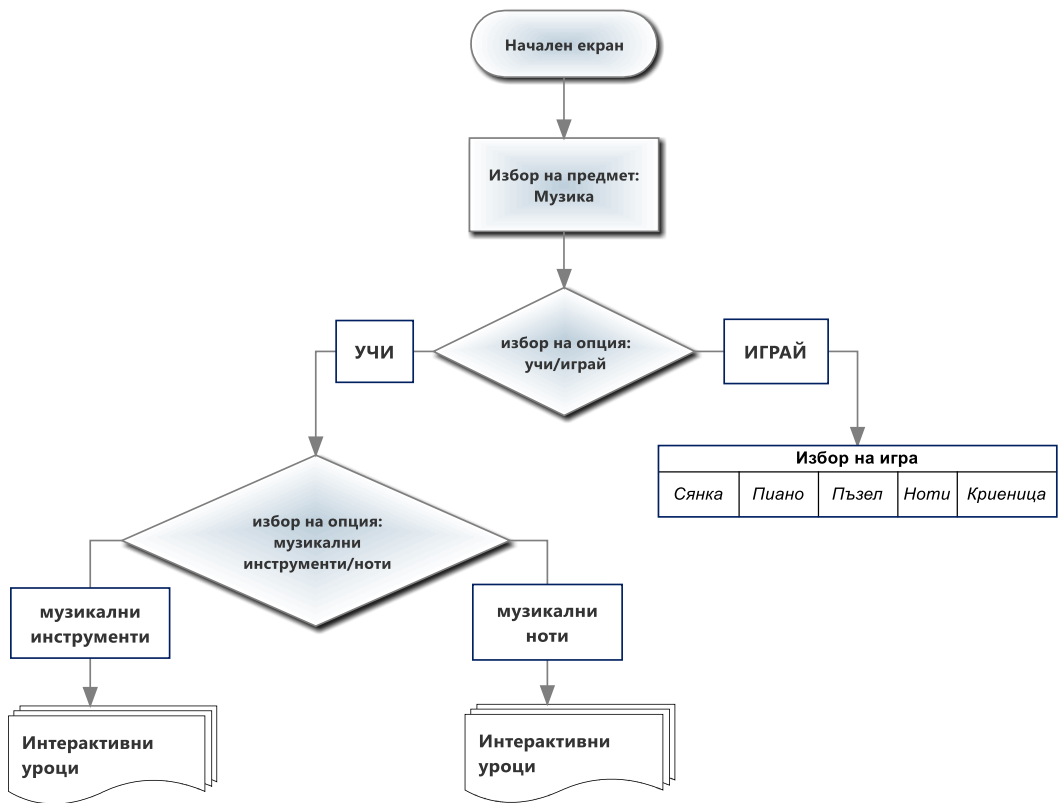
- Учи – съдържа интерактивни уроци, създадени по темите, които се изучават в начален етап по учебния предмет „Музика“;
- Играй - съдържа образователни игри, които са свързани с тези уроци.

Дизайнът е опростен и заедно с използваните ресурси (графични изображения, думи и

⁶ Болница „Света София“, Музикотерапия, <https://www.cpcentresof-bg.com/?cid=144> (последно посетен - 03.11.2023)

обекти) е адаптиран към възможностите на децата със специални образователни нужди. За създаването на игрите в модул „Музика“ са използвани звукови файлове, които са разделени на няколко групи: въвеждаща музика, звуци за правилни и грешни отговори, наименования на музикални инструменти, музикални ноти и специфични инструкции за някои игри.

Схемата на структурата на модул „Музика“ е представена на фигура 1. Игрите, базирани на музика, предоставят образователни и креативни възможности, които стимулират интереса на учениците към музиката и изкуствата, свързани с нея.



Фигура 3. Структура на модул "Музика"



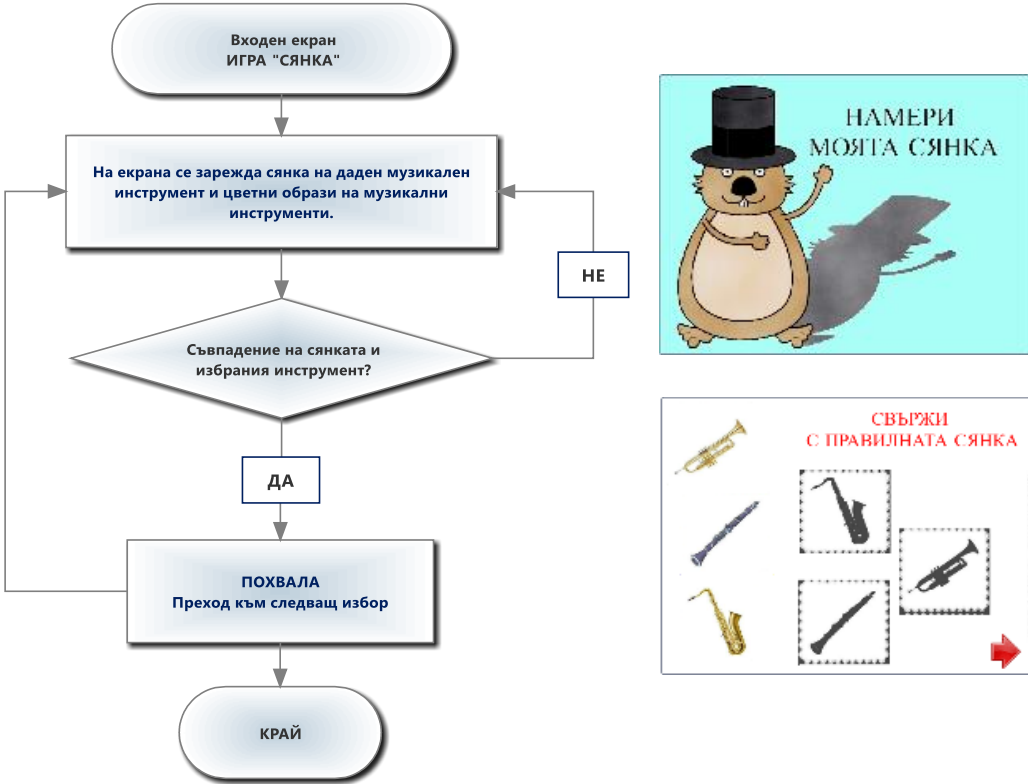
Фигура 4. Опция „Музикални инструменти“

На фигура 2 и фигура 3 са представени опциите „Музикални инструменти“ и „Музикални ноти“ за избор на интерактивни уроци. Включени са 16 музикални инструмента, придружени с описание и звучене, както и интерактивно петолиние и пиано.

Игрите от типа „сянка на предмет“ съчетават забавление с образование. Позволяват на децата да усъвършенстват своето наблюдение, творческо мислене и пространствено възприятие. В нашия случай това е играта „Сянка“, предоставяща възможност за разпознаване на образите на музикални инструменти (фигура 4).

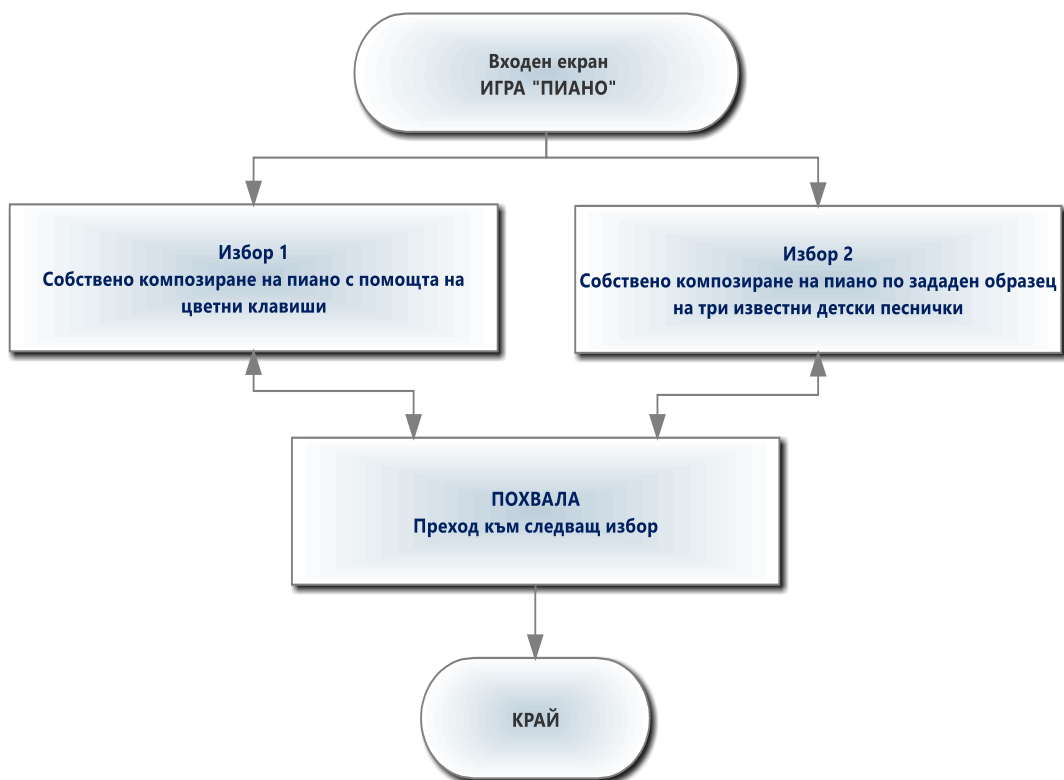


Фигура 5. Опция „Музикални ноти“



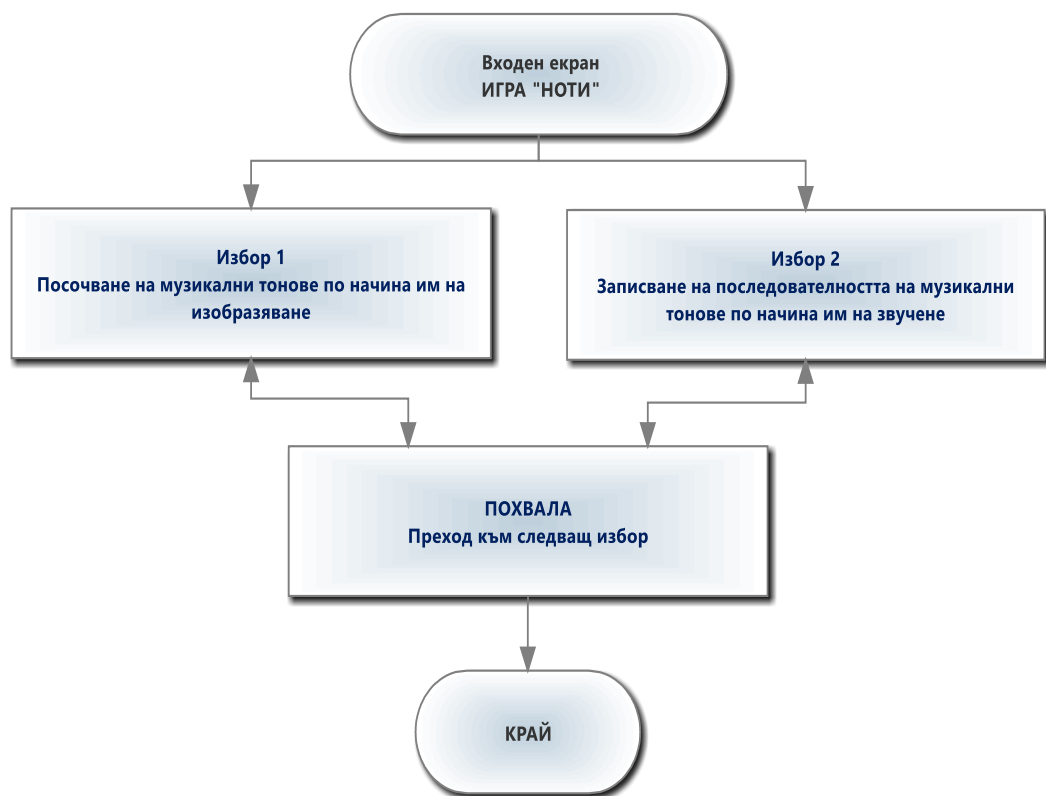
Фигура 6. Игра „Сянка“

„Пиано“ осигурява възможност учениците да създават своя музика и да се изразяват чрез нея, което насърчава развитието на тяхната увереност и творческа изразителност. Също така ги подпомага в усъвършенстването на слуха си, концентрация и умение да разпознават музикални мелодии (фигура 5).



Фигура 7. Игра „Пiano“

Игрите с музикални нотации могат да бъдат използвани през целия начален етап, предоставяйки музикално изживяване, обогатявайки музикалния репертоар и умения на учениците. Играта „Ноти“ може да помогне на учениците да развият своите музикални умения, като подобрят слуха си и способността да четат музикални нотации. Предоставя забавление и мотивация, които могат да вдъхновят учениците да продължат да учат и практикуват музиката. Също така свиренето, разпознаването на музикални ноти и пеенето подпомагат преодоляването на стреса и напрежението (фигура 6).



Фигура 8. Игра „Ноти“

Пъзелите, в частност нашата игра „Пъзел“ (фигура 7), въздействат и подпомагат развитието на основни умения в човешкото развитие. Те насърчават аналитичното мислене и помагат на участниците да развият логическото си мислене и способността да намират решения на сложни задачи. Подобряват паметта, концентрацията и формират у играчите търпение и настойчивост в усилията си да достигнат решение. Играта „Пъзел“ е фокусирана върху музикалните инструменти, които се изучават през целия начален етап.



Фигура 9. Игра „Пъзел“



Фигура 10. Игра „Криеница“

Играта „Криеница“ (или така наречените „Скрити предмети“) насърчава участниците да бъдат: 1) по внимателни, което е полезно за подобряване на наблюдателността и способността за забележки в реални ситуации; 2) концентрирани, което повишава

способността им да се съсредоточават върху детайлите. Играта може да бъде забавен и образователен начин да се развият паметта, креативността, логическото мислене и решаването на проблеми. Темата на играта е фокусирана върху музикалните инструменти и музикалните ноти, които се изучават през целия начален етап (фигура 8).

4. СЪЩЕСТВУВАЩИ РЕШЕНИЯ

Образователните игри по музика за деца с аутизъм играят съществена роля в подпомагането на тяхното обучение и развитие. Проучени са различни източници, които могат да се използват при деца с аутизъм за учебни цели, но винаги е препоръчително да се изберат подходящи ресурси за специфичните нужди на детето с аутизъм. Някои подобни решения на нашите предложения са:

Приключенията на музикалните тонове и техните ноти

Образователна компютърна игра за деца, която допринася за обогатяване на музикалната култура на децата и спомага за общото им интелектуално развитие. Състои от две части:

- Първа част – чрез приказка, анимации и образователни игри, детето учи песнички и започва да разпознава основните музикални тонове по начина им на звучене. Посредством героите куклички-ноти, се усвояват имената на тоновете: до, ре, ми, фа, сол, ла, си, до, както и височината на техния тон. С постепенна нарастваща сложност на упражненията, детето започва да различава по слух тоновете в дадена лесна мелодия и се научава да записва тяхната последователност.
- Втора част – с приказка и анимацията се въвеждат за детето понятията: петолиние, местоположение на нотите на петолинieto, изобразяване на различните тонове с цяла нота, половинка и четвъртинка, в зависимост от продължителността на тона и други знания за музиката.

Mussila Music

Mussila е приложение за обучение на музика за деца. Позволява на децата да изследват света на музиката сами и им дава възможност да придобият знания без непрекъсната външна помощ. Приложението предоставя часове музикални уроци, игри и предизвикателства, внимателно изработени от музикални експерти и преподаватели, предназначени да осигурят радостно изживяване. Mussila е подходящо за начинаещи.

Наша реализация

Игрите "Ноти," "Криеница" и "Сянка" са създадени с цел обогатяване на музикалната култура на учениците от начален етап. Те са разработени с оглед на приложение в контекста на България и се отличават с прост и разбираем дизайн, който е достъпен и за ученици със специални потребности. В игрите е включен образователен материал, съответстващ на българската образователна система, за да подпомогне учебния процес и развитието на учениците.

Детски музикални игри – Пиано

Детско пиано е музикална игра, включваща развлекателни и образователни дейности за деца. Игрите позволяват на малките да развиват своята креативност, музикален слух, координация между ръцете и очите, фина моторика и внимание. Подходящи и за деца с нарушения на развитието, като аутизъм.

Skoog

Музикален контролер, който може да се използва с компютърен софтуер за обучение на музика. Skoogmusic прави лесни за свирене музикални инструменти за iPad, iPhone и iOS устройства. Този инструмент е проектиран, за да бъде полезен за деца с аутизъм и деца със СОП.

Наша реализация

Играта "Пиано" съчетава някои от образователните принципи и методи, които са популярни в подобни вече съществуващи игри, но с едно важно различие. Тя е разработена специално с акцент върху тяхното приложение и релевантност за българските ученици I-IV клас и техните учебни нужди.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образователните игри в модула „Музика“ са приложение за изучаване на музика за ученици I-IV клас и такива с разстройство от аутистичния спектър. Той им позволява да опознават и изследват света на музиката сами и е метод за придобиване на знания без непрекъсната външна помощ.

Списъкът с образователните приложения в модула обхващат различни теми от учебната програма по музика. Всички приложения са форматирани да се играят като игри.

Музиката въздейства благоприятно върху децата, също така и върху тяхното мотивационно, двигателно, визуално, емоционално и социално развитие. Заниманията с музикален инструмент от ранна възраст могат да дадат на нашите деца необходимите за тяхното когнитивно и социално развитие мисловни и поведенчески модели, които да им помогнат да се изградят като щастливи и успешни членове на нашето общество.

ЛИТЕРАТУРА

Захаренко, А., Рокицкая, Ю., Шепель, Т., Гагина, И., Платанова, А., Полякова, Г., Тряскина, И., Шкилонцева, О. (2016). *Образование и социализация детей с расстройствами аутистического спектра в условиях школы-интерната для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья*. Методическое пособие.

Косева, В., Стоицов, Г. (2022). *Приобщаващото образование в началната образователна степен за ученици с нарушения от аутистичния спектър*, сп. Педагогика, 94 (5), 622-632. <https://doi.org/10.53656/ped2022-5.06>.

Хитрова, Б., Попова, Т., Василева, Н. (2016). *Музикотерапия – алтернативният начин за лечение при деца със специални потребности*, Варненски медицински форум, 383-386. <https://journals.mu-varna.bg/index.php/vmf/article/viewFile/2899/2354>

**ПРОЕКТ НА ИГРИ ОТ МОДУЛ „ИЗОБРАЗИТЕЛНО ИЗКУСТВО“
КЪМ СПЕЦИАЛИЗИРАНА ПЛАТФОРМА ЗА ОБУЧЕНИЕ НА
УЧЕНИЦИ I-IV КЛАС С РАЗСТРОЙСТВО ОТ АУТИСТИЧНИЯ
СПЕКТЪР**

Величка Косева¹, Генчо Стоицов², Иван Димитров²

¹ОУ "Панайот Волов", Пловдив

²Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**A PROJECT OF GAMES FROM ARTS MODULE TO A SPECIALIZED
PLATFORM FOR AN EDUCATION OF I-IV CLASS STUDENTS WITH
AN AUTISTIC SPECTRUM DISORDER**

Velichka Koseva¹, Gencho Stoitsov², Ivan Dimitrov²

¹PS “Panayot Volov”, Plovdiv, Bulgaria

²University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Plovdiv, Bulgaria

Abstract: In this article, the role of the art therapy as an approach for working with I-IV class students with specialized educational needs was revised. The development of games for module 'Arts' with a specialized software platform, oriented towards the achievement of certain pedagogical aims, according to the specific features of the students with a disorder from the autistic spectrum in a primary school stage, was commented. They can be in help for the pedagogue, resource teacher and psychologist that work with a given students.

Keywords: art therapy, therapy, autism spectrum disorder, software, autistic children, ASD

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години институции и неправителствени организации се опитват да създадат благоприятна среда за обучение на деца със специални образователни потребности. Първостепенният подход при работата с тях е социалната подкрепа със задача - преодоляване на изолацията им.

Приобщаващото образование е процес, който се стреми да премахне всички форми на изключване на децата от образователната система. Това се постига чрез адаптиране на учебната среда към потребностите на всяко дете, индивидуален подход, гъвкавост и вариативност на учебното съдържание и екипна работа на специалистите в училище (Мануелян, 2016).

Всички деца и ученици с нарушения от аутистичния спектър (РАС) се развиват индивидуално и са различни едно от друго, затова за всяко трябва да има специфичен подход. За целта е необходимо: 1) запознаване с особеностите на тяхното развитие; 2) да се използват точните методи и начини за подпомагане. Времето за адаптация при учениците с аутизъм е по-дълъг период, защото появата на нови хора около тях и нарушаване на обичайния им график за деня често води до демонстриране на негативност, афективни изблици и др. Основната цел при обучението на деца с РАС е формирането на социални стереотипи поведение и компетенции.

През последните години се използват различни методи като приложен поведенчески анализ, подход на емоционално ниво и различни варианти на терапия за развиването на

практиката на преподаване и социализиране на деца с разстройства от аутистичния спектър. Една от най-приложимите терапии през последните години е арт терапията. Тя представлява форма на психотерапия, която използва средствата на изобразителното изкуство като основен начин на общуване. В нея биват включени разнообразни видове художествени занимания като рисуване, колажи, театър, поезия, проза, музикална терапия, фотография и др.

Чрез изкуството хората се вдъхновяват да виждат нещата от различна гледна точка, изследват своите емоции и им помага да развият самосъзнанието си, да повишат самочувствието и да работят върху социалните си умения, да се справят със стреса. Каквато и дейност да използват от арт терапията, изкуството стимулира мозъка и насърчава към положителни действия.

Допълнително интегрирането на информационните и комуникационни технологии в учебния процес за децата с аутизъм помага урокът да придобие по-съвършена форма на преподаване. Педагогическите стратегии, методи и технологии изискват постоянни промени в създаването на асистирани технологии, които подпомагат приобщаващото образование и ежедневието на децата и учениците с РАС. Това е една от причините, поради които се разработват различни методи на обучение чрез ИКТ (Косева & Стоицов, 2022).

2. АРТ ТЕРАПИЯ ЗА ДЕЦА СЪС СОП

Арт терапията е приложима за всички възрасти и психо-емоционални състояния. Терминът арт терапия за първи път е използван от А. Хил през 1938 г. при описание на работата си с болни от туберкулоза. Представлява психотерапевтично направление, при което главният метод за лечение са заниманията с изобразително изкуство. Основана на хуманистическия подход, арт терапията има за цел хармоничното развитие на личността с проблеми, разширяването на възможностите за нейната социална адаптация, посредством изкуство.

Чрез арт терапията човек се учи да приема и одобрява творческото занимание, независимо от неговото съдържание, качество и форма. Това е безоценъчна дейност, която създава увереност и собствени сили. За дете със специфични потребности достигането на тези качества е важна стъпка. Рисунката за тях е помощно средство, което им помага да разкажат за своите преживявания. Целта на арт терапията е да развие тяхното себеизразяване, самоусъвършенстване и конструктивни действия.

В работата с деца със СОП се използват двата основни механизма за психологическо въздействие, характерни за метода на арт терапията. Първият механизъм се състои в това, че изкуството позволява в особена символична форма да се реконструира травмираща ситуация и да се намери разрешение чрез реструктуриране на тази ситуация, основано на креативните способности на личността. Образите, които се появяват в резултат на творчеството, по удивителен начин се лишават от своя драматизъм и негативни емоции, с които са натоварени. Вторият механизъм е свързан с естеството на естетическата реакция, която позволява да се измени афектът от мъчителен към носещ наслада.

Преимущества на арт терапевтичните подходи са:

- Чрез арт терапевтичните подходи могат да се провеждат занимания и процедури, независимо от възрастта, пола и образованието на пациентите. При тяхното използване няма ограничения или противопоказания.
- Арт терапевтичните подходи са средства с предимно невербално общуване. При тях се използва така наречената „символна реч“, която се явява една от основните на изкуствата. Чрез изкуството човек може да изрази най-точно и най-пълно себе си, както и своите дълбинни състояния (като влечения, потребности, страхове, нагони, емоции и т.н.).
- Арт терапевтичните подходи дават възможност да се направи така наречения „обход на цензурата на съзнанието“ и да се проникне в безсъзнателните процеси; да се актуализират латентни състояния и идеи; да се поемат желани социални роли и поведение.

- Арт терапевтичните подходи се явяват важно средство за самопознание и самоизява. Те имат т.нар.“инсайт-ориентиран (откривателски) характер“-предполага атмосфера на търпимост, на доверие и внимание към вътрешния душевен свят на човека.
- Продуктите на човешкото творчество в областта на изкуството са обективно свидетелство за настроения и мисли, за емоционални състояния и те могат да се използват за ретроспективна или за динамична оценка на състоянието на конкретния клиент.
- Арт терапевтичните подходи пораждат положителни емоции у хората. Те подпомагат преодоляването на апатия и на безинициативност, формират позитивна жизнена позиция.
- Арт терапевтичните подходи служат за мобилизиране на творческия потенциал и се основа на това явление. Също така те се базират на вътрешните механизми за мобилизация, активизация, саморегулация и самосъхранение на индивида (Лозанова, 2016)

Чрез арт терапията децата със СОП се опитват да общуват на различни нива: тактилно, визуално и кинестетично. Творбата им дава възможност да бъдат чути и видени чрез изображенията. Арттерапевтичната работа позволява свобода и спонтанност в рисуването, което съответно оказва положително влияние на самооценката на детето и удовлетвореност от това, което са създали.

Рисунките могат да разкрият думи, които имат специално послание за конкретното дете и да предизвикат у него желание да ги научи. По време на работата децата често питат как да назоват или изпишат това, което са създали. Арттерапевтичният подход предоставя възможност за децата да използват двигателна координация и подражателни умения чрез разнообразие от дейности като изрязване, лепене, моделиране и рисуване. Разнообразните дейности подобряват състоянието на фината моторика, координацията око-ръка, развитието на цветовия гнозис, тактилните усещания и др. (Бояджиева & Градинарова, 2016).

Във възпитателната работа за преодоляване на комуникативни нарушения приложението на арттерапевтичния подход може да се разглежда като мотивиращ фактор за комуникация, който може да развие силните страни на детето, неговия емоционален, когнитивен и социален потенциал (Бояджиева & Градинарова, 2016).

3. МОДУЛ „ПАЛИТРА“

Модулът “Палитра” е част от софтуерна среда, подпомагаща обучението на ученици от аутистичния спектър в I-IV клас - „Бъди в час“. Състои се от няколко образователни игри, предназначени за придобиване на практическо равнище и начални знания по изобразително изкуство. Разработените образователни игри се базират на допускането за прогресивно нарастващи знания и умения, насочени към увеличаване на образователния, социалния и практическия опит на учениците. Софтуерът подпомага постигането на определено равнище на знания, умения и компетентности да се прилагат гъвкаво в зависимост от потребностите и способностите на учениците.

Целта на модула е:

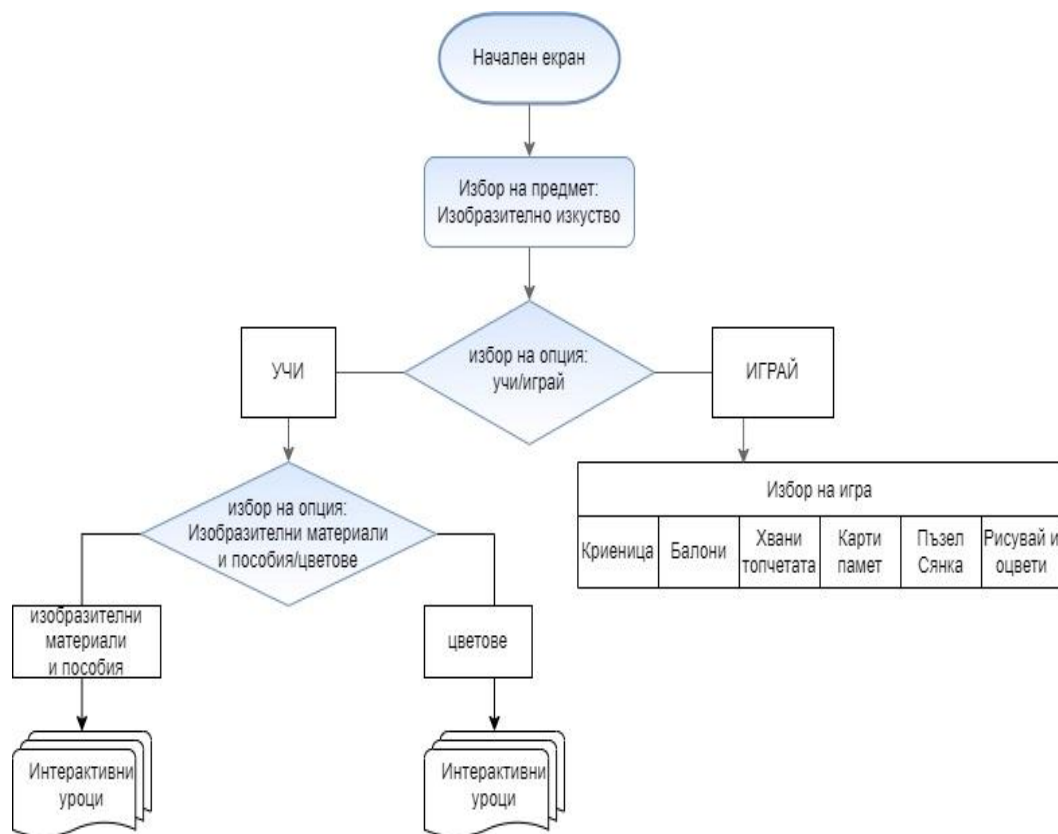
- да въздейства емоционално;
- да развие двигателните им качества;
- овладяване на базисни знания за основни изобразителни средства;
- предизвикване на интерес към изобразителните дейности;
- формиране на умения за възприятията и представите за големина, форма, цвят, пространство;
- развиване на практически умения за изпълнение изобразителни дейности.

Образователният софтуер въздейства върху краткосрочната оперативна памет; дългосрочната памет; вниманието; скоростта на обработка на информацията; мисловните процеси.

Модулът се състои от шест образователни игри на няколко нива, като всяко от тях надгражда знанията и уменията, представени в преходното. Дизайнът е опростен и адаптиран към възможностите на учениците със СОП. Използваните звукови файлове са разделени на няколко групи: въвеждаща музика, звуци за правилни и грешни отговори, наименования на изобразителни материали и пособия, специфични инструкции за някои игри.

Първоначалните опции за избор са:

- Бутон „учи“ с интерактивни уроци, които са създадени по темите, които се изучават в начален етап по учебния предмет „Изобразително изкуство“
- Бутон „играй“ с образователни игри, свързани с тези уроци.



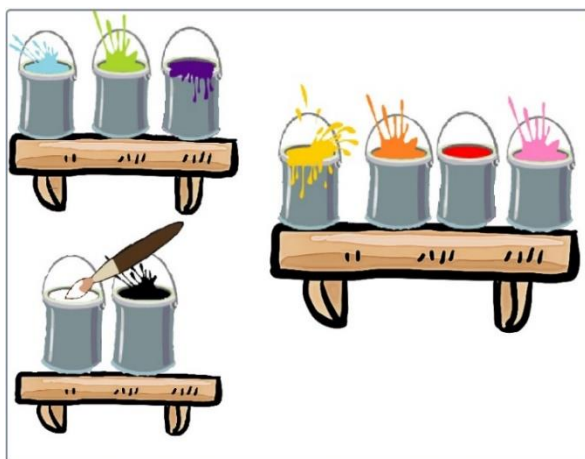
Фигура 11. Структура на модул " Изобразително изкуство "

На фигура 1 е представена схемата на структурата на модул „Изобразително изкуство“. Игрите, основани на изобразително изкуство, предоставят образователни и креативни средства, които вдъхновяват учениците и ги увличат към изкуството.

На фигура 2 и фигура 3 са представени опциите „Изобразителни материали и пособия“ и „Цветове“ за избор на интерактивни уроци. Включени са 16 изобразителни пособия, придружени с описание и звучене, както и деветте цвята под формата на кутии за боя с описание и звучене.

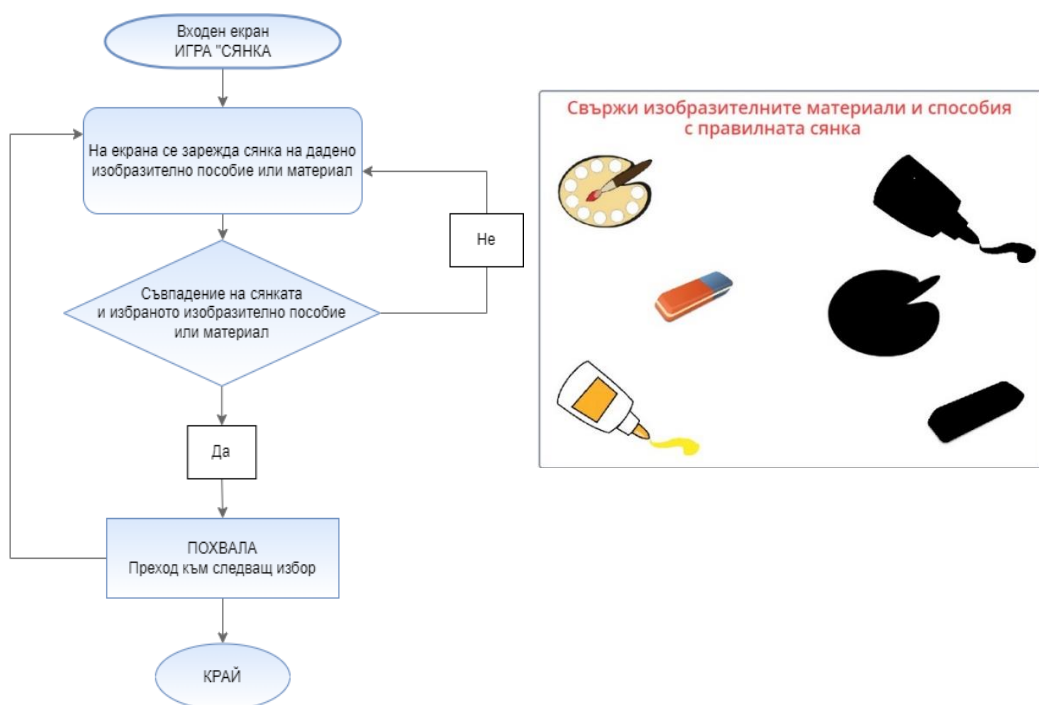


Фигура 12. Опция „Изобразителни материали и пособия“



Фигура 13. Опция „Цветове“

Специално създадените образователни игри от типа „Сянка на предмет“ съчетават образование със забавление. Те насърчават развитието на умения като наблюдателност, творческо мислене и пространствено възприятие при учениците. В нашия случай играта „Сянка“ позволява разпознаването на силуетите на изобразителни пособия и материали (фигура 4).



Фигура 14. Игра „Сянка“



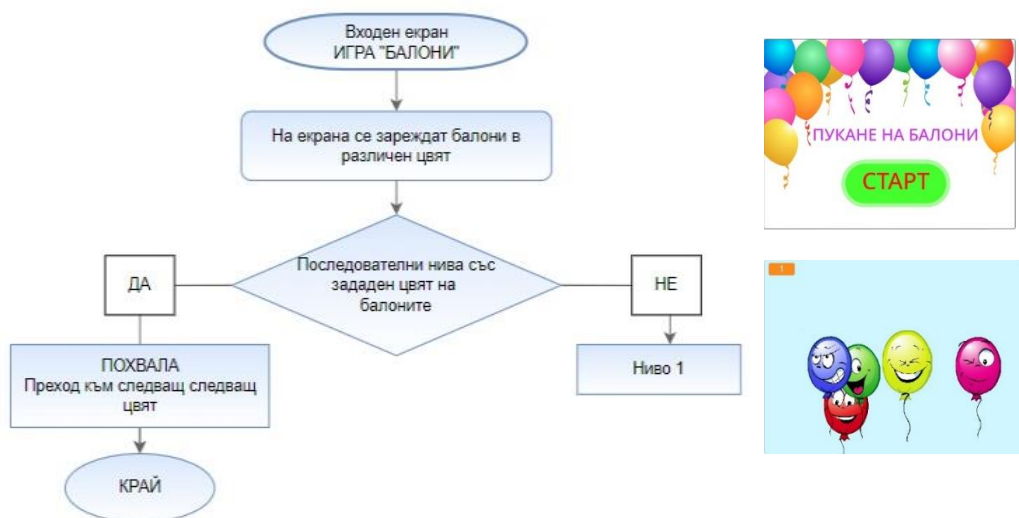
Фигура 15. Игра „Пъзел“

Пъзелите, включително нашата игра "Пъзел" (фигура 5), оказват положително въздействие върху развитието на основни умения при хората. Те стимулират аналитичното мислене, подпомагат развитието на логическото мислене и способността за решаване на сложни задачи. Също така подобряват паметта, увеличават концентрацията и насърчават търпението и настойчивостта при играчите, които работят усилено, за да постигнат решения. В случая с играта "Пъзел" акцентът е върху изобразителните пособия и материали, които се изучават през целия начален учебен етап.



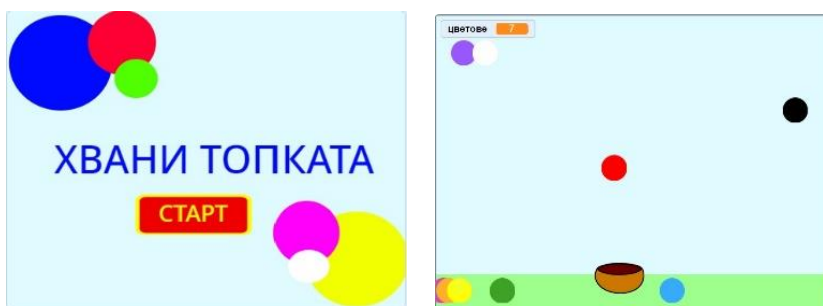
Фигура 16. Игра „Криеница“

Игрите от тип "Скрити предмети" имат разнообразно въздействие върху различни аспекти на когнитивните и физическите умения на играчите. Играта „Криеница“ (фигура 6) представлява забавление и в същото време подпомага за развитието на паметта, стимулиране на креативността, подобряване на уменията за логическо мислене и усъвършенстване на способностите за решаване на предизвикателства. Играта е фокусирана върху изобразителните материали и средства, които се изучават през целия начален учебен етап.



Фигура 17. Игра „Балони“

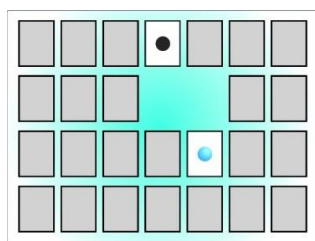
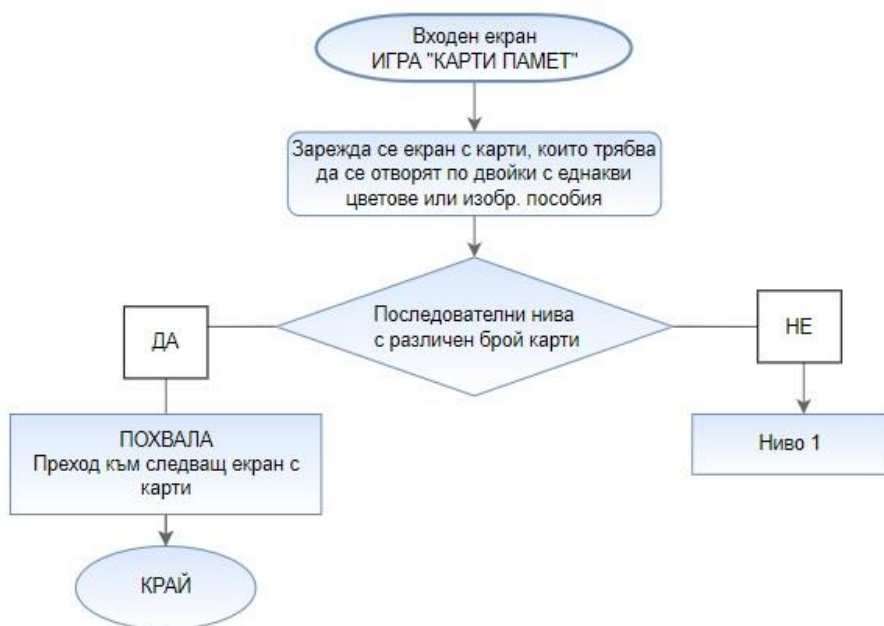
Целта на играта „Балони“ (фигура 7) е да се спукат балоните от зададен цвят, като насърчава играчите да развиват определени умения - наблюдателност, координиране на движенията и бърза реакция. Подобрява способността за разпознаване на цветове и развива логическото мислене при избора на правилния балон за спукване. Помага на играчите да управляват стреса и да се справят с изискващи бързина и точност предизвикателства.



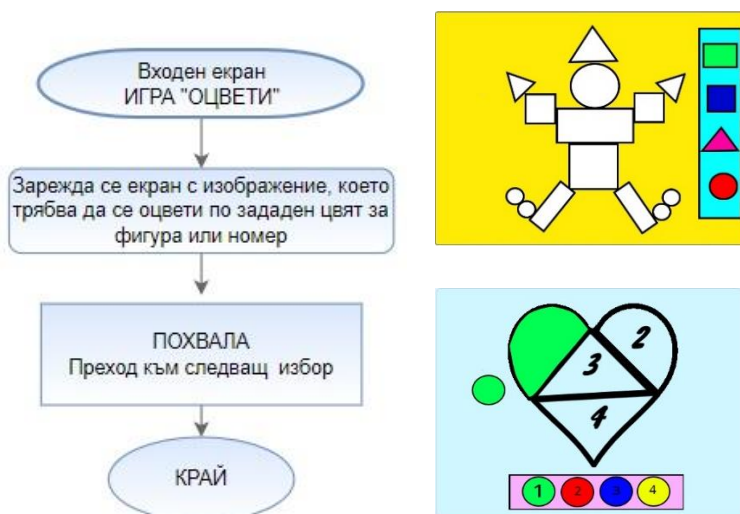
Фигура 18. Игра „Хвани топката“

„Хвани топката“ (фигура 8) е подобна на играта „Балони“, само че целта е да се хванат топки от определен цвят. Тя стимулира умения като наблюдателност и бърза реакция, като насърчава играчите да подобрят способността си да разпознават цветовете и да използват логическо мислене при избора на топка в даден цвят.

Играта „Карти памет“ (фигура 9) имат вълнуващ начин за усъвършенстване на различни умения и са подходящи за развиване на паметта, наблюдателността, концентрацията, логическото мислене и социалните умения. Тя подобрява способността за разпознаване на цветове, изобразителни пособия и материали.

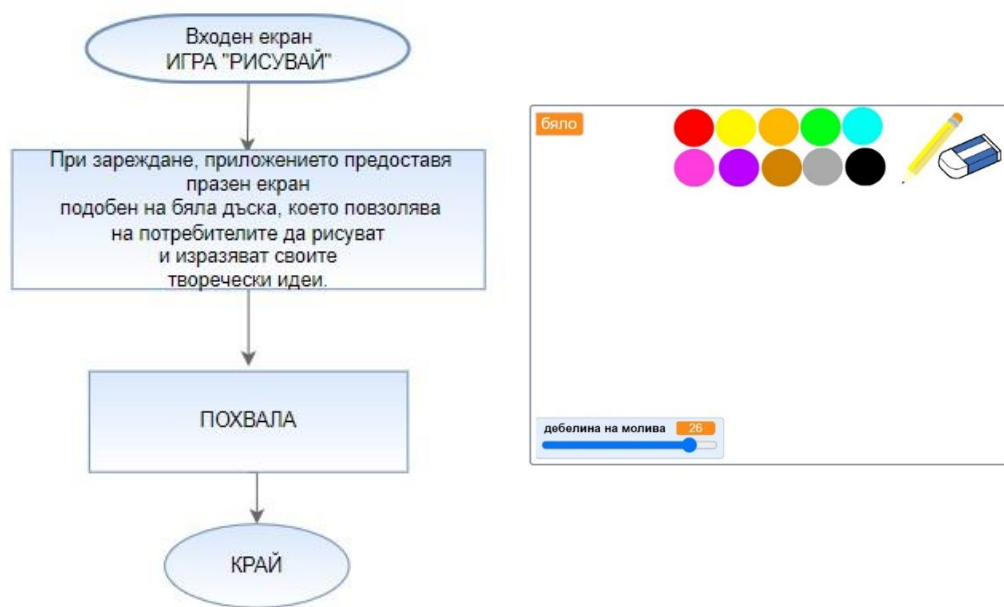


Фигура 19. Игра „Карти памет“



Фигура 20. Игра „Оцвети“

Образователните софтуери за оцветяване и рисуване подпомагат децата в развитието на творчески, графични и креативни умения, както и в усвояването на цветовете и форми. Игрите „Оцвети“ (фигура 10) и „Рисувай“ (фигура 11) предоставя образователна стойност и развлечение, което може да бъде полезно за развитието и обучението на ученици от аутистичния спектър в I-IV клас.



Фигура 21. Игра „Рисувай“

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образователните игри по изобразително изкуство могат да помогнат на учениците I-IV клас от аутистичния спектър да изразяват емоции, подобряват социалните умения, успокояват и развиват визуални и моторни умения. Някои подобни решения на нашите предложения са:

Цифрова бяла дъска

Съществуват множество виртуални бели дъски, които обогатяват учебния процес и позволяват на децата да рисуват и творят в тях. Едни от най-използваните са: LiveBoard, JamBoard.

Наша реализация

Играта "Бяла дъска" е създадена за творческо изразяване, обучение и развиване на множество умения при ученици от начален етап. С оглед на употреба в българския контекст, приложението е с достъпен и разбираем дизайн, който ги прави подходящи и за ученици със специални потребности.

Игри на паметта/ Карти памет

Използват се за подобряване на способността на играчите да си припомнят и разпознават информация, което е полезно умение за учене и развитие. Присъстват във всяка област с разнообразни методи за обучение.

Наша реализация

В играта са включени част от образователното съдържание по предмета „Изобразително изкуство“, което отговаря на стандартите на българската образователна система, с цел да подкрепят учебния процес и развитието на учениците в I-IV клас. Играта „Карти памет“ е разработена с цел да помогне на ученици с РАС да усвоят конкретни изобразителни материали/пособия и цветовете с достъпен и разбираем софтуер.

Игри за разпознаване на цветове

Игрите за цветове се използват предимно като инструмент за обогатяване на учебния процес и включване на забавление и интерактивност в ученето. Игрите, свързани с цветове, включват различни видове активности и упражнения и могат да се използват във всеки учебен предмет. Съществуват множество приложения, които обогатяват учебния процес, като: „Kids цветове учене“, „Colores“, „Color Match“ и др.

Наша реализация

Игрите „Балони“ и „Хвани топката“ са създадени да се използват като образователни инструменти за разпознаването на цветове и ученето на техните наименования на роден език. Те могат да бъдат използвани като допълнителен ресурс в образователните институции.

Пъзели

Игрите като „Пъзел“, „Сянка на предмет“ и „Криеница“ са широко разпространени под различни имена и се използват в разнообразни теми и области.

Наша реализация

Нашите игри от този тип приложения са с опростен дизайн, съобразен с българския стандарт, подкрепящи обучението в I-IV клас по изобразително изкуство.

В днешно време технологиите подпомагат приобщаването на децата със специални образователни потребности в обществото, в образованието и дори на трудовия пазар. За някои технологии са помощно средство, което им помага да разкажат за своите преживявания достъпно за другите.

Целта на този проект е да се създаде софтуер за ученици от начален етап със специални образователни потребности – аутизъм, който чрез игра и забавление да се постигнат определени педагогически цели от начален етап на обучение. Да се запали интереса към изобразителното изкуство и развие творческото мислене. Посредством рисуването да придобиват знания и умения от други предметни области като математика, околна среда и български език.

ЛИТЕРАТУРА

Бояджиева, Н., Градинарова, В. (2016). *Приложение на арт-терапевтичен подход във възпитателната работа при деца с комуникативни нарушения*. Научна конференция с международно участие „Интердисциплинарни логопедични практики“, 101-108. <https://ebox.nbu.bg/logopedy17/pdf/19.pdf>

Косева, В., Стоицов, Г. (2022). *Приобщаващото образование в началната образователна степен за ученици с нарушения от аутистичния спектър*, сп. Педагогика, 94 (5), 622-632. <https://doi.org/10.53656/ped2022-5.06>

Лозанова, Д. (2016). *Приложение на арт терапевтичните подходи в социалната работа с деца*, Психодрила, <https://psihodрила.files.wordpress.com/2017/02/d0bfd180d0b8d0bbd0bed0b6d0b5d0bdd0b8d0b5-d0bdd0b0-d0b0d180d182-d182d0b5d180d0b0d0bfd0b5d0b2d182d0b8d187d0bdd0b8d182d0b5-d0bfd0bed0b4.pdf>

Мануелян, М. (2016). *Подходи, приобщаващи деца със специални образователни потребности. Сборник научни трудове от пътуващ семинар „Белград – Любляна – Италианска Ривиера – Загреб“*, 204-208, Издателство „Фабер“, ISBN: 978-619-00-0477-6, <https://www.shu.bg/wp-content/uploads/file-manager-advanced/users/faculties/pf/izdaniya/seminari/2016/29-manuelian.pdf>

**СЦЕНАРИИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ
В СРЕДА ЗА Е-ОБУЧЕНИЕ МУДЪЛ
Владимир Цветков, Станка Хаджиколева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**SCENARIOS FOR USING PEDAGOGICAL PATTERNS
IN A MOODLE E-LEARNING ENVIRONMENT
Vladimir Tsvetkov, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: Creating educational content in a digital environment in a way that engages learners' attention and supports the assimilation of the material is a challenge for every instructor. The use of pedagogical patterns, which appropriately combine educational activities and resources, aids instructors in constructing the educational content. The article examines scenarios for using pedagogical patterns in a Moodle e-learning environment.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изграждането на учебно съдържание в дигитална среда по начин, който ангажира вниманието на обучаемите и подпомага усвояването на учебния материал, е предизвикателство за всеки преподавател. Все по-често се случва обучаващите да са специалисти в дадена област, но да нямат преподавателски опит. Актуален е и въпросът за предаване на знания на младите специалисти и популяризиране на добри практики по подходящ компактен начин (Magnusson, 2006).

Повтарящите се образователни проблеми и ситуации в процеса на обучение мотивират търсенето на универсални решения. Всяка педагогическа ситуация, задача или проблем, възникнал по време на обучение, от една страна има своите специфични особености, но от друга – има много прилики с други такива. Това мотивира формализирането на патерни в педагогическата наука.

Педагогическите патерни са инструмент за описание на педагогически задачи и възможни начини за тяхното решаване в процеса на обучение. Тяхната цел е да уловят най-добрите практики в конкретна област на преподаване (Fioravanti, 2018). В (Goodyear, 2005) се обобщават ползите от патерните в областта на образованието. Според автора, подход, базиран на патерни, предлага добри и успешни практики в образователния дизайн, вкл.:

- осигуряване на учебен дизайн с изчерпателен набор от идеи;
- предоставяне на тези идеи по структуриран начин, така че отношенията между компонентите на дизайна и патерните са лесни за разбиране;
- комбиниране на проблем и решение, и предлагане на обосновка, която свързва педагогическата философия и доказателства, основани на изследванията, и др.

Един педагогически патерн се описва с помощта на множество различни характеристики. Основните са *име, описание, решение и следствия*. *Името на патерна* загатва за проблема и решението с няколко думи. *Описанието* обяснява ситуация, в която може да се използва патерна. *Решението* се описва абстрактно по такъв начин, че може да бъде използвано многократно, по множество различни начини. *Следствията* очертават

възможните резултати, ползи и компромиси при използването на патерна. В научната литература има патерни, описани в различни формати, вкл. различни характеристики, напр. проблем, контекст, резултати, решение, дискусия, специални ресурси, свързани модели, противопоказания, препратки, и др. (Fioravanti, 2017). Общото между тях е, че дават възможност на преподавателя да почерпи опит от свои колеги (Magnusson, 2006).

Моделирането на педагогически патерни в софтуерна система за управление на обучението подпомага създаването на гъвкав учебен дизайн. В статията е представено едно решение за моделиране на педагогически патерни в среда за е-обучение Мудъл.

2. СЦЕНАРИИ ЗА УПОТРЕБА НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ В МУДЪЛ

В среда за е-обучение, педагогическите патерни могат да се реализират чрез комбинации от учебни дейности и ресурси. Напр. една от най-популярните платформи – Мудъл, към настоящия момент поддържа 15 вида дейности (урок, задание, тест, работилница, база данни, форум, и др.) и 7 вида ресурси (книга, файл, папка, IMS пакет, етикет, страница, URL). Чрез подходящи настройки на тези учебни компоненти могат да се създадат гъвкави учебни пътища и да се моделира адаптивност.

В рамките на настоящото изследване е разработен плъгин в Мудъл, чрез който може да се създават педагогически патерни. Основните роли, които имат отношение към патерните са администратор, преподавател и обучаем.

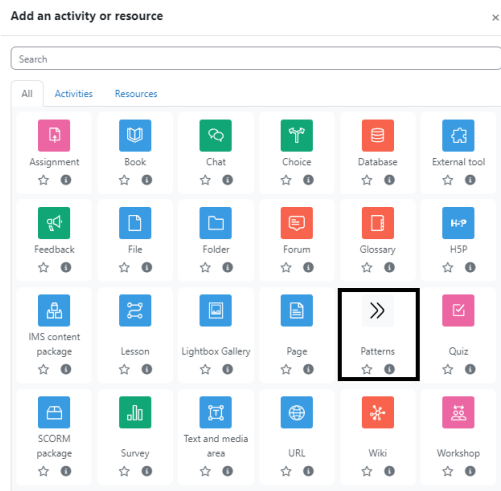
- **Администраторът** може да създава нови патерни, да конфигурира, редактира и изтрива съществуващи патерни.
- **Преподавателят** може да преглежда наличните патерни, да добавя патерн в курс, и да задава специфично съдържание и настройки на учебните компоненти, формиращи инстанцията на патерна.
- **Обучаемият** може да изпълнява учебните дейности, до които има достъп.

Сценариите за употреба ще илюстрираме с педагогическия патерн „Ранно предупреждение“, предложен от Bergin (Bergin, 2012). Този патерн има за цел да се идентифицират пропуски при изучаването на учебен материал още в началния момент на новия урок. След като бъде идентифицирано непознаване или неразбиране на конкретно учебно съдържание, обучаемият се насочва към учебни дейности и ресурси, с които да попълни пропуските в знанията си. Даването на навременни насоки на обучаемите минимизира риска от „изгубване“ на обучаемия в изучаваната материя. Примерен подход за идентифициране на такива пропуски е кратък тест в началото на урока и бързо предоставяне на верните и неверните отговори. Друга възможност са задаването на междинни въпроси по време на урока, с които да се наблегне на основните ключови знания. В Мудъл това може да бъде реализирано по различни начини. Напр. в учебна дейност от тип “Урок” могат да бъдат добавяни страници с учебно съдържание от тип “меню-страница”. Опцията “преход” определя какво следва в учебната дейност, като това може да бъде “следваща страница”, “случаен въпрос”, “предишна страница” и т.н.

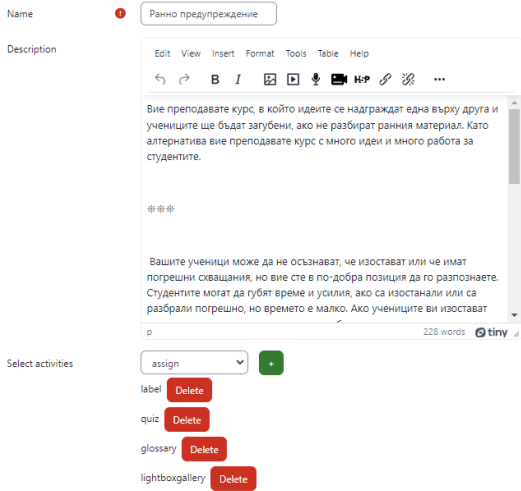
Добавянето на нов патерн в Мудъл се извършва от потребител с роля **администратор**. Тази функционалност е достъпна от менюто за добавяне на нови дейности и ресурси (фиг. 1). След това администраторът трябва да конфигурира патерна, като въведе име и описание, да избере учебните дейности и ресурси, да определи неговата видимост, и др. Веднъж добавени, учебните дейности могат да бъдат модифицирани и изтривани (фиг. 2).

Един възможен начин за моделиране на патерн „Ранно предупреждение“ е напр. чрез учебни дейности и ресурси “Етикет”, “Тест”, “Речник” и “Галерия”. Чрез *етикета* може да се даде контекст за учебния материал, който предстои да бъде изучаван. Целта на *теста* е да се идентифицират пропуски в знанията на обучаемите. Удачно е веднага да се даде обратна връзка за грешните отговори със съответни пояснения и линкове към учебни ресурси, от които обучаемите да запълнят пропуските си. *Речникът* е подходящ за затвърждаване на термини, които са ключови за усвояване на новия учебен материал, а *галерията* може да се използва за илюстриране на важна информация с графики и изображения. Тук специфична

настройка е последователността на достъпните дейности за обучаемия. Подходящо е те да бъдат преминавани последователно, като всяка успешно премината дейност отключва следващата.



Фигура 1. Създаване на нов патерн

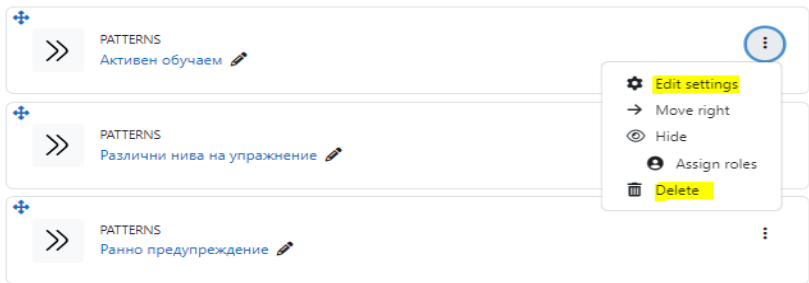


Фигура 2. Конфигуриране на патерн

Патерн “Ранно предупреждение” може да бъде реализиран в рамките на урок и по друг начин - чрез две групи дейности. Първата част включва дейностите “Етикет”, “Урок”, “Галерия” и “Речник”. Целта е да бъде преподаден урок или някаква концепция, а след това ключовите моменти да бъдат затвърдени чрез галерия, илюстрираща изучаваните понятия и речник с новите термини.

Втората част цели проверка за разбиране на изучаваните понятия и концепции. Патернът включва дейностите “Тест”, “Обратна връзка” и “Галерия”. След полагаването на теста и установяването на пропуските, преподавателят ще получи обратна връзка, а галерията може да се използва като предварителна подготовка за следващия урок.

Създадените патерни се визуализират в административния модул и могат да бъдат редактирани (фиг. 3).



Фигура 3. Управление на патерни

Преподавателят може да разглежда наличните патерни. За всеки патерн може да разглежда описанието, в какви случаи и как е подходящо да се използва, какви учебни дейности и ресурси включва, и да прецени и дали да го добави в курса (фиг. 4).

При добавяне на патерн в курс, съответните дейности на патерна се инстанцират в курса и преподавателят може да ги конфигурира по желан от него начин. Всички действия – разместване на учебните дейности, задаване на учебно съдържание, настройки, вкл. свързани с определяне на условия и последователност на достъпване на учебните ресурси, скриване, изтриване и др. се извършват по стандартния за Модъл начин (фиг. 5).

Name: Ранно предупреждение

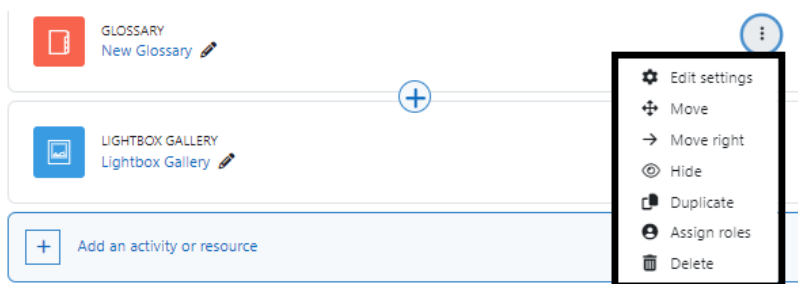
Activities and resources:

- o label
- o quiz
- o glossary
- o lightboxgallery

Description: Вие преподавате курс, в който идеите се надграждат една върху друга и учениците ще бъдат загубени, ако не разбират ранния материал. Като алтернатива вие преподавате работа за студентите. *** Вашите ученици може да не осъзнават, че изостават или че имат погрешни схващания, но вие сте в по-добра позиция да го разпознаете. Студентите могат ако са изостанали или са разбрали погрешно, но времето е малко. Ако учениците ви изостават или пропускат ранен материал, ще им бъде трудно да наваксят и да успеят. *** Затова РАННО, когато видите, че не се справят с количеството работа или са разбрали погрешно някоя тема. Съветът е най-добър, ако посочва пътя към успеха, а не просто посочва препятствия дадете съвет, толкова по-голям е шансът за успех на ученика. Това може да приеме много форми. Ако вашият курс има специални клопки за студента, можете да ги публикувате в 438 за ГО ОЦЕНКЕ ОТНОВО, SAM, можете да посочите капана на прекраването на твърде много време в преработка на стари документи, вместо да напредвате в нови. *** Помага, ако дад бързо връщате отбелязаните работи. Някои университети изискват изпити във всеки курс всеки път, например. Можете да говорите насаме с ученик, ако смятате, че има потенциал на

[Add to this course](#)

Фигура 4. Преглед на патерн и добавянето му в курса



Фигура 5. Конфигуриране на инстанция на патерн

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съвременните софтуерни системи поддържат богати възможности за моделиране на учебни дейности, създаване на учебни пътища, моделиране на адаптивност, и др. Учебните компоненти могат да бъдат групирани и конфигурирани по различни начини, за постигане на различни учебни цели. Интегрирането на педагогически патерни в дигитална среда подпомага работата на преподавателите, като предоставя опит и идеи за организиране на учебния процес. Използвани по подходящ начин, патерните помагат да се задържи вниманието и интереса на обучаемите и да се стимулира активна работа, което несъмнено води до по-добри учебни резултати.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работата е подкрепена от проект СП23-ФМИ-008, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Bergin, J., Eckstein, J., Manns, M., Sharp, H., et al. (2012). Pedagogical Patterns: Advice For Educators. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN: 1479171824.

Fioravanti, M., & Barbosa, E. (2017). A Pedagogical Pattern Language for Mobile Learning Applications. In Proceedings of the 24th Conference on Pattern Languages of Programs (PLoP 2017), Vancouver, BC, Canada., Oct., pp. 1-22. ISBN: 978-1-941652-06-0.

Fioravanti, M., & Barbosa, E., (2018). A Catalog of Pedagogical Patterns for Learning Applications. In IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2018 (pp. 1-9). <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658904>.

Goodyear, P. (2005). Educational design and networked learning: Patterns, pattern languages and design practice. Australasian Journal of Educational Technology. DOI: 10.14742/ajet.1344.

Magnusson, E. (2006). Pedagogical Patterns – a method to capture best practices in teaching and learning. Lund University. Retrieved from <https://www.lth.se/fileadmin/lth/genombrottet/konferens2006/PedPatterns.pdf>.

ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ В МУДЪЛ

Владимир Цветков, Иван Желев, Станка Хаджиколева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

IMPLEMENTATION OF PEDAGOGICAL PATTERNS IN MOODLE

Vladimir Tsvetkov, Ivan Zhelev, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The idea of using pedagogical patterns in education has found its application in the practice of educational specialists. The accelerated introduction of online learning has raised the issue of integrating these patterns into software platforms. The article presents an approach for implementing pedagogical patterns in the Moodle e-learning environment. A model of a software plugin is proposed, through which pedagogical patterns can be created as a collection of educational activities and resources, arranged according to specified rules.

Keywords: pedagogical patterns, Moodle, e-learning

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Счита се, че терминът *патерн* (pattern) е употребен за първи път от австрийския архитект Кристофър Александър. Той е един от пионерите в използването на архитектурни патерни в архитектурата и урбанизма. Работата му е насочена към разработване на прости решения за сложни дизайнерски проблеми, вариращи от градско планиране до интериорен дизайн. Разработва теория за архитектурен дизайн, която се базира на разбирането и конфигурирането на архитектурни шаблони (design patterns). Той определя патерна като правило от три части, изразяващо връзка между определен контекст, проблем и решение – “моделът е решение на проблем в определен контекст” (Alexander, 1979). Особено популярно е следното обяснение на Александър: „Всеки патерн описва проблем, който се появява отново и отново в нашата среда, и след това описва решението на този проблем, така че можете да използвате това решение милион пъти, без никога да го правите по същия начин два пъти. За удобство и яснота, архитектът унифицира патерните, като ги описва в конкретен формат (Alexander, Ishikawa, Silverstein et al., 1977).

Идеите на Александър за употреба на патерни са намерили приложение в различни области. В научната литература са описани патерни за преподаване на чужди езици (Körpe & Nijsten, 2012), за популяризиране на проекти (Naruse, Takada et. al., 2008), за представяне на нови идеи (Manns & Rising, 2015), патерни на бизнес процеси (Adams, Koushik et. al., 2001), за описание на софтуерни архитектури, базирани на патерни (Buschmann, Meunier et. al., 2013) и мн. др. През години патерните намират своето място и в педагогическата наука, като създават основа за предаване на педагогически опит. Разработени са множество специфични модели, наречени *педагогически патерни* (ПП). Общоприето е разбирането на Бергин, който определя ПП като метод за споделяне на добри практики по начин, позволяващ всяка практика да бъде използвана от много хора, по много различни начини (Bergin, Eckstein et al., 2012). От гледна точка на специалистите, ПП описват педагогически задачи и възможни начини за тяхното решение в структуриран формат. Основните характеристики на патерн са име, описание, решение и следствия. *Името* на патерна загатва за проблема и решението с няколко думи. *Описанието* обяснява задача или проблемна ситуация, в която може да се

използва патерна. Решението се описва абстрактно по такъв начин, че може да бъде използвано многократно, по множество различни начини. Следствията очертават възможните ползи и компромиси при използването на патерна.

През последните години нараства използването на софтуерни инструменти и среди за управление на обучението. Въпреки това, все още няма достатъчно софтуерни решения за използване на педагогически патерни в е-обучението. В електронна среда, ПП могат да бъдат реализирани чрез плъгин, поддържащ моделиране и конфигуриране на комбинации от учебни дейности и ресурси, подредени по начин, подпомагащ постигането на конкретни учебни цели.

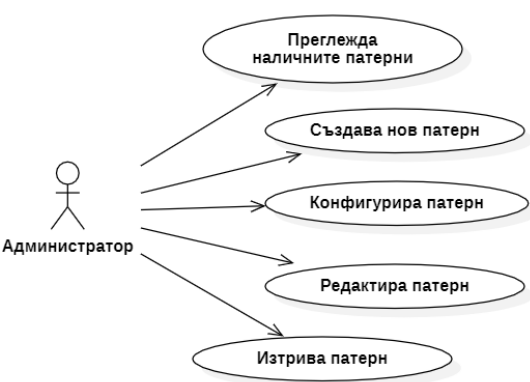
В статията е представена работата по изграждане на плъгин за използване на ПП в среда за е-обучение Moodle. То има за цел да осигури възможности за моделиране и използване на ПП за управление на обучението. Сценарии за употреба на ПП са представени в (Цветков, 2024).

2. ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ, РОЛИ И ФУНКЦИОНАЛНОСТИ

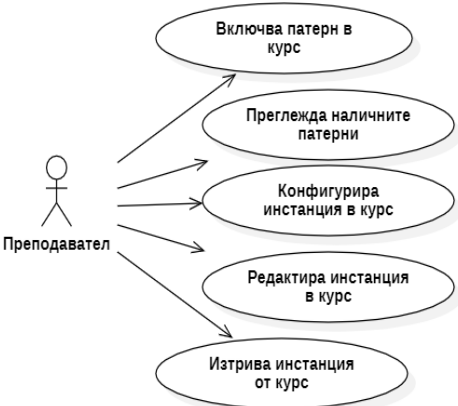
Основните изисквания, поставени пред разработката на плъгина за създаване на педагогически патерни в Мудъл включват:

- да поддържа гъвкав модел за публикуване, управление и контрол на педагогически патерни;
- всеки патерн да се персонализира под формата на инстанции на педагогически патерн, като съвкупност от учебни дейности и ресурси, подредени и конфигурирани по подходящ начин;
- всеки патерн да бъде придружен с информация за неговото използване от педагогически специалист, вкл. описание на патерна, къде и в какъв контекст е приложим, предимства и ограничения при употребата му, и др.
- да бъде с интуитивен потребителски интерфейс, вкл. подходящ за употреба от неспециалисти.

Плъгинът използва стандартните роли, поддържани в Мудъл. Той предлага разширение, което може да бъде използвано от потребители с роля *администратор* и *преподавател*. Основните случаи на употреба са илюстрирани на фиг. 1 и 2.



Фигура 1. Случаи на употреба за потребител с роля „администратор“



Фигура 2. Случаи на употреба за потребител с роля „преподавател“

Администраторът, освен всички дейности, които може да извършва по подразбиране в среда Мудъл, може също така да преглежда наличните патерни, да създава, конфигурира, редактира и изтрива патерни (фиг. 1). Създаването на нов патерн включва задаване на име и описание на патерна, а също така Конфигурирането на патерн включва избор на конкретни

учебни дейности и ресурси, подредени в определена последователност, с които се реализират целта и стратегията на патерна

Преподавателят от своя страна използва моделираните патерни, за да създаде конкретно учебно съдържание. Основните функционалности са представени на фиг. 2. Той може да *преглежда списък с наличните в системата патерни* и да избере подходящ. *Включването на патерн в курс* води до създаване на инстанция в курса, т.е. конкретни учебни дейности и ресурси, които трябва да бъдат конфигурирани с конкретно учебно съдържание. Този процес се означава като *конфигуриране на инстанция на патерна в курс*. В допълнение на това, авторът в последствие може да редактира и изтрива инстанция от курса.

Използването на педагогически патерни е прозрачно за *студента*. Той *преглежда учебни ресурси и изпълнява учебни дейности*, без да предполага за съществуването на патерните.

3. СОФТУЕРНА РЕАЛИЗАЦИЯ

За разработката на плъгина е използвана стандартна инсталация на Moodle. Имайки предвид поставените цели и проектираните функционалности, е необходимо да бъде разширена базата данни на Мудъл. Създадена е таблица `mod_patterns`, която съдържа информация за патерните, вкл. име на патерн, описание, и учебни дейности и ресурси, формиращи патерна. Файлът **install.xml** дефинира структурата на таблицата, необходима за работата на плъгина. Той има следното съдържание:

```
<XMLDB PATH="mod/patterns/db" VERSION="20230620" COMMENT="XMLDB file for the Patterns activity module">
  <TABLES>
    <TABLE NAME="patterns" COMMENT="Main table for storing patterns">
      <FIELDS>
        <FIELD NAME="id" TYPE="int" LENGTH="10" NOTNULL="true" UNSIGNED="true" SEQUENCE="true"/>
        <FIELD NAME="name" TYPE="char" LENGTH="255" NOTNULL="true" SEQUENCE="false"/>
        <FIELD NAME="intro" TYPE="text" NOTNULL="false" SEQUENCE="false"/>
        <FIELD NAME="selecteditems" TYPE="text" NOTNULL="true" SEQUENCE="false" COMMENT="JSON encoded list of selected items"/>
      </FIELDS>
      <KEYS>
        <KEY NAME="primary" TYPE="primary" FIELDS="id"/>
      </KEYS>
    </TABLE>
  </TABLES>
</XMLDB>
```

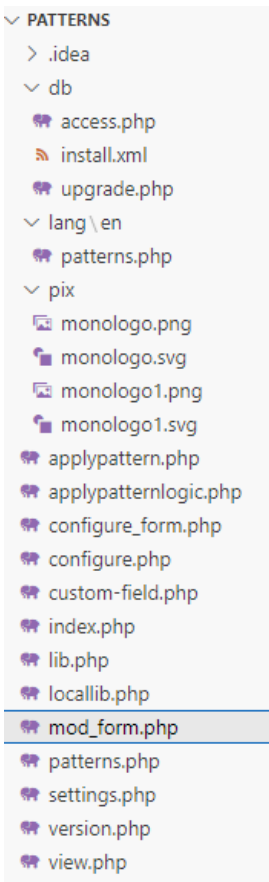
Стандартно за инсталацията на Мудъл, всеки един от модулите се намира в директория *mod*. По същия начин, разработеният модул за работа с патерни и необходимите за работата му файлове се намират в директория *mod/patterns* (фиг. 3).

От потребителска гледна точка, основните функционални модули на хранилището са:

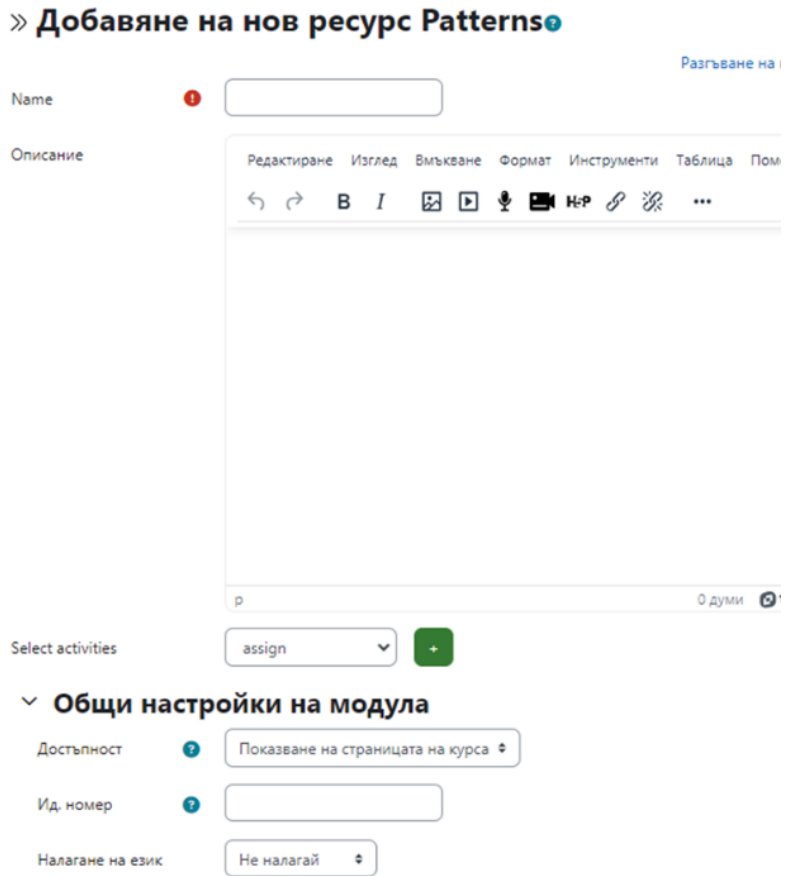
- Модул за създаване на патерни от потребител от тип *администратор*;
- Модул за инстанциране на патерн за потребител от тип *преподавател*;

Плъгинът използва стандартния за Мудъл потребителски интерфейс. Използвани са стандартните класове, които са разширени за целите на разработката. Файлът, който е отговорен за визуализацията на функционалността на модула е `mod_form.php`. Класът `mod_patterns_mod_form` наследява клас `moodleform_mod`. Тук се използват стандартните полета за “Име”, “Описание”, а също и “Общи настройки на модула”. Типът на потребителя се определя с функцията *has_capability()*. Тя дава информация дали даден потребител има достъп до определена функционалност в даден контекст. Това, което потребител от тип

„администратор“ вижда, е страница с форма за добавяне на нов патерн (фиг. 4).



Фигура 3. Файлова структура на плъгина



Фигура 4. Добавяне на нов патерн от потребител с роля „администратор“

Специфичните за патерн полета се дефинират във файла „mod_form.php“ (фиг. 5).

```
function definition() {
    global $USER, $COURSE,$PAGE;
    $mform = $this->_form;

    $context = context_course::instance($COURSE->id);
    $is_admin = has_capability('moodle/site:config', $context, $USER->id);

    $instance = $this->get_instance();
    $selecteditems = [];

    $mform->addElement('text', 'name', get_string('name', 'mod_patterns'));
    $mform->setType('name', PARAM_TEXT);
    $mform->addRule('name', null, 'required', null, 'client');
    // Add the hidden field for admin mode
    $mform->addElement('hidden', 'adminmode', $is_admin);
    $mform->setType('adminmode', PARAM_BOOL);
}
```



```

if($instance > 0) {
    $patternId = $instance;
    $selecteditems = fetch_selected_items_from_db($patternId);
}

if ($$is_admin) {
    //-----Description-----
    $this->standard_intro_elements();
    $element = $mform->getElement('introeditor');
    $attributes = $element->getAttributes();
    $attributes['rows'] = 20;
    $element->setAttributes($attributes);
    //-----Dropdown with activities-----
    $mform->addElement('html', render($selecteditems));
} else {
    redirect(new moodle_url('/mod/patterns/view.php?id=0&courseId='.$COURSE->id));
}

```

Фигура 5. Дефиниране на полета за патерна във файл „mod form.php“

Полето *Select activities* е от тип *dropdown*. От него се избират конкретни стандартни за Мудъл учебни дейности и ресурси, които формират патерна. За неговата визуализация и функционалност се грижи файлът *custom-field.php* (фиг. 6).

```

function render($selecteditems) {
    $modules = core_component::get_plugin_list('mod');

    $html = '<div id="fitem_id_name" class="form-group row fitem">';
    $html .= '<div class="col-md-3 col-form-label d-flex pb-0 pr-md-0">';
    $html .= '<label id="id_activities_sel" class="d-inline word-break " for="id_activities_sel">Select activities</label>';
    $html .= '</div>';
    $html .= '<div class="col-md-9 form-inline align-items-start felement">';
    $html .= '<select class="form-control mr-3">';
    foreach ($modules as $modname => $modpath) {
        $html .= '<option value="'.$modname.'">';
        $html .= $modname;
        $html .= '</option>';
    }
}

```

Фигура 6. Дефиниране на полета за патерна във файл „custom-field.php“

Функцията *render()* генерира HTML съдържание и JavaScript код за изобразяване на елемент по потребителския интерфейс, свързан с избора и показването на дейности в Мудъл, като се добавя контейнер *<div>* с различни CSS класове и етикети за стилизиране. За извличането на всички налични дейности и ресурси от среда Мудъл, се използва функция *get_plugin_list()*. Те се визуализират в падащото меню *Select activities*. Бутонът "+" (*<button>*) добавя избраната дейност към списъка с дейности на патерна. За избраните елементи се генерира *<div>* контейнер за визуализирането им. За всеки избран елемент се генерира елемент *<div>*, *<input>* елемент със стойността на избора елемент и бутон *Изтриване* за премахване на елемента от списъка.

JavaScript функционалността изпълнява добавяне на елементи към изборния списък, когато се натисне бутона "+". Той прикачва слушател на събития към събитието *DOMContentLoaded*, за да гарантира, че *DOM* е напълно зареден, преди да изпълни скрипта.

При избиране на бутона „+“, скриптът извлича изборния елемент от падащото меню, създава нов *<div>* елемент, за да го покаже, добавя скрито *<input>* поле, за да го включи в изпращането на формуляр, и добавя бутон *Delete* за премахване на добавения елемент.

При натискане на бутон *Submit* и избор на *Запазване и връщане в курса* или *Запазване и показване*, функция *patterns_add_instance()* добавя към базата данни запис за патерна и неговите дейности и ресурси.

Файлът *lib.php*, намиращ се в директория *mod/patterns* съдържа функциите за *CRUD* операциите към базата, необходими за работата на модула (фиг. 7).

```
<?php

defined('MOODLE_INTERNAL') || die();

function patterns_add_instance($patterns) {
    global $DB;

    $pat = new stdClass();
    $pat->description = isset($_POST['info']) ? $_POST['info'] : 'Default info';
    $pat->name = isset($_POST['name']) ? $_POST['name'] : 'Default Name';
    $pat->selecteditems = isset($_POST['selecteditems']) ? implode(',', $_POST['selecteditems']) : '';

    return $DB->insert_record('patterns', $pat);
}
```

Фигура 7. Файл „lib.php“

В случай, че потребителят не е от тип *администратор*, а *редактиращ учител*, той ще вижда всички патерни, създадени в Модул от администратора. Функционалността за визуализиране на наличните патерни е в директория *mod/patterns/view.php* (фиг. 8).

```
if ($all_patterns) {
    echo "<ul class='list-group'>";

    foreach ($all_patterns as $pattern_record) {
        echo "<li class='list-group-item'>";
        echo '<b>Name:</b> ' . format_string($pattern_record->name);

        $selected_items = explode(",", $pattern_record->selecteditems);

        // Display selected items
        if (!empty($selected_items)) {
            echo "<br/><b>Activities and resources:</b><ul>";
            foreach ($selected_items as $item) {
                echo "<li>" . format_string(trim($item)) . "</li>";
            }
            echo "</ul> <br/>";
        } else {
            echo "<div>No items selected for this pattern.</div>";
        }

        if (!empty($pattern_record->intro)) {
            echo '<b>Description:</b> ' . format_string($pattern_record->intro);
        } else {
            echo "<div><b>No description available.</b></div>";
        }

        if (!$is_admin) {
            // echo " <br/><br/><a href='applypattern.php?courseid={ $courseid }&pattern={ $pattern_record"
        }

        echo " <br/><br/><a href='applypattern.php?courseid={ $courseid }&pattern={ $pattern_record->id }'";

        echo "</li>";
    }

    echo "</ul>";
} else {
    echo "No patterns available.";
}
```

Фигура 8. Файл „view.php“

Функцията *get_records('patterns')* връща списък с всички налични патерни от таблица *patterns*, ако има такива. Ако резултатът от изпълнението е празен списък, на екрана ще бъде визуализирано съобщение “*No patterns available.*” В страницата се визуализира списък с всички налични патерни. Преподавателят може да види всички детайли за тях - име, подробно описание – кога и как е подходящо да се използва патерна, списък с дейностите и ресурсите, които включва и др. Натискането на бутон *Add to this course* изпълнява функционална логика от файл *applypattern.php* и *applypatternlogic.php* (фиг. 9).

The image shows two identical-looking card templates for course patterns. Each card has a light gray border and a white background. The top card has the following content:

- Name:** Ранно предупреждение(2)-Концепция
- Activities and resources:**
 - label
 - lesson
 - lightboxgallery
 - glossary
- No description available.**
- Add to this course** (button)

The bottom card has the following content:

- Name:** Ранно предупреждение(2)-Проверка за разбиране на концепцията
- Activities and resources:**
 - quiz
 - feedback
 - lightboxgallery
- No description available.**
- Add to this course** (button)

Фигура 9. Налични патерни, които могат да се добавят в курс

По този начин преподавателят инстанцира патерна в курса, като след това може да конфигурира съдържание за всеки от учебните дейности и ресурси, също и да зададе специфични правила и настройки за тяхното изпълнение от обучаемите.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качеството на обучението до голяма степен зависи от квалификацията на преподавателите и качеството на учебните ресурси. Дигиталната среда предлага много изкушения, които привличат вниманието и е все по-трудно да се предложи атрактивно обучение, което да удовлетворява обучаемите. Това поставя високи и специфични изисквания за реформиране и конструирането на учебния процес по начин, който да заинтригува обучаемите.

Безспорно, педагогическите патерни могат да се използват не само в присъствена форма на обучение, но и онлайн, и в хибридна форма на обучение. Нещо повече – стандартните функционалности, поддържани от софтуерните платформи за управление на обучението поддържат достатъчно възможности за моделиране на различни педагогически патерни.

Използването на софтуерни инструменти, предоставящи възможност за моделиране на педагогически патерни и последващото им инстанциране в конкретни курсове улеснява и оптимизира работата на преподавателите при подготовката им за учебния процес. От друга страна, добрия учебен дизайн мотивира и насърчава обучаемите по време на работата им.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работата е подкрепена от проект СП23-ФМИ-008, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Adams, J., Koushik, S., Galambos, G., Vasudeva, G. (2001). Patterns for e-business: A Strategy for Reuse. IBM Press. ISBN: 1931182027.

Alexander, C. (1979). The Timeless Way of Building. Oxford University Press, New York. ISBN: 0-19-502402-8.

Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., et al. (1977). A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford University Press. ISBN-10: 0195019199.

Bergin, J., Eckstein, J., Manns, M., Sharp, H., et al. (2012). Pedagogical Patterns: Advice For Educators. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN: 1479171824.

Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., Stal, M. (2013). Pattern-Oriented Software Architecture - A System of Patterns. John Wiley & Sons. ISBN: 9781118725269.

Köppe, C., Nijsten, M. (2012). Towards a Pattern Language for Teaching in a Foreign Language. In VikingPloP 2012 Conference. Retrieved from <https://www.hillside.net/plop/2012/papers/Group 1 - Elk/A Pattern Language for Teaching in a Foreign Language -.pdf>.

Manns, M., Rising, L. (2015). Fearless Change: Patterns for Introducing New Ideas. Addison-Wesley. ISBN: 0134395255.

Naruse, M., Takada, Y., Yumura, Y., Wakamatsu, K., Iba, T. (2008). Project Patterns: A Pattern Language for Promoting Project. In 15th Conference on Pattern Languages of Programs, October 19, 2008, Nashville, USA. ISBN: 978-1-60558-151-4.

Цветков, В., Хаджиколева, Ст. (2024) Сценарии за използване на педагогически патерни в среда за е-обучение Мудъл, Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив, серия В. Техника и технологии, т. XXI, ISSN 1311-9419 (Print), ISSN 2534-9384 (Online), 2024.

ОТНОСНО АНАЛИТИЧНИТЕ РЕШЕНИЯ НА СИНУС-ГОРДЪН УРАВНЕНИЕТО

Валентин Георгиев, Павлина Атанасова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

ON THE ANALYTICAL SOLUTIONS OF THE SINE-GORDON EQUATION

Valentin Georgiev, Pavlina Atanasova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The sine-Gordon equation is a famous nonlinear partial differential equation, arising in a plethora of physical systems both classically and nowadays. In this paper, the authors have unified, classified and illustrated some analytical solutions, including travelling waves, multisolitons, antisolitons and breathers. Furthermore, methods for finding solutions of a multidimensional generalisation of the equation are considered.

Keywords: partial differential equation, nonlinearity, sine-Gordon equation, analytical solution, inverse scattering transform, soliton, breather

1. INTRODUCTION

The sine-Gordon equation

$$u_{xx} - u_{tt} = \sin(u)$$

is a prominent partial differential equation, one of its values in applications being having soliton solutions. It first originated in differential geometry (Bour, 1862) while its name is a play on words, due to its linear approximation being known as the Klein-Gordon equation $u_{xx} - u_{tt} = u$.

It has many physical applications like the description of self-induced transparency (Lamb, 1971), the dynamics in long Josephson junctions (Mazo & Ustinov, 2014) the description of magnetic domain wall dynamics (Feldkeller, 1968), the classical model of one-dimensional dislocation theory (Lamb, 1980), the unified description of mesons and their particle sources (Perring & Skyrme, 1962) and others.

By using the transformations

$$\begin{aligned}\xi &= \frac{1}{2}(x - t) \\ \eta &= \frac{1}{2}(x + t)\end{aligned}$$

one can obtain another often used form of the equation $u_{\xi\eta} = \sin(u)$.

Due to scientific results in recent years (Gojkovic & Ivancevic, 2016), (Kwon et al., 2022), the solutions found by the authors are unified and classified for ease of further use.

2. SOLUTIONS

Let us note that to every solution presented in the current paper, we can add $2\pi k, k \in \mathbb{Z}$, because of the 2π periodicity of the sine function.

2.1. Travelling waves

One of the simplest classes considered is the travelling wave solution. In (Perring & Skyrme, 1962) the sine-Gordon equation is solved by substituting $s = \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2}}$, where v is a constant, into the sine-Gordon equation, reducing it to a pendulum-like equation

$$\frac{d^2 u}{ds^2} = \sin(u).$$

The found solutions are:

1. $u(s) = 2 \arcsin[\pm k \operatorname{sn}(i(s - s_0); k)]$ for $v > 1$. $s_0 \in \mathbb{R}$ being a constant of integration and k being the modulus of the Jacobi elliptic function sn .
2. $u(s) = 2 \arcsin[\pm \operatorname{sech}(s - s_0)]$ for $v < 1$.

In (Lamb, 1980) a different procedure is proposed. By searching for solutions of the form $u(x, t) = 4 \arctan \left[\frac{X(x)}{T(t)} \right]$, another travelling wave solution is found:

3. $u(x, t) = \pm 4 \arctan \left[c \exp \left(\frac{x \pm vt}{\sqrt{1-v^2}} \right) \right]$ where c is a constant of integration and $v = \frac{\sqrt{m^2-1}}{m}$, $m^2 > 1$. All sign combinations are possible.

This solution is more interesting than the previous, because its derivative with respect to x is a soliton, a localized disturbance or pulse, that retains its shape even after interacting with other solitons (Lamb, 1980). This solution is demonstrated in Figs. 1 and 2 with $m = 3/2$, $c = 1$, the outer sign being positive, the inner – negative, Fig. 2 being the derivative shown for $t = -7, 0, 7$.

2.2. Other Simple Solutions

Other simple solutions can be found, using the procedure in (Lamb, 1980). The c_1, c_2 in these solutions are constants of integration.

1. Two-soliton solution:

$$u(x, t) = \pm 4 \arctan \left[\frac{\sqrt{m^2-1}}{m} \frac{\sinh(mx + c_1)}{\cosh(\sqrt{m^2-1}t + c_2)} \right] \text{ with } m^2 > 1.$$

Here we have two solitons that travel towards and pass through each other, much like the three-soliton solution, presented later on in the current paper.

2. Soliton-Antisoliton solution:

$$u(x, t) = -4 \arctan \left[\frac{m}{\sqrt{m^2-1}} \frac{\sinh(\sqrt{m^2-1}t + c_2)}{\cosh(mx + c_1)} \right] \text{ with } m^2 > 1.$$

In this case we have two solitons – one with positive and the other with negative values, travelling towards each other. Upon meeting, they cancel each other out and then emerge from the collision unscathed.

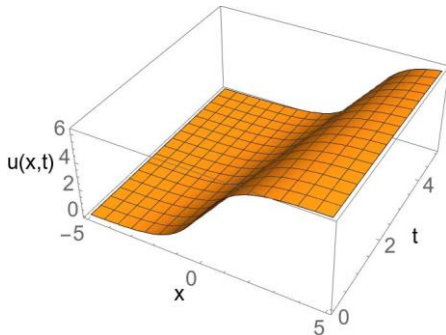


Figure 1. One-soliton solution

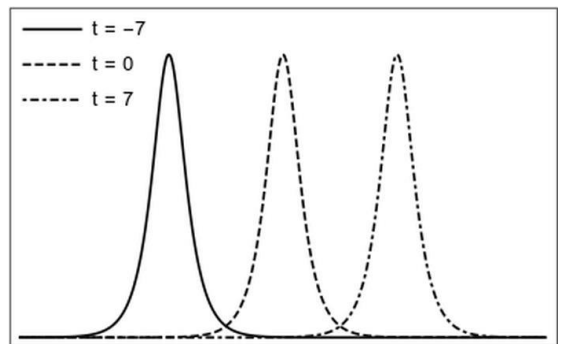


Figure 2. One-soliton derivative

3. Breather:

$$u(x, t) = -4 \arctan \left[\frac{m}{\sqrt{1-m^2}} \frac{\sin(\sqrt{1-m^2}t + c_2)}{\cosh(mx + c_1)} \right], \text{ where } m^2 < 1.$$

This solution is a nonlinear wave, whose energy is concentrated in a localized and oscillatory fashion. The breather is demonstrated in Figs. 3 and 4 with $m = 0.5, c_1 = c_2 = 0$.

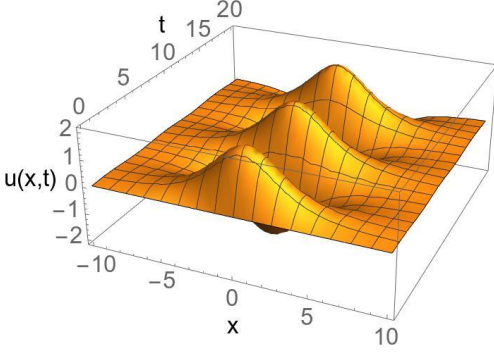


Figure 3. Breather solution

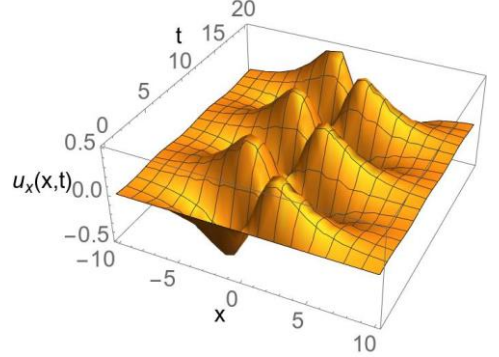


Figure 4. Breather derivative

2.3. N-soliton Solutions

To obtain N -soliton solutions, we can use the inverse scattering transform (Lamb, 1980), a rather involved process, whose application leads to

$$u(x, t) = -4 \arctan \left[\frac{\text{Im det}(\mathbf{I} - i\mathbf{M})}{\text{Re det}(\mathbf{I} - i\mathbf{M})} \right],$$

where $\mathbf{I}$ and $\mathbf{M}$ are $N \times N$ matrices, $\mathbf{I}$ being the identity matrix, and $M_{ij} = \frac{im_j}{k_i + k_j} \exp \left[i \left(\frac{t}{2k_j} - (k_i + k_j)x \right) \right]$, $i, j = \overline{1, N}$ and k_n are numbers on the positive imaginary axis.

As an example, using the above procedure, we have derived the following solution, setting $k_1 = 3i/2, k_2 = i, k_3 = i/2$, $m_1 = 1, m_2 = 2, m_3 = 3$:

$$u(x, t) = -4 \arctan \left[\frac{-2700e^{t+x} - 900e^{\frac{t}{2}+2x} - 300e^{\frac{t}{3}+3x} + e^{\frac{11t}{6}+6x}}{900 - 3e^{\frac{5t}{6}+3x} \left(100e^{\frac{2t}{3}+4e^{2x}} + 75e^{\frac{t}{2}+x} \right)} \right].$$

The collision of three solitons is shown on Fig. 5.

2.4. Similarity solution

Another type of solution is a similarity solution. Like the travelling wave solution, by applying the transformation $\zeta = \xi\eta$ in the second form of the sine-Gordon equation, we turn the partial differential equation into the ordinary one:

$$\zeta u'' + u' = \sin(u).$$

It can be shown that this is a special case of the equation that defines the third Painleve transcendent by introducing a new variable $w = \exp(iu)$. However, since the solutions cannot be expressed by elementary functions, it is preferable to numerically integrate the equations. Such results are demonstrated in (Lamb, 1980).

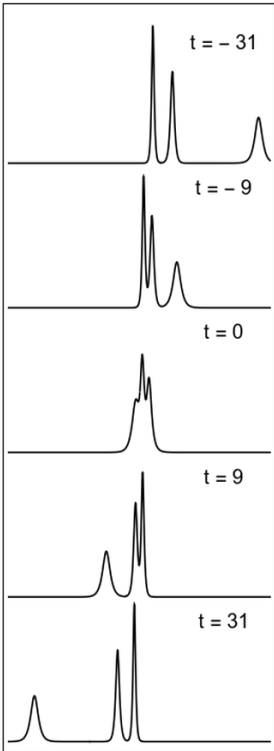


Figure 5. Derivative of the three-soliton solution

3. MULTIDIMENSIONAL GENERALIZATION

The sine-Gordon equation has many generalisations, one of the most natural being

$$\nabla^2 u - u_{tt} = \sin(u),$$

where ∇^2 is the n -dimensional Laplacian operator.

One way of tackling the $(2 + 1)$ -dimensional equation, presented in (Martinov & Vitanov, 1992), is a proper choice of an ansatz in order to remove the nonlinearity of the differential equation and furthermore to reduce the finding of solutions to solving a nonlinear algebraic system of equations. The solutions found are of the form

$$u(x, y, t) = 4 \arctan [A f(\alpha x; k_1) g(\beta y + \gamma t; k_2)].$$

Here f and g are Jacobi elliptic functions, A , β and γ are constants, while α , k_1 and k_2 are completely determined through the constants.

A different approach (Zhong et al., 2020) is to reduce the multidimensional equation to the one dimensional case, for which we already have found solutions. While the authors of that paper consider the $(2+1)$ -dimensional case, this method also works for n -dimensional sine-Gordon equation. Let us use the substitution

$$\begin{aligned} \xi &= \sum_{k=1}^n a_k x_k + \frac{1}{2} t \\ \eta &= \sum_{k=1}^n a_k x_k - \frac{1}{2} t, \end{aligned}$$

where a_k are constants and x_k are independent variables. Using this change of variables, we get

$$\left(\sum_{k=1}^n a_k^2 - \frac{1}{4} \right) (u_{\xi\xi} + 2u_{\xi\eta} + u_{\eta\eta}) + u_{\xi\eta} = \sin(u)$$

If we choose the constants in such a way so that the equality holds $\sum_{k=1}^n a_k^2 = \frac{1}{4}$, we are left with $u_{\xi\eta} = \sin(u)$, which is one of the classical two forms of the sine-Gordon equation. Let us note that this procedure in the one-dimensional case is precisely what is described in the introduction.

4. CONCLUSION

In this paper, we have explored different solutions of the sine-Gordon equation, unifying the results heretofore found in the scientific literature, separating them into their own classes and visualising some of them. We have also considered the multidimensional version of the equation, providing some methods for solving it and proposing a generalisation to the method used in (Zhong et al., 2020).

ACKNOWLEDGEMENTS: This study is financed by the European Union-NextGenerationEU, through the National Recovery and Resilience Plan of the Republic of Bulgaria, project DUECOS BG-RRP-2.004-0001-C01.

BIBLIOGRAPHY

- Bour, E.**, (1862) “Theorie de la deformation des surfaces” *Journal de l’École impériale polytechnique*, 22 (39), 1-148
- Feldtkeller, E.** (1968). “Magnetic Domain Wall Dynamics” *Physica Status Solidi*, 27, 161-170
- Gojkovic, Z., Ivancevic, T.** (2016) “Control of the extension–flexion cycle of human knees during bicycle riding by a synergy of solitary muscular excitations and contractions” *Nonlinear Dyn*, 86, 2071-2080
- Kwon, OK., Kim, C., Kim, Y.** (2022) “Supersymmetric inhomogeneous field theories in

1+1 dimensions” *J.High Energ. Phys.*, 140

Lamb, G. L. (1971). “Analytical Descriptions of Ultrashort Optical Pulse Propagation in a Resonant Medium” *Reviews of Modern Physics*, 43, 99

Lamb, G. L. (1980). *Elements of Soliton Theory*. John Wiley & Sons, Inc.

Martinov, N., Vitanov, N. (1992). “On some solutions of the two-dimensional sine-Gordon equation” *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 25, L419

Mazo, J. J., Ustinov, A.V. (2014). “The sine-Gordon Equation in Josephson-Junction Arrays” *The sine-Gordon Model and its Applications*, 155-175

Perring, J. K., Skyrme, T. H. R. (1962). “A Model Unified Field Equation” *Nuclear Physics*, 31, 550-555

Zhong, W., Zhong, WP., Belic, M. R. et al (2020). “Embedded solitons in the (2+1)-dimensional sine-Gordon equation” *Nonlinear Dynamics*, 100, 1519-1526

ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ЧИСЛЕНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДЖОЗЕФСОНОВ КОНТАКТ

Павлина Атанасова, Костадин Теодосиев
Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"

APPLICATION FOR NUMERICAL INVESTIGATION OF JOSEPHSON JUNCTION

Pavlina Atanasova, Kostadin Teodosiev
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The following application is created for physicists who study Josephson junctions. Several numerical methods are implemented in order to investigate through adequate mathematical models. The user can choose between different program modes and adjust all relevant parameters. The results are presented in graphs with the desired accuracy. They can be dynamically amended and customized with several graphical settings. The graphs can be used by physicists in their study, articles and presentations.

Keywords: numerical methods, investigation, implementation, mathematical model, Josephson junctions, application

ВЪВЕДЕНИЕ

Джозефсоновият ефект е феномен при който ефектите на квантовата механика се наблюдават в обикновен, а не в атомен мащаб. Той има много и разнообразни приложения във физиката. Джозефсоновите контакти (Newrock, 1997) са устройства, които прилагат този ефект и са едни от често използваните обекти в модерните нанотехнологии, физика на кондензираните среди, физика на ниските температури, свръхпроводимост. За тях, както и за множество други физични задачи, е от особено значение тяхното числено изследване (Samarski & Mikhailov, 2002), както и реализацията на подходящ софтуер за прилагане на съответните числени методи и визуализация на получените резултати.

ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

В своя най-прост вид джозефсоновият контакт е съставен от два слоя свръхпроводящи метала, разделени с тънка диелектрична бариера. Брайън Джозефсон теоретично предсказва (Josephson, 1962), че между двата свръхпроводящи слоя може да протича ток при определени условия. Обуславя се т.нар. ефект на Джозефсон (Josephson, 1974). Магнитният поток за статични разпределения в контакта при разширени предположения за експерименталната постановка се описва със следната гранична задача (Hatakenaka & Hideaki, 2000):

$$-\varphi'' + a_1 \sin \varphi + a_2 \sin 2\varphi - \gamma = 0, x \in (-l; l) \\ \varphi'(\pm l) = h_e,$$

където са използвани обозначенията:

$\varphi = \varphi(x)$ - магнитен поток по направление на x -оста,

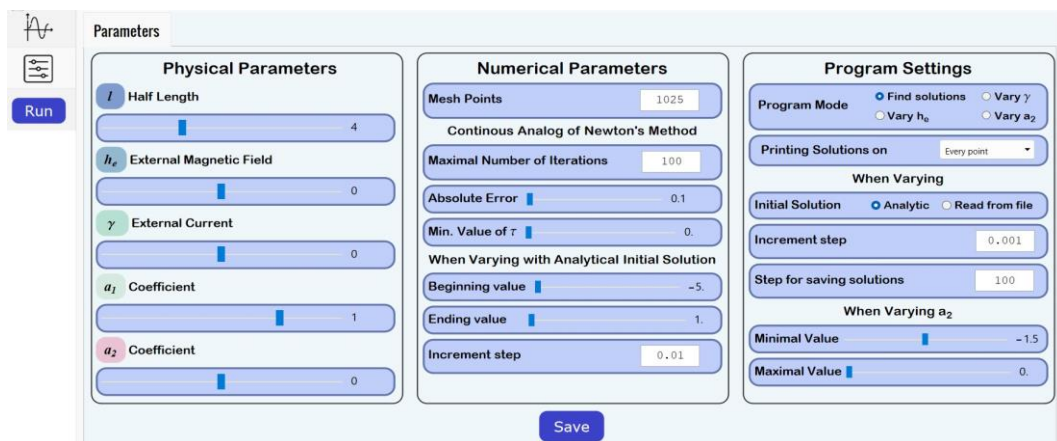
$\varphi' = \varphi'(x)$ - вътрешно магнитно поле по направление на x -оста,

l - полу дължината на контакта, h_e - външно магнитно поле, γ - външен ток, a_1 и a_2 - зависят от технологиите за изготвяне на контакта.

ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ЧИСЛЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Използва се реализирана програма (Atanasova, 2011) във вид на изпълним файл, която дава резултатите под формата на множество файлове с данни. Тя имплементира съответните числени методи - непрекъснат аналог на метода на Нютон (Zhikov & Puzynin, 1968) и алгоритъм за продължение по параметрите (Zemlyanaya & Barashenkov, 2005). Разчитането на резултатите и тяхната графична обработка е изключително трудоемък и времеемък процес. Поради тази причина от авторите на настоящата статия е разработено представеното приложение за удобна употреба с потребителски ориентиран интерфейс. За осъществяването му са използвани технологиите на *Wolfram Mathematica* (Wolfram), които са специализирани за технически изчисления и са подходящи за научни изследвания и експерименти. Приложението е насочено към визуализация на резултатите във вид на графики и анимации както и техния числен анализ.

В представения продукт се предоставят възможности да бъдат изследвани разпределенията на множество физични характеристики по отношение на x и по отношение на вариращия параметър като потенциала, джоуфеновата плътност, магнитния поток и др.



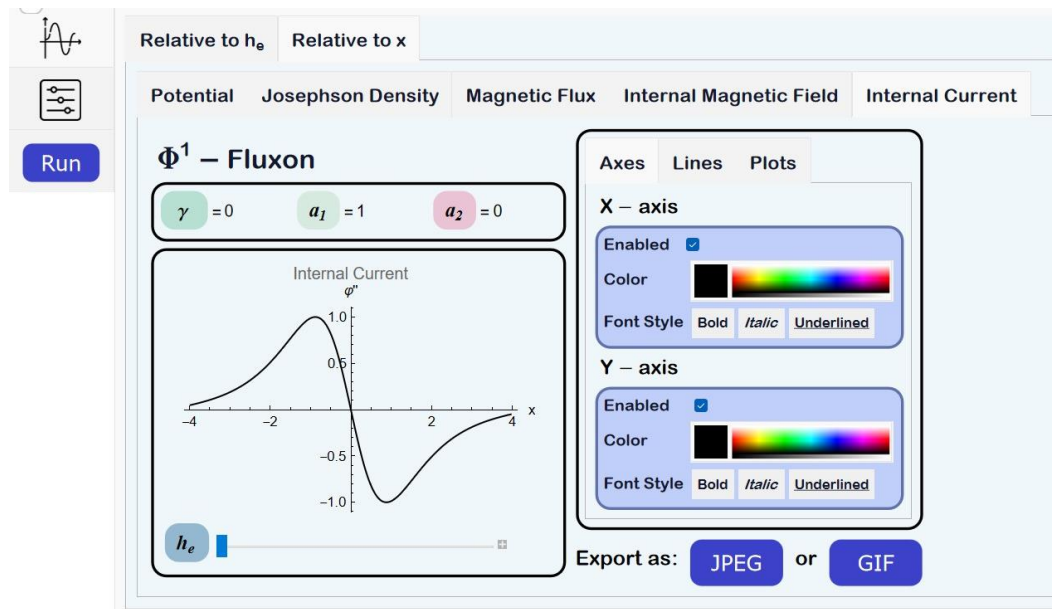
Фигура 1. Раздел на физичните и числените параметри заедно с настройките за работа на програмата в подменю “Parameters”.

На Фиг. 1 е показано подменю “Parameters”, което е разделено на 3 панела. В първия могат да се зададат стойностите на физичните параметри чрез слайдерите или чрез директно попълване на стойностите. Във втория панел са поместени числените параметри като броя на точките на графиките, точността на крайните резултатите и минималната стойност на параметъра τ , от който се определят итерациите в непрекъснатия аналог на метода на Нютон по формулата на Ермаков-Калиткин. Третият панел съдържа полета за настройки на програмата. Чрез бутон “Save” се запазват избраните стойности. За да се стартира програмата за намиране на решения, се използва бутонът “Run” намиращ се отляво на подменюто с параметри.

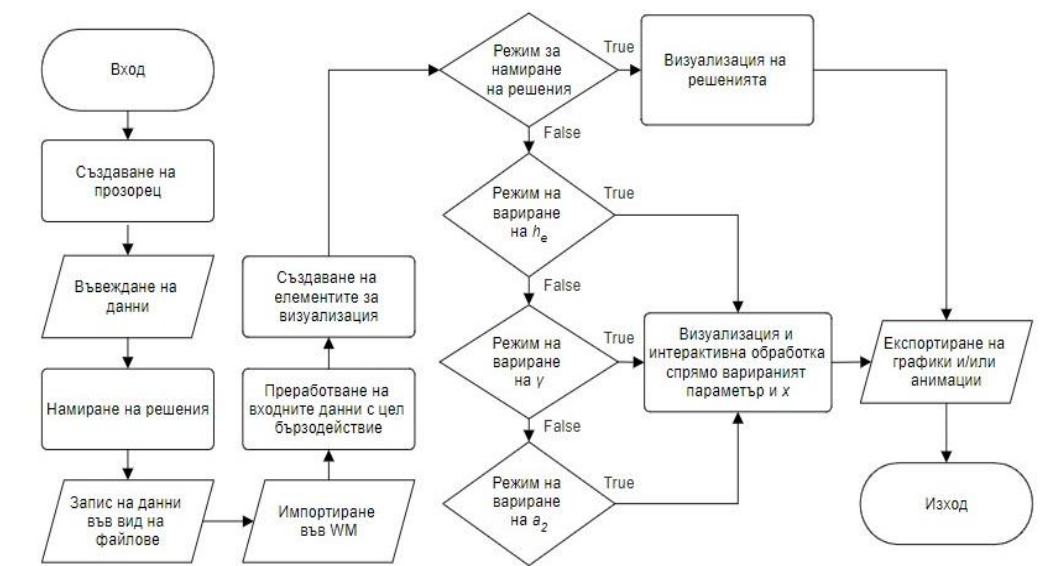
На Фиг. 2 е показан един от екраните на подменю “Plots”. На него е визуализирана графика на резултатите за вътрешния ток, включващ слайдер за манипулация на вариращия параметър, текущи стойности на физичните параметри, а също и панел с опциите за персонализиране на графичните настройки.

На блок схемата от Фиг. 3 се демонстрира начинът на работа на приложението. След създаването на началния прозорец, потребителят избира стойностите на параметрите, които определят физичните характеристики и провеждането на числения експеримент. Също така

въвежда и настройките на работа на изпълнимия файл. При запазване на промените и стартиране на програмата се реализира поредица от стъпки, след края на които се извеждат резултатите в графичен вид според избрания режим на работа. Визуализираните резултати могат да се запазят като изображения или анимации.



Фигура 2. Раздел на вътрешния ток (Internal Current) в подменю “Plots”



Фигура 3. Блок схема на приложението

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното приложение има за цел да предостави удобен начин за изследване на множество физични характеристики при джозефсоновите контакти. Прилагат се подходящи числени методи, а получените резултати биват визуализирани като интерактивни изображения с възможности за динамична манипулация. Те могат да бъдат персонализирани

чрез различни графични настройки и да бъдат запазени като графики или анимации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е финансирано от Европейския съюз – NextGenerationEU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект ДУЕКОС BG-RRP-2.004-0001-C01.

ЛИТЕРАТУРА

Atanasova P. (2011). Numerical Methods and Algorithms for the Study of Nonlinear Parametric Problems in Physics. [PhD Thesis, University of Plovdiv].

Hatakenaka N., Hideaki T., Yoshiro K., Satoshi T. (2000). Double sine-Gordon fluxons in isolated long Josephson junction. *Physica B*, Vol.284–288, p. 563-564.

Josephson B. D. (1962). Possible new effects in superconductive tunnelling. *Physics Letters*, 251-253. [https://doi.org/10.1016/0031-9163\(62\)91369-0](https://doi.org/10.1016/0031-9163(62)91369-0).

Josephson B. D. (1974). The discovery of tunnelling supercurrents. *Rev. Mod. Phys.* 46 (2): 251–254. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.46.251>.

Newrock R. (1997). What are Josephson junctions? How do they work?, *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/what-are-josephson-juncti/>.

Samarskii A. A., Mikhailov A. P. (2002). *Principles of Mathematical Modelling: Ideas, Methods, Examples*. Taylor and Francis Group.

Wolfram (2023, October 31). *Official website of Wolfram Mathematica*. <https://www.wolfram.com/mathematica/>.

Zemlyanaya E. V., Barashenkov I. V. (2005). Numerical Analysis of Travelling Solitons in Parametrically Driven, Damped Nonlinear Schroedinger Equation. *Mathematical Modelling*, 17, 65-78.

Zhidkov E. P., Puzynin I. V. (1968). Application of a continuous analogue of Newton's method to approximate solution of a non-linear boundary value problem. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 180:1.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЕВРОННИТЕ МРЕЖИ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ОБУЧЕНИЕТО ПО АНГЛИЙСКИ ЕЗИК

Костадин Йотов, Мария Горгорова, Ваня Иванова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR PREDICTION OF ENGLISH LEARNING OUTCOMES

Kostadin Yotov, Maria Gorgorova, Vanya Ivanova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Artificial neural network (ANN) is a computational model that is an essential part of modern ideas for developing and using artificial intelligence systems. This paper presents an application of neural networks for predicting English learning outcomes of students from the Faculty of Mathematics and Informatics at the University of Plovdiv Paisii Hilendarski. For this study, we used Orange data mining software. Using Orange, feedforward artificial neural network models were built and trained on the input data with the students' results. Experiments have shown that the results can be predicted with great accuracy.

Keywords: artificial neural networks, data processing, Orange data mining

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изкуственият интелект навлезе бързо в ежедневието на хората, за да улесни и оптимизира различни дейности. Той намира разнообразни форми на приложение и в сферата на обучението както от страна на преподавателите, така и от страна на обучаемите – за създаване на учебни ресурси, за адаптиране на обучението в зависимост от индивидуалното представяне на обучаемите, за разпознаване на проблемни ситуации в учебната среда, за автоматизирано оценяване на изпитни материали, и др.

Интерес за преподавателите представлява възможността за прогнозиране на бъдещото представяне на обучаемите на база на резултатите, получени по време на учебния процес. Разполагайки с такава информация, преподавателите могат в ранен етап да идентифицират студентите, които не се справят успешно с учебния материал, и да им предложат своевременна помощ.

В научната литература са описани множество изследвания, в които са използвани различни подходи за автоматизирано оценяване, анализ и предсказване на представянето на обучаемите.

Бланко и колектив провеждат изследване за предсказване на резултатите от обучението на студенти по дисциплините Структури от данни I и II част (Blanco et al., 2016). Те проектират модел на невронна мрежа с трислойна архитектура. За входния и скрития слой използват сигмоидалната хиперболична тангентна функция, а за изходния слой – линейната функция. Постигнатата точност на прогнозите е съответно 78% и 75% за I и II част на курса.

Амазона и Хернандез провеждат подобни експерименти за академичното представяне на студентите (Amazona & Hernandez, 2019). Те създават три различни класификационни модела – Naive Bayes, Decision Tree и Neural Network за предсказване на представянето на студентите. Анализът на резултатите показва, че най-висока точност от 95% е постигната с невронната мрежа.

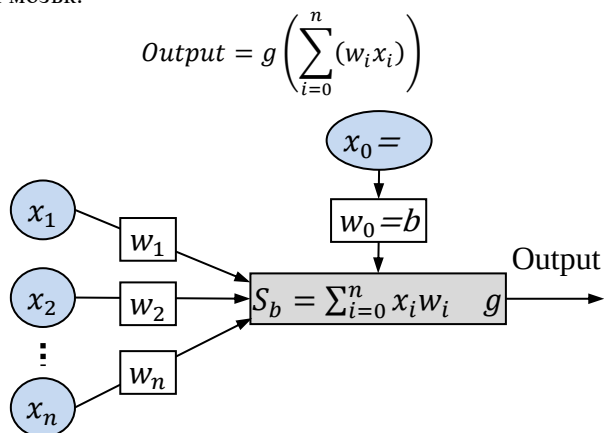
Секероглу и неговият екип експериментират с различни алгоритми за машинно обучение (Sekeroglu et al., 2019). Те провеждат 18 експеримента с 5 алгоритъма за машинно обучение. Използват два модела на невронна мрежа – с обратно разпространение (Backpropagation - BP) и дългосрочна/краткосрочна памет (Long/Short-Term Memory - LSTM). Получените резултати им дават основание да заключат, че представянето на студентите може да бъде прогнозирано с голяма точност.

Експеримент за оценяване на мисловни умения от висок и нисък порядък е представен в (Hadjzhikolev et al., 2021). В него са използвани резултатите от проведени тестове и курсови задания на студенти, обучаващи се по дисциплината “Програмиране в Интернет с PHP и MySQL” в Пловдивския университет. Оценъчните компоненти са фокусирани върху оценяването на различни когнитивни умения на база таксономията на Блум и включват задачи за разясняване на концепции, прогнозиране на резултата от изпълнението на кратък програмен код, интерпретация и модифициране на код, откриване на грешки в програмен код, проектиране и разработване на уеб приложение и др. Проведени са експерименти с 4 различни метода – Neural networks, Support vector machine, Linear Regression и Random Forest. Изследването показва, че четирите метода, използвани по подходящ начин, могат с малка грешка да формират финалните оценки на обучаемите. Освен това, генерираните от алгоритмите прогнозни резултати могат да се използват и в друг аспект – за откриване на некоректно формирани от преподавателя оценки.

В настоящата статия е представено изследване на възможностите за прогнозиране на представянето на студентите по английски език, на база резултатите от предходни оценявания. Създадени са модели на невронни мрежи, като за експериментите е използвано софтуерното приложение Orange. То е среда за визуално програмиране, базирано на компоненти, наречени „виджети“. Предоставя инструменти за динамична визуализация и анализ на данни, както и прогнозиране, включително модели и алгоритми за машинно обучение. Приложението е свободно достъпно и с интуитивен интерфейс, което го прави лесно за употреба от преподаватели и от неспециалисти по информатика и изкуствен интелект.

2. ИЗКУСТВЕНИ НЕВРОННИ МРЕЖИ

Изкуствените невронни мрежи (ИНМ) са изчислителен модел, който е съществена част от съвременните идеи за разработване и използване на системи с изкуствен интелект (Hagan et al., 2014; Haykin, 2016; Aggarwal, 2018). Състоят се от множество взаимосвързани изчислителни компоненти, наречени "неврони", които образуват структура, симулираща работата на човешкия мозък.

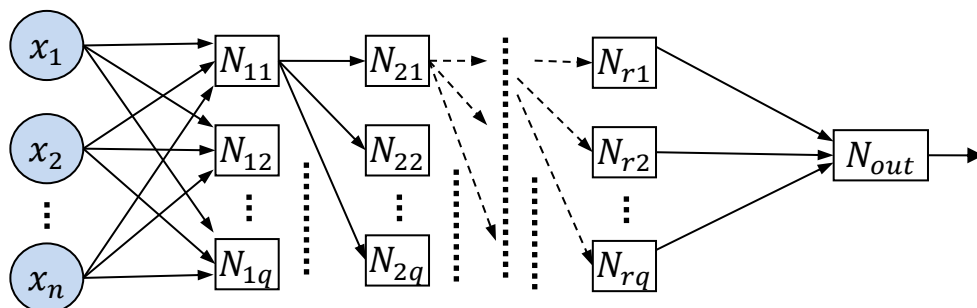


Фигура 1. Структура на изкуствен неврон

Също както биологичния неврон, така и изкуствената нервна клетка има входяща част, често наричана дендритна система, тяло, в което се формира сумарният сигнал, базиран на

входовете на неврона и изход (фиг. 1). Характеризира се с наличие на прагова стойност b и трансферна функция g , с помощта на която се формира изходният сигнал по аксона.

Изкуствените невронни мрежи се състоят от няколко слоя неврони, подредени последователно, включващи входни, скрити и изходни слоеве (фиг. 2). Входният слой получава данните от външната за неврона среда, скритите слоеве извършват обработка и прехвърлят информацията напред, а изходният слой формира крайния резултат.



Фигура 2. Изкуствена невронна мрежа с r скрити слоя, във всеки от които има по q неврона

Въз основа на своята структура, принципите на своята функционалност, взети заедно с възможността за обучение, изкуствените невронни мрежи се превръщат в мощен инструмент за обработка на информация, решаване на сложни задачи и прогнозиране (Li, 2022).

3. ПОСТАНОВКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

За провеждане на експериментите са използвани изкуствени невронни мрежи с право разпространение на сигнала. Моделите на невронните мрежи са реализирани чрез специализиран софтуер за интелигентна обработка на данни Orange. Orange е безплатно приложение с отворен код и поддържа множество инструменти за анализ и визуализация на данни.

Като входно-изходни образци за обучението на невронните мрежи са използвани резултатите от 3 теста по английски език на 4 групи студенти от първи курс, редовна форма на обучение във Факултета по математика и информатика (ФМИ) на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ). Тестовите изпитвания са проведени през учебните 2020-2022 г. със специалности информатика, бизнес информационни технологии (БИТ) и софтуерни технологии и дизайн (СТД).

Във ФМИ студентите изучават английски език само през първата година от своето обучение, с изключение на спец. БИТ, които имат лекции и упражнения по бизнес английски език през четвъртата година от следването си в университета. За целите на обучението по чуждия език, студентите се разпределят в групи по езикови нива, съгласно Общата европейска референтна рамка за езиците (от A1 до C2) чрез тест за определяне на езиковото равнище „Placement test“ – първото от трите тестови изпитвания на студентите. Тестът за определяне на езиковото равнище представлява набор от 80 затворени въпроса с избираем отговор, на които студентите отговарят в рамките на около 30 минути. В зависимост от получените резултати, студентите се преразпределят от административни в езикови групи със сходни знания и умения на обучаемите. Оценяването по английски език се извършва с текуща оценка, поради което освен самостоятелна работа под формата на домашни задания, които студентите разработват и предават всяка седмица, се провеждат и две тестови изпитвания – в средата на семестъра „Тест 1“ и в неговия край „Тест 2“. Тестовите се разработват от преподавателя върху конкретния изучаван материал по специално разработени критерии на базата на таксономията на Блум (Bloom et al., 1956). Те съдържат от по-лесни към по-сложни въпроси и включват както затворени (дихотомни задачи от типа

вярно или невярно и въпроси с по 4 опции за отговор), така и отворени въпроси с дълги отговори. Извадка от използваните данни е представена в таблица 1.

Основната цел на експеримента е да се създаде модел на невронна мрежа, която на база наличните резултати от проведени тестове по английски език, да предвиди резултата от „Тест 2“, при известни резултати от „Placement test“ и „Тест 1“.

За решението ѝ са проведени разнообразни експерименти с еднослойни и многослойни невронни мрежи, в които невроните от скритите слоеве притежават различни по вид трансферни функции:

- Линейна: $f(x) = x$;
- Логистична: $f(x) = \frac{L}{1+e^{-k(x-x_0)}}$ (L и x_0 са съответно супремум и средна точка на функцията, а k е скоростта на логистичното нарастване);
- Хиперболичен тангенс: $f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$;
- Ректифицирана линейна функция: $f(x) = \max(0, x)$.

За удобство при проследяване и сравнение на резултатите, създадените модели на невронни мрежи, са включени в една обща схема в Orange (фиг. 4).

4. МОДЕЛ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ С НЕВРОННИ МРЕЖИ

Входно-изходните образци се подават като входни данни на невронните мрежи от модулите Input/Output Data и Data Table. Извадката се състои от 64 образци, които на случаен принцип автоматично се разделят на три групи:

- образци за обучение на невронната мрежа – 75% от цялата извадка;
- образци за валидация на обучението – 15%;
- образци за тест на невронните мрежи – 10%.

Използвани са следните алгоритми за обучение:

- Квази-Нютонов метод за работа с ограничена памет – L-BFGS-B;
- Стохастично спускане по градиента – SGD;
- Алгоритъм за обучение Adam, като разширение на стохастичното спускане по градиента (Kingma & Ba, 2015).

Създадените на този етап невронни мрежи са тествани и резултатите са сравнени с модула Test and Score в Orange (фиг. 3), който предоставя информация за следните грешки:

- 1) Средна квадратична грешка

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2$$
- 2) Квадратен корен на средна квадратична грешка (RMSE)

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}$$
- 3) Средна абсолютна грешка (MAE)

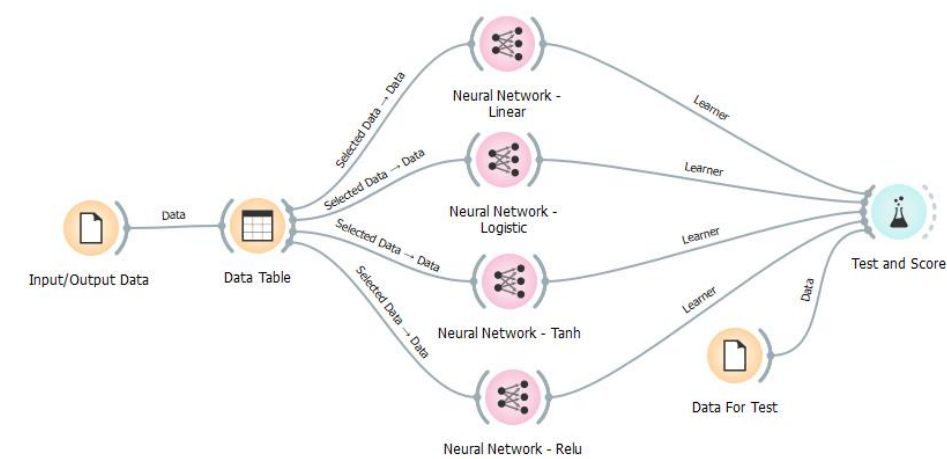
$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$
- 4) Коефициент на детерминация (R^2)

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{i=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2}$$

Таблица 1. Извадка от входно-изходните образци за обучение на невронните мрежи

	Test 2 scores	Placement test scores	Test 1 scores
15	0.5333	0.6875	0.7097
8	0.5333	0.6750	0.6613
13	0.5833	0.7750	0.7097
7	0.5833	0.7125	0.6613
12	0.6167	0.6750	0.7419
26	0.6500	0.7000	0.5161
63	0.6667	0.7750	0.7907
21	0.6667	0.7000	0.7419
19	0.6667	0.6125	0.6774
24	0.6667	0.7250	0.6774
55	0.6875	0.7375	0.7907
27	0.7000	0.8250	0.7258
2	0.7000	0.6750	0.6129
56	0.7083	0.7875	0.8837
57	0.7083	0.8000	0.7907
11	0.7167	0.7375	0.6774

В указаните формули n е обемът на извадката, с която разполагаме (броят на входно-изходните образци за обучение), $(y_t - \hat{y}_t)^2$ са квадратите на разликите при интерполация на съответните възли, а $(y_t - \bar{y}_t)^2$ – квадратите от остатъците при изчисляването на R^2 .



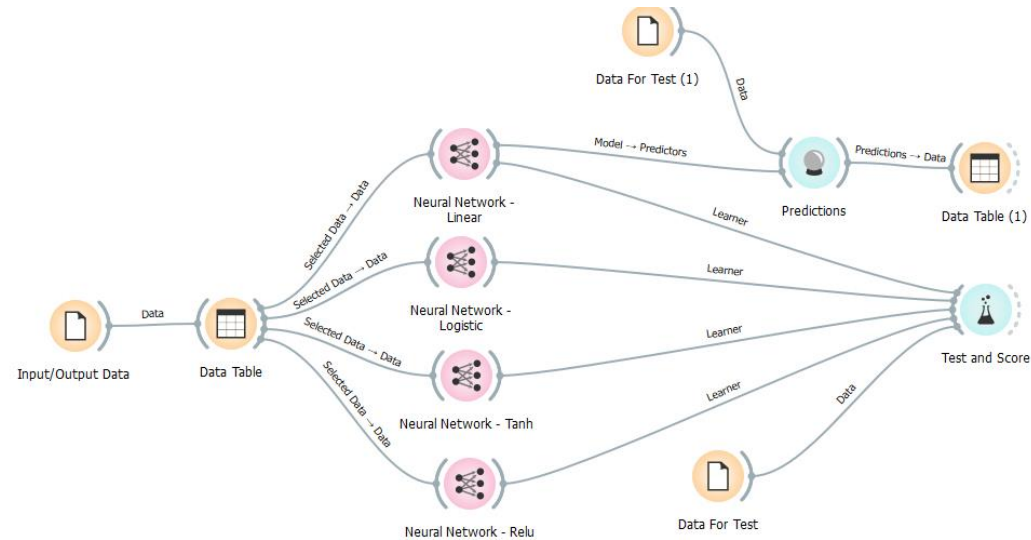
Фигура 3. Диаграма на експеримента с четири невронни мрежи, използващи различни трансферни функции в невроните от скритите слоеве

Получените в модула Test and Score резултати показват, че мрежата ANN Linear интерполира връзките с най-малка грешка. Тези резултати сочат, че най-подходящи в случая са изкуствените невронни мрежи с линейна трансферна функция на невроните (табл. 2).

След установяване на подходяща трансферна функция, на втория етап от изследването невронните мрежи бяха свързани с модул за прогнозиране Prediction (фиг. 4). Той предоставя възможност за сравнения между реалните резултати за „Тест 2“ и резултатите, предсказани от невронната мрежа.

Таблица 2. Сравнение на грешките

Model	MSE	RMSE	MAE	R2
ANN - Linear	0.007	0.083	0.071	0.232
ANN - Logistic	0.008	0.089	0.082	0.107
ANN - Tanh	0.013	0.114	0.098	-0.458
ANN - Relu	0.012	0.112	0.097	-0.391



Фигура 4. Обобщена диаграма на експеримента с добавен модул Prediction

В голяма степен предсказаните резултати за „Тест 2“ се доближават до реалните резултати, получени от студентите при изпълнение на тестовете. Експериментът показва, че въпреки малкия брой образци за обучение, може да бъде направен относително полезен модел за прогнозиране. По-високата близост на прогнозните резултати до оригиналните показва относителна постоянност в усвояването и представянето на знания от студентите.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Невронните мрежи намират все по-голямо приложение в различни области за прогнозиране на различни процеси. Те се превръщат в мощен инструмент за обработка на информация, решаване на сложни задачи и прогнозиране.

Невронните мрежи могат да бъдат използвани за анализ и прогнозиране на представянето на студентите. Проведеният експеримент за прогнозиране на резултатите от обучението по английски език показва, че резултатите могат да бъдат прогнозирани с голяма точност. Това дава възможност на преподавателите за ранно идентифициране на обучаеми, които се нуждаят от допълнителна помощ, с цел да се подобри тяхната успеваемост.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проекти МУПД23-ФМИ-021 и СП23-ФМИ-008 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Aggarwal, C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning: A Textbook* 1st ed. 2018 Edition. Springer, ISBN: 3319944622.

Amazona, M. V., Hernandez, A. A. (2019). Modelling student performance using data mining techniques. *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Computing and Data Engineering—ICCDE' 19*. New York, pp. 36–40. <https://doi.org/10.1145/3330530.3330544>

Blanco, J., Lovelle, S., Fernandez, R., Perez, E. (2016). Predicción de resultados académicos de estudiantes de informática mediante el uso de redes neuronales. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 24, pp. 715–727. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052016000400015>

Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E. et. al. (1956) *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*, New York: David McKay Company.

Hadzhikolev, E., Hadzhikoleva, S., Yotov, K., Borisova, M. (2021) Automated Assessment of Lower and Higher-Order Thinking Skills Using Artificial Intelligence Methods. *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1521, pp 13–25, ISSN: 1865-0937.

Hagan, M., Demuth, H., Beale, M., Jesús, O. (2014). *Neural Network Design* (2nd Edition). Stillwater, ISBN: 0971732116.

Haykin, S. (2016). *Neural Networks And Learning Machines*. Pearson, ISBN: 9789332570313.

Kingma, D., Ba, J. (2015). Adam: A Method for Stochastic Optimization. The 3rd International Conference for Learning Representations, San Diego, 2015.

Li, X. (2022). Application of Neural Networks in Financial Time Series Forecasting Models. *Mathematical Modeling for Next-Generation Big Data Technologies*, Vol. 2022, Article ID 7817264, <https://doi.org/10.1155/2022/7817264>

Orange Datamining (2023) <https://orangedatamining.com/>

Sekeroglu, B., Dimililer, K., Tuncal, K. (2019). Student performance prediction and classification using machine learning algorithms. *Proceedings of the 2019 8th International Conference on Educational and Information Technology—ICEIT 2019*, New York, pp. 7–11. <https://doi.org/10.1145/3318396.3318419>

АВТОМАТИЗИРАНО УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА КАМГАРНИ ВЛАКНА

Мирослав Грънков

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

AUTOMATED QUALITY CONTROL IN THE MANUFACTURING OF WORSTED YARNS

Miroslav Trankov

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Modern mass production of worsted yarns is characterized by high complexity, dynamic production conditions and unstable markets. Companies strive to offer customized products, minimizing costs and shortening time to market. This motivates them to implement new technologies for analyzing production data in order to optimize technological processes and generate added value. The article presents the processes of planning and production of worsted yarns. The possibilities of using machine learning for the analysis and prediction of the processes related to the automated quality management are considered.

Keywords: machine learning, textile fiber manufacturing, yarn quality

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното масово производство се характеризира с висока сложност, динамични производствени условия и нестабилни пазари. Освен това компаниите трябва да предлагат персонализирани продукти, като същевременно ангажират ниски разходи и намаляват време за излизане на пазара, ако искат да останат конкурентоспособни в един глобализиран свят (Schuh et al., 2017). Тази ситуация поставя огромни предизвикателства пред производителите, които се стремят да внедрят нови технологии, за да постигнат целите си, като същевременно очакват възвръщаемост на инвестициите.

Няколко държави са разработили проекти, които имат за цел да помогнат на компаниите да адаптират индустриите си към новите производствени технологии (Harding et al., 2006). Например Германия създаде Индустрия 4.0 (I4.0), Съединените щати предложиха Коалиция за лидерство в интелигентното производство, а Китай представи плана, наречен Китайско производство 2025 (Wang & Jiang, 2018). Това доведе до значителна финансова подкрепа за производствени изследвания например в Европейския съюз около 7 милиарда евро са инвестирани до 2020 г. във фабрики на бъдещето.

Сред групите технологии на Индустрия 4.0 (Rüßmann et al., 2015) е Big Data and Analytics (BDA), което позволява непрекъснато нарастващата маса от произведени данни да се използва за генериране на добавена стойност. Всъщност генерирането на данни в съвременното производство претърпя експлозивен растеж, достигайки около 1000 екзабайта на година (Tao et al., 2018). Установено е обаче, че потенциалът на тези данни не се използва достатъчно от компаниите (Manns et al., 2015).

Настоящото изследване представя анализ на процесите за планиране и производство на камгарни прежди. Разглеждат се възможностите за приложение на методи за машинно обучение върху генерираните данни от производствения процес с цел автоматизиране на управлението на качеството.

2. ПЛАНИРАНЕ В ПРОЦЕСА НА ПРОИЗВОДСТВО НА ТЕКСТИЛНИ ВЛАКНА

Усъвършенстваната система за планиране (фиг. 1) предлага универсален подход за детайлно планиране на производството, който може да се използва в разнообразни области, включително в производство на камгарни влакна.

При изготвянето на производствен план, който включва множество участници, съществува определена степен на несигурност както относно входните фактори, като ненадеждни доставчици и машинни аварии, така и относно изходните показатели, като например непоследователно клиентско търсене. За да се избегнат евентуални проблеми при детайлното планиране, трябва да бъдат определени буфери под формата на предпазни запаси или време за безопасна реакция. Буферирането на материали срещу несигурността е задача, която обхваща всички процеси на веригата за доставки и всъщност не може да бъде причислена към определен модул за планиране, защото зависи от конкретната индустрия и функциониране (Tempelmeier, 2001). За да се предотвратят прекъсвания в производствения процес, е необходимо да се установят наличните количества суров материал, полуфабрикати и други ресурси, които са на разположение във всеки производствен модул. Това изисква ефективна координация и правилна обмяна на информация между отделите за снабдяване със суровини и продажби на готова продукция.



Фигура 1. Функционални аспекти на планирането

Интегритетът и координацията между различните фази на планиране зависят от:

- баланса на производствения капацитет;
- посоката на координация;
- вида на обменяна информация.

В случай, че производствената ниша е юридически отделена (например производства в различни държави) тогава тя се определя като междуорганизационна верига за доставки, в противен случай е вътрешно-организационна. Централното координиране на информационните потоци, необходими за производството на конкретен вид стока, ще бъде по-лесно за вътрешно-организационните вериги за доставки, в сравнение с тези, които обхващат връзки между различни организации. Също така балансът на производствения капацитет в рамките на между-организационна верига за доставки играе жизненоважна роля при вземането на решения.

По отношение на информационните потоци, може да се вземат под внимание посоката

на координация и типът на обменяната информация.

Посоката на координация може да е вертикална, хоризонтална или комбинация от двете. Вертикалните информационни потоци са често свързани с йерархичното планиране. Хоризонталните потоци могат да съществуват между съседни единици във веригата за доставки, което позволява бърз и лесен обмен на информация, който може да бъде от особена полза, например при справяне с ефектите от повреда на машина.

Типът на обменяната информация между участниците в производственото планиране също има влияние. Например, някои предприятия може да изпитват резерви относно разкриването на производствени разходи, но са готови да предоставят информация относно наличния капацитет.

Координацията може да бъде класифицирана по два основни критерия:

- обекти на взаимодействие;
- структура на мрежата за сътрудничество.

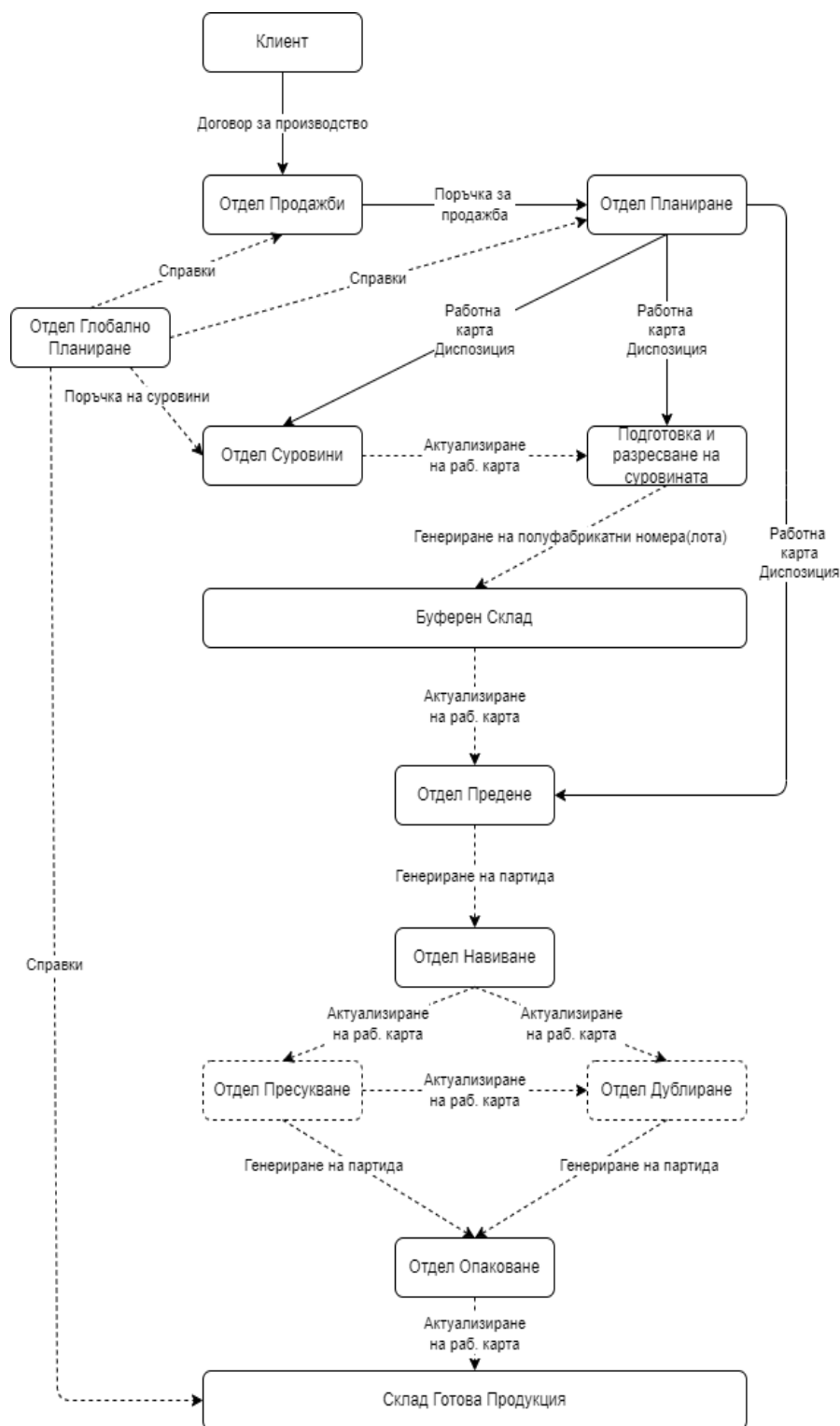
Обикновено един от участниците в сътрудничеството, има водеща роля, докато другите (или другият) са приемници. Този тип взаимодействие е свързано със специфични артикули, предоставени от водещия участник (доставчик) и употребени от второстепенния приемник (потребител). Доставчици и потребители обменят информация относно търсенето и предлагането на тези артикули. Тази информация може да включва характеристики на самия артикул, както и капацитета или услугите, необходими за производството, монтажа, транспортирането и други аспекти.

Доставчиците, потребителите и взаимовръзките между тях формират мрежова структура. Възлите на тази мрежа представляват самите доставчици и потребители, а насочените ръбове ги свързват. Ако максималният брой на всяка връзка в мрежата (следвайки връзките на елементите надолу по веригата) е две, то това е двустепенна мрежа за сътрудничество. В двустепенна мрежа за сътрудничество няма вътрешни възли, т.е. всеки възел е или доставчик или потребител (няма възел, който да е едновременно доставчик и потребител). Ако в мрежата има връзка, състояща се от три или повече възли, мрежата е многостепенна мрежа за сътрудничество. При многостепенна мрежа за сътрудничество вътрешните възли действат като доставчик и потребител, тъй като те са свързани с поне двама партньори, единият от които е потребител, а другият – доставчик (Minculete et al., 2021).

В типична верига за доставки някои от процесите на доставки се управляват чрез прогнози. Точката на отделяне във веригата за доставки представлява интерфейс между управляваните от поръчка процеси и прогнозните процеси. Различни отдели участват в създаването на прогнозата, включително продажби и маркетинг, продуктово управление и централно планиране. Планираните продажби отчитат пазарните тенденции и използват прогнози за конкретни клиенти или региони. Маркетингът допринася с влиянието на маркетингови дейности и промоции, докато продуктовият мениджмънт предоставя информация за фазата на въвеждане или прекратяване на производството на нови продукти. Централното планиране предоставя общ консолидиран план, който обхваща множество аспекти.

3. ИЗТОЧНИЦИ НА ДАННИ В ПРОЦЕСА НА ПРОИЗВОДСТВО

За успешната координация на производствения процес е от съществено значение правилния обмен на транзакционни данни (като данни от клиентски поръчки, поръчки за производство, поръчки за продажба и други) между различните компоненти на планирането (фиг. 1). Взаимодействието и потокът на данни между отделите трябва да бъдат гъвкави по отношение на промените и да предоставят необходимото количество информация за удовлетворяване на производствени или складови изисквания за вече произведените количества (фиг. 2).



Фигура 2. Процес на производство на текстилни влакна

За нуждите на производство се използват няколко вида документация, предоставяща информация за цялостния процес на създаване на определен артикул:

- Договор за производство – това е стандартен документ от поръчител към производител за закупуването на определено количество от даден артикул.
- Поръчка за производство – вътрешно-оборотен документ за започване на производство. Обикновено се предоставя от отдела за продажби към отдела за планиране на производството. В него трябва да бъдат упоменати:
 - вида на артикула, който трябва да бъде произведен;
 - неговото количество;
 - композиционни материали;
 - производствените стъпки, които ще бъдат предприети за производството му.
- Работна карта (диспозиция) – този основен документ следи производствените етапи и процеси. Той трябва да е изключително гъвкав и информативен. Когато отделът по планиране получи поръчка за продажба, неговата задача е да организира целия производствен план. Това включва извършване на необходимите проверки относно наличните количества суровина и преглеждане на технологичната карта за производството на конкретния артикул.

Очакваната продължителност на производствения цикъл на даден продукт оказва съществено влияние върху определянето на подходящи маркетингови стратегии, планиране на производството и формулиране на финансовите стратегии. За продуктите, които ще се предлагат, е важно да се определят видовете продукти и степента на персонализация на даден артикул. Този аспект може да варира от стандартни продукти до високо специфични продукти, съобразени с индивидуалните изисквания на клиентите. В контекста на нарастващата тенденция за масова персонализация, пътят от суровината до обработения продукт става все по-съществен фактор.

Спецификация на материалите BOM (Bill of Materials) показва начина, по който суровините и компонентите се съставят или разлагат, за да генерират крайни продукти. Ако суровините просто се променят в техните размери и форми, тогава това се нарича промяна в линейната серийна структура (полуфабрикат). В конвергентна структура има няколко входни продукта които се сглобяват (или смесват), за да образуват един изходен продукт. В дивергентна структура, един входен продукт е разглобен (или разделен) до няколко изходни продукта. Възможна е и структура от смесен тип, която комбинира конвергентни и дивергентни свойства.

Обикновено спецификацията на материалите BOM може да се определи в ранен етап от отдела за суровини, където започва подготовката на производствените етапи. Затова ролята на отдела Суровини е от изключителна важност за определянето на времето за производство. Евентуални проблеми с липса или забавяне на доставка на суровини може да повлияе отрицателно на целия производствен процес. Закупуването на определени количества суровини, препоръчани от отдела за глобално планиране, предоставя ценна информация за планирането и производството, както и за евентуален анализ на себестойността на артикулите. Плановите за закупуване трябва да бъдат приведени в съответствие с производствените графици, за да се осигури адекватна и своєвременна доставка на материали. Често се предполага, че големите наличности от суровини могат да предизвикат грешки в планирането на производствения цикъл и веригата на доставки. Обратното твърдение също е валидно — липсата на суровини може да има сериозни последици за цялостния производствен процес, като може да доведе до спиране на целия процес, както и за единичен артикул, така и за асортимент от производствени продукти.

Друг важен показател са инвентарните обороти, които се определят като съотношение между общия разход на материали за определен период и средното ниво на запасите за същия период. Обикновено като подход за увеличаване на оборотите на инвентара се използва намаляване на запасите. Един компромисен вариант за оптимизирането на производствения

процес може да включва планиране на няколко нива, всяко от които поддържа равно количество стоки в наличност. Тъй като стойността на стоките се увеличава при движението по веригата на доставки, увеличаването на оборотите на инвентара има по-голям ефект, ако бъде постигнато в звено, намиращо се в края на производствения процес. Освен това, намаляването на запасите към края на веригата намалява риска от препозициониране на запасите поради лошо разпределение. Въпреки това, намалените разходи за съхранение на запаси могат да бъдат компенсирани от увеличаване на други компоненти на разходите (например разходи за настройка на производството) или неудовлетворени клиенти (поради лошо изпълнение на доставката).

Възрастта на наличните суровини е друг важен индикатор, който се определя от средното време на пребиваване на стоките в наличност. Този параметър служи като показател за нивата на презапасяване, но трябва да се прилага разумно по отношение на производствените артикули. Резервните части за продуктите, които са извадени от употреба, обикновено са технологично по-стари в сравнение с частите за последните пуснати на пазара продукти. Въпреки това, разглеждането на възрастта на наличните суровини за различните продукти е полезно за идентификация на ненужни "дупки" в наличностите и за подпомагане на увеличаването на оборотите на суровините.

Определянето на оптималните нива на налични материали представлява предизвикателство, тъй като зависи от конкретните крайни продукти и производствения процес. Минимизиране на запасите не е добър подход, защото може да предизвика спиране на производствения процес. Презапасяването, от друга страна, повишава разходите за съхранение, но обикновено намалява разходите за производство.

Анализът на наличностите в склад суровини позволява декомпозиране на средното разходно ниво на определена суровина във веригата за доставки. Този анализ показва различните причини за задържане на суровини в миналото и тяхната роля в производствените етапи. Тук трябва да се отбележи, че едно потенциално решение за протичане на плавен процес на производство от суровините до крайния продукт представлява цикличния производствен модел със средни размери на партии за интервал от време, който обхваща няколко производствени цикъла.

4. ИЗПОЛЗВАНЕ НА АЛГОРИТМИ ЗА МАШИННО ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА КАМГАРНИ ВЛАКНА

Алгоритмите за машинно обучение могат да се използват за оптимизиране на производствения процес на текстилни влакна в различни аспекти:

1. Прогнозиране на откази и спирания на оборудването – възможно е да се анализира работата на машините и да се предвиждат потенциални откази, което позволява планирането на поддръжка, преди да се появят проблеми.
2. Оптимизация на ресурсите – включват анализ на производствените данни за използвани материали, енергия и време; за намаляване на разходите и повишаване на ефективността.
3. Адаптиране на производствените процеси – алгоритмите могат да оптимизират производствените параметри в реално време, като ги адаптират към конкретните условия в производството, напр. в зависимост от промените във входните материали, температура и влажност на помещението, и др.

По-конкретни задачи, върху които се работи са:

1. Предвиждане на тренда за качество на произведените артикули за един ден напред.
2. Създаване на информационни и графични справки за: партии, смени и междинни смени, вретена, производствени групи, брой преди, артикули/партии, артикули/смени и др.
3. Анализи на тенденциите, сравняващи продукцията на различни машини с течение на времето и осигуряване на непрекъснато подобряване на производителност и качеството.

4. Оптимизиране на графичите за планиране, спомагащи постигането на максимална ефективност в планиране на партии и работата на машините за предене и навиване.
5. Изчисляване на влиянието на различните настройки с точна прогноза за чистота на работа.
6. Доклади, показващи най-лошо работещите вретена и др.

Използването на алгоритми за машинно обучение за осигуряване на качеството в процеса на производство на камгарни прежди, предполага следните основни етапи:

1. Запознаване с особеностите на производствения процес, използваното оборудване и технологии, и ограниченията, породени от технологичните спецификации.
2. Събиране и агрегиране на производствени данни и подготовката им за последващо използване от алгоритми за машинно обучение.
3. Определяне на значимите характеристики на производствените данни.
4. Фина настройка на модела и предвиждане на евентуални проблеми в качеството на произвежданата партида.

При запознаването с особеностите на производствения процес и ограниченията, породени от технологичните спецификации, е необходимо да се определят основните цели и приложения на разработвания модел за прогнозиране. Повечето предачни машини в съвременната индустрия предоставят в реално време целия набор от данни, вкл. за широк спектър от дефекти, групирани по категории (Gupta, 2013), .

Системите за контрол на качеството съхраняват исторически производствени данни за артикули и клиентски поръчки, което дава добра основа за обучение на машинните алгоритми и възможност те ефективно да определят взаимовръзки и шаблони.

Друг фактор, благоприятстващ за използване на алгоритми за машинно обучение в тази сфера, е наличието на еднотипност при производството на текстилни влакна. Производствените процеси се подчиняват на определени технологични критерии, наречени карти, които трябва да се спазват независимо от широкия артикулен набор и вариации на клиентски поръчки.

Снабдяването с производствени данни и подготовката им за употреба за машинно обучение често е етапът, отнемаш най-много време в цялостния процес на прогнозиране. Изборът, правилната подготовка и обработването на данните са в основата на успеха при изграждането на модела. Събирането на производствени данни в текстилната индустрия може да бъде предизвикателство поради редица причини – събиране на данни за различни процеси, в които се използват различни видове суровини и материали, изискващи различни методи за преработка и качествен контрол. В някои текстилни заводи нивото на автоматизация е ниско или се използват остарели машини, които не поддържат модерни методи за събиране на данни. Поради това, част от данните трябва да се събират и анализират ръчно.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизацията на управление на качеството е насока, в която различни държавни организации и частни производители инвестират средства и време. Основна цел при това е оптимизиране на производствените процеси, предвиждане на проблеми в различни етапи и своевременно предоставяне на решения за тях, което води до минимизиране на загубите и повишаване на печалбите.

Производството на камгарни влакна преминава през множество етапи и отдели. Все още, стотици машини, създаващи продукция, се наблюдават от хора. В същото време все повече производствени данни могат да бъдат събирани чрез автоматични сензори и отчетни документи в електронен вид.

В настоящото изследване са представени процесите на планиране и производство на камгарни влакна. Разгледани са възможни източници за получаване на различни производствени данни. Предложени са насоки за търсене на машинни модели, спомагащи подобряване на качеството при производството на текстилни влакна.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проект МУПД23-ФМИ-021 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Gupta, N. (2013). Analysis on the Defects in Yarn Manufacturing Process & its Prevention in Textile Industry, *International Journal of Engineering Inventions*, Volume 2, Issue 7, pp: 45-67.

Harding, J. A., Shahbaz, M, Kusiak, A. (2006). Data mining in manufacturing: a review. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 969–976

Manns, M., Wallis, R. and Deuse, J. (2015). Automatic proposal of assembly work plans with a controlled natural language. 9th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Capri, Italy, 345– 350.

Minculete, G., Bârsan, G., & Olar, P. (2021). Conceptual Approaches of Industry 5.0. Correlative Elements with Supply Chain Management 5.0. *Revista de Management Comparat International*, 22(5), 622-635.

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Harnisch M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries, Boston Consulting Group, 9 (191), pp. 54-89

Schuh, G., Prote, J. P., Luckert, M., Hünnekes, P. (2017). Knowledge discovery approach for automated process planning. In 50th CIRP conference on manufacturing systems knowledge (pp. 539–544). Taichung, Taiwan

Tao, F., Qi, Q., Liu, A., Kusiak, A. (2018). Data-driven smart manufacturing, *Journal of Manufacturing Systems*, Part C 48, pp. 157-169

Tempelmeier, H. (2001). Supply chain planning with advanced planning systems. *Proceedings of the 3rd Aegean International Conference On Design and Analysis Of Manufacturing Systems*.

Wang, C., Jiang, P. (2018). Manifold learning based rescheduling decision mechanism for recessive disturbances in RFID-driven job shops. *J Intell Manuf* 29, 1485–1500. <https://doi.org/10.1007/s10845-016-1194-1>

МОДЕЛ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА НИВАТА НА ВОДНИТЕ БАСЕЙНИ

Благовест Пижев, Емил Хаджихолев
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

A MODEL FOR FORECASTING WATER BASIN LEVELS

Blagovest Pizhev, Emil Hadzhikolev
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Flood forecasting allows for timely warning of people and the implementation of measures to protect the population and minimize damage to infrastructure, flora, and fauna. Developing a comprehensive model for flood forecasting involves many activities, including determining the factors that influence the levels of water basins, collecting historical and forecast data, building and refining forecasting models, among others. This article investigates the factors affecting the levels of water basins, as well as the types of data collected from meteorological and hydrometric stations. Services have been developed to provide historical data from observations at stations managed by the National Institute of Meteorology and Hydrology of the Republic of Bulgaria. A model for forecasting the levels of water basins is proposed.

Keywords: forecasting, water levels, artificial intelligence, meteorology, hydrology

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Върху нивото на даден воден басейн оказват влияние множество фактори и въздействия от метеорологично и хидрологично естество. Прогнозите за опасно повишаване на водните нива предоставят възможност за своевременно предупреждение на населението и взимане на мерки за минимизиране на щетите върху инфраструктурата, растителния и животинския свят. Важна задача при създаването на модел за прогнозиране на нивото на даден воден басейн е определянето на значимите фактори, влияещите върху него, и събирането на исторически и прогнозни данни за тях.

Служителите на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ) в България, имат важна роля при наблюдението и анализа на факторите, влияещи върху нивата на водните басейни. Събирането на данни от автоматични хидрометрични и метеорологични станции играе решаваща роля в мониторинга на атмосферните и хидрологични условия и предоставя важна информация за различни териториални области.

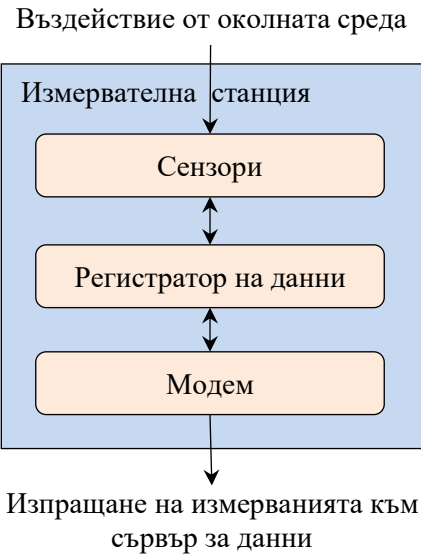
Автоматичните метеорологични станции събират данни за температурата, атмосферното налягане, влажността на въздуха и почвата, скоростта на вятъра и други параметри, които се използват за прогнозиране на времето. Тази информация е полезна за гражданите, селското стопанство, енергийния сектор и др. Автоматичните хидрометрични станции предоставят информация за водните нива, включително реки, язовири и езера. Данните, събирани от такъв тип станции, са важни за прогнозирането и предотвратяването на наводнения, за определяне на наличието на вода за селското стопанство и обществената водоснабдителна мрежа. Хидрологичните и метеорологични фактори в по-малка или по-голяма степен оказват влияние и върху множество други процеси и явления, прогнозирането на които е полезно за хората: нива на подземните води (Mohanty et al., 2015), земетресения (Debnath et al., 2021), урагани (Zhang et al., 2020), наводнения (Kumar et al., 2023), засушавания (Arnone et al., 2020) и др.

В настоящата публикация е представено изследване на факторите, влияещи върху нивата на водните басейни, както и видовете данни, събирани от метеорологични и хидрометрични станции. Предложен е модел за прогнозиране на нивата на водните басейни.

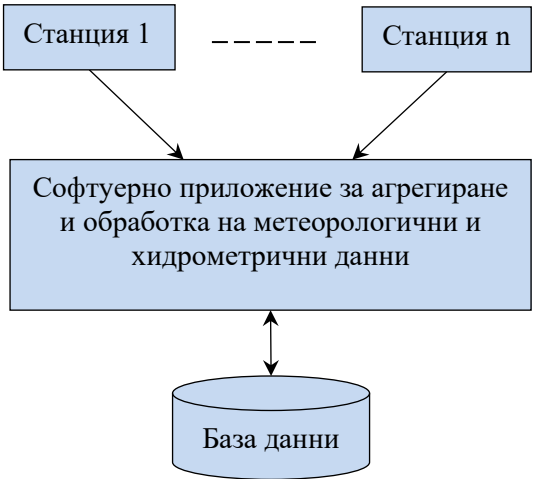
2. МЕТЕОРОЛОГИЧНИ И ХИДРОМЕТРИЧНИ ФАКТОРИ

Факторите, които могат да бъдат използвани в моделите за прогнозиране на нивото на даден воден басейн са от хидрометричен и метеорологичен характер. Бързо повишение в нивото на даден басейн може да се очаква при обилни валежи, топене на снежна покривка или сумарното въздействие на различни водни източници от водосборната зона на басейна. Поради това, прогнозите за бързо повишаване на нивото са относително краткосрочни – в рамките на няколко дена. Те могат да се използват за усъвършенстване на системите за ранно предупреждение от наводнения. Дългосрочни месечни или годишни прогнози за водните количества и нива на басейните са важни в различни области като селското стопанство, производството на електроенергия, индустриални фабрики и др.

Хидрометричните и метеорологичните станции измерват множество различни величини с помощта на различни сензори (фиг. 1). На територията на даден воден басейн и водосборната му зона може да има разположени множество измервателни станции. Всяка станция обикновено е оборудвана с автономно захранване, което позволява непрекъснатата ѝ работа. Измерванията на величините обикновено се правят през един час. Получените за тях стойности се съхраняват локално в регистратор на данни, а също така се изпращат и към централен сървър за данни от множество станции (фиг. 2).



Фигура 1. Принцип на действие на измервателна станция



Фигура 2. Агрегиране на данни от измервателни станции

Метеорологичните станции (фиг. 3) измерват параметри като температура, влажност, валежи, скорост на вятъра, слънчева радиация, почвена влажност и др. (Ioannou et al., 2021). Системите може да бъдат оборудвани със сензори за температура на почвата и въздуха, дълбочина и температура на снежната покривка, нивото на блатните или подпочвените води, сумата от атмосферните валежи, скорост и посока на вятъра, влажност на почвата и въздуха, характеристики на слънчевата радиация, въглерод концентрация на диоксид и др. (Kiselev et al., 2018).



Фигура 3. Автоматична метеорологична станция (Пампорово)



Фигура 4. Автоматична хидрометрична станция (Кричим)

Основни величини, измервани от хидрометричните станции (фиг. 4) са ниво, скорост, температура, валеж и мътност на водата (Mazi et al., 2023).

3. МОДЕЛ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НИВАТА НА ВОДНИТЕ БАСЕЙНИ

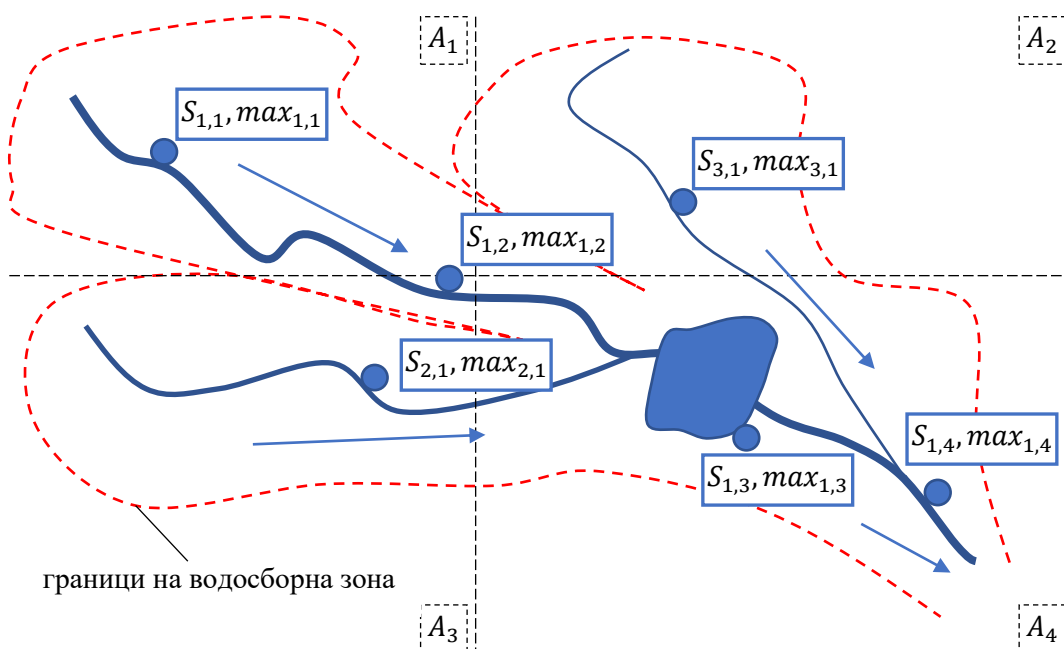
В предложения от нас модел за прогнозиране нивата на водните басейни се използват данни от хидрологични и метеорологични станции, както и данни за метеорологични прогнози като ALADIN и AROME (Termonia et al., 2018). Числените модели ALADIN и AROME се разработват от международния консорциум ACCORD (A Consortium for CONvection-scale modelling Research and Development), в който участва НИМХ, съвместно с метеорологичните служби на още 25 европейски и северноафрикански страни.

Прогностичният модел ALADIN интегрира разнообразни данни от източници като сателити, метеорологични станции и други. Този модел е способен да предвижда различни метеорологични явления като температурни промени, валежи, вятър, облачност, атмосферно налягане, влажност и сняг. Моделът има висока пространствена резолюция, която позволява прогнозиране на метеорологични процеси и явления на по-малка територия с по-голяма точност и дава метеорологични прогнози за няколко дена. Конфигурационни параметри на модела са хоризонтална стъпка, нива във височина, времева стъпка.

Основни елементи в модела за прогнозиране (фиг. 5) са:

- $S_{i,j}, i, j \in N$ – измервателни хидрометрични станции, разположени в измервателни точки $P_{i,j}$ на водни басейни (реки, язовири, езера и др.), които извършват и изпращат ежечасни измервания към сървър за данни;
- $max_{i,j}$ – сигнално ниво за опасност в точка $P_{i,j}$;
- $A_k, k \in N$ – области, за които може да се взимат исторически данни от метеорологични станции, както и метеорологични прогнози за 5 дни напред;
- граници на водосборната зона за водния басейн, попадащи в различни области A_k .

За точка P_{ij} с i са означени основни реки и притоци, а с j последователни (по течението им) измервателни местоположения.



Фигура 5. Елементи в модела за прогнозиране на нивото на воден басейн

Основната задача, която си поставяме е, да се прогнозират нивата на водните басейни за всяка точка P_{ij} с цел създаване на система за ранно предупреждение за опасност от наводнения.

Последователността от стъпки в процеса на прогнозиране на нивото за дадена точка P_{ij} е:

1. Събиране на данни за точка P_{ij} и евентуално за предходните по течението точки. Използваме историческите хидрометрични и метеорологични данни за точката и водосборната ѝ зона.
2. Създаване на множество модели $M_{i,j,p}$ ($p \in N$) чрез използване на различни методи и алгоритми на изкуствения интелект.
3. Избор на модела с най-малка грешка $M_{i,j} \in \{M_{i,j,p}\}_{p=1}^n$, където n е броят на създадените модели за точка P_{ij} .
4. Използване на модела $M_{i,j}$ за създаване на прогнози върху прогнозни данни за областта/областите A_k , в които попада точката P_{ij} или водосборната ѝ зона.

Вариант при създаване на прогностичните модели за дадена точка е да се използват данни и за предходните по течението на водния басейн зони.

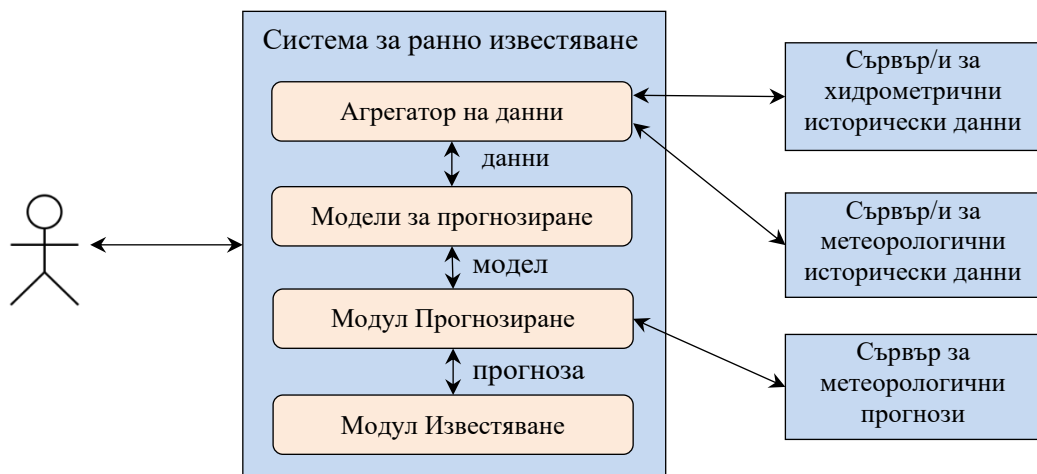
Сигнал за възможни наводнения ще се получи, ако прогнозните резултатите надвишават зададеното като критично ниво $max_{i,j}$ за точката P_{ij} .

4. МОДЕЛ НА СОФТУЕРНА СИСТЕМА ЗА РАННО ИЗВЕСТИЯВАНЕ ПРИ ПОВИШЕНИ НИВА НА ВОДНИТЕ БАСЕЙНИ

Софтуерната система за прогнозиране и ранно известяване (фиг. 6) притежава няколко основни модула: Агрегатор на данни, Модели за прогнозиране, Прогнозиране и Известяване. Системата предоставя информация на потребителите по два начина: автоматизирано, при

възникване на сигнали за опасност или при изискване чрез потребителски интерфейс.

Агрегаторът на данни съдържа списък от измервателни станции и сървъри, на които са разположени съответните за тях хидрометрични и метеорологични данни. Основната му цел е да подготви коректни входно-изходни образци за моделите за прогнозиране. Периодично агрегаторът извлича актуални данни от съответните сървъри и извършва първоначалната им подготовка, включваща обработка на невалидни стойности, липсващи данни, синхронизация и др.



Фигура 6. Системата за прогнозиране и ранно известяване при повишени нива на водните басейни

Модулет „Модели за прогнозиране“ създава множество модели за прогнозиране и като краен резултат избира един основен модел с най-малка грешка.

Модулет за прогнозиране създава прогноза чрез избрания модел за прогнозиране, входни данни за който се получават от приложение за метеорологични прогнози.

Модулет за известяване представя на потребителя информация за прогнозите, като при опасност от повишаване на нивата сигнализира отговорните служители чрез различни комуникационни техники и технологии. Средствата за сигнализиране могат да бъдат звуков сигнал, SMS и др., в зависимост от начина на използване на системата и организацията на работа с нея.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозите за опасно повишаване на водните нива на реки, язовири и други водни басейни са от съществено значение за своевременно предупреждение и предприемане на мерки за минимизиране на щетите върху инфраструктурата, населението и екосистемите. Основни стъпки за решението на тази задача са: определяне на фактори, влияещи върху водните нива и източниците на данни за тях; създаване на прогностичен модел за водните нива; разработка на софтуерна система за ранно предупреждение, използваща модела за прогнозиране.

За България, голяма част от историческите данни могат да бъдат предоставени от НИМХ, които поддържат множество хидрологични и метеорологични станции в близост до водни басейни или в техните. Прогнозни метеорологични данни могат да бъдат получени чрез моделът ALADIN.

В публикацията е предложен общ модел за прогнозиране на нивата на водните басейни, както и модел на система за ранно известяване. В процес на разработка са реализацията на конкретни модели за прогнозиране, използващи методи на изкуствения интелект, както и на цялостната софтуерна система за прогнозиране.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проект МУПД23-ФМИ-021 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

ACCORD, A Consortium for CONvection-scale modelling Research and Development, <https://www.umr-cnrm.fr/accord/>

Arnone, E., Cucchi, M., Gesso, S. D., Petitta, M., & Calmanti, S. (2020). Droughts prediction: a methodology based on climate seasonal forecasts. *Water Resources Management*, 34, 4313-4328.

Debnath, P., Chittora, P., Chakrabarti, T., et al. (2021). Analysis of earthquake forecasting in India using supervised machine learning classifiers. *Sustainability*, 13(2), 971.

Ioannou, K., Karampatzakis, D., Amanatidis, P., Aggelopoulos, V., & Karmiris, I. (2021). Low-cost automatic weather stations in the internet of things. *Information*, 12(4), 146.

Kiselev, M. V., Voropay, N. N., Dyukarev, E. A., et al. (2018). Automatic meteorological measuring systems for microclimate monitoring. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 190, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Kumar, V., Azamathulla, H. M., Sharma, K. V., Mehta, D. J., & Maharaj, K. T. (2023). The state of the art in deep learning applications, challenges, and future prospects: A comprehensive review of flood forecasting and management. *Sustainability*, 15(13), 10543.

Mazi, K., Koussis, A. D., Lykoudis, S., Psiloglou, B. E., et al. (2023). Establishing and Operating (Pilot Phase) a Telemetric Streamflow Monitoring Network in Greece. *Hydrology*, 10(1), 19.

Mohanty, S., Jha, M. K., Raul, S. K., Panda, R. K., & Sudheer, K. P. (2015). Using artificial neural network approach for simultaneous forecasting of weekly groundwater levels at multiple sites. *Water Resources Management*, 29, 5521-5532.

Termonia, P., Fischer, C., Bazile, E., et al. (2018) The ALADIN System and its canonical model configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1, *Geosci. Model Dev.*, 11, 257–281, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-257-2018>.

Zhang, J. A., Kalina, E. A., Biswas, M. K., Rogers, R. F., Zhu, P., & Marks, F. D. (2020). A review and evaluation of planetary boundary layer parameterizations in hurricane weather research and forecasting model using idealized simulations and observations. *Atmosphere*, 11(10), 1091.

СОФТУЕРНА РАМКА ЗА Е-УНИВЕРСИТЕТ
Асен Узунов, Милен Близнаков, Станка Хаджихолева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

SOFTWARE FRAMEWORK FOR E-UNIVERSITY
Asen Uzunov, Milen Bliznakov, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The digitization of educational institutions in the higher education area is a priority that concentrates the efforts of highly qualified experts in the field of computer science and developed software. The article presents the software framework of E-portal - a centralized software platform of Plovdiv University "P. Hilendarski", which covers university e-services for students, teachers and administration. The architecture of the system, the main modules and functionalities and the stages in the development of a software framework for e-University are described.

Keywords: digitization, e-portal, software framework, e-University

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Технологичните иновации играят важна роля в развитието на съвременния свят, а образователните институции не са изключение от този напредък. Дигитализацията на системата на висшето образование е приоритет, който концентрира усилията на много висококвалифицирани експерти в областта на компютърните науки и софтуерната разработка. За изграждането на успешен и функционален е-Университет е от съществено значение наличието на съвременна и ефективна софтуерна инфраструктура. В общия случай се налага интегриране на различни софтуерни рамки и технологии, използват се различни архитектурни стилове и шаблони, за постигане на интероперативност се налагат различни стандарти и спецификации (Hadzhikoleva et al., 2022). При разработването на такава инфраструктура, акцентът е основно върху функционалностите на приложението. Това включва осигуряване на достъп до услуги на платформата, който се адаптира към длъжностната характеристика или роля на всеки конкретен потребител.

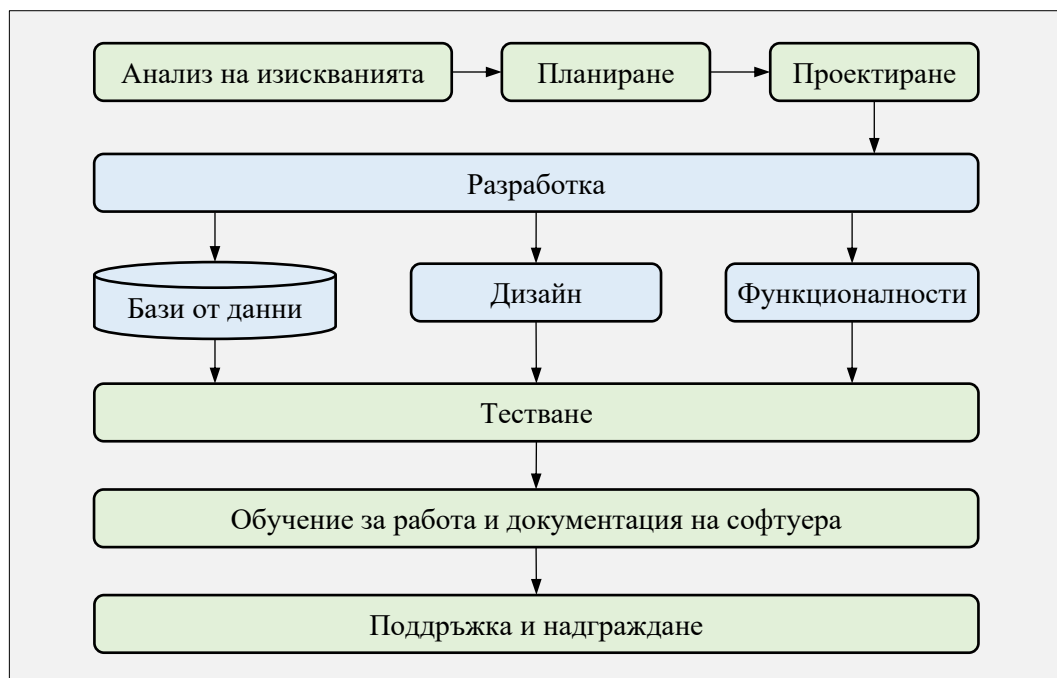
Една от основните подсистеми в е-Университета е тази за управление на учебния процес. Тя интегрира множество софтуерни инструменти и приложения, които осигуряват възможност студенти, преподаватели и служители от администрацията да взаимодействат в електронна среда, достъп до софтуерни услуги и знание навсякъде и по всяко време. Софтуерната рамка трябва да бъде гъвкава и адаптивна, за да може да поддържа нови бързо развиващи се технологии. Редовното обновяване на софтуерните системи и внедряването на нови технологии е необходимо за да се поддържа ефективността и актуалността на е-Университета.

Изключително важно при създаването и развитието на подобни информационни инфраструктури е използването на подходяща софтуерна рамка, която служи като основа за поддръжка и разширение на софтуерни модули и функционалности. Сигурността на данните е ключов аспект за е-Университета, тъй като чувствителна информация за студентите и преподавателите се съхранява в цифров формат и трябва да има подходящ контрол на достъпа до нея.

В настоящата публикация са представени различни аспекти от изграждането на софтуерна рамка за е-Университет. Тя включва механизми за киберсигурност, криптиране на данни и системи за управление на достъпа. Осигурява гранулиран достъп на потребителите в съответствие с техните длъжностни характеристики. Предложената технология се използва в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

2. ЕТАПИ В РАЗРАБОТКАТА НА Е-УНИВЕРСИТЕТ

Необходимостта от постоянното усъвършенстване на информационната инфраструктура и управлението на работните процеси в Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ наложи създаването на централизирана софтуерна платформа, известна като Е-портал. Тази платформа предоставя множество университетски услуги, предназначени за студенти, преподаватели, докторанти и университетската администрация.



Фигура 1. Етапи в разработката на е-Университет

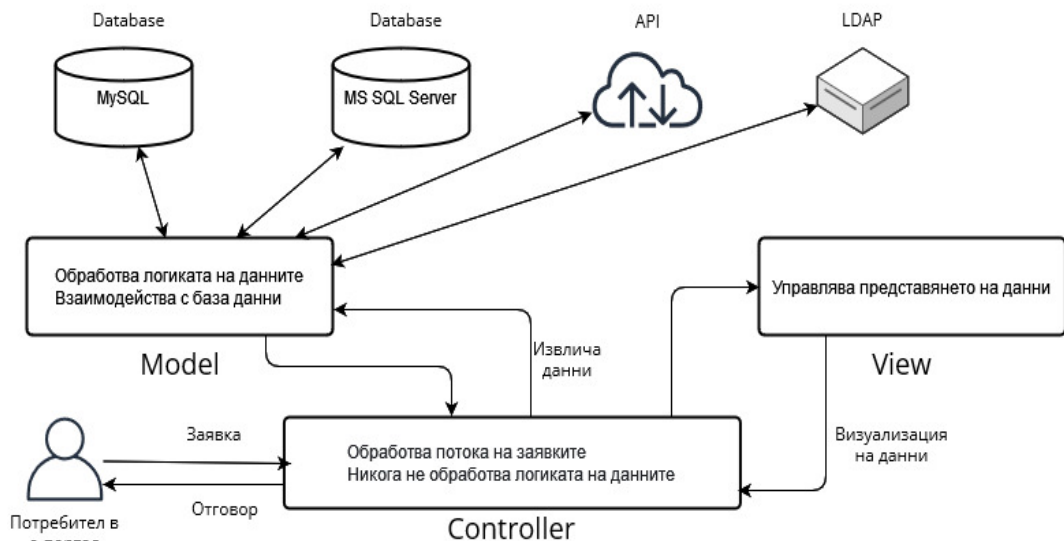
Основните етапи при разработката на е-Университет (фиг. 1) са:

- **Анализ на изискванията.** Целта на този етап е определяне на целите и обхвата на проекта. Включва събиране и анализиране на изискванията на бъдещите потребители на системата, за да се разбере какви функционалности трябва да бъдат разработени.
- **Планиране.** Определят се ресурсите, времето и бюджета, необходими за изпълнението на проекта. Планират се етапите на работа и съответните задачи.
- **Проектиране.** На този етап се създават дизайна и архитектурата на софтуера. Разработва се детайлен план за това, как системата ще изпълнява изискванията, вкл. структурата на базата данни, архитектурата на приложението и интерфейсите. Този етап е много важен за разработката на качествено софтуерно приложение. Доброто проектиране може впоследствие да спести много средства и време, свързани с интеграция на нови услуги и разработване на нови функционалности.

- **Разработката на софтуера** е сложна задача, която освен писане на код, включва изучаването и документирането на университетски процеси, с цел създаване на функционален и ефективен софтуерен продукт.
- **Тестването** е непрекъснат процес, който обхваща целия жизнен цикъл на софтуерния продукт е-Портал. Целта му е да гарантира правилната и безгрешна работа на приложението и увереност, че то отговаря на изискванията на потребителите.
- **Обучение за работа и документация на софтуера** са важни елементи от жизнения цикъл от разработката на е-Университет. За успешното внедряване и употреба на университетския софтуер е-Портал от потребителите, а също така и за разработка на бъдещи функционалности, са необходими спецификация и документация, като: потребителско ръководство, видео инструкции; обратна връзка от потребителите, техническа документация, онлайн чат и др.
- **Поддръжка и надграждане.** След пускане на софтуерното приложение в употреба, трябва да се осигури съответна поддръжка, така че да се коригират намерени грешки и да се отговори на новите изисквания на потребителите. Съчетаването на ефективна поддръжка и умело надграждане на софтуера осигурява дългосрочна устойчивост и удовлетворение на потребителите при работа в динамичната университетска среда.

3. ИЗПОЛЗВАНИ ТЕХНОЛОГИИ

Е-портал е динамично уеб приложение, което е разработено със скриптовия език PHP. Днес има редица PHP рамки, които улесняват разработчиците и компаниите при изграждане на PHP приложения, като им позволяват да създават приложения, които са по-сигурни, стабилни и с висока производителност (Sharma, 2020). За реализацията е използван архитектурния шаблон „Model-view-controller“ (MVC), който най-често се използва при създаването на потребителски интерфейси (фиг. 2).



Фигура 2. MVC технология

Базите данни, с които комуникира приложението са MySQL, MS Sql Server, LDAP, уеб услуги (API). За генерирането на динамични справки е интегриран модул за връзка с Jasper сървър.

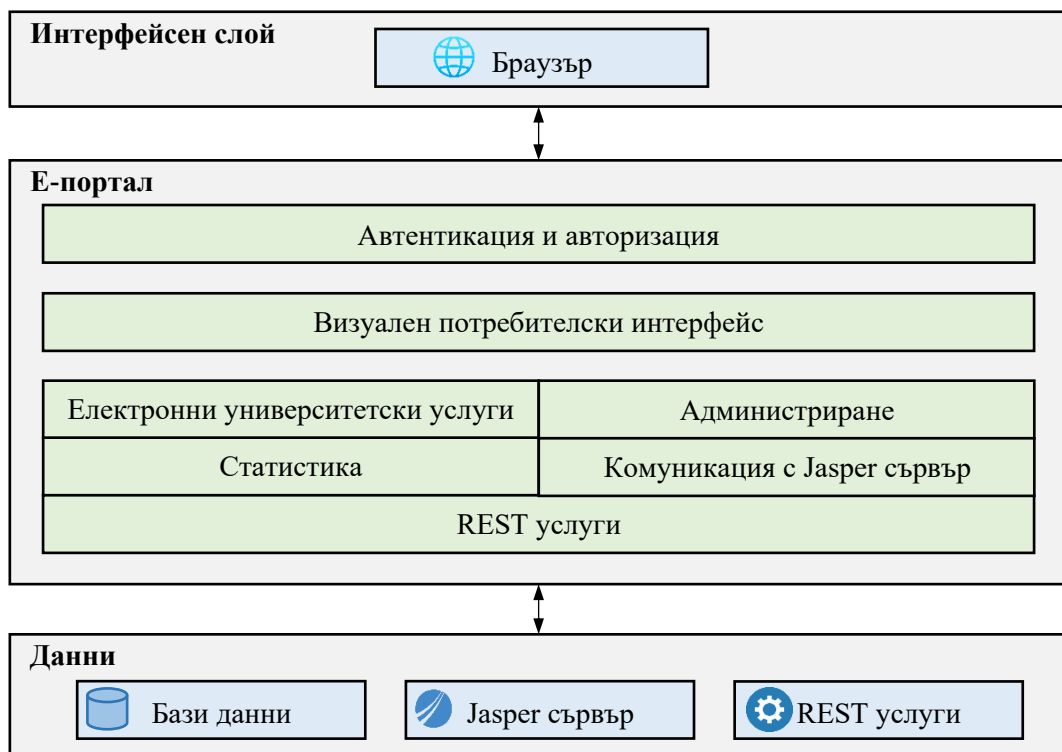
4. АРХИТЕКТУРА

Архитектурната софтуерна рамка на е-Университет има три основни слоя: интерфейсен слой за връзка с клиента, слой за данни и модулно-компонентен слой (фиг. 3).

Модулно-компонентния слой реализира основните функционалности и услуги, като в него лесно може да бъдат интегрирани нови модули. Основни модули са „Автентикация и авторизация“, „Електронни университетски услуги“, „Администриране“, „Комуникация с REST услуги“, „Статистика“, „Комуникация с Jasper сървър“, „Визуален потребителски интерфейс“.

Модул „Автентикация и авторизация“

Извършва проверка за съвпадение на предоставените идентификационни данни със записите в базата данни и LDAP, а също така проверява дали потребителят има право на достъп до системата. След успешна автентикация, авторизацията определя какви ресурси има право да използва потребителя, и какви действия може да извършва с тях. В университетското уеб приложение, това включва достъп до специфични функционалности. Различните роли, като студенти, преподаватели, докторанти и административни служители, имат различни нива на права и достъп.



Фигура 3. Архитектурна софтуерна рамка на е-портал

Модул „Електронни университетски услуги“

Предоставя разнообразни услуги за студенти, преподаватели и административен персонал. Част от услугите за студенти са свързани със студентското портфолио и включват достъп до G Suite на Пловдивския университет, генериране на различни видове справки, кандидатстване за стипендии и общежития, онлайн плащане на семестриални такси, предоставяне на актуална информация за здравноосигурителния статус, и др. Важна част от софтуерната инфраструктура на е-Университета са системите за управление на оценките и обратната връзка. Те позволяват на преподавателите да оценяват студентите, предоставят обратна връзка и следят техния напредък. От друга страна, студентите имат лесен достъп до

своите оценки и обратна връзка с преподавателите, което способства за оптимизиране и подобряване на учебния процес. Други реализирани в е-Портал услуги са прием, обработка и класиране на студенти за стипендии и общежития, електронно попълване и отчитане на годишни индивидуални планове, въвеждане на данни за ежеседмичната заетост на преподавателите (материална книга), въвеждане на оценки от оторизирани преподаватели в електронни изпитни протоколи, модул за административно управление на докторанти, интеграция с външни системи и др.

Модул „Администриране“

В рамките на платформата са създадени софтуерни услуги, които са разпределени по права, роли и зони на достъп, съобразени с длъжностната характеристика на потребителя. В определени сценарии, където потребители от един и същи отдел изискват различен достъп, е приложен принципът на гранулирания достъп за успешното решаване на този случай.

Модул „Комуникация с REST услуги“

Модулът осигурява обмен на данни между софтуерните модули и сървъри чрез HTTP протокола в софтуерната рамка на електронния университет. Предимството на REST услугите произтича от тяхната лесна употреба и разбиране, както и възможността им да позволяват на различни приложения и системи в електронния университет да взаимодействат по стандартизиран начин чрез HTTP методи. Например, чрез REST услуги се постига лесна и стандартизирана комуникация между системите „Учебни планове“ и „Администриране на студенти“, реализирани съответно на ASP.NET и PHP. В електронния университет, също така, се използват REST услуги за комуникация с вътрешни софтуерни компоненти и външни платформи от други образователни институции и национални агенции като Министерство на образованието и националната агенция НАЦИД.

Модул „Статистика“

Този модул има за цел анализ и визуализация на данни, свързани с различни функционалности - за стипендии, общежития, индивидуални планове, материална книга, извършване на различни справки за успеваемостта и постиженията на обучаемите, и др. Това прави тази функционалност популярен избор при извличане на данни, включително за анализ на дейността на университета, оценка на наукометричните показатели на академичния състав, изготвяне на справки за акредитационни процедури, и др.

Модул „Комуникация с Jasper сървър“

Този модул се използва за генериране на динамични справки в избран от потребителя формат. Включва софтуерни инструменти за създаване и манипулация на справки, предоставящи отчетност и анализи от базите данни. Модулът комуникира с REST-базирана уеб услуга на Jaspersoft, която има опростена интеграция с външни приложения. Някои от функционалностите включват добавяне на изображения и създаване на суб-репорти, интерактивни функции като филтриране и форматиране, крос-таблицы и аналитични изгледи. Извежданите справки могат да бъдат в различни формати, напр. xls, xlsx, pdf, docx (Jaspersoft, 2023).

Модул „Визуален потребителски интерфейс“

Модулът използва JavaScript библиотеки за трансформация на данни с цел визуалното им представяне пред потребителите. Той създава уеб интерфейс, който позволява манипулация на данни от страна на клиентския браузър (Mardan, 2018). Този модул предоставя на потребителите динамичен и интерактивен начин за взаимодействие с уеб страниците.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създаването на ефективен е-Университет е критичен елемент за успешната дейност на съвременните висши училища и е от съществено значение за ефективното управление на учебния процес. Важна част от разработката на е-Университет е изграждането на софтуерна рамка, която позволява динамичното интегриране на нови услуги. Тази рамка трябва да поддържа различни видове потребители на университета и разнообразни административни и учебни процеси.

Представената в статията софтуерна рамка за е-Университет е имплементирана и се използва в системата е-Портал на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“. Тя поддържа защита на чувствителната информация на потребителите и спазване на стандартите за киберсигурност. Предоставя механизми за контрол на достъпа, криптиране на данни и защита от възможни кибератаки. Осигурява удобен потребителски интерфейс и има адаптивен дизайн, който улеснява работата на различни устройства и платформи.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проекти МУПД23-ФМИ-021 и СП23-ФМИ-008 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Hadzhikoleva, S., Uzunov, A., Hadzhikolev, E., Cheresharov, S. (2022). *Conceptual Model of a Quality Assurance System in Higher Education*. Proceedings of 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 1-6. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH53737.2022.9751316>.

Mardan, A. (2018), *Full Stack JavaScript: Learn Backbone.js, Node.js, and MongoDB*, Apress, ISBN-13: 978-1-4842-3717-5, 2018.

Sharma, S. (2020). *Why s List of top PHP frameworks you can use in 2020*. <https://www.classicinformatics.com/blog/top-php-frameworks-2020>.

TIBO Jaspersoft (2023). <https://community.jaspersoft.com/documentation?version=49176>

Близнаков, М. (2022). *Система за моделиране и визуализация на достъпни динамични изгледи на цифрови обекти*, Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, Пловдив.

СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ НА ДОСТЪПА ДО Е-УНИВЕРСИТЕТ

Асен Узунов, Милен Близнаков, Станка Хаджихолева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

ACCESS CONTROL SYSTEM FOR E-UNIVERSITY

Asen Uzunov, Milen Bliznakov, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Modern software systems for higher education management are extremely complex. They implement various processes - administrative, educational, and financial, etc. The article proposes a model for e-university access control, which formalizes the access of different types of users to the functional modules of the software system. The model has been tested at Plovdiv University "Paisii Hilendarski".

Keywords: access control, access control system, access to complex systems

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните софтуерни приложения често поддържат много потребители с разнообразни роли и съхраняват и обработват голям обем чувствителни данни, напр. лични данни, финансова информация, и др. Това изисква ефективно управление на разрешенията и ограниченията за достъп за отделните потребители или групи потребители. Използването на многопластови архитектури, напр. с микросървиси, предполага прецизно управление на различните нива на достъп до ресурси, функции и данни в различните части на системата. От друга страна, при необходимост от интеграция с външни системи трябва да се гарантира безопасно управление на взаимодействията и обмена на данни между отделните системи и подсистеми. Всичко това поставя високи изисквания на сигурност, респективно разработване на специализирани системи за контрол на достъпа.

Софтуерните системи за управление на висшите училища са изключително комплексни. Те поддържат широк спектър от функционалности, предоставяйки на студентите, преподавателите и административния персонал удобство, ефективност и сигурност. За целта имплементират разнообразни процеси – административни, образователни и финансови, а също така и специфични, свързани с осигуряване на общежития и стипендии за студенти, развитие на академичния състав, осигуряване на качеството на обучението и на преподавателския състав, и др. Едно от големите предизвикателства е свързано с управлението на големи обеми информация и лични данни (Mammadova, 2017). Това налага разработване на персонализирани технологични решения за контрол на достъпа, които гарантират сигурност и защита на данните в образователните институции, като управляват и регулират достъпа до чувствителна информация.

В статията е предложен един модел за контрол на достъпа до е-университет, който формализира достъпа на различните видове потребители до функционалните модули. Моделът е апробиран в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

2. СИСТЕМИ ЗА КОНТРОЛ НА ДОСТЪПА

Контролът на достъпа е начинът, по който едно приложение предоставя диференциран достъп до своите ресурси и функционалности на различните потребители. Предоставянето и

отнемането на привилегии е типичен начин за управлението на достъпа. Привилегиите се описват като това, което позволява на потребителите да имат достъп до приложението (Connolly & Begg, 2014). В практиката се използват различни системи и технологии за контрол на достъпа, всеки от които предлага различни подходи за управление на правата и привилегиите на потребителите.

Mandatory Access Control (MAC) е строг модел за контрол на достъпа, който се характеризира с централизирано управление на политики (MAC, 2006). Правата за достъп се определят от администратора, и потребителите не могат да ги променят. Достъпът до ресурсите се определя на основата на класификации на сигурността, приложени както към потребителите, така и към ресурсите на софтуерната система. На субектите се дава разрешение за достъп (тайно, строго секретно, конфиденциално и т.н.), а обектите с данни получават класификация за сигурност (тайна, строго секретна, поверителна и т.н.). Данните за разрешение и класификация се съхраняват в етикети за сигурност, които са свързани с конкретните субекти и обекти. Когато системата трябва да взема решение за контрол на достъпа, тя се опитва да съпостави разрешенията на обекта с класификацията на обекта (Department of Defense-1, 1985). Правата за достъп в MAC се прилагат от операционната система или специализиран модул за контрол на достъпа, което осигурява високо ниво на сигурност и защита на данните.

Discretionary Access Control (DAC) е модел за контрол на достъпа, който се базира на идеята за собственост върху ресурсите (Department of Defense-2, 1985). Собственикът на даден ресурс може да определи кои потребители, процеси или приложения могат да имат достъп до неговия ресурс, а също така и конкретните права за достъп – напр. за четене, запис, промяна, изпълнение, изтриване, и др. Основен недостатък на този модел е необходимостта потребителите да имат добро разбиране за сигурността. Настройването на правата може да е сложно, и невнимателната употреба на възможността за наследяване на права може да доведе до „дупки“ в сигурността. За постигане на по-високо ниво на сигурност, DAC може да се комбинира с други модели, които поддържат по-структуриран или централизиран подход за управление на разрешенията, като напр. Role-Based Access Control (RBAC) или Mandatory Access Control (MAC).

Друг модел, намерил широко приложение е **Role-Based Access Control (RBAC)**. В него достъпа до конкретните ресурси се определят на база ролите в дадена организация. Всяка роля е свързана с съвкупност от разрешения за достъп до системните ресурси. Всички потребители, които имат съответната роля, имат достъп до определените ресурси и съответните права върху тях. Администраторите могат лесно да управляват достъпа до системата, като задават или премахват роли от потребителите. RBAC позволява гъвкаво управление на разрешенията, защото при промяна в политиките за достъп, не е необходимо да се правят индивидуални настройки за всички потребителски акаунти, а трябва само да се модифицират ролите (Sandhu, 1998).

При моделът **Rule-Based Access Control (RuBAC)**, достъпът до системните ресурси се определя на базата на предварително дефинирани формални правила. Всяко правило определя условия, при които потребителят може или не може да получи достъп до един или повече ресурси. Правилата могат да включват условия като роля на потребителя, локация, време от денонощието и др. RuBAC е подходящ за приложения, в които достъпа се променя динамично, в зависимост от различни условия. Основното му предимство е възможността за фин гранулиран контрол на достъпа, чрез дефиниране на различни правила, за различни сценарии и условия (Li et al., 2005).

Друг модел, който предоставя фино гранулиран достъп е **Attribute-Based Access Control (ABAC)**. При него достъпът се определя чрез атрибути, които се задават на потребителите, ресурсите и средата (Hu et al., 2019). Атрибутите могат да бъдат много и разнообразни, напр. идентичност, роля, отдел, време, местоположение и др. Достъпът се контролира чрез политики, които дефинират условията за достъп на базата на атрибути. Тези политики могат да бъдат сложни изрази, които оценяват атрибутите и определят дали заявката за достъп трябва да бъде разрешена или отказана. В общия случай ABAC изисква

дефиниране на подробни политики за достъп и управление на голямо количество атрибути. Оценяването на политиките може да доведе до забавяне при обработката на заявките за достъп.

В някои случаи, с цел да се имплементират различни изисквания за сигурност, се налага да се комбинират два или повече модели за контрол на достъпа. Причините за това могат да са различни – сложна организационна структура с множество различни отдели, роли и нива на достъп; поддръжка на различни типове ресурси и данни, напр. лични данни, финансови, технически, медицински, и др.; динамични промени в средата, които изискват често преконфигуриране на правата за достъп; увеличаване на нивото на сигурност, и др.

3. СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ НА ДОСТЪПА ДО Е-УНИВЕРСИТЕТ

Контрол на достъпа, базиран на RBAC и ABAC е един от най-широко използваните модели за контролиран достъп до ресурси в организациите. В общия случай, университетската организация притежава набор от съществуващи потребителски разрешения, които могат да се използват за създаване на подходящи роли. Този процес е важна и предизвикателна задача при внедряването на RBAC във е-Университет. Ефективността на ABAC модела зависи от коректността на правилата за авторизация. Подобно на извличането на роли в RBAC, процесът на конструиране на подходящ набор от правила за авторизация на ABAC, известен като инженеринг на политики, е от решаващо значение за внедряването на ABAC (Das et al., 2018). ABAC е гъвкав модел за осигуряване на ограничен достъп на достъпа до организационни ресурси и за задоволяване на нуждите от междуетабилитационен контрол на достъпа (Hu et al., 2014).

Една от основните задачи на системите за контрол на достъпа е персонализирането на правата на достъп за различните потребители. Студентите, преподавателите и администраторите трябва да получат специфични права в зависимост от техните роли и отговорности по такъв начин, че данните да са достъпни само за тези, които имат нужда от тях в работата си (Dongdong et al., 2017). Участниците в различните административни, образователни и финансови процеси и процедури също са с различни роли, определени от длъжностните им характеристики или процедури, съответно с различен достъп до университетските системи и данни.

Системите за контрол на достъпа се грижат за защитата от не-авторизиран достъп и злоупотреба с информацията в е-университета. Те използват различни механизми за идентификация и автентикация, пароли, биометрични данни или двуфакторна автентикация. Този допълнителен слой на защита предпазва университетите платформи от потенциални кибератаки и намалява риска от загуба или компрометиране на данните.

Важен аспект на системите за контрол на достъпа е тяхната способност да подобряват ефективността на управлението на е-университета. Администраторите трябва да могат лесно да проследяват и управляват дейностите на потребителите в системата, както и да генерират доклади за активността. Това предоставя ценна информация за оптимизиране на процесите, увеличаване на производителността и подобряване на общото управление на университетската информационна инфраструктура.

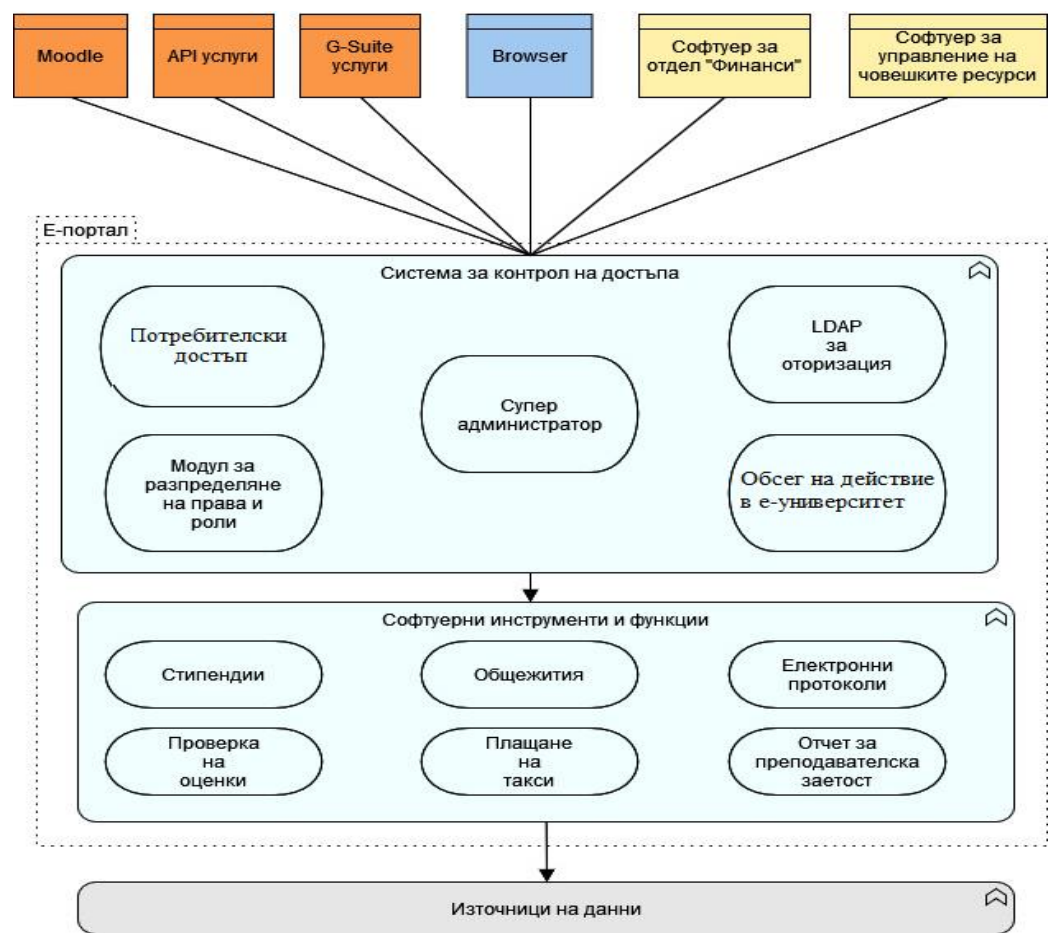
Една система за контрол на достъп в е-Университет трябва прецизно да управлява достъпа до ресурси, информация и услуги в рамките на университетската среда. Това включва уеб-приложения, бази данни, учебни материали, електронни услуги и други ресурси, до които потребителите имат нужда от достъп. Ролите и правата се определят на базата на специфичните характеристики на различните потребители (Wang & Liu, 2007).

Основни модули в системата за контрол на достъпа са: Потребителски достъп, LDAP за авторизация, Модул за разпределяне на права и роли, Обсег на действие в е-Университет, и Супер администратор (фиг. 1).

Потребителски достъп

Потребителският достъп в е-Университет е от съществено значение за информационната сигурност, защитата на личната информация, чувствителни данни и ефективното функциониране на системата. Модулът съдържа функционалностите:

Идентификация и автентикация; Управление на достъп; Делегиране на права; Обучение и осведоменост; Одит на достъп.



Фигура 1. Система за контрол на достъпа до е-Университет

Идентификация и автентикация

Потребителите в е-Университет се идентифицират, преди да получат достъп до системата. Това се осъществява с помощта на потребителско име, парола, двуфакторна автентикация или вход с университетска електронна поща.

Управление на достъп

Системата поддържа механизми за управление на достъпа, които позволяват на администраторите да определят, кои потребители или групи от потребители имат достъп до определени ресурси, функционалности и данни. Това включва различни нива на достъп – от пълен достъп, до ограничено право на четене или запис.

Делегиране на права

Администраторите в е-университет авторизират потребители, които споделят отговорности и осъществяват сътрудничество, без да компрометират сигурността на данните или целостта на системата. Функционалността намира приложение в е-Университет при необходимост от задаване на различни права на потребители от един и същ отдел (звено).

Обучение и осведоменост

Потребителите в е-университет се обучават и информират за политиките и процедурите за контрол на достъпа и защита на данните. Това включва осведомяване за изискванията за използване на силни пароли и методи за защита на личната информация.

Одит на достъп

Одит на достъп е основен елемент от стратегията за информационна сигурност в е-университета. Това е процес на проследяване поведението на потребителите в системата, записване и анализ на всички събития, свързани с достъпа до информационните ресурси и данни в университетската система. Това е от съществено значение за осигуряване на защитата на личната информация, сигурността на данните и спазването на регулаторните изисквания.

Интегрирането на тези аспекти в системата за управление на достъпа на е-Университета е от съществено значение за съхранението и обработката на чувствителна информация за студенти, администрация, преподаватели и университетски ресурси.

Системата за контрол на достъпа и делегиране на потребителски права трябва да бъде разработена и поддържана съобразно със специфичните нужди и изисквания на е-Университета, като същевременно се отчитат законовите и регулаторните изисквания за защита на данните.

LDAP за авторизация

LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) се използва за управление на идентичността и авторизацията в университетските системи и електронни учебни платформи. LDAP предоставя директен метод за достъп до директорията на потребителите и техните атрибути в е-Портал (LDAP, 2023). Един от обичайните начини за постигане на това е през потребители в група. Този модул има ключова роля и за синхронизацията с G-Suite на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Модул за разпределяне на права и роли

С този модул се управлява начина, по който потребителите получават и управляват роли и права за достъп до различните системи и приложения в е-университета. Основни функции на този модул са: създаване, редактиране и изтриване на роли, присвояване на роли на права за достъп към определени ресурси. Изграждането на ефективен модул за разпределяне на права и роли е важна задача при управлението на сложни системи с множество потребители и ресурси в е-университета. Той осигурява баланс между удобството за потребителите и необходимостта от сигурност и контрол върху достъпа до информация и ресурси.

Обсег на действие в е-университет

Обсегът на действие в е-университет е съвкупност от правила, описани и реализирани чрез софтуерни инструменти. Целта е след вход на служител в е-университет да се генерират динамично права в зависимост от длъжностната характеристика. Модулът е апробиран в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ за административните системи, системи за обратна връзка и оценка, системите за управление на студентска информация, учебните планове, електронни библиотеки, електронно обучение и др. За да се осигури ефективно функциониране на тези системи, е важно да се извършва редовен мониторинг, поддръжка и обновяване на софтуера и инфраструктурата.

Супер администратор

Супер администратор е специална роля, която има права за достъп до всички функции и данни в системата и може да създава потребители, групи и други супер администратори (IBM, 2023). Потребителят с такава роля е авторизиран с най-високите права за управление и контрол върху системните процеси и ресурси. При необходимост, супер администраторът може да гранулира достъпа до функционалностите от звено. Това дава възможност потребителите от един и същ отдел да имат различен достъп, съобразен с длъжностната им характеристика. Обсегът на действие се адаптира към конкретните потребности на потребителя в университета, за да се осигури ефективно и сигурно управление на достъпа до всички необходими ресурси и софтуерни инструменти.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съвременните е-университети дигитализират разнообразни административни, образователни и финансови процеси, а също така и специфични за висшето образование

аспекти, свързани с управление на качеството на образователния продукт, развитие на академичния състав, осигуряване на общежития и стипендии за студенти, и др. Това изисква специфичен дизайн на системата за контрол на достъпа до софтуерните инструменти и функционалности, която да гарантира сигурност и защита на данните, като и фино управление на достъпа до чувствителна информация.

Представеният в статията модел генерализира системата за контрол на достъпа на е-Портал – централизирана софтуерна платформа на Пловдивския университет "Паисий Хилендарски". Е-Портал използва комплексна система за фино управление на достъпа до софтуерната платформа, базиран на роли, правила, потребителски обхват.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проект МУПД23-ФМИ-021 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Connolly, T., Begg, C. (2014). Database Systems; A practical Approach to Design, Implementation and Management, Publ. Pearson, ISBN: 0132943263.

Das, S., Mitra, B., Atluri, V., Vaidya, J., & Sural, S. (2018). Policy Engineering in RBAC and ABAC. From Database to Cyber Security: Essays Dedicated to Sushil Jajodia on the Occasion of His 70th Birthday, pp. 24-54.

Department of Defense. (1985). Department of Defense Trusted Computer System Evaluation Criteria, DoD 5200.28-STD. Достъпно на: <https://csrc.nist.gov/files/pubs/conference/1998/10/08/proceedings-of-the-21st-nissc-1998/final/docs/early-cs-papers/dod85.pdf>

Dongdong, L., Shiliang, X., Yan, Z. (2017) Role - based Access Control in Educational Administration System, MATEC Web of Conferences 139, 00120, Достъпно на: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713900120>.

Hu, V., Ferraiolo, D., Kuhn, R, et al. (2019) Guide to Attribute Based Access Control (ABAC) Definition and Considerations, NIST SP 800-162, Достъпно на: <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/162/upd2/final>.

IBM (2023). The super administrator, IBM Documentation, Достъпно на: <https://www.ibm.com/docs/zh-tw/openpages/8.2.0?topic=domains-super-administrator>.

LDAP (2023) Lightweight Directory Access Protocol, Microsoft Documentation, Достъпно на: <https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/desktop/ldap/lightweight-directory-access-protocol-ldap-api>.

Li, H., Zhang, X., Wu, H., & Qu, Y. (2005). Design and Application of Rule Based Access Control Policies. Достъпно на: <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-and-Application-of-Rule-Based-Access-Control-Li-Zhang/7d483c6b457f0263c18b821782773ea05f812f52>

MAC (2006). Mandatory-Access-Control Model. In: Access Control Systems. Springer, Boston, MA, ISBN: 978-0-387-27716-5. Достъпно на: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-27716-1_4

Mammadova, Masuma H., Huseyn A. Gasimov. (2017). E-university: conceptual, technological and architectural approaches. Problems of Information Technology, vol. 2, pp. 51-62.

Sandhu, R. (1998) Role-based Access Control, Advances in Computers, Vol. 46, pp. 237-286.

US Department of Defense. (1985). A Guide to Understanding Discretionary Access Control in Trusted Systems. In: The “Orange Book” Series. Palgrave Macmillan, London. Достъпно на: https://doi.org/10.1007/978-1-349-12020-8_8

Wang, S., Liu, Q. (2007). Trust-based Access Control in Virtual Learning Community. In: Wang, W., Li, Y., Duan, Z., Yan, L., Li, H., Yang, X. (eds) Integration and Innovation Orient to E-Society Vol. 2. IFIP International Federation for Information Processing, vol 252. Springer, Boston, MA.

ТЕХНОЛОГИИТЕ – МОГАТ ЛИ ДА ПОМОГНАТ НА ПСИХИЧНОТО ЗДРАВЕ, СЛЕД КАТО СА МУ НАВРЕДИЛИ

Велизар Величков, Георги Чолаков
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

TECHNOLOGIES – CAN THEY HELP MENTAL HEALTH AFTER HARMING IT

Velizar Velichkov, Georgi Cholakov
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: This article presents a study on correlation between technologies and mental health, pros and cons of integration of technologies in our daily lifestyle. The aspect of overdosing Internet and social networks provoked getting deeper into how human self-awareness is changing along with the progress and potential harm of mental health. A prototype of a system is presented, intended to connect potential patients and psychologists in preventing mental health disorder and eventual treatment. The idea of using modern technologies, like AI, for preliminary analysis and self-diagnosis is discussed and experimentally implemented.

Keywords: technologies, mental health, Artificial Intelligence, ChatGPT

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Има много негативни последици от прекомерното използване на различните технологии. Всяко едно човешко същество е напълно възможно да изпитва проблеми с начина, по който възприема себе си и собственият си живот, когато му се налага непрекъснато да се съревновава с други хора в Интернет (Vuorre & Przybylski, 2022). Независимо от това дали човекът е на 2-години и му се предоставя таблет, за да слуша докато родителите му свършат друга работа, или човекът е на 20 години и стои по 17-18 часа в денонощието пред екран – физическите и психическите последици са огромни. Целта на разработката е изготвяне на малко по обем проучване на тема психичното здраве и технологиите, и създаване на приложение, което да помогне на човек да следи своето емоционално състояние, да спомогне за предотвратяване отключването на по-сериозни заболявания, и евентуално да се свърже със специалист за консултация. Подобни идеи са предмет на все по-широки проучвания в глобален мащаб (Bauman & Rivers, 2023). Реализацията на приложението към момента е прототипна, като е приложена и интеграция с външна система за изкуствен интелект (ИИ), а именно набралата широка популярност ChatGPT (OpenAI, Microsoft Corporation, 2022), като тази интеграция е по-скоро експериментална и на по-късен етап е предвидена собствена разработка на интелигентен компонент, насочен към по-специфичните изисквания на приложението.

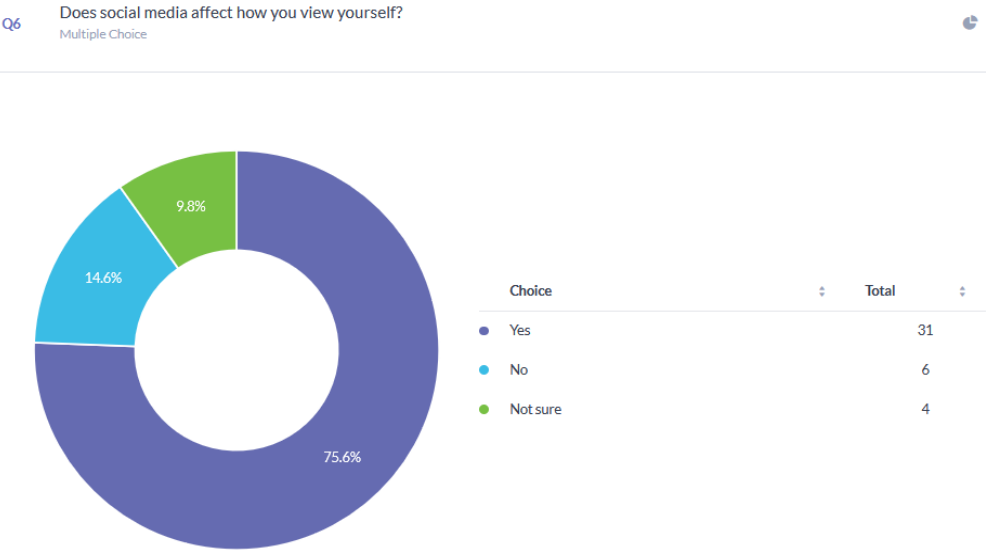
2. ПРОУЧВАНЕ

Направено бе проучване на тема „Психичното здраве и технологиите“, специално за да отрази темите, засегнати в настоящия доклад. За целта бе създадена анкета в електронен вариант. Участие в това проучване взеха 41 души от целия свят. Хипервръзката към анкетата бе споделена в няколко англоезични форума, за да може то да достигне до колкото се може повече хора от различни държави, полове и възрастови групи. Тя бе споделена и с

индивидуални личности, които проявиха интерес към това да участват в проучването и да дадат своето мнение по въпросите.

Някои от по-интересните резултати от проучването са следните:

- На въпроса „Социалните мрежи влияят ли на начина, по който възприемате себе си?“ (резултатите са визуализирани на фиг. 1) **75.6%** от анкетираните са отговорили, че технологиите влияят на начина, по който се възприемат. **14.6%** не смятат, че технологиите оказват влияние върху себе възприятието им, докато **9.8%** не са сигурни.
- На въпроса „Мислите ли, че технологиите влияят на психичното здраве на човек?“ **39 души** са отговорили с „Да“, докато само двама смятат, че технологиите не влияят на човешкото психично здраве.
- По скалата от 0 до 10 (като 0 е „Технологиите не влияят въобще на психическото здраве“, докато 10 е „Технологиите вредят много на психичното здраве“) средната оценка, която анкетираните са дали, е **7.39**.



Фигура 22. Социалните мрежи влияят ли на начина, по който възприемате себе си?

Резултатите от проучването, както и факта, че все по-често практикуващи психиатри, както и пациенти, се интересуват от начини, по които да работят с ИИ за постигане на добри резултати, доведе до създаването на прототипа на системата, която интегрира Изкуствен интелект, за да експериментира с анализите, направени от него, с цел проследяване и анализиране на психичното здраве.

Сред ползите от това да се използва ИИ, за да комуникира с пациенти с психични заболявания е, че когато има система, която работи онлайн, хора, които имат проблеми с подвижността, също могат да бъдат консултирани. Плюс е и това, че ИИ може да води записки и сведения, които след това да предаде на практикуващия лекар. ИИ може също така да прави и независими анализи върху събраната информация.

Използването на подобна технология спестява време и ресурси, и може значително да подобри работата на психиатрите. ИИ може да бъде обучен да прави анализи и намира модели в поведението на пациента, който бива консултиран.

3. РАЗРАБОТКА

При създаването на приложението една от основните идеи бе то да може да интегрира именно изкуствения интелект в практиката на психолози и психиатри. Приложението е създадено с помощта на Universal Windows Platform (Microsoft, 2023) и може да бъде

достъпно на всяко едно устройство, използващо Windows 10/11. Самото приложение има класическа 3-слойна архитектура – презентационен слой (частта с графичния интерфейс и това, което вижда потребителят); слой с бизнес логика (частта, която извършва контрол над функционалностите); слой с данни (нивото, което осъществява достъп до базата от данни, която е Microsoft SQL Server (Microsoft, 2022)).

Системата използва интеграция с ChatGPT - робот с изкуствен интелект, разработван от OpenAI (OpenAI, Microsoft Corporation, 2022). Роботът разполага със своя библиотека от знания, като също така е програмиран и по начин, по който с всяко следващо общуване с потребител, се учи в движение. ChatGPT API (Application Programming Interface) е базиран на REST архитектурата (Masse, 2011). В общи линии REST архитектурният стил се използва, за да се разграничат реализациите на клиента и сървъра, като двете страни комуникират, без да са зависими от вътрешните си архитектури. Приложението (или клиент) използва API услугата на ChatGPT. Приложението изпраща съобщения под формата на REST заявки, с които получава данни и ресурси. Сървърът, от своя страна, отговаря на заявките, връщайки резултат като отговор. Заявките и отговорите са във формат JSON (Wikipedia), като основно се използват GET и POST заявки.

GPT технологиите използват т.нар. tokens (символи, думи) за да обработват текст. В общи линии символизирането открива често използвани последователности от знаци в даден текст. Моделите разбират какви са отношенията между тези символи в даден текст и могат да произведат следващия символ в дадена поредица. Напр. изречението „Hello, I feel very sad“ съдържа в себе си 22 знака и съответно 6 tokens.

ChatGPT работи с т.нар. prompts. Най-общо prompts са въпросите, изреченията и информацията, която се подават на модела, който от своя страна трябва да преработи полученото и да върне отговор. Колкото по-конкретен, коректен и изчерпателен е даден prompt, толкова по-големи са шансовете машината да отговори по задоволителен начин. Правилното задаване на prompt е от изключително значение по отношение на добрата работа на машината. С използването на prompt потребителят може да продължава дадената дискусия, която води с машината за ИИ или да накара машината да довърши или разгърне предишен prompt.

The screenshot shows a web interface for an AI chatbot. At the top, there is a teal header bar with the email 'ivan@abv.bg' on the left, navigation links 'Upload Resources', 'Patients', 'AI', 'Log Out', and 'Exit' in the center, and the date and time '8/28/2023 5:04:12 PM' on the right. Below the header, the text 'AI Chat:' is centered. The main area is divided into two sections: 'User input:' and 'AI output:'. Under 'User input:', there is a text box containing the prompt 'tell me more about depression.' Below this, under 'AI output:', there is a text box containing the response 'Depression is a mental illness that affects a person's mood and behavior. Symptoms of depression can include persistent feelings of sadness and emptiness, difficulty sle...'. At the bottom, there is a grey bar with the text 'Insert your question here:' and 'tell me more about depression.' followed by an 'Ask' button.

Фигура 2. Комуникация на пациент с ИИ

В създаденото приложение има разграничени два типа потребители:

- **Пациент** – потребител, който ще използва системата, за да въвежда своите настоящи емоционални състояния (3 възможни начина – със свои собствени думи, избирайки една от шестте универсални емоции или оценявайки настроението си от 1 до 5).
- **Лекар** – потребител, който може да достъпва информацията за своите пациенти. Избирайки пациент, лекарят ще може да види дали даденият пациент има поставена диагноза и средноаритметична оценка на настроението му за определен период от време.

Потребителите и от двата типа могат да провеждат разговори с ИИ (в настоящата реализация ChatGPT), като могат да задават въпроси или да споделят неща за себе си, а ChatGPT от своя страна може да бъде инструктиран да влезе в ролята на хора от различни видове професии, включително и като психиатър. Подобен пример е илюстриран на фиг. 2, представящ комуникация чрез разработеното приложение, чийто отговори се връщат от ChatGPT. Превод на разговора от фиг. 2:

Потребител: Разкажи ми повече за депресията.

ИИ: Депресията е психическо заболяване, което може да повлияе на настроението и поведението на човек. Симптомите на депресията могат да включват натрапчиви чувства на тъга и празнота, проблеми със заспиването...

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Един от начините човечеството да се справи с проблемите, които изникват от прекомерното използване на технологии, е чрез намиране на начини тези технологии да се използват по-продуктивно и по-осъзнато. Една идея в тази насока е да бъде създаден един изцяло нов Изкуствен интелект, който е специално разработен от работни групи, състоящи се от програмисти и психиатри. Такъв продукт би могъл в обозримо бъдеще да послужи на практикуващи лекари или хора, нуждаещи се от помощ за своите психични проблеми. Целта на този ИИ не е да замести лекаря, а да посредничи между лекар и пациент. Когато пациентът има нужда от това да поговори с някого, но поради различни причини не може да направи това със своя лекар, то тогава този пациент може да говори с ИИ. От своя страна, лекарят да има достъп до извлечената информация от разговора на пациента с ИИ, за да може своевременно да се намеси при необходимост, както и да може да предостави по-качествена помощ на своя пациент.

В бъдещата разработка на представената система е предвидено добавяне на ресурси от страна на лекарите, които да бъдат достъпни за пациентите. Лекарите ще имат за задача да откриват нужните книги, статии и други полезни източници, след което да класифицират тези материали по достатъчно разбираем за пациентите начин. По този начин всеки пациент, който иска да разбере повече за заболяването си, или пък се интересува по-широко от психология и психичните заболявания, ще може да достъпи това съдържание.

Също така в процеса на развитие на системата може да се създаде специален ИИ, предназначен за работа с лекари и пациенти, страдащи от психични заболявания, като лекарите ще дават обратна връзка на разработчиците какво ИИ трябва да може да прави и знае. Пациентите, от своя страна, също могат да дават обратна връзка, тествайки технологията, за да може тя да се „научи“ по-добре да общува с тях.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторите изказват благодарности на доц. д-р Станка Хаджиколева, ръководител на проект СП23-ФМИ-008, и на Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ за оказаната подкрепа.

ЛИТЕРАТУРА

Bauman, S., & Rivers, I. (2023). Mental Health Online: Fact or Fiction? Mental Health in the Digital Age, 7-26. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32122-1_2

Masse, M. (2011). REST API Design Rulebook. O'Reilly Media.

Microsoft. (2022). Introducing SQL Server 2022. <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server>

Microsoft. (2023, April 20). What's a Universal Windows Platform (UWP) app? <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/uwp/get-started/universal-application-platform-guide>

OpenAI, Microsoft Corporation. (2022, October 30). ChatGPT. <https://chat.openai.com>

Vuorre, M., & Przybylski, A. (2022, August 17). Global well-being and mental health in the internet age. <https://doi.org/10.31234/osf.io/9tbjy>

Wikipedia. JSON. <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON>

СИГУРНОСТ И КАЧЕСТВО НА ПРОГРАМНИЯ КОД ПРИ AGILE ПОДХОД

Желяна Донева, Силвия Гафтанджиева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

SECURITY AND QUALITY OF SOFTWARE CODE IN AGILE APPROACH

Zhelyana Doneva, Silvia Gaftandzhieva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Due to the fact that Agile is gaining popularity as it enables teams to respond rapidly to changing requirements, enhance collaboration and deliver high-quality software products, ensuring code quality and security becomes paramount. This article is devoted to principles, practices, and benefits of Agile methodology, primary objectives of code quality and security maintenance. It highlights the main challenges faced when integrating automated code quality and security checks into Agile workflows and suggests strategies to overcome them.

Keywords: Agile methodology, software products, code quality, security checks

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Разработката на софтуер в съвременността е област, характеризираща се с изключителна динамика, постоянно развиващи се технологии, променящи се изисквания на клиентите и интензивна конкуренция на пазара. В този постоянно развиващ се контекст традиционните подходи към разработка на софтуер, за които са характерни планове и последователни процеси, често не успяват да отговорят на честите изменения в изискванията, ориентирани към клиентите. Agile методологията се явява подходящ трансформиращ подход, предоставящ гъвкава и итеративна рамка за управление на софтуерни проекти.

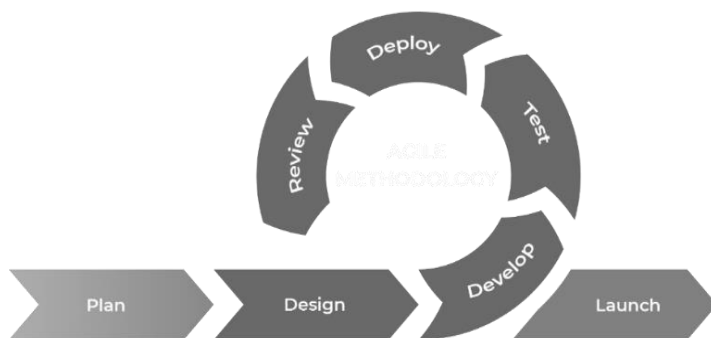
Тази статия цели да предостави преглед на Agile методологията, нейния исторически контекст, принципите, практиките и решаващата ѝ роля за съвременната разработка на софтуер. Специално внимание е обърнато на основните предизвикателства при Agile разработка на софтуер, свързани с интегриране на инструменти за автоматизиран мониторинг на качеството на програмния код и на съответствието му със стандартите за сигурност, както и на някои важни препоръки за тяхното преодоляване.

2. AGILE МЕТОДОЛОГИЯТА

През 2001 г. от група програмисти е създаден набор от ръководни принципи на Agile методологията в т.нар. Agile манифест, с цел да бъдат преодолените ограничения на традиционните, планово-управлявани методологии за разработка на софтуер (Mancl & Fraser, 2019). Чрез тези принципи се дава приоритет на хората, участващи в дейностите по създаване на софтуер, на взаимодействието между тях, на работещия софтуер, на сътрудничеството с клиентите и на бързата реакция на настъпили промени в процесите и инструментите, на обстойната документация и т.н. Това отбелязва началото на Agile методологията като съвкупност от ценности и принципи.

Agile методологията е итеративен и поетапен подход към управлението на проекти, който първоначално е разработен за нуждите на софтуерното инженерство (Gheorghe et al.,

2020), но намира приложение в различни области. Този подход акцентира върху сътрудничеството, гъвкавостта и бързия отговор на промени. При него проектът се разбива на малки, управляеми етапи, наречени спринтове, всеки от които е с продължителност от 1 до 4 седмици (Euvic, 2022). В края на всеки спринт, екипът по изпълнение на проекта доставя работещ продукт или компонент и на базата на обратна връзка от заинтересованите страни, оценява резултатите от спринта и коригира проектния план. За разлика от традиционните подходи за управление на софтуерни проекти, Agile методологията се фокусира върху бързата доставка на функциониращ продукт и преминаване към следващ етап, основавайки се на получена обратна връзка.



Фигура 1. Agile методология (<https://interqualitybg.com/en/resources/scrum-and-agile-resources/agile-methodology>)

Agile методологията се основава на принципи и практики, които взети заедно подчертават гъвкавостта, приспособимостта и сътрудничеството. Чрез тези принципи, в сравнение с традиционните подходи, се дава приоритет на:

- Сътрудничество с клиентите/потребителите пред формалното договаряне с тях;
- Работещ софтуер пред обстойна проектна документация;
- Бързата реакция и адаптиране на работния план при настъпили промени в изискванията, пред стриктното следване на предварително създадения план;
- Хората, участващи в дейностите по създаване на софтуер и на взаимодействията между тях, пред процесите и инструментите при разработка.

Съществуват различни практики, основани на Agile методологията, които предоставят конкретни методи за прилагане на основните Agile принципи. Така напр. Scrum (Sutherland & Sutherland, 2014) разделя процеса на разработка на фиксирани итерации (спринтове), като приоритизира работата в екип, отговорността и итеративния напредък към добре дефинирана цел, Kanban (Tousignant, 2015) позволява визуализиране и оптимизиране на работния процес, а Extreme Programming (Feng et al., 2020) акцентира върху практики за „разработка на софтуер, управлявана от тестове“ (Test-Driven Development) и „програмиране по двойки“ (Pair Programming).

Agile методологията предоставя 6 ключови предимства за проектите по разработка на софтуер, както и за самите екипи, които ги изпълняват:

- Подобрена приспособимост: осигурява на екипите възможност бързо да се приспособяват към промени в изискванията и приоритетите и намалява риска от доставка на остаряла или неподходяща функционалност;
- По-ефективно сътрудничество: насърчава тясно сътрудничество между различните екипи по разработка на отделни функционалности, заинтересованите страни и клиентите, като стимулира формирането на общо разбиране за проектните цели и приоритети;

- Постоянна обратна връзка: регулярните итерации и сътрудничеството с клиентите позволяват на екипа да събира обратна връзка в процеса на разработка, което повишава качеството на продукта и удовлетвореността на клиента;
- По-бърза доставка: итеративният Agile подход често води до намаляване на времето за доставяне на ценни за клиентите функционалности, давайки конкурентно предимство на организацията;
- Повишена прозрачност: прилаганите инструменти за проследяване и обсъждане на напредъка, като т.нар. Burndown Charts и ежедневните „правостоящи“ (stand-up) срещи улесняват идентифицирането и решаването на евентуални проблеми;
- По-високо качество: практиките като „разработка, управлявана от тестове“ и „непрекъсната интеграция“ (continuous integration) подпомагат подобряването на качеството на софтуера, чрез идентифициране и отстраняване на дефекти в по-ранен етап от процеса на неговата разработка.

3. AGILE ПОДХОД: СИГУРНОСТ И КАЧЕСТВО НА ПРОГРАМНИЯ КОД

Agile методологията за разработка на софтуер води до революционни промени в начина на изпълнение на софтуерни проекти. Тя позволява да се въведе система за непрекъснат мониторинг, измерване и оценка при тяхното изпълнение, като при това улеснява автоматизирането на тази система. Ключова роля в Agile софтуерните среди понастоящем играят именно автоматизираните инструменти за управление на качеството на програмния код и на съответствието му с изискванията за сигурност, позволявайки на екипите за разработка да спазват добри практики, да идентифицират уязвими места и да обезпечават съгласуваността на кода с зададените стандарти за качество и сигурност (Kim et al., 2021).

Основната цел при осигуряване на съответствието, по отношение на качеството на програмния код, е да се подобрява неговото качество през целия Agile жизнен цикъл на разработка на софтуера. Това включва: последователно придържане към стандарти и конвенции за създаване на код, независимо от честите промени в изискванията или екипа по разработка; ранно идентифициране на проблеми със сложността, дублиранията и поддръжката на кода, с цел улесняване корекциите на грешки и бъдещи подобрения; осигуряване на мащабируемост и адаптивност, така че лесно да бъдат отразени бъдещи нови изисквания; откриване на проблеми със скоростта на изпълнение и оптимизиране на кода за подобряване на неговата ефективност; предвиждане и предотвратяване на бъдещи проблеми от техническо естество, „техническият дълг“ (technical debt), за да се предотврати натрупването на практики за създаване на неустойчив код (Pardo et al., 2021).

От своя страна, осигуряването на съответствието, по отношение на сигурността и поверителността при Agile разработка на софтуер има решаваща роля и цели: сканиране на програмния код за откриване на уязвимости като хакерски техники (напр. SQL инжекции или инжектиране на злонамерени изпълними скриптове, известно като Cross-Site Scripting – XSS) и други обичайни заплахи за сигурността; прилагане на политики и добри практики за сигурност, така че преди внедряването на кода, да се гарантира сигурността на обработката на чувствителни данни и надеждността на механизмите за удостоверяване и оторизация; предварително идентифициране и смекчаване на потенциални заплахи за сигурността (Moyon et al., 2020).

Чрез интегрирането на инструменти за автоматизиран мониторинг на качеството на кода и на съответствието с изискванията за сигурност при Agile разработка на софтуер се осъществяват едновременно горните две групи цели, което осигурява следните предимства (Pardo et al., 2021; Kim et al., 2021):

- Идентифициране на проблеми на ранен етап – екипите имат възможност да се справят с проблемите рано в процеса на разработка, когато за тяхното отстраняване са нужни по-малко времеви и финансови ресурси;

- Обратна връзка в реално време – разработчиците са уведомени за възникнали проблеми с качеството на кода и сигурността моментално, което им позволява да направят необходимите корекции веднага;
- Автоматизация на съответствието – автоматизираният контрол по следване на стандарти и добри практики за програмиране, и политики за сигурност гарантира последователно спазване на предварително зададени насоки, като едновременно се намалява ръчната работа и рискът от човешки грешки;
- Подпомагане на метода „непрекъсната интеграция/непрекъсната доставка“ (НИ/НД) (continuous integration/continuous delivery – CI/CD) – интеграцията с пълния набор от процеси при разработката, наричан „НИ/НД тръбопровод“ (CI/CD pipeline) гарантира, че кодът се оценява автоматично на всеки етап от процеса на разработка и подпомага поддържане на качеството и сигурността на кода през целия жизнен цикъл от разработката на софтуер.

При въвеждането на автоматизиран мониторинг на качеството и сигурността на програмния код в Agile работните процеси за софтуерна разработка екипите се сблъскват с 4 основни предизвикателства (Chen, 2017; Davis, 2016; Winkler et al., 2017), които са представени по-долу, заедно със съответните решения за тяхното ефективно преодоляване.

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО 1. Инструментите за контрол на качеството и сигурността на кода, които се интегрират, е възможно да използват различни формати за индикация и уведомяване при възникване на проблеми.

Препоръки за преодоляване 1. Използване на интегрирани среди за разработка или инструменти, които предлагат предварително заложиени възможности за интеграция с популярни инструменти за мониторинг на качеството и сигурността. Разработване на специални скриптове за целта или т.нар. „конектори“ (connectors) за преодоляване на несъответствията между инструментите.

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО 2. Възникване на противоречия с възприетите до момента от разработчиците култура и начин на работа. Например, има вероятност от първоначална съпротива срещу автоматизирания мониторинг или от приемането му като допълнителна бюрократична тежест.

Препоръки за преодоляване 2. Включване на разработчиците при избора и конфигуриране на инструментите, както и провеждане на обучения и осигуряване на комуникация върху предимствата от тяхното въвеждане, с цел формиране на доверие, чрез подобна култура на сътрудничество и прозрачност.

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО 3. Смушения в установените процеси на разработка на софтуер, тъй като екипите биха могли да се сблъскат със закъснения в изпълнението и други разочарования в периода на адаптиране към новите практики.

Препоръки за преодоляване 3. Внедряването на инструментите за контрол на качеството и сигурността на кода е необходимо да става постепенно, с отчитане на нуждата от период за приспособяване, като внимателно се подбира кога и къде в цикъла на разработка да се извършва контролът и се минимизират смушенията в него.

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО 4. Генериране на „фалшиви“ положителни/отрицателни резултати от страна на автоматизираните инструменти, т.е. идентифициране на проблеми, които в действителност не представляват такива или обратно – пропускане на истински проблеми. Тези неточности биха могли да доведат до разочарование сред разработчиците и да намалят тяхното доверие в инструментите.

Препоръки за преодоляване 4. Редовна фина настройка в конфигурацията на инструментите, с цел намаляване на „фалшивите“ положителни/отрицателни резултати. Насърчаване на обратната връзка от разработчиците, относно точността при идентификация на проблеми. Приоритизиране при решаване на проблемите по важност.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният в статията анализ е част от научно изследване, основната цел на което е да се предложат, изследват и апробират автоматизирани средства за контролиране на

нивото на сигурност и качеството на софтуера при разработване и въвеждане на дигитални инструменти. Последното предполага например, предварително определяне на критерии и внедряване на съответни автоматизирани контроли (гейтове) за качество и сигурност в Agile жизнения цикъл на разработка на софтуер за: намаляване на произтичащите от Agile бъдещи проблеми от техническо естество (техническият дълг) в софтуерните проекти; ефективно проследяване и проверка на промените в програмния код; поддържане на съответствието с международни стандарти за сигурност (като ISO/IEC 27001) и регулации, свързани с поверителността на информацията (напр. HIPAA, GDPR) и др. Планира се предложените прототипи да бъдат апробирани в реални фирми и/или институции.

Изследването е по равно финансирано от Европейския съюз-NextGeneration EU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект № BG-RRP-2.004-0001-C01 и ФНИ на ПУ „Паисий Хилендарски“, проект МУПД23-ФТФ-019.

ЛИТЕРАТУРА

Chen, L. (2017). Continuous Delivery: Overcoming adoption challenges. *Journal of Systems and Software*, 128, 72–86.

Davis, J. (2016). *Effective DevOps: Building a Culture of Collaboration, Affinity, and Tooling at Scale*. O'Reilly Media.

Euvic (2022). Traditional and agile methodologies – how to manage IT projects, <https://www.euvic.com/classic-and-agile-methodologies-how-to-manage-it-projects/>

Feng, Y., Cui, D., Li, H., Zhao, Y., Liu, J. (2020). Analysis of extreme programming. *MATEC Web of Conferences*, 309, 02016.

Gheorghe, A., Gheorghe, I., Iatan, I. (2020). Agile Software Development. *Informatica Economica*, 24(2), 90–100.

Kim, G., Humble, J., Debois, P., Willis, J., Forsgren, N. (2021). How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations. *IT Revolution Press*, 528 p.

Mancl, D., Fraser, S. (2019). XP 2019 Panel: Agile Manifesto – Impacts on Culture, Education, and Software Practices. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – Workshops* (pp. 143–148). Springer International Publishing

Moyon, F., Almeida, P., Riofrio, D., Mendez, D., Kalinowski, M. (2020). Security Compliance in Agile Software Development: A Systematic Mapping Study. In *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*. IEEE.

Pardo, M., Erazo, H., Lozada, C. (2021). Documenting and implementing DevOps good practices with test automation and continuous deployment tools through software refinement. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(4), 854.

Sutherland, J., Sutherland, J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Penguin Random House, https://www.agileleanhouse.com/lib/lib/News/More_Praise_for_Scrum_The_Art_of_Doing_T.pdf

Tousignant, D. (2015). *Simple Kanban for Software Development Teams: Implementing Kanban using Scrum and other Agile techniques*. Cape Project Management, Incorporated.

Winkler, D., Biffl, S., Bergsmann, J. (2017). *Software Quality. Complexity and Challenges of Software Engineering in Emerging Technologies*. Springer International Publishing.

ТЕХНИЧЕСКИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ПРОБЛЕМИ ПРИ МИГРАЦИЯ В ОБЛАКА

Невена Стаевски, Силвия Гафтанджиева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

TECHNICAL CHALLENGES AND PROBLEMS IN CLOUD MIGRATION

Nevena Staevsky, Silvia Gaftandzhieva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: In recent years, digital transformation has taken a central place in scientific analysis and practical developments. The article examines issues related to cloud migration, cloud service models and the advantages and disadvantages of cloud services. The analysis performed allows organizations to identify the sources of potential technical challenges and implementation problems affecting cloud adoption, addressing them at an early stage of the initiative and reducing the threat to its success. The results can help organizations avoid potential complications and achieve the desired opportunities and benefits for their business.

Keywords: digital transformation, cloud, cloud migration, cloud services

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години дигиталната трансформация заема централно място в научните анализи и практическите разработки. Тази сфера се очертава като важен фактор за успешна адаптация към съвременния дигитален свят за всички икономически и обществени субекти – държави, градове, индустрии, компании и хора. Представеното в статията изследване е част от научно изследване на подходите за дигитална трансформация на организации и компании, работещи в областта на нематериалната сфера (компании в сферата на услугите, образователни и здравни организации, органи на местно и държавно управление и др.), което има за цел да бъдат изведени типични реализационни предизвикателства и проблеми при въвеждане на съвременни цифрови технологии и да бъдат предложени и експериментирани решения за преодоляването на проблеми в процеса на дигиталната трансформация. Поради факта, че миграцията в облака и внедряването на облачни услуги могат да се разглеждат като средства, които правят възможна дигиталната трансформация, и очакванията за възприемане на принципа „облака на първо място“ от поне от 85% от организациите до 2025 г. (Gartner, 2021), на първия етап от това изследване трябва да бъдат проучени предизвикателствата при миграцията в облак и начините за оптимизиране на процеса. Статията представя началния етап на това проучване и разглежда въпроси, свързани със същността на миграцията в облака, модели на облачни услуги, предимствата и недостатъците на популярни облачни услуги.

2. МИГРАЦИЯ В ОБЛАКА

Миграцията в облака представлява процес на преместване на цифрови активи от локална или наследена инфраструктура към базирана на облак среда. Този преход включва прехвърляне на изчислителни ресурси, като сървъри, хранилища, бази данни, мрежи и софтуерни приложения, към инфраструктурата на доставчик на облачни услуги. Крайната

цел на процеса е постигане на по-голяма мащабируемост, гъвкавост, рентабилност и производителност чрез използване на предимствата на облачните решения (Abbas, 2023).

Значението на миграцията в облака за съвременната ИТ инфраструктура се дължи на трансформиращото въздействие, което тя може да окаже върху бизнеса, операциите и технологичните ландшафти. Сред основните ползи от миграция в облака за съвременната ИТ среда (вж. фиг. 1) са осигурените възможности за мащабируемост и гъвкавост (Guarda et al., 2021), ефективност на разходите (Amin et al., 2021), развитие и иновации (Hernández et al., 2019), глобален достъп до данни и приложения в целия свят, повишена сигурност и спазване на регулаторни изисквания (Guarda et al., 2021), възстановяване при бедствия и непрекъсваемост на бизнес дейността, анализ на данни (Hernández et al., 2019) и не на последно място енергийно ефективна и екологосъобразна инфраструктура/екологична устойчивост (Accenture, 2020). Миграцията в облака е стратегически ход, който предлага на организациите възможност да приведат своята ИТ инфраструктурата в съответствие с бизнес целите, повишат оперативната ефективност, оптимизират разходите и останат конкурентоспособни в постоянно развиващия се технологичен свят. Като използват възможностите на облака, организациите могат да стимулират иновациите, подобрят гъвкавостта и позволят на служителите да се съсредоточат върху основните си задължения, като същевременно използват предимствата на съвременните облачни решения.



Фигура 1. Ползи от миграция в облака

3. ОСНОВНИ МОДЕЛИ НА ОБЛАЧНИ УСЛУГИ

Доставчиците на облачни услуги предлагат различни модели на облачни услуги, всеки от които служи за специфични цели и отговаря на различни изисквания. Трите основни вида модели на облачни услуги са (Mohammed & Zeebaree, 2021): инфраструктура като услуга (IaaS), софтуер като услуга (SaaS) и платформа като услуга (PaaS).

IaaS предлага виртуализирани изчислителни ресурси през интернет, вкл. виртуални машини, хранилище, мрежови и др. инфраструктурни компоненти. Сред предимствата на IaaS са (Deldari & Salehan, 2021) пълният контрол и персонализиране на инфраструктурата, мащабируемостта и гъвкавостта при промени в изискванията, моделът на ценообразуване "Pay as you go", оптимизиращ ефективността на разходите, както и бързото осигуряване на ресурси в съответствие с нуждите. IaaS има и *недостатъци*, като необходимост от експертен опит за управление на инфраструктурата, отговорност на потребителя за сигурността, актуализациите и поддръжката, потенциална сложност при управлението на различните инфраструктурни компоненти (Deldari & Salehan, 2021). Сред доставчиците на IaaS услуги са Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) и IBM Cloud.

PaaS, от своя страна, осигурява инструменти за разработка, рамкови решения, среди за изпълнение, бази данни и др. услуги (Plesky, 2019), позволяващи на разработчиците да

създават, внедряват и управляват приложения без да трябва да се грижат за базовата инфраструктура (Almubaddel & Elmogy, 2016). Разработчиците се фокусират върху кода и логиката на приложенията, докато доставчикът на PaaS отговаря за управлението на инфраструктурата. Сред *ползите* на този модел са оптимизирането на процесите за разработване и внедряване на приложения, поради наличието на вградени инструменти и рамки за разработка, възможностите за автоматично мащабиране в зависимост от използването на приложения, икономическата и времева ефективност при разработка на софтуер. Като *слаби страни* могат да се посочат ограниченият контрол върху базовата инфраструктура, зависимостта от доставчика по отношение на актуализации и поддръжка на платформата, както и ограниченията при избора на инструменти и рамки за разработка. Примери за PaaS са Microsoft Azure App Service, Google App Engine и AWS Elastic Beanstalk.

Като най-разпространен модел **SaaS** предлага софтуерни решения на абонаментен принцип, за ползването на които са нужни единствено уеб браузър и интернет връзка (Sowmya, 2014). Сред *предимствата* на този модел са липса на необходимост от инсталиране или поддръжка на локален софтуер от страна на потребителите, осигурена достъпност от всяко устройство в Интернет, редовни автоматични актуализации, възможности за мащабируемост в зависимост от нуждите на потребителите. Като *слабости* на модела могат да се посочат ограничените възможности за персонализация и контрол в сравнение с локалните решения и зависимостта от доставчика на услуги по отношение на наличността и сигурността. Примери за приложения, предоставени чрез SaaS модела, са услугите за електронна поща (напр. Gmail), CRM системи за управление на взаимоотношенията с клиенти (напр. Salesforce) и инструменти за съвместна работа (напр. Microsoft 365).

На практика организациите често използват комбинация от тези модели на услуги, които да отговорят на техните специфични изисквания, известни като "хибридни" подходи. Това позволява на организациите да се възползват от предимствата на всеки модел и да създадат персонализирано решение, което най-добре отговаря на техните бизнес нужди.

През последните години се наблюдава тенденция към разширяване на концепцията "като услуга" отвъд традиционните SaaS, PaaS, IaaS. **XaaS** е общ термин, който обхваща различни модели, при които характерни видове ресурси и възможности се предоставят по интернет като услуги. XaaS включва широк спектър от предложения, свързани с технологии, софтуер, инфраструктура, и дори такива в нетехнологични области (Bhattacharya, 2021), като Функция като услуга (FaaS), База данни като услуга (DBaaS), Сигурност като услуга (SecaaS), Комуникация като услуга (CaaS), Мониторинг като услуга (MaaS), Съхранение като услуга (StaaS), IoT като услуга (IoTaaS), Анализ като услуга (AaaS), AI като услуга (AIAaaS), Талант като услуга (Taas). XaaS позволява на организациите да използват обширна гама от ресурси и възможности без необходимост от големи инвестиции за изграждане и управление на инфраструктура. Поради тези предимства правят XaaS е предпочитан избор за цифрова трансформация и иновации в различни индустрии.

4. ВОДЕЩИ ДОСТАВЧИЦИ НА ОБЛАЧНИ УСЛУГИ

Сред водещите доставчици на облачни услуги на пазара са Amazon, Microsoft, Google, Alibaba, IBM и Oracle. Предлагащите от доставчиците услуги отговарят на различни нужди и имат своите предимства и недостатъци.

Amazon Web Services (AWS) предлага на своите потребители широка гама от облачни услуги за изчисления, съхранение, бази данни, машинно обучение, интернет на нещата и други и осигурява гъвкавост за различни потребителски сценарии. *Предимства* на AWS са наличието на изчислителни центрове в различни региони по света (Vliet et al., 2013), богатият набор от функции за сигурност и сертификати за съответствие с регулаторните изисквания (Bandaru, 2020), осигурените възможности за мащабируемост и гъвкавост на ресурсите, модел на ценообразуване, позволяващ на потребителите да плащат само за услугите, които използват, надеждните решения за съхранение на данни (Amazon S3, Amazon EBS, Amazon Glacier) (Bandaru, 2020), високата производителност и стабилност на услугите (Vliet et al., 2013) и не на последно място обширната документация и голяма потребителска общност.

Като *слаби страни* могат да бъдат посочени сложното ценообразуване, стръмната крива на обучение, разходите за прехвърляне на данни, липсата на 24/7 поддръжка за всички абонаментни планове, потенциалната зависимост от AWS в случай на смяна на доставчика и ограничената персонализирана поддръжка.

Microsoft Azure се интегрира безпроблемно с инструменти и продукти на Microsoft, което го прави привлекателен избор за организации, които вече използват Microsoft технологии, като Windows Server, Active Directory или SQL Server. Други *силни страни* на Azure са солидна поддръжка на хибридни облачни решения, широк спектър от корпоративни услуги (като Azure Active Directory, Windows Virtual Desktop и др.), среди за разработка (Azure App Service и Azure Functions) и богати набор от инструменти и рамки за реализация и внедряване на приложения, усъвършенствани услуги за изкуствен интелект и машинно обучение (като Azure Machine Learning и Azure Cognitive Services), както и надеждни възможности за управление на достъп и идентификация (Gill & Kuehn, 2023). Сред *недостатъците* на Azure са по-малко региони с изчислителни центрове в сравнение с AWS, ограничени възможности за интеграции с външни системи, сложност на ценообразуването, необходимост от обучение на експерти и ограничена преносимост на платформите.

Възможностите на Google платформата за облачни услуги **GCP**, като анализ на данни, машинно обучение и изкуствен интелект с BigQuery, TensorFlow и Google AI Platform, я правят отличен избор за организациите, развиващи се в тези области. От друга страна, заради предоставеният стабилен Kubernetes Engine, GCP се предпочита и от компании, фокусирани върху контейнеризирани приложения и микроуслуги (Geewax, 2018). Като други *предимства* могат да се изтъкнат стратегически изградената глобална мрежа, осигуряваща достъп с ниска латентност до ресурси от различни региони, проектираната за мащабируемост и висока производителност инфраструктура, предлаганите мощни решения за обработка на големи данни (BigQuery, Dataflow и Dataprep), безпроблемната интеграция с Google Workspace, както и надеждните функции за сигурност и сертификати за спазване на регулаторни изисквания. Сред основните *недостатъци* на GCP в сравнение с AWS и Azure са по-малкият пазарен дял, сложността на ценообразуването, породена от различните опции и свързаните с тях фактори (Geewax, 2018), по-специфично портфолио и недостатъчната зрялост на някои услуги и възможности за интеграция (Ayuya, 2023) и ограниченият фокус върху предприятията.

Alibaba Cloud е отличен избор за организации с бизнес, насочен към Азия. Сред *предимствата* на Alibaba Cloud са включените специализирани решения за електронна търговия и търговия на дребно, широкият спектър от предлагани облачни услуги (BigData, AI, ML, IoT, и др.), конкурентните цени (Dyachenko, 2021) и възможностите за разпределени изчисления. Като сравнително нов участник на пазара на облачни услуги тази платформа има някои *ограничения*, като липса на глобален обхват (Dyachenko, 2021), ограничен фокус върху големи предприятия, опасения на организации извън Китай относно спазването на международните разпоредби и поверителността на данните, недостатъчно развита екосистема с ограничени възможности за интеграция и по-малка общност от разработчици, слабости в клиентската поддръжка на английски език и стръмна крива на обучение.

IBM Cloud набляга на хибридните и мултиклауд решения, което го прави подходящ избор за организации със сложни изисквания към инфраструктурата (Law, 2023). Като *силни страни* на IBM Cloud могат да бъдат посочени предлаганите корпоративни услуги (блокчейн, изкуствен интелект и интернет на нещата) (Law, 2023), усъвършенстваните възможности за AI и анализ на данни, позволяващи вземане информирани бизнес решения (Law, 2023), интеграцията с Red Hat, надеждните функции за сигурност и спазване на регулаторни изисквания, глобалната мрежа с центрове за данни, предлаганата всеобхватна поддръжка и консултантски услуги за оптимизиране на облачната инфраструктура на компании и осигуряване на успешна миграция към облака. *Слабите страни* на IBM Cloud са свързани с пазарната ниша и фокуса върху досегашните им корпоративни клиенти, стръмната крива на обучение, сложността на ценообразуването, ограничения пазарен дял (Jones, 2023), недостатъчна зрялост на някои услуги и трудности при миграция към друг доставчик.

Oracle Cloud е известен със силно развитите си услуги за бази данни. Предоставяйки цялостен пакет от корпоративни решения (като Oracle Cloud Infrastructure (OCI), Oracle Autonomous Database и Oracle E-Business Suite), той е подходящ избор за големи предприятия и фирми с комплексни нужди (Arokia, 2023). Други *предимства* са възможностите за безпроблемна интеграция със софтуер приложения на Oracle, сигурността на данните и спазването на регулаторните изисквания, както и поддръжката на хибриден облачен модел за организации, които комбинират облачни и локални решения. *Слабите страни* са пазарната ниша, ограниченото глобално присъствие, стръмната крива на обучение и потенциалното обвързване с доставчика, водещо до трудности при миграция към друг доставчик.

Salesforce като PaaS предлага цялостна CRM платформа, която обхваща продажбите, маркетинга, обслужването на клиенти и анализите, осигурявайки централизирано управление на взаимодействията с клиентите (Rainer & Prince, 2023). Важни *предимства* на Salesforce са нейната мащабируемост в съответствие с бизнес нуждите, високата степен на персонализация, наличието на Salesforce AppExchange – екосистема за допълнителни приложения, голямата общност от разработчици, администратори и потребители, възможностите за интеграция с бизнес приложения, както в рамките на Salesforce, така и извън нея и мощните инструменти за анализ и отчитане, които позволяват на фирмите да получат информация за поведението на клиентите, ефективността на продажбите и оперативната ефективност в реално време (Rainer & Prince, 2023). Сред недостатъците на Salesforce са високите разходи за лицензиране, персонализация и интеграция (Ganguly, 2023), необходимостта от експертни знания и умения, зависимостта от стабилна интернет връзка (Ganguly, 2023), ограничения на стандартните функции, потенциални трудности при интеграция с наследени системи или силно персонализирани среди.

Важно е да се отбележи, че доставчиците на облачни услуги полагат непрекъснати усилия за подобряване и разширяване на предлаганите от тях възможности. Освен това, изборът на подходящ доставчик се определя от специфичните нужди и предпочитания на организацията (Saraswat, 2020). Ето защо, задълбоченото оценяване и отчитане на споменатите предимства и недостатъци са от основно значение при взимането на това решение.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеният анализ позволява да се идентифицират източниците на потенциални технически предизвикателства и реализационни проблеми при внедряване на облачни услуги, адресирането им на ранен етап от инициативата и намаляване на заплахата за нейния успех. Резултатите от проучването могат да помогнат на организацията да избегнат потенциални усложнения и да постигнат желаните възможности и ползи за своя бизнес. Това ще позволи на следващите етапи от изследването да бъдат систематизирани възможни проблеми и реализационни пречки, които могат да възникнат в процеса на преместване на данни, приложения и други бизнес елементи при миграция в облака. На базата на получените резултати ще бъдат предложени и експериментирани препоръки и решения за тяхното преодоляване. Емпиричните доказателства ще бъдат получени чрез експерименти за миграция в облака на бизнес операциите на конкретни бизнес субекти от нематериалната сфера, за провеждането на които ще бъдат подбрани подходящи облачни услуги и съответен доставчик на подобни услуги.

Изследването е по равно финансирано от Европейския съюз-NextGeneration EU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект № BG-RRP-2.004-0001-C01 и ФНИ на ПУ „Паисий Хилендарски“, проект МУПД23-ФТФ-019.

ЛИТЕРАТУРА

Abbas, Z. (2023) Cloud Migration Strategies: Moving Applications and Workloads to the Cloud 2023, Research Paper

- Accenture** (2020). Cloud Migrations Can Reduce CO2 Emissions by Nearly 60 Million Tons a Year, <https://newsroom.accenture.com/news/cloud-migrations-can-reduce-co2-emissions-by-nearly-60-million-tons-a-year-according-to-new-research-from-accenture.htm>
- Almubaddel, M.; Elmogy, A.** (2016). Cloud computing antecedents, challenges, and directions. *Proceedings of the Int. Conference on Internet of Things and Cloud Computing*, 1–5
- Amin, R.; Vadlamudi, S.; Rahaman, M.** (2021). Opportunities and Challenges of Data Migration in Cloud, *Engineering International*, 9(1), 41–50
- Arokia, V.** (2023). Oracle Cloud Services Vs. AWS: Which Is Better In 2023? <https://conneqtiongroup.com/blog/oracle-cloud-vs-aws-which-is-better>
- Ayuya, V.** (2023) AWS vs Azure vs Google Cloud | Comparing Solutions 2023, <https://www.channelinsider.com/cloud-computing/aws-vs-azure-vs-google-cloud/>
- Bandaru, A.** (2020). Amazon Web Services, https://www.researchgate.net/publication/-347442916_AMAZON_WEB_SERVICES
- Bhattacharya, S.** (2021). XaaS: Everything-as-a-Service - The Lean and Agile Approach to Business Growth, World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 436p., <https://doi.org/10.1142/11817>
- Deldari, A.; Salehan, A.** (2021). A survey on preemptible IaaS cloud instances: challenges, issues, opportunities, and advantages. *Iran J Comput Sci* 4, 1–24
- Dyachenko, A.** (2021). How does Alibaba Cloud compare to Microsoft Azure? 2021 Review, <https://quickblox.com/blog/azure-vs-alibaba-cloud-platforms-comparison-2019/>
- Ganguly, S.** (2023). Benefits of Salesforce Guide, <https://www.designrush.com/agency/software-development/trends/benefits-of-salesforce>
- Gartner** (2021). Gartner Says Cloud Will Be the Centerpiece of New Digital Experiences. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-11-10-gartner-says-cloud-will-be-the-centerpiece-of-new-digital-experiences>
- Geewax, J.** (2018). Google Cloud Platform in Action, Manning, ISBN:9781638355908, 632p.
- Gill, C.; Kuehn, S.** (2023). Configuring Windows Server Hybrid Advanced Services Exam Ref AZ-801: Configure advanced Windows Server services for on-premises, hybrid, and cloud environments, Packt Publishing, 602 p.
- Guarda, T.; Portela, F.; Santos, M.** (2021). Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability: First International Conference, ARTIIS 2021, Computer and Information Science Book 1485, Springer
- Hernández, J.; Hasayen, A.; Aguado, J.** (2019). Cloud Migration Handbook, Vol. 1, Lulu Publishing Services, 278p.
- Jones, E.** (2023). Cloud Market Share: A Look at the Cloud Ecosystem, <https://kinsta.com/blog/cloud-market-share/>
- Law, M.** (2023). Top 10 biggest cloud providers in the world in 2023, <https://technologymagazine.com/top10/top-10-biggest-cloud-providers-in-the-world-in-2023>
- Mohammed, C.; Zeebaree, S.** (2021). Sufficient Comparison Among Cloud Computing Services: IaaS, PaaS, and SaaS: A Review, *Int. Journal of Science and Business*, 5(2), 17–30
- Plesky, E.** (2019). IaaSvsPaaSvsSaaS—cloud service models compared, <https://www.plesk.com/blog/various/iaas-vs-paas-vs-saas-various-cloud-service-models-compared/>
- Rainer, R.; Prince, B.** (2023). Introduction to Information Systems, Wiley, ISBN: 9781394165711, 624p.
- Saraswat, M.; Tripathi R.** (2020). Cloud Computing: Comparison and Analysis of Cloud Service Providers-AWs, Microsoft and Google, 9th International Conference System Modeling and Advancement in Research Trends, 281–185.
- Sowmya, S.** (2014). Layers of Cloud – IaaS, PaaS and SaaS: A Survey, *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(3), 4477–4480
- Vliet, J.; Paganelli, F.; Geurtsen, J.** (2013). Resilience and Reliability on AWS: Engineering at Cloud Scale, O'Reilly, ISBN 978-1-449-33919-7, 162 p.

АЛГОРИТМИЧНО ГЕНЕРИРАНЕ НА ТЕСТОВИ ВЪПРОСИ ОТ ТЕКСТ: ОБЗОР НА СЪВРЕМЕННИ АІ ПЛАТФОРМИ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛНИЯ КОНТЕКСТ

Иван Иванов, Тодор Рачовски
Пловдивски университет „П. Хилендарски“

ALGORITHMIC GENERATION OF TEST QUESTIONS FROM TEXT: A SURVEY OF MODERN AI PLATFORMS AND THEIR APPLICATION IN THE EDUCATIONAL CONTEXT

Ivan Ivanov, Todor Rachovski
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The paper explores some possibilities for the use of artificial intelligence in education. A review of modern software technologies and artificial intelligence platforms, and their potential application in an educational context is conducted. Some ethical aspects and technological challenges are also discussed.

Keywords: Education, platform, algorithm, machine learning, artificial intelligence (AI)

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години, развитието на технологиите в областта на изкуствения интелект (AI) и машинното обучение преобрази множество аспекти на нашия свят, включително образованието. Възможността за използване на изкуствен интелект (ИИ) за алгоритмично генериране на тестови въпроси от текст отваря нови възможности за оптимизация на образователния процес. Този подход включва използването на AI алгоритми за анализиране на образователни ресурси и създаването на изпитни тестове и въпроси. Тази технология не само оптимизира времето и работата на преподавателите, но и предоставя възможности за персонализирано и адаптивно обучение.

Обработката на естествен език (Natural Language Processing – NLP) играе ключова роля в този процес, като позволява на компютърните системи да "разбират" и обработват текстове на човешки език, да извличат смислова информация от тях и да генерират релевантни въпроси. Така ИИ може да трансформира начина, по който традиционно се създават образователни ресурси, като предлага персонализиран, мащабируем и ефективен подход.

В тази статия е направен преглед на различни съвременни AI платформи, които се използват за генериране на тестови въпроси, както и тяхното приложение и значимост в образователния контекст. Разгледани са технологиите, които стоят зад тези платформи, техните предимства, предизвикателства и потенциални етични въпроси. Дискутирана е възможността как алгоритмичното генериране на тестови въпроси с помощта на ИИ може да промени образователния процес (Mostafazadeh & Mostafazadeh, 2018).

2. ИНТЕЛИГЕНТНИ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩ НА ЕЛЕКТРОННОТО ОБУЧЕНИЕ

В областта на образованието, алгоритмичното генериране на въпроси, базирано на технологии за изкуствен интелект и машинно обучение, представлява иновативен метод за

автоматизация на създаването на тестови въпроси от текстови данни. Този подход осигурява висока степен на ефективност и мащабируемост, като предлага значителни предимства за преподаватели и образователни институции в контекста на намаляване на времето за подготовка и увеличаване на точността на оценяването.

Множество изследвания в тази област подчертават значението на точния семантичен анализ за създаване на адекватни и релевантни въпроси (Nguyen & Hoang, 2019). Голям е и потенциалът на невронните мрежи в генерирането на разнообразни въпроси, базирани на големи текстови данни (Chen & Chang, 2022). Основните технологии, които намират приложение за идентифицирането и извличането на съдържателни и точни данни за тестови въпроси са: обработка на естествен език, машинно обучение, семантичен анализ, автоматизирано резюмиране и извличане на факти и отношения (релации) от данни.

- **Обработката на естествен език (NLP)** е ключов компонент в алгоритмичното генериране на въпроси. Технологията позволява на машините да четат, разбират и интерпретират човешки език. Чрез NLP, системите могат да анализират образователни текстове и да извличат важна информация, която да бъде превърната в тестови въпроси (Nguyen & Hoang, 2019).
- **Машинното обучение** дава възможност на системите да учат от данни и да подобряват своите способности за генериране на въпроси с течение на времето. Тези алгоритми се обучават върху голям набор от образователни ресурси, при което развиват способност да генерират подходящи и разнообразни въпроси, съобразени с контекста и трудността на материала (Soh & Lim, 2020).
- **Технологии за семантичен анализ.** Семантичният анализ помага на системите да разберат дълбоките и скрити значения на думите и фразите в текста. Това е важно за идентифициране на подходящи теми и концепции за въпросите. Използва се за анализ на контекста и нюансите на езика, което е особено полезно при създаването на въпроси, които изискват аналитично мислене и разбиране.
- **Технологии за автоматизирано резюмиране.** Автоматизираното резюмиране помага на системите да систематизират дълги текстове в по-кратки, описващи основната същност и идеи. Тези технологии могат да бъдат използвани за генериране на въпроси, които тестват разбирането на основните идеи в текста (Chen & Chang, 2022).
- **Технологии за извличане на факти и отношения (релации).** Това са технологии, които идентифицират и извличат ключови факти, дати, имена и връзки между обекти в текста. Това е полезно за създаването на въпроси, които изискват запаметяване и възпроизвеждане на специфични данни. Позволява на системите да генерират фактически въпроси, които са точни и съдържателни.
- **Интеграция с образователни платформи.** Взаимодействието с образователни платформи и системи за управление на обучението позволява на технологиите за генериране на въпроси да се интегрират директно в учебния процес. Тази интеграция улеснява персонализацията и оптимизацията на учебния процес и предоставя удобен потребителски интерфейс за учителите и обучаемите (Zhang & Liu, 2022).
- **Анализ на обратна връзка и оценка.** Това включва технологии, които анализират отговорите и обратната връзка от студентите, за да подобрят качеството и релевантността на генерираните въпроси. Такива системи могат да се адаптират и настройват въз основа на успеваемостта и предпочитанията на обучаемите (Wang & Li, 2022).

Предвид потенциалните предимства и технологични предизвикателства, изследването на алгоритмичното генериране на въпроси в образователния контекст изисква голямо внимание при тяхната разработка, за да се осигури етично и ефективно използване на AI технологиите (Li & Zhang, 2022).

3. ВОДЕЩИ ПЛАТФОРМИ С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ И ОСНОВНИ ФУНКЦИОНАЛНОСТИ

Има множество AI платформи, които поддържат различни иновативни функции, подходящи за алгоритмичното генериране на тестови въпроси. По-популярните от тях са представени в таблица 1.

Табл. 1. Платформи с ИИ за автоматизирано генериране на изпитни учебни ресурси

Платформа	Основни възможности	Образователно приложение	Силни страни
OpenAI GPT-3	Генерация на творчески и разнообразни текстове.	Създаване на сложни и разнообразни въпроси, подходящи за високо ниво на образование.	Изключителна способност за имитиране на човешки стил на писане.
Google Cloud Natural Language AI	Анализ на естествен език, идентифициране на ключови теми и концепции.	Анализ на учебни материали за идентифициране на подходящи теми за тестови въпроси.	Силен анализ на езика и контекста.
IBM Watson	Обработка на големи обеми данни, адаптивни системи.	Персонализиране и адаптивност на обучението и тестовете.	Гъвкавост в обработката на сложна информация и адаптивно обучение.
Amazon Comprehend	Прецизен анализ на текстове, извличане на информация.	Точно разпознаване на ключови теми в учебни текстове за създаване на персонализирани тестове.	Детайлен анализ и извличане на ключова информация от текст.
Microsoft Azure AI	Интегрирани AI услуги, когнитивни услуги.	Използване за създаване на тестове и интерактивни учебни инструменти.	Широка гама от AI услуги и лесна интеграция с други продукти на Microsoft.
Baidu's PaddlePaddle	Дълбоко обучение (Deep learning) и машинно обучение.	Подходяща за разработване на персонализирани и адаптивни образователни платформи.	Силен фокус върху китайския език и машинно обучение.
SAS Viya	Аналитични инструменти и възможности за машинно обучение.	Анализ на учебни резултати, персонализиране на учебни планове.	Гъвкавост и мощ при анализа на големи обеми данни.
Salesforce Einstein	Интеграция с облачни CRM услуги, анализ на данни.	Управление на взаимодействието с обучаемите, анализ на тяхното поведение и успеваемост.	Разнообразни аналитични функционалности, интегрирани в CRM платформа.
Adobe Sensei	Креативни и маркетингови AI решения.	Създаване на визуално атрактивни и интерактивни учебни материали.	Силно фокусиране върху визуалното представяне и креативността.

Това разнообразие от платформи предоставя множество възможности за интегриране на ИИ в образованието, като се вземат пред вид и специфичните нужди на образователните институции и учениците (Brown et al., 2020).

4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИЕТО

Технологиите с изкуствен интелект притежават редица предимства и могат да бъдат използвани по множество начини от различните участници. Това включва напр.:

- **Персонализирано обучение:** ИИ може да се използва за анализиране на данните за учебния процес и успеваемостта на обучаемите, за да се идентифицират техните индивидуални нужди и възможности и да се предложат персонализирани учебни материали и задачи. Това може да повиши ефективността на обучението и постигнатите резултати (Zhu & Li, 2022), както и да развие критично мислене у обучаемите (Hwang & Chang, 2022).
- **Автоматизация на оценяването:** ИИ може да се използва за автоматизиране на оценяването на отговорите на учениците, като по този начин се спестява време и усилия на учителите и се предоставя бърза и обективна обратна връзка.
- **Достъп до образование:** ИИ може да се използва за създаване на онлайн курсове и платформи, които са достъпни за обучаемите в различни географски райони, което може да помогне за подобряване на достъпа до качествено образование.
- **Подкрепа за учители:** ИИ може да се използва за разработване на AI асистиенти, които да помагат на учителите при подготовката на уроци и управлението на класната стая (Cetin & Kayacik, 2021).
- **Използване на чатботове (chatbots) в помощ на обучаемите:** ИИ може да се използва за разработване на чатботове, които да предоставят допълнителна помощ и ресурси за обучаемите, които се нуждаят от допълнителна подкрепа извън класната стая, при самоподготовка и разработка на курсови работи.
- **Предиктивен анализ за идентифициране на студенти, които се нуждаят от допълнителна подкрепа:** ИИ може да се използва за анализиране на резултатите от представянето на обучаемите с цел ранно идентифициране на такива, които са в риск от отпадане. На тях може да се предложат допълнителни ресурси и да се окаже допълнително внимание и персонална подкрепа (Khan & Mislevy, 2021).

Безспорно, разглежданите потенциални ползи могат да доведат до оптимизация и повишаване на качеството на образователния процес. Въпреки това, е важно да се вземат предвид и някои предизвикателства, свързани с използването на ИИ в образованието.

5. ЕТИЧНИ И ПРАКТИЧЕСКИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА

Използването на технологии с ИИ в образователния процес повдига редица специфични въпроси. От критично значение са конфиденциалността и сигурността на данните. Това включва защитата на личните данни на обучаемите и преподавателите от неправилен достъп и злоупотреба. Важно е да се осигури, че събраните данни се обработват и съхраняват съгласно строги стандарти за поверителност и сигурност, за да се предпази чувствителната информация и да се поддържа доверието на участващите в образователния процес.

Етичните въпроси, свързани с автоматизацията и индивидуализацията на обучението, също са важни за разглеждане. Системите с ИИ не трябва да се използват за дискриминация или за подсилване на съществуващите неравенства. Също така е важно да се осигури, че обучаемите имат възможност да участват в процеса на вземане на решения за това, как ще се използват технологиите с ИИ в тяхното обучение.

За да се гарантира, че използването на ИИ в образованието е отговорно и ефективно, е необходимо да се вземат предвид всички потенциални предизвикателства и ползи. Това изисква внимателен подход и критичен анализ от страна на всички заинтересовани страни, включително образователните институции, преподавателите, обучаемите и евентуално родителите на обучаемите.

Разработването на политики и процедури за защита на личните данни е от съществено значение. Те трябва да бъдат ясно дефинирани и да бъдат съобразени с приложимото законодателство за защита на личните данни. Някои от основните принципи, които трябва да се спазват при разработването на тези политики и процедури, включват:

- **Прозрачност:** участниците в учебния процес трябва да бъдат информирани за това, как техните лични данни се събират, използват и споделят (Chou & Wang, 2018)
- **Минимизиране на данните:** трябва да се събират само необходимите лични данни за постигане на конкретни цели.
- **Защита на данните:** личните данни трябва да бъдат защитени от неправилен достъп, използване, разкриване или промяна.
- **Право на достъп:** заинтересованите страни трябва да имат право да получат достъп до своите лични данни и да ги коригират или изтрият.

Конкретни мерки, които могат да бъдат предприети за защита на личните данни при използването на ИИ в образованието са следните:

- Използване на силни мерки за сигурност за защита на данните, съхранявани в системи с ИИ.
- Ограничаване на достъпа до лични данни само за лицата, които имат основателна нужда от тях.
- Прилагане на подходящи мерки за защита на данните при споделяне на данни с трети страни.
- Осигуряване на образователни програми за обучаемите и преподавателите, с цел запознаването им с важността на защитата на личните данни.

Политиките и процедурите за защита на личните данни помагат за изграждането на доверие и прозрачност в използването на ИИ и гарантират, че тези технологии се използват за добро, контролирано и с внимание.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безспорно, изкуственият интелект предоставя мощни инструменти, които имат потенциал да революционизират образованието. Тяхната употреба дава възможност образователните институции да оптимизират различни аспекти на образователния процес, напр.

- Персонализирано обучение: ИИ може да се използва за създаване на персонализирано обучение, което да отговаря на индивидуалните нужди на всеки обучаем. Това може да се постигне чрез анализ на данните за учебния процес и успеваемостта на обучаемия, за да се идентифицират силните и слабите му страни.
- Образователни игри и симулации: ИИ може да се използва за създаване на образователни игри и симулации, които да бъдат по-ангажиращи и ефективни от традиционните учебни материали.
- Подкрепа за учителите: ИИ може да се използва за разработка на асистенти, които да помагат на учителите в различни задачи, като подготовката на уроци, управлението на класната стая и индивидуалното обучение на обучаемите.
- Разширяване на достъпа до образование: създаването на онлайн курсове и платформи, които са достъпни в отдалечени географски райони увеличава достъпа до обучение.

Въпреки това, важно е да се вземат предвид и някои предизвикателства, породени от използването на ИИ:

- Етични въпроси: важно е да се гарантира, че системите с ИИ не се използват за дискриминация или за подсилване на съществуващите неравенства.
- Практически предизвикателства: необходимо е да се разработят софтуерни системи, които да бъдат надеждни, точни и достъпни, с внимание при защита на личните данни.

За да се отговори на тези предизвикателства, е необходимо образователните

институции, изследователите и разработчиците на софтуер да работят в тясно сътрудничество. Само чрез внимателно планиране и изпълнение ИИ може да се използва за създаване на по-добро бъдеще за образованието.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работата е подкрепена от проект СП23-ФМИ-008 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M. et al. (2020). Language models are few-shot learners. arXiv preprint arXiv:2005.14165.

Cai, Y., & Xu, L. (2022). A survey of automated scoring for educational assessments. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1-35.

Cetin, G., & Kayacik, M. (2021). The use of chatbots in education: A systematic review of the literature. *Educational Technology & Society*, 24(3), 174-191.

Chen, C., & Chang, C. (2022). A neural network-based question generation approach for educational assessment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(2), 223-233.

Chou, C., & Wang, W. (2018). Artificial intelligence in education: A review of recent research. *Educational Technology and Society*, 21(3), 82-102.

Hwang, Y., & Chang, K. (2022). The use of artificial intelligence in education: A systematic review of research on benefits, challenges, and future directions. *Educational Technology & Society*, 25(1), 212-233.

Khan, M., & Mislevy, R. J. (2021). The future of automated scoring. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 37(3), 2-10.

Li, Y., & Zhang, B. (2022). Artificial intelligence in education: A review of recent research. *Educational Technology and Society*, 25(1), 192-211.

Mostafazadeh, N., & Mostafazadeh, M. (2018). Automatic question generation for educational contexts: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(2), 1-36.

Nguyen, T., & Hoang, H. (2019). Automatic question generation for educational purposes: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 24(3), 2213-2240.

Soh, K. L., & Lim, E. W. (2020). A survey on automatic question generation for educational assessment. *Educational Technology & Society*, 23(3), 220-235.

Wang, Y., & Li, S. (2022). A multi-task learning approach for automatic question generation for educational assessment. *Computers & Education*, 172, 104559.

Zhang, X., & Liu, J. (2022). A knowledge-aware question generation framework for educational assessment. *Knowledge-Based Systems*, 206, 107524.

Zhu, M., & Li, X. (2022). The use of artificial intelligence to predict student performance: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 25(1), 234-251.

SUGGESTION FOR AUXILIARY IT TOOL DURING THE DEVELOPMENT OF STUDENT COMPETENCIES IN THE SUBJECT "CHEMISTRY AND ENVIRONMENT PROTECTION" IN 7TH GRADE

**Dimitar Stoitsov¹, Gencho Stoitsov², Vera Shopova²,
Ivan Dimitrov², Hristo Hristov²**

**¹ University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Faculty of Chemistry,
24 Tzar Asen., 4000 Plovdiv, Bulgaria**

**² University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Faculty of Mathematics and
Informatics, 236 Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria**

Abstract: The modern Bulgarian education increasingly relies on the products from the development of technologies in order to use them as innovative tools. Part of such solutions are in the IT field. The subject “Chemistry and environment protection” in 7th grade introduces students to the basic concepts of chemistry requiring from them to visualize the world at atomic level. For this reason, IT-based approaches find application in the education of students by allowing the visualization of the chemical structure and interactions of matter. In this article, the ACD/ChemSketch software is suggested as auxiliary methodical tool that can be applied during the teaching of the subject “Chemistry and environment protection” in 7th grade by assisting the students’ development of digital competencies in the field of chemistry. Five types of tasks were suggested for developing student’s competencies in 2D and 3D depiction of chemical structures and writing chemical reactions by the use of ACD/ChemSketch. A representative task from one of the suggested types was chosen for testing the students’ ability to use the ACD/ChemSketch software for writing chemical reactions and creating 3D molecular models from 2D chemical structures. The results from the conducted diagnostic study were briefly described.

Keywords: chemistry, education, ACD/ChemSketch, tools

1. INTRODUCTION

Terms like “innovation” and “innovative school” associated with the introduction of models that are different from the applied ones in the traditional teaching find permanently a place in the modern Bulgarian education. The innovations at the Bulgarian schools are defined by the Law for preschool and school education as:

- development and introduction of innovative elements in the organization and content of teaching.
- improvements in the way of organizing management, teaching and study environment.
- including of new teaching methods.
- development of new study content, plans and programs.

The expectations associated with the establishment of innovative schools are directed to creating a model of modern school, where students should improve their results and way of thinking by innovative educational processes, teaching methods, school leadership and study programs. The progress in this direction is impossible without the use of information and communication technologies in education. The progressing of IT technologies allows the integration of new innovative approaches in modern teaching environment. The subjects of interest in the published articles are:

- the application of digital study resources (Staribratov & Angelova, 2011; Dori & Barak, 2001) and dynamic and interactive IT tools for presenting study content (Stoitsov & Gurov, 2013);
- the use of cloud technologies for educational purposes (Charkova & Shotlekov, 2013; Zheleva, 2018);
- the significance of multimedia in teaching (Chipangura & Aldridge, 2017);
- the enhancing effect of ICT on students' motivation (Stoitsov & Stoitsova, 2019; Mollov, 2019);
- the application of specialized electronic systems (Mollov & Stoitsov, 2020) and simulation software (Stoitsov & Aneva, 2014).

The availability and improvement of software and hardware electronic platforms that find application in the field of education accelerates the integration. This fact is taken into account by the Bulgarian Ministry of education in 2014 with the acceptance of Strategy for effective application of information and communication technologies (ICT) in education, aiming for total modernization and transformation of education and science by the means of ICT. Part of the main aims include:

- enhancement of students' interest towards the high technologies and their application in teaching;
- enhancement of students' motivation for learning by using innovative methods based on IT solutions.
- stimulating the creation and usage of digital content;
- stimulating the interactive teaching.

In 7th grade of the Bulgarian educational system, a transition is made from the subject "Human and nature", studied in 5th and 6th grade, to the subjects "Chemistry and environment protection", "Physics and astronomy" and "Biology and health education". The study program in "Chemistry and environment protection" includes requirements for acquisition of basic knowledge and formation of skills, related to the basics of chemical symbolism, properties and application of monoatomic substances and chemical compounds of alkali metals and halogens, the structure and laws of the periodic table. Following the study plan, the subject is studied one hour and a half per week (in total 54 hours per year).

The first topic of the study program is "Chemical symbolism", where students encounter with the chemical symbols, formulas, names, valence and equations. The second topic is "Metals. Sodium and its compounds", focused on the main physical and chemical properties of the alkali metals as specific attention is paid on sodium and its compounds. The third topic "Nonmetals. Chlorine and its compounds" concerns the main physical and chemical properties of the halogens as the focus is specifically on the chlorine and its compounds.

2. RESEARCH PROBLEM

Our task was to check if the students could use a suitable IT software with possibilities for creating and visualizing 3D molecular models from structural formulas as innovative education tool.

Using methodical tools for illustration of the study content by depiction of chemical structures with the help of structural formulas and 3D dynamic models would enhance the quality of education, assist the formation of knowledge and skills, and provoke students' creative thinking and creativity. In addition, the application of IT-based teaching approaches motivates and enhances the students' interest to the studied subject.

3. RESEARCH FOCUS

Our attention is focused on the teaching of chemistry in 7th grade and the application of ACD/ChemSketch software as innovative approach in solving tasks from the study content of the subject "Chemistry and environment protection".

4. RESEARCH AIM AND RESEARCH QUESTIONS

For the first time in the Bulgarian education, a suggestion is made for integrating the

ACD/ChemSketch software as auxiliary methodical tool during the teaching of the subject “Chemistry and environment protection” in 7th grade. The application of the tool aims to help students to gain knowledge about chemical structure and interactions of matter by assisting students’ development of digital competencies in 2D and 3D depiction of chemical structures and writing chemical reactions.

The main question is whether the students could manage with the challenge to use the software in their education as innovative tool for illustrating the study content of the subject “Chemistry and environment protection” in 7th grade?

5. RESEARCH METHODOLOGY

We suggest five types of tasks for solving with this software which are in accordance with the study content of the subject. The task from Type 1 aims to learn the students how to use the software for presenting molecular and structural formulas as well as for creating 3D models of compounds on the base of their names, written in the condition of the task. The task from Type 2 helps the students to understand how to write chemical reactions and present more complicated structural formulas with the help of ACD/ChemSketch by trying to complete a chemical equation given in the task condition. Additionally, the task provides text explanation about one of the main properties of aluminum, which enhances the task attractiveness. There are two tasks from Type 3 aiming to enhance the ability of the students to write chemical reactions solely on the base of the text in the task condition that does not contain any formulas. In addition, the tasks familiarize the students with presenting chemical formulas of ionic compounds (i.e. ionic formulas) by using ACD/ChemSketch. A task from mixed type (Type 4) with a condition from Type 3 and a condition from Type 1 was also suggested. Meanwhile, the task from Type 5 is the most challenging. It requires from the students to present more complicated ionic formulas and write chemical reactions on the base of the text explanations and molecular formulas of the substances in the task condition. The presence of useful information about the practical application of one of the substances described in the task condition makes the task more attractive for solving. The solutions of the suggested tasks are presented below.

Sample

35 students were participating in the diagnostic study. The students’ ability to use the software for writing chemical reactions and creating 3D molecular models was tested by giving them the task from the mixed type (Type 4) with a condition from Type 3 and a condition from Type 1 to solve.

Instrument and Procedures

Type 1 - Task 1.1

The task of the first type familiarizes students with the ways for presenting molecular and structural formulas along with creating 3D models of compounds by the use of the ACD/ChemSketch software. The suggested task encompasses the learning outcomes concerning the first topic “Chemical symbolism” of the study program specifically related to the ability of students to write: 1) the elements carbon and oxygen with their respective chemical symbols; 2) binary compounds such as carbon monoxide and carbon dioxide with correct structural formulas on the base of their names.

Specific notes:

A specific attention should be paid on the bonding in the molecular structure of CO (Housecroft et al., 2012). Carbon and oxygen are elements from the first row of the p-block obeying the octet rule, according to which the carbon atom bonds to the oxygen atom to form triple bond in the CO molecule as each of the two atoms obtains eight electrons in the valence shell. To form an octet structure, the carbon atom participates with two of its four valence electrons while the oxygen atom participates with four of its six valence electrons in the formation of the triple bond. Each atom occupies the 2σ bonding molecular orbital of the CO molecule with one electron by forming the σ bond. In addition, there are two degenerate π bonding molecular orbitals in the CO structure. The occupation of one of the π bonding molecular orbitals with an electron from each atom leads to the formation of one of the π bonds in the CO molecule. The remaining two valence electrons of the

oxygen atom occupy the other π bonding molecular orbital to form a coordinate π bond. The σ bond and the π covalent bond are $C \rightarrow O$ polarized due to the higher electronegativity of the oxygen atom. Due to its coordinate character, the second π bond is $C \leftarrow O$ polarized, placing a negative charge (-) on the carbon atom and a positive charge (+) on the oxygen atom. By obeying the octet rule, each atom in the structure of the CO molecule possesses a lone pair of electrons.

Condition:

By using the options available in the Structure mode of the ACD/ChemSketch software:

- present the molecular and structural formulas of carbon monoxide and carbon dioxide.
- create 3D models of the compounds by using the 3D Viewer section.

Solution for a):

After the ACD/ChemSketch software is opened, the Structure mode is chosen by default. To present the molecular formula of carbon monoxide on the blank page, click on the “*Edit Atom Label*” menu from the Atoms toolbar to open the “*Edit Label*” window. Then type the molecular formula of carbon monoxide CO in the blank row above the integrated list of formulas. Press “*Insert*” to present the formula on the page. Repeat the same steps for inserting the molecular formula of carbon dioxide.

To present the structural formula of carbon monoxide, click on the “C” symbol from the Atoms toolbar. Then click on the blank page and the molecular formula of methane CH_4 will occur. Proceed by clicking on the CH_4 formula to obtain the structural formula of ethane H_3C-CH_3 . Click on the single bond connecting the carbon atoms to convert it in a double bond as the structural formula of ethene $H_2C=CH_2$ occurs on the page. After that, click on the double bond to convert it in a triple bond while the structural formula of acetylene $HC \equiv CH$ is formed. Select the “O” symbol from the Atoms toolbar. Click on the right -CH group in the $HC \equiv CH$ formula to replace it with oxygen by obtaining the $C \equiv O$ formula. Go to the “*Increment (+) Charge*” menu from the Atoms toolbar and click on the oxygen atom in the $C \equiv O$ formula to place a positive charge (+) on it. The steps that should be followed for placing the negative charge on the carbon atom in the $C \equiv O^+$ formula are analogous. Firstly, go to “*Increment (+) Charge*” menu and this time click on the small arrow in the right corner of the button to choose the “-” sign from the list. Then click on the carbon atom to place the negative charge (-) on it. Finally, the desired $C \equiv O^+$ structural formula for the carbon monoxide will be presented on the page.

The tetravalent carbon atom forms a double bond with each of the two oxygen atoms in the molecular structure of CO_2 . The first three steps of the algorithm for presenting the structural formula of CO_2 are the same as those followed for the presentation of the structural formula of CO. Proceed by clicking on one of the $-CH_3$ groups in the H_3C-CH_3 formula to obtain the structural formula of propane $H_3C-CH_2-CH_3$. Click on the single bonds connecting the carbon atoms in the $H_3C-CH_2-CH_3$ formula to convert them into double bonds by obtaining the structural formula of propene $H_2C=CH_2=CH_2$. Replace the $-CH_2$ groups in the $H_2C=CH_2=CH_2$ formula with oxygen atoms analogously by using the steps already described in the previous paragraph. After this step, the structural formula of CO_2 will be obtained. To make visible the carbon atom in the CO_2 structure, select it and double click on the carbon atom to open the “*Properties*” window. Place a tick on the “*Show*” option in the “*Atom symbol*” section from the “*Atom*” menu. The final result for each chemical formula is shown on Fig. 1.

In addition, ACD/ChemSketch offers the possibility for structure and substructure search in reference databases such as PubChem, eMolecules and ChemSpider. To verify that the created structural formulas adequately describe the 2D structures of CO and CO_2 , the option for exact structure search in the Chemspider database was used. The results showed a match between the structural formulas created for CO and CO_2 by using ACD/ChemSketch and the structural formulas for CO and CO_2 found in ChemSpider.

Solution for b):

3D models of molecular structures can be created by using the 3D Optimization tool and 3D Viewer section of the ACD/ChemSketch software. The visualization of a 3D model for the CO_2 molecule requires several steps to be followed. Firstly, select the already created CO_2 structural formula and choose the “*3D optimization*” option from the Structure toolbar to produce a

representative 3D model from the bent 2D structure presented for the CO₂ molecule on the page. Then activate the 3D Viewer mode to visualize the 3D model for the CO₂ molecular structure by clicking on the “3D Viewer” button from the upper toolbar. Choose one of the several options for the visualization of the 3D model - Wireframe, Sticks, Balls and Sticks, Spacefill, Dots only, Disks (Fig. 2).

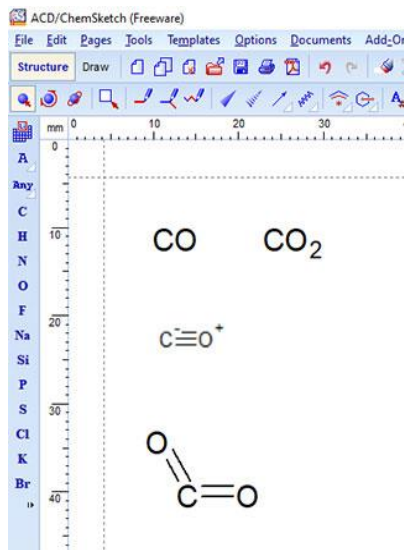


Fig. 1. Molecular and structural formulas of carbon monoxide and carbon dioxide

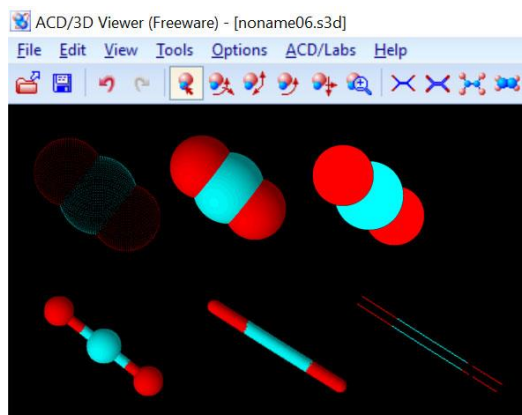


Fig. 2. First row – Dots only, Spacefill and Disks. Second row - Balls and Sticks, Sticks and Wireframe

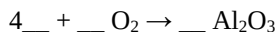
The “3D optimization” option cannot be applied for visualizing a representative 3D model for the CO molecule because the structural formula created for CO contains - and + signs, placed respectively on the carbon and oxygen atoms. A 3D model of the CO structure can be visualized firstly without using the 3D Optimization tool. Then, by using the available options in the 3D Viewer section, the bond length and valence angle between the carbon and oxygen atoms in the structure can be manually adjusted to obtain a representative 3D model of the CO molecule.

Type 2 - Task 2.1

This task introduces students to writing chemical reactions and presenting structural formulas that are more complicated by using ACD/ChemSketch. The task encompasses the learning outcomes concerning the first topic “*Chemical symbolism*” of the study program specifically related to the ability of students to write: 1) the element aluminum with its respective chemical symbol; 2) oxygen and aluminum trioxide with their respective structural formulas; 3) reaction of aluminum with oxygen by balanced chemical equation on the base of a model, description or scheme.

Condition:

The property of aluminum to react with oxygen is responsible for the formation of passivation layer of aluminum oxide on metallic aluminum surfaces preventing any future oxidation of the metal. Complete the following chemical equation by using structural formulas of the compounds participating in the reaction.



Solution:

To insert the element symbol of aluminum in the equation several steps should be taken. Firstly, choose the option “*Periodic table of Elements*” from the Structure toolbar to open the periodic table of elements. Click on the “Al” symbol to choose it and press the “OK” button. Then click on the blank page to insert the Al³⁺ cation. Double click on Al³⁺ to open the “*Properties*” window and choose the “*Charge*” option, labelled as “q”, from the “*Atom*” menu. After that, select

“O” from the list of the “Value” menu to replace the positive charge of Al^{3+} with 0. Then click on “Apply” to present Al on the page. Choose the “Reaction Plus” option from the upper toolbar of the Structure section and click on the page to insert the reaction plus in the equation. The next step is presenting the structural formula of O_2 . Choose the “O” symbol from the Structure toolbar and click on the page to insert H_2O . Then click on H_2O and HO-OH structure will occur. Click on the single bond in the HO-OH structure to convert it into a double bond by obtaining the structural formula of oxygen ($\text{O}=\text{O}$). Press the “Reaction arrow” button from the upper toolbar of the Structure section and click on the page to insert the reaction arrow in the equation. Each of the trivalent aluminum atoms in the molecule of aluminum oxide (Al_2O_3) forms a double bond with one of the terminate oxygen atoms in the structure and a single bond with the central oxygen atom. To present the structural formula of Al_2O_3 , insert Al^{3+} on the page by following the same steps described in the beginning of the algorithm. Next, click on Al^{3+} and $\text{Al}^{2+}\text{-Al}^{2+}$ will occur. Add three more Al atoms to $\text{Al}^{2+}\text{-Al}^{2+}$. Choose the “O” symbol from the Structure toolbar. Then click sequentially on the central Al^+ group and the terminate Al^{2+} groups in the formed structure to replace them with an oxygen atom and –OH groups, respectively. To obtain the structural formula of Al_2O_3 , click on the single bonds connecting the –OH groups with Al^+ groups in the structure to convert them into double bonds. To standardize the bond lengths and angles in the structure of Al_2O_3 , select the structural formula and click on “Clean Structure” from the Structure toolbar. To rotate the standardized 2D structure of Al_2O_3 , choose the “Select/Rotate/Resize” option from the Structure toolbar. Select the structure and click on one of the atoms or bonds, hold the right button of the mouse and rotate the structure at the desired angle. The stoichiometric coefficients can be inserted in the chemical equation by choosing the “Text” option from the Structure toolbar to insert a text box in front of the structural formula of each participant in the reaction and typing the right coefficient in the text box. The final result from writing the balanced chemical equation is shown on Fig. 3.

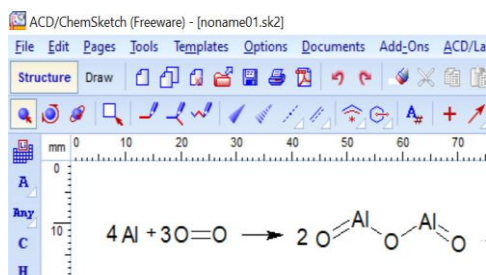


Fig. 3. Balanced chemical equation for the reaction of aluminum with oxygen

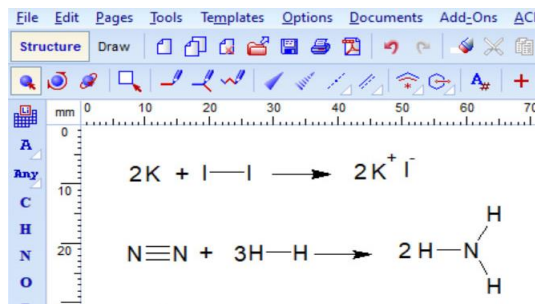


Fig. 4. Balanced chemical equations for the task conditions a) and b)

Type 3 - Task 3.1

This task encompasses the learning outcomes concerning the first topic “Chemical symbolism” of the study program specifically related to the ability of students to write: 1) the elements potassium, iodine, nitrogen and hydrogen with their respective chemical symbols; 2) the compounds potassium iodide and ammonia with their respective chemical formulas on the base of their names; 3) chemical reactions involving these elements and compounds on the base of a model, description or scheme.

Condition:

Use structural and ionic formulas to present the chemical equations of the following reactions:

- formation of potassium iodide by the reaction of potassium with iodine;
- formation of ammonia by the reaction of nitrogen with hydrogen.

Solution for a):

Inserting the element symbol of potassium, the reaction plus and arrow in the first chemical equation is done analogously by following the steps previously described in Task 2.1. To include

the structural formula of the I_2 molecule in the equation, open the periodic table of elements and select the “I” symbol. By clicking on the page, the molecular formula of hydrogen iodide HI will be inserted. Click on the HI formula to convert it into the structural formula of iodine I-I. The ionic structure of the salt KI can be presented by one K^+ cation and one I^- anion. To present the ionic formula of KI, insert the K^+ and HI formulas on the page from the periodic table of elements or by clicking on the double arrow shown on the *Atoms toolbar* and choosing the “K” and “I” symbol from the list, respectively. To hide the hydrogen atoms from the HI formula, double click on it to open the “*Properties*” window. Choose the “*Hydrogen*” section from the *Atom menu* and remove the tick from the “*Show*” option. Then, go to the “*Charge*” section and choose “-1” from the “*Value*” list as a value of the negative charge that should be placed on the I atom to convert it into the I^- anion. Click “*Apply*” to confirm the changes. After that, the ionic formula for the potassium iodide $K^+ I^-$ will be presented on the page. Use the “*Text*” option to insert the correct stoichiometric coefficients of the reaction as described in the previous task.

Solution for b):

The nitrogen atoms are trivalent in the N_2 molecule forming a triple bond. To present the structural formula of the N_2 molecule, select the “N” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the molecular formula of ammonia NH_3 . Click on the NH_3 formula to obtain the H_2N-NH_2 structure. Continue by clicking on the single bond in the H_2N-NH_2 formula to convert it into a double bond by obtaining the $HN=NH$ structural formula. Then, click on the double bond in the $HN=NH$ structure to obtain the structural formula of nitrogen $N\equiv N$. Insert the reaction plus and choose the “H” symbol from the *Atoms toolbar* to insert the molecular formula of hydrogen H_2 on the page. Next, click on the H_2 formula to obtain the structural formula of hydrogen $H-H$. Insert the reaction arrow in the equation. Repeat the first three steps of the algorithm to obtain the H_2N-NH_2 structure. Click on one of the $-NH_2$ groups to obtain the $NH_2-NH-NH_2$ structure. Click on the $-NH$ group to add a third $-NH_2$ group to the structure. Choose the “H” symbol from the *Atoms toolbar* to replace the three $-NH_2$ groups with an H atom by obtaining the structural formula of ammonia. Finally, insert the correct stoichiometric coefficients of the reaction by using the text option. The final results from writing the balanced chemical equations for the two reactions are shown on Fig. 4.

Task 3.2

This task concerns the learning outcome embedded in the second (“*Metals. Sodium and its compounds*”) and third topic (“*Nonmetals. Chlorine and its compounds*”) of the study program which associates with the ability of the students to express the neutralization between the hydrochloric acid and sodium hydroxide.

Condition:

Use the suggested options in the Structure mode of the ACD/Chemsketch software to express the neutralization between the hydrochloric acid and sodium hydroxide with:

- molecular formulas;
- structural and ionic formulas.

Solution for a):

After clicking on the “*Edit Atom Label*” menu from the *Atoms toolbar*, open the “*Edit Label*” window and type the molecular formula of the hydrochloric acid HCl in the blank row above the list with chemical formulas. Then, press the “*Insert*” button to insert HCl on the page. Analogously, repeat these steps to insert the molecular formulas of the sodium hydroxide NaOH and of the reaction products sodium chloride NaCl and water H_2O on the page.

Another way to insert the molecular formulas of the hydrochloric acid HCl and the water H_2O on the page is to select the option “*Periodic table of elements*” from the *Structure toolbar* and choose the “Cl” or “O” symbol from the periodic table of elements. In the first case, if “Cl” is chosen, then by clicking on the page the HCl formula will appear. Respectively, if “O” is selected, then the H_2O formula will be inserted on the page.

Finally, the reaction plus and arrow can be inserted in the chemical equation by choosing the options “*Reaction Plus*” and “*Reaction Arrow*” from the upper toolbar of the Structure section and clicking on the page.

Solution for b):

There are two analogous ways to present the structural formula of the hydrochloric acid. The first way is to select the “H” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the H₂ formula. Then, by clicking on H₂, the H-H structure will appear on the page and the “Cl” symbol should be selected from the *Atoms toolbar*. By clicking on the right hydrogen atom in the H-H structure, the structural formula H-Cl will be presented.

Analogously, the second way is to select the “Cl” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the Cl₂ formula. Then, by clicking on Cl₂, the Cl-Cl structure will appear on the page. Finally, select the “H” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the left chlorine atom in the Cl-Cl structure to present the structural formula H-Cl.

Sodium hydroxide NaOH is an ionic compound composed of sodium cations Na⁺ and hydroxide anions OH⁻. To present the ionic structure of NaOH, select the “Na” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the Na⁺ cation. Then, choose the “O” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page next to the Na⁺ cation to insert the H₂O formula. By clicking on H₂O, the HO-OH structure will appear. Double click on the left HO group to open the *Properties window*, select the “q” section and choose “-1” as a charge for the oxygen atom. After pressing the button “Apply”, the O⁻-OH structure will appear on the page. Alternatively, the negative charge for the oxygen atom can be selected from the “Increment (+) Charge” menu as previously described. In order to obtain the structure of the hydroxide anion O⁻-H, select the “H” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the OH group to replace it with a hydrogen atom.

Another way to present the structure of the hydroxide anion O⁻-H is to select the “H” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the H₂ formula. Then, click on H₂ to obtain the H-H structure. Finally, select the “O” symbol and click on the left hydrogen atom to replace it with OH group. Repeat the steps previously described for selecting “-1” as a charge for the oxygen atom in order to obtain the structural formula of the hydroxide anion O⁻-H.

Sodium chloride NaCl is one of the reaction products composed of sodium cations Na⁺ and chloride anions Cl⁻. To insert the Na⁺ cation on the page, repeat the steps described in the previous paragraph. Meanwhile, select the “Cl” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the HCl formula next to the Na⁺ cation. Then, double click on HCl to open the “*Properties*” window and select the “q” section. Choose “-1” from the “*Value*” list as a charge for the chlorine atom and press “Apply” to present the Cl⁻ anion on the page. Thus, the ionic formula of the sodium chloride Na⁺ Cl⁻ will be presented.

To present the structural formula of the water, start with the first three steps of the algorithm which was initially described for presenting the hydroxide anion structure O⁻-H. Then, click on one of the two hydroxyl groups in the HO-OH structure to obtain the HO-O-OH structure. Finally, by selecting the “H” symbol from the *Atoms toolbar* section and clicking on each hydroxyl group to replace them with hydrogen atoms, the structural formula of the water H-O-H will be obtained.

To insert the reaction plus and arrow in the chemical equation, select the options “*Reaction Plus*” and “*Reaction Arrow*” from the upper toolbar of the Structure section and click on the page.

The results for the conditions a) and b) are shown on Fig. 5.

Type 4 (mixed type) - Task 4.1

The task focuses on the first learning outcome in the third topic “Nonmetals. Chlorine and its compounds” regarding the ability of students to express the physical and chemical properties of chlorine, including its interaction with water.

Condition:

The hypochlorous acid, discovered in 1834 by the French chemist Antoine Jérôme Balard, is strong oxidizing and antibacterial agent. It can be produced together with hydrochloric acid by adding chlorine to water. Use the suggested options in the Structure mode as well as the 3D Viewer section of the ACD/Chemsketch software to:

- express the production of hypochlorous acid with molecular and structural formulas;
- visualize 3D models of the hypochlorous acid.

Solution for a):

Insert the molecular formulas of the chlorine Cl_2 , water H_2O , hypochlorous HOCl and hydrochloric HCl acids on the page by using the “*Edit Atom Label*” menu as it was already described in the previous task. It should be mentioned that the reaction between Cl_2 and H_2O is reversible, therefore, a double arrow should be inserted in the chemical equation. For this reason, click on the small triangle on the “*Reaction arrow*” button to open the submenu with the different types of reaction arrows, select the double arrow and click on the page to insert it. Then, proceed with inserting the reaction plus on the page by using the “*Reaction Plus*” button.

The steps for presenting the structural formulas of the hydrochloric acid H-Cl , water H-O-H and chlorine Cl-Cl were described in the solution of the previous task.

To present the structural formula of the hypochlorous acid H-O-Cl , select the “*O*” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the H_2O formula. Then, click on H_2O to obtain the HO-OH structure. After that, click on either of the two hydroxyl groups to present the HO-O-OH structure. Select the “*H*” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the left hydroxyl group to replace it with a hydrogen atom to obtain the H-O-OH structure. Finally, the structural formula of the hypochlorous acid H-O-Cl is presented by selecting the “*Cl*” symbol from the *Atoms toolbar* and clicking on the hydroxyl group in the H-O-OH structure to replace it with a chlorine atom. The reaction double arrow and plus should be inserted by following the steps previously described. The results for the condition a) are shown on Fig. 6.

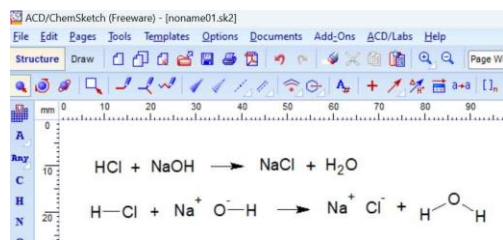


Fig. 5. Balanced chemical equations for conditions a) and b)

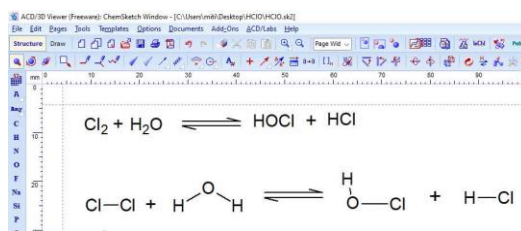


Fig. 6. Balanced chemical equations for condition a)

Solution for b):

Click on the “*3D Viewer*” button from the upper toolbar to open the section for 3D visualization of molecular structures. Then, select the structural formula of the hypochlorous acid H-O-Cl and choose the “*3D optimization*” tool from the Structure section to produce representative 3D models from the 2D structure. In order to visualize the 3D models in the “*3D Viewer*” section, select the optimized 2D structure of the hypochlorous acid and click on the “*Copy to 3D*” button on the bottom of the page. Several options for 3D model visualization of the HClO molecule are demonstrated in the 3D Viewer section - Wireframe, Sticks, Balls and Sticks, Spacefill, Dots only, Disks.

The results for the condition b) are shown on Fig. 7.

Type 5 - Task 5.1

This task requires from students to use the developed competencies for 2D structural presentation and writing chemical reactions obtained from solving the previous tasks by using ACD/ChemSketch. The task encompasses the learning outcomes concerning the first topic “Chemical symbolism” of the study program specifically related to the ability of students to write: 1) the elements sodium, oxygen and carbon with their respective chemical symbols; 2) the compounds sodium oxide, sodium peroxide, sodium carbonate, carbon dioxide and oxygen with their respective chemical formulas; 3) chemical reactions of sodium and its compounds on the base of a model, description or scheme.

In addition, the last learning outcome concerns partially the second topic “Metals. Sodium and its compounds” of the study program associated with the expression of chemical interactions of

sodium with oxygen by balanced equation on the base of scheme or description.

Condition:

One of the methods for preparation of sodium peroxide Na_2O_2 is based on a two-stage reaction of metallic sodium with oxygen at 130-200 °C. In the first stage of the reaction, sodium reacts with oxygen to produce sodium oxide Na_2O that absorbs oxygen in the second stage to form Na_2O_2 . Na_2O_2 is used for refreshing the air in submarines because it reacts actively with CO_2 . One of the products of the reaction is oxygen and the other one is sodium carbonate Na_2CO_3 . Present the chemical equations of the reactions, described in the task, by using structural and ionic formulas.

Solution:

Inserting the element symbol of sodium, the oxygen structural formula, the reaction pluses and arrows in the chemical equations can be done analogously by following the steps already described in the previous tasks. The ionic structure of sodium oxide Na_2O can be presented by two sodium cations Na^+ and one oxygen anion O^{2-} . Choose the “Na” symbol from the *Atoms toolbar* and click on two different places on the page to insert each Na^+ cation. Next, choose the “O” symbol from the *Atoms toolbar* and click on the page to insert the H_2O formula close to the Na^+ cations. Double click on the H_2O formula to open the “*Properties*” window. By choosing the “*Hydrogen*” section from the *Atom menu*, remove the tick from the “*Show*” option to hide the hydrogen atoms in the H_2O formula. Then select the “*Charge*” option, go to the “*Value*” list and select “-2” as a value of the negative charge that should be placed on the oxygen atom to convert it into the O^{2-} anion. Finally, press “*Apply*” to confirm the changes by presenting the ionic formula of Na_2O . After this is done, the stoichiometric coefficients can be inserted into the equation by using the *Text* option.

To present the second stage of the reaction of Na_2O with O_2 , copy the already created ionic formula for Na_2O and paste it below the Na symbol in the first equation. Insert the reaction plus and arrow in the equation along with the structural formula $\text{O}=\text{O}$ for oxygen. Insert the Na^+ cations participating in the structure of Na_2O_2 by following the same steps, described in the previous paragraph. In the structure of the peroxide anion O_2^{2-} , the oxygen atoms are of -1 oxidation state bonded with one covalent bond. To present the structural formula of O_2^{2-} anion several steps should be followed. Choose the “O” symbol from the *Atoms toolbar* to insert the H_2O formula close to the Na^+ cations on the page. Click on the H_2O formula to obtain the HO-OH structure. After that, double click on one of the -OH groups to open the “*Properties*” window. By following the steps, described previously, hide the hydrogen atoms in the -OH group and select “-1” as a value of the negative charge that should be placed on the oxygen atom to obtain an oxygen atom of -1 oxidation state. Press “*Apply*” to present the $\text{O}^{-1}\text{-OH}$ structural formula on the page. Repeat these steps for the other -OH group to obtain the structural formula of the peroxide anion $\text{O}^{-1}\text{-O}^{-1}$. If the Na^+ cations are positioned close to each oxygen atom from the peroxide group $\text{O}^{-1}\text{-O}^{-1}$, then the ionic formula for Na_2O_2 is ready. By using the text option, insert the stoichiometric coefficients of the reaction.

Copy the ionic formula of Na_2O_2 and paste it below the structure of Na_2O , presented in the second equation. Insert the reaction plus and present the structural formula of CO_2 by following the algorithm in *Task 1.1*. Insert the reaction arrow in the equation. The ionic structure of Na_2CO_3 can be presented by two Na^+ cations and one carbonate anion CO_3^{2-} . The tetravalent carbon atom in the structure of CO_3^{2-} forms a double bond with one of the oxygen atoms and single bonds with the other oxygen atoms. To obtain the structure of the CO_3^{2-} anion, follow the algorithm for presenting the structural formula of CO_2 , described in *Task 1.1*, until the $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ structure is obtained. Then, click on the - CH_2 group to add a new - CH_3 group to the $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ structure. Click on one of the single bonds in the newly formed structure to convert it in a double bond by converting one of the - CH_3 groups in a - CH_2 group. After that, choose the “O” symbol from the *Atoms toolbar* to replace the - CH_2 group with an oxygen atom and the - CH_3 groups with -OH groups. Click on the small arrow of the “*Increment (+) Charge*” button from the *Atoms toolbar* to open the list and choose the “*Decrement (-) Charge*”. Then, click on each of the -OH groups to convert them in -O $^-$ groups. Insert the Na^+ cations close to the -O $^-$ groups to obtain the ionic formula of Na_2CO_3 . Insert the reaction plus and the structural formula of oxygen $\text{O}=\text{O}$ in the equation. Finally, use the *Text* option to insert the stoichiometric coefficients of the reaction. The final results from writing each reaction are shown on Fig. 8.

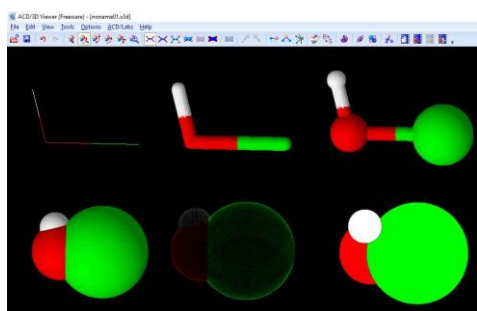


Fig. 7. First row – Wireframe, Sticks, Balls and Sticks; Second row – Spacefill, Dots only, Disks

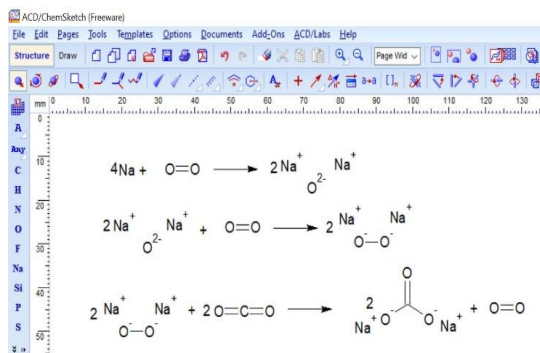


Fig. 8. Balanced chemical equations for the reactions described in the task condition

Research Results

The following results were achieved:

Using molecular and structural formulas

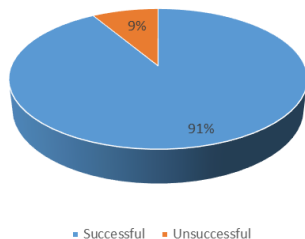


Fig. 9. Writing the chemical reaction between the chlorine and water by using molecular and structural formulas

Visualizing 3D molecular models of HClO

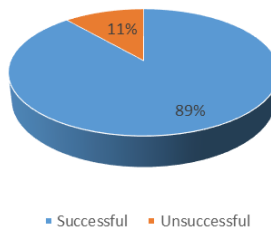


Fig. 10. Visualization of 3D molecular models of HClO

6. DISCUSSION

The results showed that the students can successfully solve tasks of different type with the ACD/ChemSketch software. The failure of a small part of the students is due to reasons which are not of methodical nature. However, a conclusion can be made that the ACD/ChemSketch software is suitable additional tool which can be used in the hours of teaching for solving the following types of tasks. This allows a pedagogical study to be planned and conducted aiming to find if the use of the software could enhance the quality of education.

7. CONCLUSION

The application of the IT technologies in teaching can provide an education of higher quality, answering the needs of the modern digital generation. The approach contributes to the development of key digital competencies, related to:

- the use of computer models of compounds and chemical processes;
- the searching, extracting, processing and presenting an information for the application of metals, non-metals and their compounds;
- the creating computer presentations for the properties and application of studied compounds;
- the presenting of results from a study.

This article suggests the use of ACD/ChemSketch for solving tasks from the study content in 7th grade, grouped in five types by us. Each task of a given type assists the formation of certain skills and competencies in the field of chemistry. In addition, the tasks can be solved analogously on smartphone by using the mobile application KingDraw: Chemistry Station for Android. Also, another Android mobile application Ketcher can be used for solving the tasks without the possibility to be applied for the conditions b) of *Task 1.1* and *Task 4.1* because the product does not include a section for creating and visualizing 3D molecular models.

REFERENCES

- Charkova, D., Shotlekov, I.** (2013). *English for ICT: Lifelong Writing in the Cloud*, Plovdiv University Press “Paisii Hilendarski”.
- Chipangura, A., Aldridge, J.** (2017). Impact of multimedia on students’ perceptions of the learning environment in mathematics classrooms, *Learning Environments Research*, 20(1), 121 – 138. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9224-7>
- Dori, Y. J., Barak M.** (2001). Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding, *Educational Technology & Society*, 4(1), 61 – 74. https://www.researchgate.net/publication/220374382_Virtual_and_Physical_Molecular_Modeling_Fostering_Model_Perception_and_Spatial_Understanding
- Housecroft, C., Sharpe, G.** (2012). *Inorganic chemistry*. Pearson.
- Mollov, M.** (2019). Google classroom – an innovative approach to a more efficient organization of learning, *Mathematics and Informatics*, 62(5), 509–516. https://www.researchgate.net/publication/342716490_GOOGLE_CLASSROOM_-_AN_INNOVATIVE_APPROACH_TO_A_MORE_EFFICIENT_ORGANIZATION_OF_LEARNING
- Mollov, M., Stoitsov, G.** (2020). Suite for Education – the Challenge that Has Become a Reality in a Bulgarian School, *Mathematics and Informatics*, 63(6), 631–637. https://www.researchgate.net/publication/347080282_G_Suite_for_Education_-_the_Challenge_that_Has_Become_a_Reality_in_a_Bulgarian_School
- Staribratov, I., Angelova, E.** (2011). Teaching Methods and Approaches Using Electronic Learning Resources, *Education in the Information Society, National Conference*, 329-336.
- Stoitsov, G., Aneva, S.** (2014). Using simulation software in the laboratory exercises of the “Computer Networks and Communications” course, *Journal of Education and Technology*, 5, 208-213
- Stoitsov, G., Gurov, K.** (2013). Use of dynamic and interactive models for presenting the learning content of the course “Computer Networks and Communications”, *Mathematics and Informatics*, 1, 73-83.
- Stoitsov, G., Stoitsova, G.** (2019). Increasing the motivation of primary school pupils through the use of ICT in the educational process, *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, 7(2), 207–213. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2587461>
- Zheleva, P.** (2018). Implementation of cloud technologies in education, *Education and technologies*, 9, 377-392.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Мостов реверсивен резонансен DC-DC преобразувател при управление с изменение на разстройката по честота - Ангел Личев	4
2. Фазово управляем мостов резонансен преобразувател с изменение на работната честота - Ангел Личев	8
3. Проучване на необходимостта от нови инструменти в развитието на електронната търговия - Станислав Даков, Меги Дакова	12
4. Communication between micro web services and web browser extension - Stanislav Dakov.....	18
5. 3D принтери за метал: възможности и приложение - Емил Велев	23
6. Съвременни технологии в производството на опаковки за еднократна употреба - Емил Велев.....	28
7. Методика за автоматизирано проектиране на приспособления в условията на CAD среди - Слави Любомиров, Емил Велев, Велко Рупецов	32
8. Софтуерни платформи за триизмерно автоматизирано проектиране - Слави Любомиров, Емил Велев, Станислав Асенов, Даниела Шехова, Христо Каневски, Снежана Шотарова	38
9. Онлайн софтуерни среди, приложими при преподаване и проектиране на електронни схеми - Мая Симеонова.....	46
10. Софтуерни инструменти за разработване на модели на хибридни облачни системи в инженерното образование - Мая Симеонова.....	50
11. Междупланетен интернет: ключът към космическата комуникация на бъдещето - Христо Атанасов.....	54
12. Концептуална архитектура за модулен борд за вградени системи с ARM базиран процесор - Стоян Богданов	62
13. Подход за приложение на блоково програмиране и роботика в профилираното обучение на гимназисти - Тодорка Глушкова	69
14. Компютърното моделиране и преходът към STEM роботика в начален етап на основното образование - Цанко Михов, Генчо Стоицов, Иван Димитров.....	73
15. LEGO терапия за деца с разстройство от аутистичния спектър - Величка Косева, Генчо Стоицов, Иван Димитров	83
16. Създаване на образователни ресурси в помощ на обучението по математика чрез използване на средите за блоково програмиране Scratch и mBlock - Деляна Николова.....	90
17. Проект на игри от модул „Музика“ към специализирана платформа за обучение на ученици I-IV клас с разстройство от аутистичния спектър - Величка Косева, Генчо Стоицов, Иван Димитров	95
18. Проект на игри от модул „Изобразително изкуство“ към специализирана платформа за обучение на ученици I-IV клас с разстройство от аутистичния спектър - Величка Косева, Генчо Стоицов, Иван Димитров	104

19. Сценарии за използване на педагогически патерни в среда за е-обучение Мудъл - Владимир Цветков, Станка Хаджиколева.....	115
20. Имплементация на педагогически патерни в Мудъл - Владимир Цветков, Иван Желев, Станка Хаджиколева.....	119
21. Относно аналитичните решения на Синус-Гордън уравнението - Валентин Георгиев, Павлина Атанасова.....	127
22. Приложение за числено изследване на джозефсонов контакт - Павлина Атанасова, Костадин Теодосиев.....	132
23. Приложение на невронните мрежи за прогнозиране на резултатите от обучението по английски език - Костадин Йотов, Мария Горгорова, Ваня Иванова.....	136
24. Автоматизирано управление на качеството при производството на камгарни влакна - Мирослав Трънков.....	142
25. Модел за прогнозиране на нивата на водните басейни - Благовест Пижев, Емил Хаджиколев.....	150
26. Софтуерна рамка за е-университет - Асен Узунов, Милен Близнаков, Станка Хаджиколева.....	156
27. Система за контрол на достъпа до е-университет - Асен Узунов, Милен Близнаков, Станка Хаджиколева.....	162
28. Технологиите – могат ли да помогнат на психичното здраве, след като са му навредили - Велизар Величков, Георги Чолаков.....	168
29. Сигурност и качество на програмния код при Agile подход - Желяна Донева, Силвия Гафтанджиева.....	172
30. Технически предизвикателства и проблеми при миграция в облака - Невена Стаевски, Силвия Гафтанджиева.....	177
31. Алгоритмично генериране на тестови въпроси от текст: обзор на съвременни AI платформи и тяхното приложение в образователния контекст - Иван Иванов, Тодор Рачовски.....	183
32. Suggestion for auxiliary IT tool during the development of student competencies in the subject "Chemistry and environment protection" in 7th grade - Dimitar Stoitsov, Gencho Stoitsov, Vera Shopova, Ivan Dimitrov, Hristo Hristov.....	189

**НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ В
БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ**

СЕРИЯ В. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ, ТОМ XXI

**ISSN 1311-9419 (PRINT)
ISSN 2534-9384 (ONLINE)**

2024

ДОМ НА УЧЕНИТЕ, ПЛОВДИВ

**ОТГОВОРЕН РЕДАКТОР:
ПРОФ. Д-Р ВЛАДИМИР АНДОНОВ, ДМ**

**ТЕХНИЧЕСКИ РЕДАКТОР:
МАРИЯ ГОРГОРОВА**

ISSN 1311-9419 (Print)
ISSN 2534-9384 (Online)



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ

ЕВРОПА, БЪЛГАРИЯ, 4000 ПЛОВДИВ
ул. „Митрополит Паисий“ 6
тел.: +359 88 295 4369

UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA
CITY OF PLOVDIV

EUROPE, BULGARIA, 4000 PLOVDIV
6 Mitropolit Paisii Str.,
Tel. +359 88 295 4369

www.usb-plovdiv.org