

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ



**Научни трудове
на**



**Съюза на учените
Пловдив**



**Серия Б. Естествени и хуманитарни науки
том XXVI**

**2025 г.
Пловдив**

ISSN 1311-9192 (Print)
ISSN 2534-9376 (On-line)

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



2025

Пловдив

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ

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

Серия Б. Естествени и хуманитарни науки

Том XXVI

2025

Дом на учените, Пловдив

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

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

Series B. Natural Sciences and the Humanities

Vol. XXVI

2025

House of Scientists, Plovdiv

„Научни трудове на СУБ – Пловдив“ е периодично научно издание, индексирано в Националния референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране, поддържан от НАЦИД. Издава се от Пловдивския клон на Съюз на учените в България – най-голямата и авторитетна неправителствена професионално-творческа организация на българските учени.

Изданието се състои от четири серии, в които се публикуват доклади, представени на научни форуми на СУБ – Пловдив. Те обхващат разнообразни направления на съвременната научна мисъл. Издават се както в печатен, така и в онлайн формат, с отделни ISSN номера:

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).

Научните трудове се публикуват на сайта на СУБ-Пловдив, на адрес: <https://usb-plovdiv.org/scientific-works/>

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

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; проф. Атанас Арnaudов; проф. Станка Хаджиколева; проф. Красимира Чакърова; доц. Тодорка Димитрова.

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; Prof. Atanas Arnaudov; Prof. Stanka Hadzhikoleva; Prof. Krassimira Chakarova; Assoc. Prof. Todorka Dimitrova.

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ: проф. Мария Панчовска-Мочева; проф. Владимир Андонов; проф. Божидар Хаджиев; проф. Валентина Алексиева; проф. Емил Хаджиколев; проф. Красимира Чакърова; доц. Стела Статкова-Абегхе; доц. Стоян Черешаров.

EDITORIAL COUNCIL: Prof. Maria Panchovska-Mocheva; Prof. Vladimir Andonov; Prof. Bojidar Hadziev; Prof. Valentina Aleksieva; Prof. Emil Hadzhikolev; Prof. Krasimira Chakarova; Assoc. Prof. Stela Statkova-Abeghe; Assoc. Prof. Stoyan Cheresharov.

ИЗГРАЖДАНЕ НА ЦЕЛЕВИ ДИГИТАЛНИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЧРЕЗ ПРОГРАМИРАНЕ И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ

Ивайло Старибратов, Тодорка Глушкова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

BUILDING KEY DIGITAL COMPETENCIES THROUGH PROGRAMMING AND COMPUTER MODELING IN SECONDARY

Ivaylo Staribratov, Todorka Glushkova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The teaching of programming and computer modeling in secondary school plays a major role in the process of building the digital competences defined in the DigComp 2.2 framework, especially in KO 3 "Creating digital content". In our country, students start studying computer modeling and block programming from the 3rd grade of elementary school as a compulsory subject. The learning content that is upgraded in each subsequent grade and the use of time-proven learning practices and approaches create a prerequisite for building a large part of the target digital competences.

The article will analyze the possibilities for reaching certain levels of digital competence - elementary, intermediate, advanced or expert through computer modeling and programming training.

Keywords: digital competencies, DigComp 2.2, programming, school education

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Обучението по програмиране и компютърно моделиране в средното училище играе основна роля в процеса на изграждане на дигиталните компетентности, определени в рамката DigComp 2.2 (Vuorikari & Holmes, 2022), особено в областта на компетентност „Създаване на дигитално съдържание“. У нас учениците започват изучаването на компютърно моделиране и блоково програмиране още от 3. клас като задължителен учебен предмет. Учебното съдържание, което се надгражда във всеки следващ клас и използването на доказали се във времето учебни практики и подходи, като проектно-базираното обучение (Elbyaly & Elfeky, 2023), решаването на реални проблеми, и други, създават предпоставка за изграждане на голяма част от целевите дигитални компетентности за създаване и модифициране на дигитално съдържание. Това обучение създава предпоставки за стимулиране на критичното мислене, креативността и способността за решаване на проблеми – умения, които са от съществено значение за съвременния дигитален свят.

Целта на статията е да представи анализ на възможностите за достигане на определени нива на дигитална компетентност – базово, средно, високо или експертно чрез обучение по компютърно моделиране и програмиране в българското училище.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Изграждането на ключови дигитални компетентности е основната цел на обучението по компютърни науки. За подпомагане и стандартизиране на усилията за решаването на тази задача се разработиха и приеха серия от нормативни документи, които определят насоките на съвременното развитие. Европейската рамка за цифрова компетентност за гражданите –

DigComp – предлага инструмент за подобряване на цифровата компетентност на гражданите. Рамката предоставя общо разбиране за това, какво е дигитална компетентност. Основните области на компетентност (КО) на DigComp са пет:

- КО 1: Информационна грамотност
- КО 2: Комуникация и сътрудничество
- КО 3: Създаване на дигитално съдържание
- КО 4: Безопасност
- КО 5: Разрешаване на проблеми

За всяка една от тези области са дефинирани множество дигитални компетентности на няколко основни нива – базово, средно, високо и експертно. Ще концентрираме вниманието си основно към КО3 „Създаване на дигитално съдържание“, в която са дефинирани следните ключови дигитални компетентности:

- 3.1. Създаване и редактиране на дигитално съдържание,
- 3.2. Подобряване и интегриране на дигиталното съдържание
- 3.3. Прилагане на авторските права и лицензи;
- 3.4. Програмиране.

Всяка една от тези компетентности е ключова за обучението в училище, но в този доклад ще разгледаме различни аспекти при реализацията на последната от тях. Програмирането се изучава в различна степен и чрез различни форми във всички нива и степени на средното училище у нас:

- като задължителен учебен предмет „Компютърно моделиране“ в 3. и 4. клас, където се използват възможностите на блоковото програмиране
- като задължителен учебен предмет „Компютърно моделиране и ИТ“ в 5., 6. и 7. клас, като се използва както блоково, така и скриптово програмиране (Parancheva & Glushkova, 2022);
- като задължително избираема и избираема учебна дисциплина „Информатика“ за учениците от профилирани и професионални паралелки в областта на компютърните, техническите и природо-математическите науки – в първа и втора гимназиална степен.

Съществуват и много други форми на обучение по програмиране – в избираеми модули в профилираната и професионална подготовка във втора гимназиална степен, в STEM школи и клубове по интереси, в иновативни паралелки и др. Това дава възможност да се обхване в по-голям диапазон изграждането на тази базова дигитална компетентност. В таблица 1 са представени основните нива, подбивата и свързаните с тях сложност на задачите, автономност и когнитивна област, съгласно таксономията на Блум (Pla & Cohen, 2024).

Таблица 1. Нивата на компетентност и връзка с таксономията на Блум.

Основни нива	Под-ниво	Сложност на задачите	Автономност	Когнитивна област, според таксономията на Блум
Базово ниво	1	Обикновена задача	С напътствия	Знание (запомняне)
	2	Обикновена задача	Самостоятелно и с насоки	Знание, разбиране
Средно ниво	3	Добре дефинирани и ясни проблеми	Самостоятелно	Разбиране
	4	Задачи и добре дефинирани не-рутинни проблеми	Независимо и според задачите	Разбиране
Високо ниво	5	Различни задачи и проблеми	Насочва другите	Прилагане
	6	Избира най-уместни решения	Способен да се адаптира към останалите в	Анализ

			сложни ситуации	
Експертно ниво	7	Решаване на сложни проблеми	Способен да допринася в професионалната практика	Синтез и създаване
	8	Сложни проблеми с много взаимодействащи се фактори	Предлага нови идеи и процеси	Създаване и оценка

Като имаме предвид стандартите в горната таблица и анализа на учебното съдържание за задължителна подготовка по компютърно моделиране в 3, 4, 5, 6 и 7 класове, може да се твърди, че е заложено достигането на следните нива на дигиталната компетентност 3.4, представени в Таблица 2.

Таблица 2. Връзка между темите от учебните програми в 3., 4., 5., 6. и 7. клас и основните нива и поднива на дигитална компетентност 3.4. Програмиране.

Клас, дисциплина	Тема	Когнитивна област	Ниво	Под-ниво
3 клас, КМ	Конструирание на последователни и повтарящи се действия	Знание	Базово	1
	Работа с текст и звук във визуална среда	Знание	Базово	2
	Създаване на анимирани проекти	Знание, Разбиране	Базово	2
4 клас, КМ	Разклонен алгоритъм. Построяване на разклонен алгоритъм по дадено задание	Знание	Базово	1,2
	Синхронизиране на действията на героите	Знание, разбиране	Базово	2
	Програмиране на роботизирани устройства	Знание	Базово	1,2
	Работа по проектна задача	Разбиране	Средно	3,4
5 клас, КМИТ	Програмиране на графични обекти и създаване на подпрограми	Знание, разбиране	Базово	2
	Създаване на проект	Разбиране	Средно	3
6 клас, КМИТ	Въведение в скриптовото програмиране	Знание	Базово	1,2
	Създаване на анимация със средствата на скриптов текстов език	Знание, разбиране	Базово	2
7 клас, КМИТ	Основни правила, фази и дейности при разработване на софтуерен проект	Знание, разбиране	Базово	2
	Създаване на проект	Разбиране	Средно	3,4
	Представяне и защита на софтуерен проект	Разбиране	Средно	4

За достигането до по-високите компетентностни нива се използват различни дидактически технологии, игрово-базирани и проблемно-ориентирани подходи, проектно-базирано обучение, използването на ИИ-технологии (Glushkova & Ignatova, 2023) и т.н.

Опитът при обучението по програмиране в гимназиална степен в различни страни показва тенденция към достигане на по-високите нива на дигиталните компетентности (Heintz et al., 2017; Omeh et al., 2024). У нас с приемането на новия закон за предучилищно и училищно образование през 2016 се промениха и тематично програмирането в профилиращ предмет информатика. Реално се прекъсва обучението по програмиране в първи гимназиален етап (8.–10. клас), освен ако училището не заложи в училищния учебен план неговото изучаване в избираемите учебни часове. Това е доста пожелателно и го има в изключително

малко училища. Необходимо е да се уточни, че това е възможно в 9. клас с най-много час и половина и 10. клас, където се разпределят 5,5 часа седмично за профилиращите предмети. Ако информатиката не е избран като профилиращ, то тя няма ако да се изучава, дори и ученикът да има желание.

Изучаването на програмиране продължава в 11. и 12. клас като профилиращ предмет. Желанието да се постигне по-високо ниво на компетентност чрез профилиращия предмет не кореспондира със заложения брой часове в модулите. Те са както следва: Модул 1: Обектно ориентирано проектиране и програмиране, който се изучава в 11. клас със 72 учебни часа; Модул 2: Структури от данни и алгоритми – 72 часа. В 12. клас се изучават: Модул 3: Релационен модел на база данни – 72 часа и Модул 4: Програмиране на информационни системи.

Таблица 3. Връзка между модулите в учебните програми за 11. и 12. клас и нивата на дигитална компетентност.

Клас, дисциплина	Тема	Когнитивна област	Ниво	Под-ниво
11. клас МОДУЛ 1 ООПП	Обектно ориентирано проектиране и програмиране			
	Запознаване със съвременен език за програмиране и основни алгоритми	Знание	средно	3
	Социални компетентности – работа в екип и презентационни умения	Умения	средно	4
	Познавателни компетентности – генерира програмен код и използване на стандартни библиотеки	Компетентност	Високо	5
	Моделиране – самостоятелно формулиране и решаване на проблеми	Компетентност	високо	6
11. клас МОДУЛ 2 СДА	Структури от данни и алгоритми			
	Организация и управление на информацията	Умение	средно	4
	Социални компетентности – оценка на ефективността и решаване на задачи от различни предметни области	Умение	високо	5
	Познавателни компетентности – класифицира структури от данни, използва библиотеки за решаване на проблеми	Компетентност	високо	6
	Моделиране – умело моделира и симулира изследване на естествени явления	Компетентност	експерт	7
12. клас МОДУЛ 3	Релационен модел на база данни			
	Моделиране и реализация на релационна база данни с графични средства	Компетентност	Високо	6
	Работа по проект	Компетентност	Експерт	7
12. клас МОДУЛ 4	Програмиране на информационни системи			
	Организация и управление на информацията	Компетентност	високо	6
	Познавателни компетентности	Компетентност	Експерт	7
	Моделиране	Компетентност	Експерт	7

При завършване на средното образование учениците се явяват на държавен зрелостен изпит по български език и литература, както и по един от избраните профилиращи предмети. Информатиката обаче е сред рядко избраните дисциплини и се предпочита само, ако е необходима за кандидатстване във висше учебно заведение.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Началото на преподаване на програмиране още от 3. клас е безспорно добра практика. Това дава възможност да започне изграждането в една подходяща възраст алгоритмично, логическо и комбинативно мислене. Знанията се представят чрез удачния подход на блок-базираното програмиране. Продължението на обучението до 7. клас чрез преминаване към скриптово програмиране също показва добри резултати и води до изграждане на целевите дигитални компетентности. Не може да не се отчете и амбицията за преподаване на програмиране на по-високо ниво в 11. и 12. клас – както като подготовка за реализация в ИТ сферата, така и за усвояване на задълбочени дигитални умения.

Остава проблемът с прекъсването между 8. и 10. клас, като в значителна степен липсва и логическа последователност в учебния материал при този скок.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторите изказват благодарност към научен проект FP23-FMI-002 „Интелигентни софтуерни инструменти и приложения в изследванията по математика, информатика и педагогика на обучението“ в ПУ „Паисий Хилендарски“, за частичното финансиране на настоящата работа.

ЛИТЕРАТУРА

Elbaly, M. Y. H., & Elfeky, A. I. M. (2023). The impact of problem-solving programs in developing critical thinking skills. *European Chemical Bulletin*, 12, 6636–6642.

Glushkova, T., & Ignatova, N. (2023). Approaches to building key digital competences in secondary school artificial intelligence learning. *Edu&Tech*, 14(1), 180–185. <https://doi.org/10.26883/2010.231.5059>

Heintz, F., Mannila, L., Nordén, L. Å., Parnes, P., & Regnell, B. (2017). Introducing programming and digital competence in Swedish K-9 education. In *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming. 10th International Conference on Informatics in Schools (ISSEP 2017), Proceedings* (pp. 117–128). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7_10

Omeh, C. B., Olelewe, C. J., & Nwangwu, E. C. (2024). Fostering computer programming and digital skills development: An experimental approach. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(2), e22711. <https://doi.org/10.1002/cae.22711>

Papancheva, R., & Glushkova, T. (2022). From blocks to script: Some accents and examples of coding competencies development at school level. In *EDULEARN22 Proceedings* (pp. 8962–8968). IATED.

Pla, R. A., & Cohen, I. T. (2024). Bloom's taxonomy. In *Professional, ethical, legal, and educational lessons in medicine: A problem-based learning approach* (p. 274).

Vuorikari, R., & Holmes, W. (2022). DigComp 2.2. Annex 2. Citizens interacting with AI systems. In R. Vuorikari, S. Kluzer, & Y. Punie (Eds.), *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes* (pp. 77–82). Publications Office of the European Union.

**ПРЕПОДАВАНЕ НА ТЕМАТА „ПРИЛОЖНИ ПРОГРАМИ“ В
ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА 9. КЛАС
В ОБЛАЧНА СРЕДА**

**Елена Тодорова, Мариана Лесева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**TEACHING THE SUBJECT “APPLIED PROGRAMS” IN STUDYING
INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE 9. GRADE IN A CLOUD
ENVIRONMENT**

**Elena Todorova, Mariana Leseva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: This current paper aims at presenting the application of cloud technologies as an innovative medium for teaching and understanding the learning content of the subject “Information Technologies” in the high school. One approach is presented for teaching the topic “Applied Programs” in the 9. grade based on using the abilities of Google Workspace. Two problems are described which are related to the formation of competences for creating serial documents and data validation. In the process of realization of the serial documents a model concept is suggested for the complex usage of a number of Google Workspace applications (Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Forms) as well as some add-ons. The material is intended for Information Technologies teachers in the high school.

Keywords: cloud technologies, education, information technologies, teaching methodology

1. ВЪВЕДЕНИЕ

От момента на своята поява компютрите се превръщат в неразделна част от световната култура и играят ключова роля в икономическото развитие на глобално ниво. Това неминуемо засяга образователната система, като поставя нови изисквания към обучаващи и обучавани. Усъвършенстването на компютърните технологии предоставя възможността за използването на иновативни методи и подходи на обучение. Това допринася учебното съдържание да бъде представено по различен начин – заинтригуващ, динамичен, достъпен, предвид интерактивната среда, в която живеят подрастващите.

В съвременните образователни системи, ролята на информационни и комуникационни технологии (ИКТ) е решаваща за развитието на учебния процес. През последните години, с напредъка на компютърните науки и развитието на новите технологии в Интернет, се наложи адаптиране на учебните програми към новите реалности. Интегрирането на съвременни приложения и платформи за обучение, предоставиха нови методи и подходи за преподаване и учене. Тези платформи разполагат с широк набор от възможности както за ученици, така и за учители. Облачните среди осигуряват лесен достъп до софтуер и данни от всяко устройство и по всяко време, стига да има достъп до Интернет. Те играят ключова роля в съвременното образование, предоставяйки необходимите инструменти за ефективно провеждане на учебния процес. С навлизането на облачните технологии, обучението в училище значително се промени. Те направиха учебния процес гъвкав, достъпен и ефективен, позволявайки на учениците да имат постоянен достъп до учебни материали, което улеснява ученето извън класната стая. Съвместната работа по проекти и задачи стана по-лесна, учениците работят заедно, споделяйки документи и файлове чрез облачните платформи. Така

екипната работа е много по-ефективна, а комуникацията далеч по-лесна. Облачната среда Google Workspace и всички нейни приложения, могат успешно да бъдат използвани в процеса на обучение.

В настоящата работа ще представим приложението на облачните технологии като иновативна среда за преподаване и учене. Разгледани са конкретни примери, от учебното съдържание по дисциплина „Информационни технологии“ за 9. клас от темата „Приложни програми“, свързани с формиране на компетентности за създаване на серийни документи и валидиране на данни, чрез използването на възможностите на Google Workspace. В процеса на реализиране на серийните документи е предложена примерна концепция за комплексно използване на голяма част от приложенията на Google Workspace (Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Forms), както и техни добавки.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Приложението на редица облачни платформи и услуги улесняват образователния процес. Google Workspace е една от използваните облачни платформи в българските училища. Платформата е съвкупност от облачно базирани приложения за текстообработка, електронни таблици, презентации и др., които дават възможност за създаване, редактиране и споделяне на документи. В процеса на обучението по информационни технологии (ИТ) използвайки приложенията на средата Google Workspace, учениците създават и обработват онлайн документи. Интерфейсът на използваните облачни приложения е аналогичен на основните програми на Microsoft, въпреки че имат специфики и някои от функциите са по-ограничени.

Обучението по информационни технологии в 9. клас е насочено към овладяване на базисни знания, умения и отношения, свързани с дигиталните компетентности на ученика, също така и развиване на умения за решаване на реални проблеми чрез избор на подходящи технологии. Учениците придобиват знания и умения за използване на възможностите на приложните програми за повишаване на качеството и ефективността на своята работа. Една от темите, засегнати в учебната програма по ИТ в 9. клас е „Приложни програми“, където учениците се запознават с допълнителни възможности на класическите офис технологии за текстообработка и електронни таблици (ЕТ), приложими в бизнеса. Формират се компетентности за: създаване на шаблони за текстов документ, създаване на собствена тема, налагане на ограничения при въвеждане на данни в ЕТ, създаване на циркулярни писма, създаване на формуляри и др.

С приложенията Google Docs и Google Sheets ще демонстрираме реализация на дейностите за валидиране на данни и създаване на серийни документи.

3. ВАЛИДИРАНЕ НА ДАННИ В ЕЛЕКТРОННА ТАБЛИЦА

Данните въведени в електронни таблици много често се обработват допълнително, което налага тяхното коректно въвеждане. Проверката на данни е функционалност, която задава ограничение за въвежданите от потребителя данни в клетки на електронна таблица, и не позволява въвеждането на некоректни данни. Валидирането на данни се използва, когато данните трябва да бъдат въведени от предварително определен списък или в определен интервал с допустими стойности (Гъров, Анева, Тодорова, Данаилов & Стоицов, 2023).

Примерна задача: Създайте електронна таблица, включваща четири колони – име и фамилия, град, образование и възраст. Оформете макета на таблицата и подгответе въвеждането на пет реда (записа) в нея, като зададете следните условия за валидност на данните при попълване на колона:

- **Град** – избор от падащо меню (от диапазон) с възможни стойности, от които потребителят да избира измежду пет града. При въвеждане на некоректни данни да се отхвърли въведеното в клетката.
- **Образование** – избор от падащо меню с възможни стойности – основно, средно, висше. При въвеждане на некоректни данни да се отхвърли въведеното в клетката.
- **Възраст** – ограничение за въвеждане на числови данни в диапазона от 18 до 45 години. Да има помощен текст, който да насочва потребителя какво точно трябва

да бъде въведено, а при въвеждане на некоректни данни да се появи предупреждение.

Решение:

- С помощта на Google Sheets се създава модела на електронната таблица. Файлът се съхранява в предварително създадена папка в диска.
- В нов работен лист, с име **град**, в избрана област от последователни клетки се въвеждат имената на пет града.
- Маркира се областта от клетки на таблицата за въвеждане на данни в колона **град**. Изпълнява се командата *Данни/Проверка на данните*. Натиска се бутонът *Добавяне на правило* и от падащия списък за *Критерии* се избира *Падащо меню (от диапазон)*, след което се маркира областта с въведените данни за градовете.
- Маркира се областта от клетки за въвеждане на данни в колона **образование**. След добавяне на ново правило, за *Критерии* се избира *Падащо меню*, след което се въвеждат съответните елементи на списъка (основно, средно, висше).
- Маркира се областта от клетки на таблицата за въвеждане на данни в колона **възраст**. Задават се следните настройки: за *Критерии* се избира възможността *Е между*, като се въвеждат долната и горната възрастова граница (18 и 45); в секцията *Разширени опции* се поставя отметката за *Показване на помощния текст за избрана клетка* и се избира възможността *Показване на предупреждение* (фиг. 1).

Разширени опции

☒ Показване на помощния текст за избрана клетка

Въведете число между 18 и 45

Ако данните не са валидни:

☒ Показване на предупреждение

☐ Отхвърляне на въведеното

Фигура. 1. Разширени опции.

4. СЕРИЙНИ ДОКУМЕНТИ

Сериен документ (циркулярно писмо) е компютърен текстов документ, който представлява образец, състоящ се от постоянна и изменчива част. Използва се в случаите, когато се налага създаването на голям брой екземпляри от даден документ, в който се променят само отделни компоненти. Създаването на циркулярното писмо преминава през изработване на основния документ, съдържащ информацията, която е една и съща във всички версии и се създава еднократно, и файл с данни (електронна таблица) съдържащ информация за изменяемата част на документа, различна за всеки отделен документ (Гъров, Анева, Тодорова, Данаилов & Стоицов, 2023), (Гъров, Анева & Тодорова 2008).

Примерна задача: Създайте циркулярен документ – **грамота** за всеки ученик постигнал отличен успех от дадено училище.

	A	B
1	име презиме фамилия	клас
2	Стоян Иванов Господинов	VIII
3	Ивета Николаева Георгиева	VIII
4	Благовест Димов Сотиров	IX
5	Пламена Димитрова Колева	X
6	Ойа Сунай Челик	X

Фигура. 2. Файл с информация.

СУ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“

ГРАМОТА

за отличен успех
на
<<име презиме фамилия>>
<<клас>> клас

23.06.2024 г.
ДАТА

ДИРЕКТОР

Фигура. 3. Модел на грамота.

Решение:

- *Създаване на файл (база данни) с информация*

С помощта на Google Sheets се създава таблица и се въвеждат данните за пет ученика (фиг. 2). Файлът се именува *Students* и се съхранява в предварително създадена в диска папка

с име **Грамоти за отличен успех**. Данните в таблицата могат да бъдат извлечени и от отговорите на създадена анкета с Google Forms.

- **Създаване на основен документ**

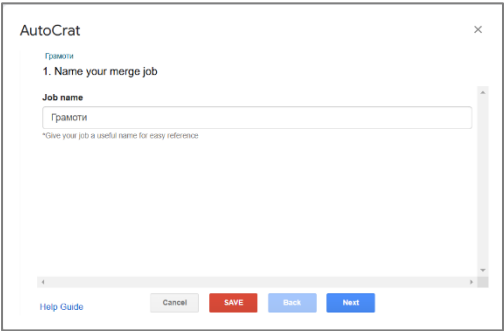
Основният документ (грамота) се създава с помощта на Google Docs или Google Slides (фиг. 3) и се запазва с име *Certificate* в папката **Грамоти за отличен успех**.

Забележка: В документа между знаците << >> се изписват имената на колоните от файла с данни, от които ще се извлича променливата информация.

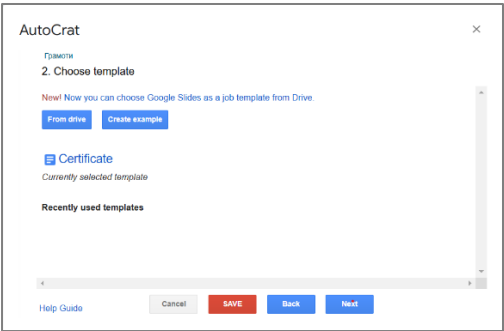
- **Създаване на серийния документ**

След отваряне на файла *Students* учениците стартират добавката *Autocrat*, която предварително са инсталирали. Създаването на индивидуалните грамоти за всеки ученик преминава през следните стъпки:

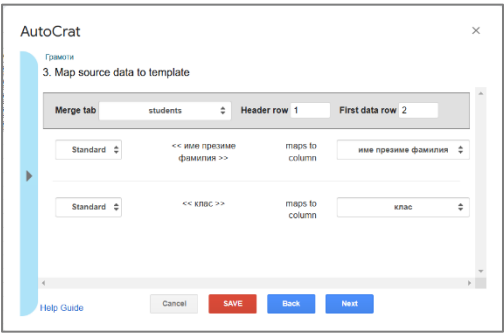
Стъпка 1: Задава се име на задачата за сливане, като в текстовото поле *Job name* се изписва **Грамоти**.



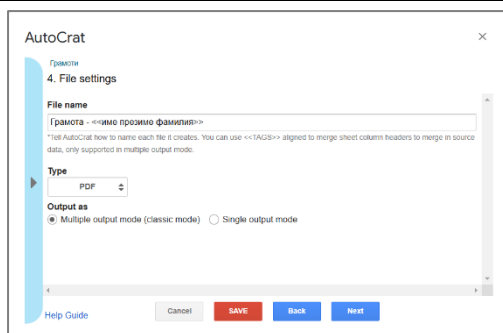
Стъпка 2: Изборът на шаблон става, като от бутона *From drive* се избере вече направеният шаблон с име *Certificate*.



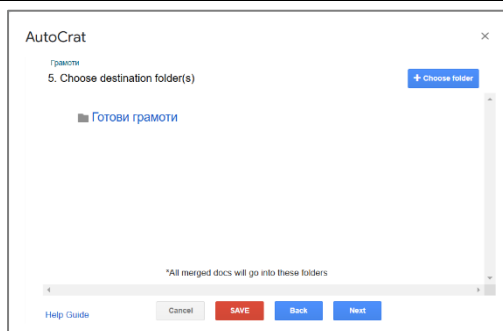
Стъпка 3: За свързването на изходните данни към шаблона в полето *Merge tab* се избира листа съдържащ таблицата с данни. В полето *Header row* се посочва заглавният ред на таблицата (1), а в полето *First data row* се задава номера на реда (2) в таблицата, от който ще започне обработването на информацията. След това се извършва проверка дали на всяка колона съответства правилната връзка.



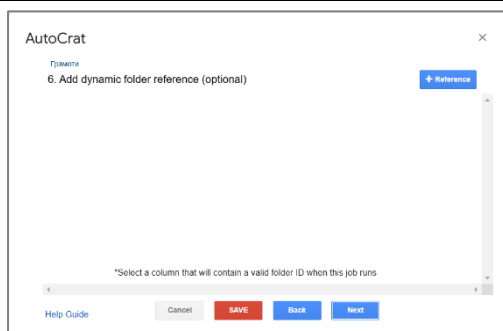
Стъпка 4: Файловите настройки се задават, като се записва в полето *File name* **Грамота** – и от разгъващия се списък се копира и поставя полето <<име презиме фамилия>> (така всеки файл ще бъде именуван с името на съответния ученик). За тип на изходния файл се избира PDF и се избира *Multiple output mode (classic mode)* за генериране на всеки запис като отделен файл.



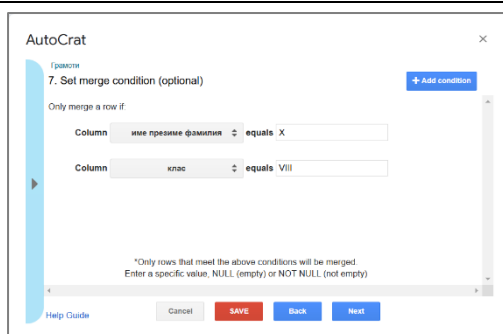
Стъпка 5: За определяне на мястото, където ще се запазят всички файлове се посочва папката **Готови грамоти** от бутона *Choose folder*.



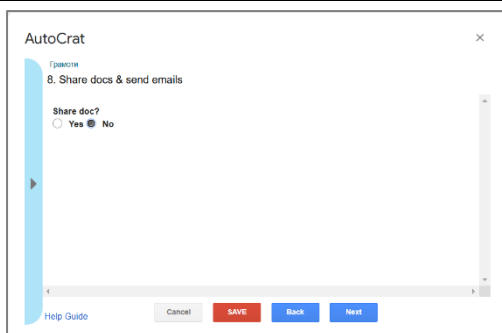
Стъпка 6: Избира се колона, която ще съдържа валиден идентификатор на папка. Тази стъпка се пропуска.



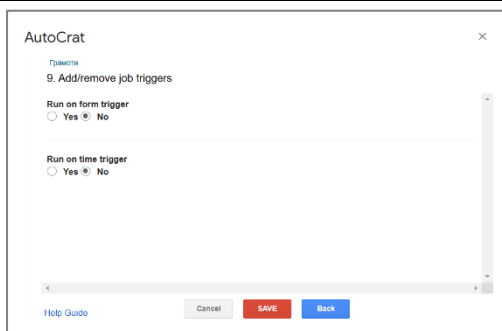
Стъпка 7: На тази стъпка, може да се зададе условие за създаването на файлове с точно определени изходни данни. Ако искаме да се генерират грамотите само на учениците от VIII и X клас, от бутона *Add condition* се задават двете условия.



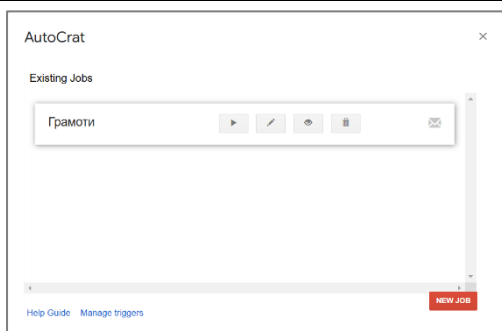
Стъпка 8: В случай, че искаме всеки файл (грамота) да бъде изпратен по електронна поща се избира радиобутонът Yes, и се направят съответните настройки.



Стъпка 9: Запазва се задачата с натискане на бутона Save.



Стъпка 10: Изпълнението на задачата се стартира от бутона Run job.



След преминаването на всички стъпки в папката **Грамоти за отличен успех** се запазват файловете с готовите грамоти за всеки един отличник.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа е описана една възможност за използване на облачни среди и технологии при преподаването на учебната дисциплина „Информационни технологии“ в училище. Реализацията на предложения подход способства за развитие на практическите и приложни умения на учениците в областта на технологиите.

Работата ще бъде полезна за учителите, преподаващи информационни технологии в гимназиален етап на българското училище. Тя търпи развитие в посока разработване и на други теми от учебното съдържание в облачна среда.

ЛИТЕРАТУРА

Гъров, К., Анева, С., & Тодорова, Е. (2008) Преподаване на „Интегриране на дейности и документи“ в профилираната подготовка по информационни технологии. *Сборник от научни трудове, Тридесет и седмата пролетна конференция на Съюза на математиците в България*. Боровец, 295-299.

Гъров, К., Анева, С., Тодорова, Е., Данаилов, Д., & Стоицов, Г. (2023) *Информационни технологии за 9. клас*. София: Клет България.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОНСТРУКТИВИСТКИ ПОДХОД В ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА

**Мария Борисова, Добринка Милушева-Бойкина
Пловдивски университет „П. Хилендарски“**

USING A CONSTRUCTIVIST APPROACH IN MATHEMATICS EDUCATION

**Maria Borisova, Dobrinka Milusheva-Boykina
University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: Обучението по математика е важна задача за всеки един учител, защото чрез тази фундаментална наука се развива аналитичното и логическото мислене на учениците. Именно затова преподавателите е необходимо да съумяват да прилагат подходи и методи на обучение, които са нагледни и достъпни за обучаемите. Учениците много по-лесно възприемат учебния материал, когато сами са достигнали до знанието и са възприели практическата му приложимост. Конструктивисткият подход преобръща традиционните представи за класната стая, в която по принцип основно действащо лице е учителят и поставя учениците в главните роли. Те сами трябва да достигнат до новите знания, като ролята на учителя е да ги насочва. В статията са представени идеи как преподавателят да приложи конструктивисткия подход в обучението по математика. Разгледани са примери, чрез които този подход онагледява темата „Еднакви триъгълници“ и показва практическата приложимост на това знание.

Keywords: конструктивистки подход, обучение по математика, еднакви триъгълници

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Математиката е фундаментална наука, чието практическо приложение се откроява в области като архитектура, икономика, информатика. Широкото ѝ приложение в други области от живота на хората е предпоставка за необходимостта учениците да имат отлични знания и умения по математика.

Обучението по математика е от съществено значение, защото чрез него учениците придобиват не само знания в конкретната област, но и развиват логическо мислене, умения за решаване на проблеми. Затова учителят трябва добре да подбере подходите и методите на обучение, така че обучаващите се да усвоят знанията и уменията в дълготраен аспект.

Определено обучаващите се възприемат и възпроизвеждат знания, до които сами са достигнали. Това дава основание учителят да използва подходи на обучение, в които той подпомага учениците да достигнат сами до определено знание, чрез въпроси или насоки. Такива подходи са конструктивистки, проблемно-базиран, кооперативен, игрови.

2. ПОДХОДИ НА ОБУЧЕНИЕ. КОНСТРУКТИВИСТКИ ПОДХОД.

Подходи на обучение по математика, които учителят може да използва са: традиционен, конструктивистки, проблемно-базиран, проектно-базиран, игрови, кооперативен и др.

Използването на един и същ подход на обучение във всеки един час води до липса на интерес и трудно усвояване на учебния процес от страна на учениците. Именно затова е нужно учителят да съумява да прилага различни подходи в обучението, за да може

обучаващите се да бъдат активни и да усвояват учебния материал.

Конструктивизмът е теория, която се основава на идеята, че учениците участват в създаването на нови знания, вместо просто да запомнят информация. Докато хората преживяват света и осмислят тези преживявания, те формират свои собствени представи и интегрират нова информация във вече съществуващите си схеми на познание. Тази теория акцентира на активната роля на обучаемите в процеса на усвояване на нова информация. Вместо да получават информация пасивно, учениците разсъждават върху опита си, създават свои разбирания и по този начин разширяват предишните си знания.

Конструктивизмът, като дидактическа методика, се основава върху отчитането на два основни фактора в познавателната дейност на индивида – процесът на вътрешно изграждане на познавателни схеми и целесъобразното външно актуализиране и стимулиране (Дюкре, 2001). Тази образователна философия се основава на предпоставката, че човек активно конструира свое собствено знание чрез взаимодействие с нещо, което вече познава и разбира.

Открояват се две основни форми на конструктивизма: когнитивен и социален конструктивизъм (Жапарова, 2014). Формулиран за първи път от Жан Пиаже, когнитивният конструктивизъм разкрива, че интелигентността е основен жизнен процес, чрез който човек се адаптира към света около него чрез своя опит и така поетапно получава своите нови знания за заобикалящата го среда. За разлика от теорията на Пиаже, Виготски твърди, че децата не получават самостоятелно знания, напротив те се учат, но с помощта на по-компетентни от тях в обществото, които ги напътстват в търсенето на новите знания. Тези две форми на конструктивизма оформят съвременното разбиране за конструктивистки подход в образованието, а именно учениците самостоятелно да достигат до новите знания, подпомагани от учителя чрез въпроси или практически постановки.

Конструктивисткият подход предоставя по-висока степен на интеграция и разбиране на учебния материал. В този подход целта на обучение е не само да бъде предадена конкретна информация, но учениците да бъдат превърнати от пасивни получатели на знания в активни конструктори на знания и умения. Така се акцентира върху целта на образованието, която е да се достигне до собствено разбиране, а не до запомняне на „правилни отговори“ (Старибратов & Ангелова, 2011).

Все по-често учителят избира този подход, защото тук ролите са разменени: главни действащи лица са учениците, а учителят има фасилитаторска роля. Преподавателят поставя обучаващите се в позната ситуация и подпомага достигането до новото знание чрез редица подходящо подбрани въпроси и насоки, но без той да го изказва директно. Така децата сами откриват новото знание и по-лесно биха го възпроизвели на по-късен етап, което води до по-добри резултати в обучението. Основната отговорност на учителя е да създаде среда за съвместно решаване на проблеми, в която учениците стават активни участници в собственото си обучение.

Например, при изучаването на „Дробни числа“ в V клас. Учителят възлага практическа задача, в която учениците разделят пица на няколко парчета (2, 4, 6, 8, 10), след това биват насочени чрез въпроси „*Каква част от пицата се пада на дадено дете, ако тя е разделена на 2 (4, 6, 8, 10)?*“. По този начин обучаващите се сами достигат до новото понятие дробно число, познавайки от начален етап термини като половинка, четвъртинка и т.н.

Прилагането на конструктивисткият подход в обучението по математика предоставя на учениците отговор на въпроса, защо е необходимо да се изучава конкретен учебен материал и разкрива практическото приложение на математиката.

3. ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОНСТРУКТИВИСТКИ ПОДХОД В ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКАТА

Обучението по математика в VII клас е насочено към усвояване на базисни знания и умения, както и изграждане на ключови компетентности у учениците. Учебният материал включва изучаването на теми като: Цели изрази, Уравнения, Основни геометрични фигури, Еднакви триъгълници, Неравенства, Успоредник, Елементи от вероятности и статистика. Тези тематични раздели са по-абстрактни за учениците и те по-трудно усвояват учебния материал. Това води до необходимостта учителят да търси разнообразни методи и подходи,

чрез които да съумее да предостави по-достъпно и нагледно учебния материал, така че учениците да могат не само да го усвоят, но и да го прилагат в бъдеще. Подход на обучение, чрез който обучаващите се трайно придобиват знания и умения и се научават как да ги прилагат, е конструктивисткият.

3.1. Използване на конструктивистки подход в темите „Процент“ и „Пропорция“

Учениците много по-добре възприемат информацията, когато сами достигат до нея, а не им е предоставяна по традиционния начин от учителя. Именно затова е добре преподавателят да съумява в преподаването на уроците си да прилага походи, чрез които децата самостоятелно да достигат до знанието и да се убедят в необходимостта му, за да могат после да го прилагат с лекота.

Например при изучаването на темата „Процент“ в V клас, учителят използва конструктивисткия подход като обвърже темата с житейска случка. Да попита учениците: *„Забелязвали ли сте по витрините на магазините надписи – 50 % намаление?, Според вас какво е процентът?, Дали процентът може да бъде представен като обикновена дроб?, Тогава процентът е част от нещо? Ако ненамалената (първоначалната) цена приемем за 100 процента, то колко ще бъде намалената?“*. Чрез тази поредица от въпроси децата достигат до понятието процент.

В темата „Пропорции“ също може да се приложи конструктивисткият подход. В началото на урока се поставя за задача учениците да смесят две съставки, като от едната се вземат 2 части, а от другата 3 части, като всяка част е с равна маса. Обучаващите се достигат до понятието отношение. След това, за да разберат какво е пропорция, учителят ги насърчава да вземат от първата съставка 4 части, а от втората 6 части. Учителят насочва вниманието на децата към зависимостта на двете съставки в двете отношения чрез въпроси – *„Има ли някаква зависимост между количеството в първото отношение и във второто?, Пропорционална ли е?, Ако двете отношения са равни, то това ли е пропорция?“*. Чрез редицата въпроси учениците достигат до термина пропорция.

Определено обучението по математика е по-интересно за учениците, когато се правят експерименти и нагледно се показват зависимостите между величините. Това е предпоставка тези знания да бъдат трайни и да могат с лекота да се възпроизведат при решаване на конкретни задачи.

Целенасоченото поставяне на познавателни практически задачи подпомага както процеса на разбиране, така и успешното свързване на новото, непознатото учебно съдържание с по-рано изученото и усвоено знание.

3.2. Използване на конструктивисткия подход в темата „Еднакви триъгълници“

Темата „Еднакви триъгълници“ изисква учениците да познават признаците за еднаквост на триъгълници и да ги прилагат в конкретни задачи от доказателствен характер. Именно задачите, в които се изисква доказване на конкретно твърдение, затрудняват учениците.

Прилагането на конструктивисткия подход в темата „Еднакви триъгълници“ предразполага учениците към по-лесно усвояване на материала и превъзможване на трудностите при изграждане на доказателствата на задачите.

При запознаване с темата „Еднакви триъгълници“ учителят разделя учениците на групи. Раздава на всяка група макети на триъгълници и им поставя за задача да открият еднаквите триъгълници. Задава им въпроси като: *„Необходимо ли е да имат равни елементи триъгълниците, за да бъдат еднакви?, Кои елементи на триъгълниците ще проверите дали са равни?“*. Чрез поставената задача обучаващите сами достигат до знанието, че еднаквите триъгълници имат съответно равни страни и съответно равни ъгли.

В тази тема може да се приложи и друга идея. Всяко дете получава картина от геометрични фигури (картонче с български шевици). Учителят поставя за задача на обучаемите, използвайки чертожни инструменти (линия, триъгълник, транспортир), да открият триъгълници, които са еднакви. Обучаващите се измерват страните и ъглите на триъгълниците и учителят ги насочва с въпроси (*„Защо триъгълниците са еднакви според*

вас?, Кои елементи са равни?“). Така те самостоятелно достигат до знанието, че за да бъдат еднакви триъгълниците, мерките на съответните им страни и ъгли трябва да бъдат равни. Освен това се очертава връзката между математиката и изобразителното изкуство.

Учениците трябва да придобият знания и умения да доказват еднаквост на триъгълниците посредством признаците за еднаквост. За да бъдат усвоени и затвърдени тези признаци учителят раздава макети на триъгълници с различни дължини на страните и размери на ъглите и поставя за задача на децата да ги групират в три групи, като всяка от тях да отговаря на предварително определени условия:

- Първа група – всички триъгълници, които имат съответно равни две страни и ъгъл;
- Втора група – триъгълниците, които имат съответно равни страна и два ъгъла;
- Трета група – онези триъгълници, чиито три страни са съответно равни.

Учениците използват чертожни инструменти (линия, транспортир), за да изпълнят изискванията и да групират триъгълниците. Така те разбират, че еднаквостта на триъгълниците се дължи на определени признаци и достигат до знанието, че два триъгълника са еднакви:

- при съответно равни две страни и ъгъл заключен между тях;
- при съответно равни страна и два прилежащи на нея ъгъла;
- при съответно равни три страни.

Този начин е достъпен за децата и те по-лесно възприемат признаците за еднаквост, с което успешно се реализира дидактическият принцип за съзнателност по отношение на изучаваното учебно съдържание.

Друга идея, използваща конструктивисткия подход, която може да се приложи в часовете по математика, е класът да се раздели на шест групи. На всяка група се раздават материали за изработка на триъгълна рамка за снимка. Преподавателят предварително определя размерите на рамките, така че след изпълнение на задачата да се получат по две еднакви рамки. Учителят насочва учениците чрез въпроси като: „Защо се получиха еднакви рамки?, Сравнете размерите, които трябваше да спазвате?“, така децата откриват, че две от групите са имали две равни страни и ъгъл, други две – страна и два ъгъла, а последната двойка са били с равни страни. По този начин обучаващите се самостоятелно достигат до признаците за еднаквост и съумяват да ги открояват по-лесно в задачи.

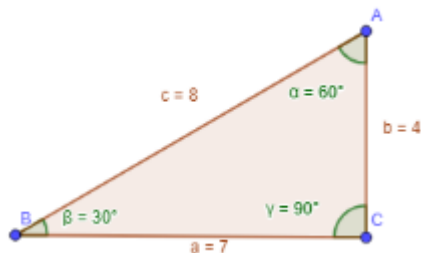
За да се затвърдят знанията за еднакви триъгълници, учениците се разделят на екипи и учителят им поставя задача да проучат къде и как в архитектурата (мостове, пирамиди) и природата (кристали, листа) се срещат еднакви триъгълници, като всяка от групите представя своите наблюдения пред класа. Чрез тази задача се показва практическото приложение на математиката и значимостта на геометрията, развиват се и умения за работа в екип.

Чрез множество начини учителят може да приложи конструктивисткия подход в обучението по математика, провокирайки интереса на учениците към обучителния процес по математика. Освен това чрез използването на този подход обучаващите се придобиват знания и умения, които биха могли да възпроизведат и в бъдеще.

3.3. Иновативни технологии в обучението по математика, чрез които се прилага конструктивистки подход

Темите, в които преобладава геометрията, затрудняват учениците. За да бъде предоставен по-достъпно учебният материал, могат да бъдат използвани динамични софтуери, които впечатляват подрастващите и са по-достъпни за тях.

GeoGebra е динамичен софтуер, който дава достъп до множество свободно достъпни ресурси, онагледяващи сложни математически концепции. Учителят има възможност да създава и свои собствени ресурси, чрез които да направи учебния процес по-достъпен и



Фигура 1. Правоъгълен триъгълник с ъгъл 30 градуса.

нагледен за учениците. Например, за да усвоят новите знания, свързани с темата „Правоъгълен триъгълник с ъгъл 30° “, преподавателят подготвя упражнение в софтуера GeoGebra и чрез него обучаващите се да достигат до новото знание. Чрез приложението преподавателят им показва нагледно зависимостта между хипотенузата и катета срещу ъгъл 30° и с подканящи въпроси децата извеждат теоремата, че катет срещу ъгъл 30° е равен на половината от хипотенузата (фиг. 1).

Друго приложение, което е подходящо да бъде използвано в обучението по математика, е Quizizz. Чрез него преподавателят може да подготви кратки упражнения, които да използва за актуализация на старите знания и да насочи обучаващите се към темата на урока. Този софтуер прави учебния процес по-интригуващ за учениците, защото учебният материал може да бъде представен под формата на игра.

Динамичните софтуери предоставят на преподавателя множество от начини, чрез които да приложи различни подходи на обучение. Чрез тях учителят мотивира учениците за усвояване на нови знания и умения.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Логическото мислене, креативността и решаването на проблеми се развиват именно в часовете по математика. Затова обучението по математика трябва да се концентрира върху начина, по който да предоставя информацията на учениците. За да бъдат мислещи и креативни обучаващите се, в обучението трябва да се използват подходи и методи, различни от традиционните, в които учениците са пасивни. Те трябва да бъдат в главните роли, да търсят, да откриват и да извеждат.

Подход, който предоставя тази възможност, е конструктивисткият. Чрез него обучаващите се придобиват дълготрайни знания и умения. Технологичният напредък в съвремението ни налага учителят да съумява да използва иновативните технологии с изкуствен интелект в обучителния процес наред с различните подходи и методи на обучение, за да могат обучаващите се да придобиват знания и умения необходими им в бъдеще.

БЛАГОДАРНОСТИ: Това изследване е подкрепено от Министерство на образованието и науката по Националната програма „Млади учени и постдокторанти – 2“.

ЛИТЕРАТУРА

Дюкре, Ж. Ж. (2001). Конструктивистки подходи: приложение и перспективи в областта на образованието. *Перспективи*, 31(2), 109–125.

Емилов, И., & Тафрова-Григорова, А. (2014). Конструктивистка учебна среда в часовете по химия – едно международно изследване. *Списание на Софийския университет за образователни изследвания*, 4.

Жапарова, Р. С. (2014). Теорията на конструктивизма в съвременното образование. *Обучение и образование: методи и практика*, (17).

Старибратов, И., & Ангелова, Е. (2011). Методически подходи на обучение чрез използване на електронни учебни ресурси. В *Сборник от Националната конференция „Образованието в информационното общество“* (с. 329–336).

Тафрова-Григорова, А. (2016). Исторически корени и развитие на конструктивизма. *Природните науки в образованието / Chemistry*, 23, 75–106.

Николаева, Р. (n.d.). Конструктивизмът – теоретична основа на интерактивното обучение. <https://diuu.bg/emag/6928/>

Министерство на образованието и науката. (n.d.). Учебни програми прогимназиален етап. https://www.mon.bg/nfs/2021/01/up_math_7kl-200121.pdf

GeoGebra. (n.d.). <https://www.geogebra.org/>

Quizizz. (n.d.). <https://quizizz.com/>

ЕДИН ПОДХОД ЗА ПРЕПОДАВАНЕ НА STEM РОБОТИКА

В 4. КЛАС

Цанко Михов

Начално училище „Христо Ботев“, Пловдив

ONE APPROACH FOR TEACHING STEM ROBOTICS IN 4. GRADE

Tsanko Mihov

“Hristo Botev” Primary School, Plovdiv

Abstract: In this work an attention was paid to the development of robotics at elementary school, particularly in 4th grade. Our aim was to find out what students like, which students tend to study robotics in extracurricular activities as well as at school.

Keywords: Robotics, programming, algorithm, elementary school

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Роботиката все по-често навлиза в учебните планове на началното училище, предлагайки на децата един забавен и интерактивен начин да се запознаят с принципите на програмирането, инженерството и науката. Тя развива креативното мислене – учениците проектират, конструират и програмират свои собствени роботи, като по този начин развиват умения за решаване на проблеми и изграждат логическо мислене. Стимулира интереса към STEM областите – въвежда учениците в света на науката, технологиите, инженерството и математиката, като ги насърчава да продължат да изучават тези дисциплини в по-горен клас. Занимаващи се с това участват както в състезания, така и в проекти, като това ги стимулира да покажат и прилагат знанията и уменията си на практика (Михов & Димитров, 2022).

2. ПЛАТФОРМА ЗА ПРОГРАМИРАНЕ НА РОБОТИ

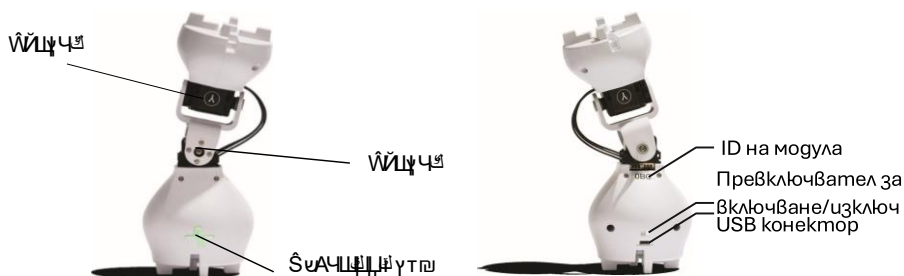
В обучението по роботика се използват различни платформи за програмиране на избрания робот, отговарящ на възрастовите особености на обучаемите. За началното училище подходяща платформа е Fable Blockly и робот Fable. За тях е разработена учебна програма от Михов, Стоицов и Димитров (Михов et al., 2024). В настоящата работа се предлага разработен набор от задачи към нея за обучение на ученици 1.-4. клас, обхващащи голяма част от допълнителните модули към робота. Използваната среда за блоково програмиране Fable Blockly, която може да се инсталира както на компютър, така и на смарт устройство, позволява във всеки един момент ученикът да програмира дори в домашни условия, след което да качи готовия код на робота в училище. При обучението с този робот се развива не само способността за програмиране, но и ключови компетентности, като решаването на проблеми, способността за работа в екип, развитие на въображение и креативното мислене на децата.

3. ПРИМЕРНИ РЕШЕНИЯ НА НЯКОИ ЗАДАЧИ ОТ ПРЕДЛОЖЕНИЯ НАБОР

Тема 2. Робот Fable.

Задача: Покажете модулите и сензорите на робота.

Решение:



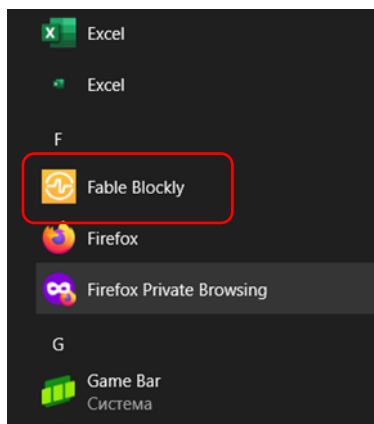
Фигура 1. Робот Fable.

С работата по тази задача учениците развиват у себе си знания, умения и компетентности, свързани с развитието на екипната работа, креативното мислене, което е нужно за това да опознават ново програмируемо устройство с множество модули към него.

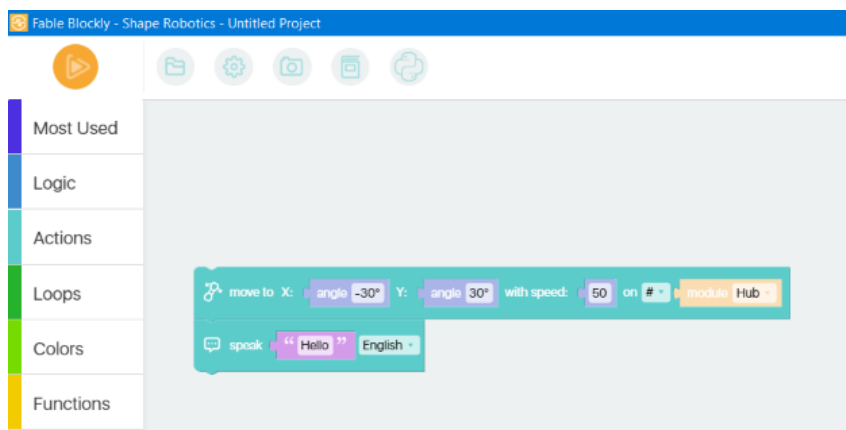
Урок 3. Среда за блоково програмиране.

Задача: Стартирайте среда за блоково програмиране Fable Blockly, след което създайте пробен код и го съхранете.

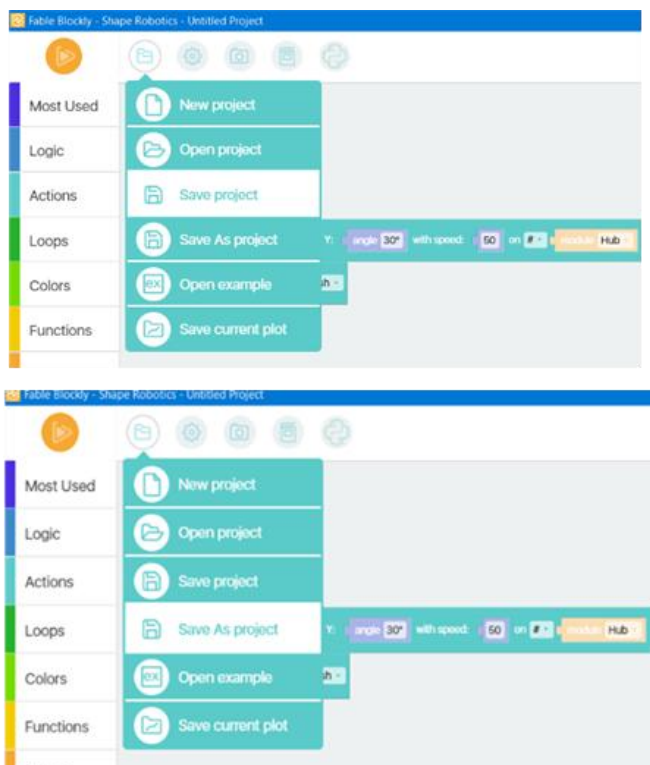
Решение:



Фигура 2. Икона за стартиране на среда за блоково програмиране Fable Blockly.



Фигура 3. Създаден пробен код за работа на робота.



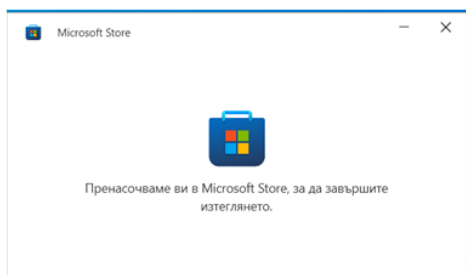
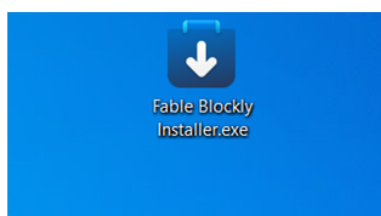
Фигура 4. Начини за съхранение на готовия код.

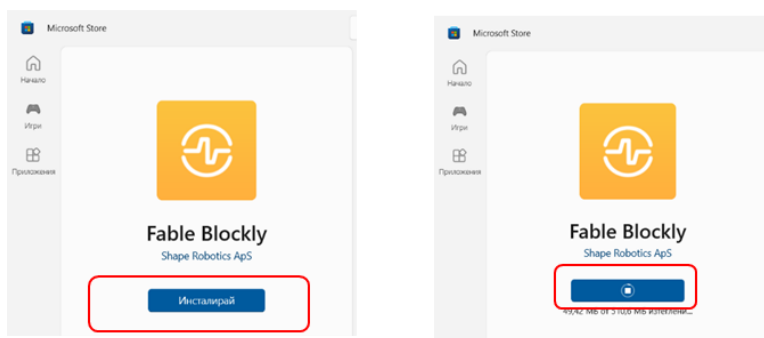
С тази задача обучаващите се придобиват знания и умения за работа с нова среда за блоково програмиране, както и начини и похвати за съхранение на готовия код като избират начина на запис.

Тема 4. Запознаване със средата за блоково програмиране на робот Fable – Fable Blockly.

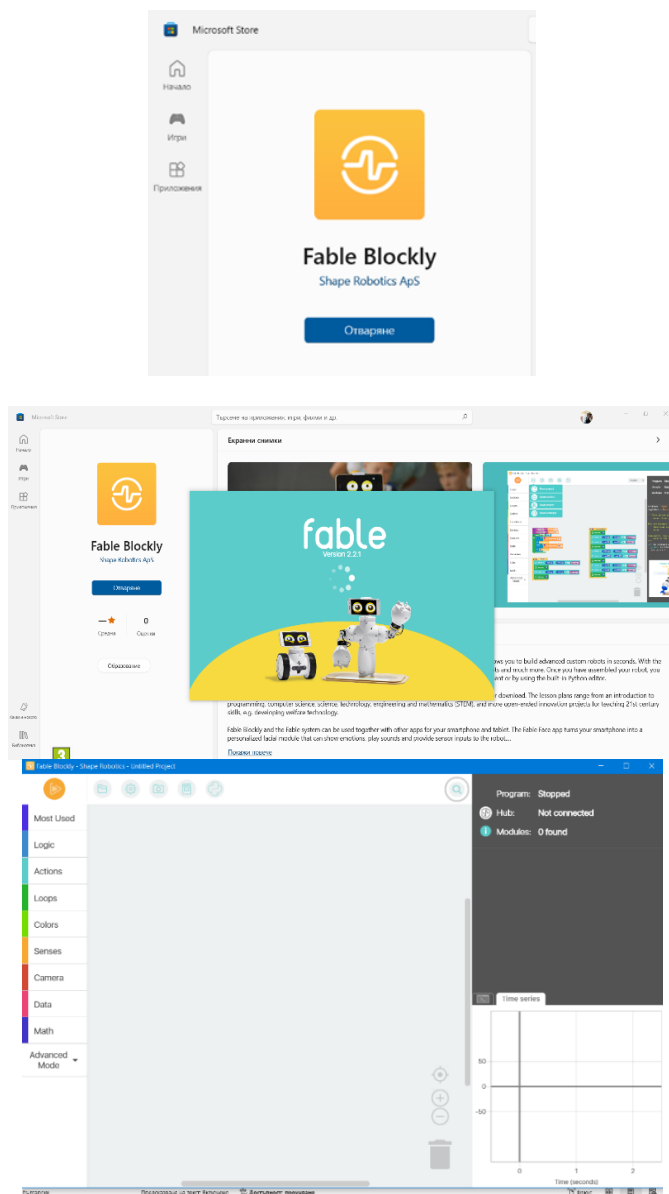
Задача: Инсталирайте на устройството, на което работите, средата за блоково програмиране Fable Blockly чрез сваления файл на десктопа, след което отворете програмата.

Решение:





Фигура 5. Стъпки за инсталиране на средата за блоково програмиране.



Фигура 6. Стартиране на средата за блоково програмиране.

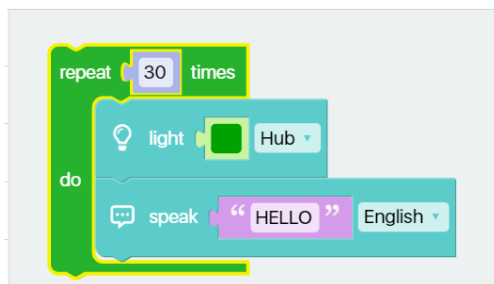
Учениците придобиват умения и компетенции, свързани с инсталацията на софтуер на

компютърно устройство, както и развиват умения за анализ и решаване на поставен проблем, по който работят в екип в повечето случаи (Microsoft Store, n.d.).

Тема 5. Видове блокове, съдържащи се в средата за програмиране.

Задача: Разгледайте какви секции от блокове съдържа средата за блоково програмиране, след което създайте код по избор за работа на работа.

Решение: 1) блок за повторение от 30 секунди; 2) блок за включване на зелена светлина; 3) блок за говор на определена дума.



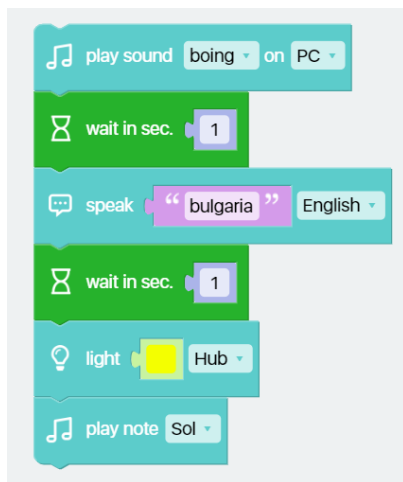
Фигура 7. Код по избор.

Тази задача помага на децата да анализират какво им предлага новата среда за блоково програмиране да развият креативното си мислене, развитието на въображението, както и уменията за вземане на решения в конкретната ситуация.

Тема 6. Обобщение.

Задача: Създайте код от познатите ви блокове в средата за програмиране.

Решение: 1) блок за произвеждане на звук по избор; 2) блок за изчакване от 1 сек.; 3) блок за изговаряне на дума по избор; 4) блок за изчакване от 1 сек.; 5) блок за светлина по избор; 6) блок за възпроизвеждане на нотна стойност по избор.



Фигура 8. Създаване на код от избрана група блокове.

Задачата развива и затвърждава знания и умения за създаване на код от познати групи, както и възприятията за слух и зрение.

Тема 7. Програмиране на робот Fable да се движи от 90 до -90 градуса.

Задача: Създайте код, с който роботът да се движи от 90⁰ до -90⁰.

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за движение на X 90⁰ на модула; 3) блок за изчакване от 1сек.; 4) блок за движение на X -90⁰ на модула; 5) блок за изчакване от 1сек.; 6) блок за движение на X 90⁰ на модула; 7) блок за изчакване от 1сек.; 8) блок за движение на X -90⁰ на модула; 9) блок за изчакване от 1 сек; 10) блок за движение на X 90⁰ на модула.



Фигура 9. Код за движение на робота от 90 до - 90 градуса.

Тази задача позволява на учениците да натрупат знания за градусовата система и понятието изчакване за определено време. Развиват се креативното мислене, вземането на решение при поставена задача, въображението за подреждане на блоковете в готов код.

Тема 8. Работа с блокове от група Logic и Actions.

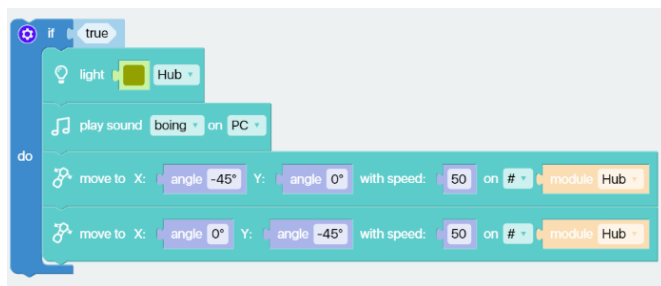
Задача: Създайте код с помощта на блокове от групите Logic и Actions.

Решение 1: Използват се: 1) блок от група Logic за истина или лъжа; 2) блок за включване на светлина по избор; 3) блок за звук.



Фигура 10. Код от групите Logic и Actions.

Решение 2. Използват се: 1) блок от група Logic за истина или лъжа; 2) блок за включване на светлина ; 3) блок за звук; 4) Блок за накланяне на серво X -45° със скорост 50; 5) блок за накланяне на серво Y – 45° със скорост 50.



Фигура 11. Второ решение на задачата.

Този вид задачи развиват в учениците знания за звуковете, издавани от

програмируемото устройство, развиване на познанията за понятията скорост и наклон, както и уменията за комбиниране на звук и светлина в един код.

Тема 9. Работа с блокове от група Colors.

Задача: Изработете код като включите и блокове от група Colors.

Решение: 1) блок за движение на работа с продължителност 75 см и скорост от 50; 2) блок за говор с произволен текст; 3) блок за включване на светлина по избор;



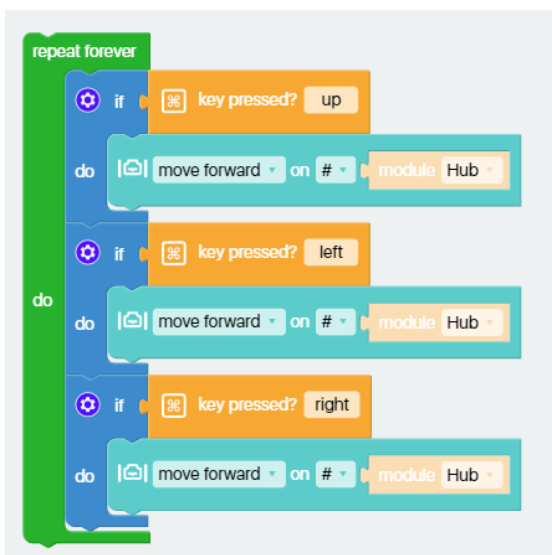
Фигура 12. Код с включване на блокове от група Colors.

Този вид задачи позволява на учениците да придобият знания и умения за избиране на подходящите блокове за съставяне на кода. Развиват успешно знания за понятието скорост в комбинация с понятието разстояние.

Тема 10. Работа с блокове от останалите групи.

Задача: Съставете код с помощта на блоковете от останалите групи на програмата за кодиране.

Решение: 1) блок за повторение завинаги; 2) блок за условие; 3) блок за натиснат клавиш напред; 4) блок за движение напред на модула.



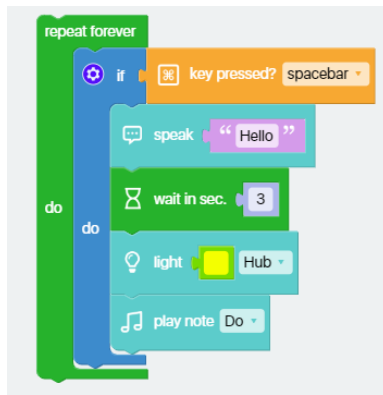
Фигура 13. Код с останалите блокове в средата за програмиране.

С помощта на тази задача учениците изграждат и затвърдяват знания и умения за правилно комбиниране на блокове от различни групи, така че да се справят с поставената им задача. Научават се да вземат правилни решения за решаването на поставения проблем.

Тема 11. Обобщителен урок.

Задача: Съставете блок за движение на работа с помощта на блокове от изучените групи.

Решение: 1) блок за повторение завинаги; 2) блок за условие; 3) блок за натиснат клавиш интервал за стартиране на кода; 4) блок за говор; 5) блок за изчакване 3 сек.; 6) блок за включване на светлина в избран цвят; 7) блок за издаване на звук на нотна стойност До.



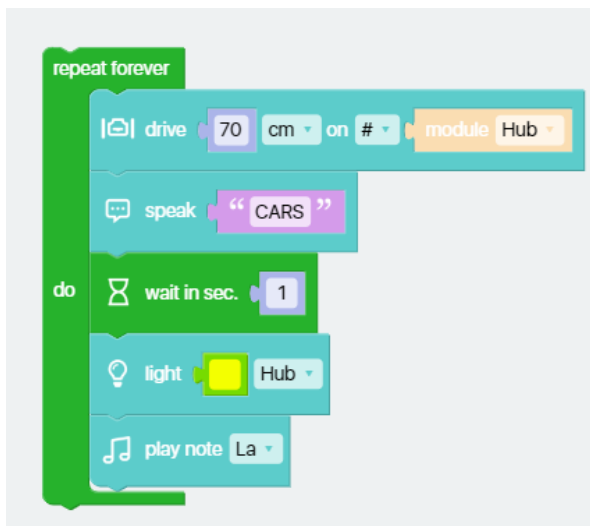
Фигура 14. Код от всички изучени секции с блокове.

Този вид задачи затвърждават придобитите знания и умения, които са придобили учениците по време на обучението си до момента. Съща така се придобиват компетентности за работа с блокове от различните групи. Затвърждават се знанията за нотните стойности в музиката.

Тема 12. Задаване на цикъл.

Задача: Съставете код с блок за цикъл (повторение).

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за движение напред 70 см на модула; 3) блок за говор; 4) блок за изчакване от 1 сек.; 5) блок за включване на светлина в избран цвят на модула; 6) блок за издаване на звук на нотна стойност ла.



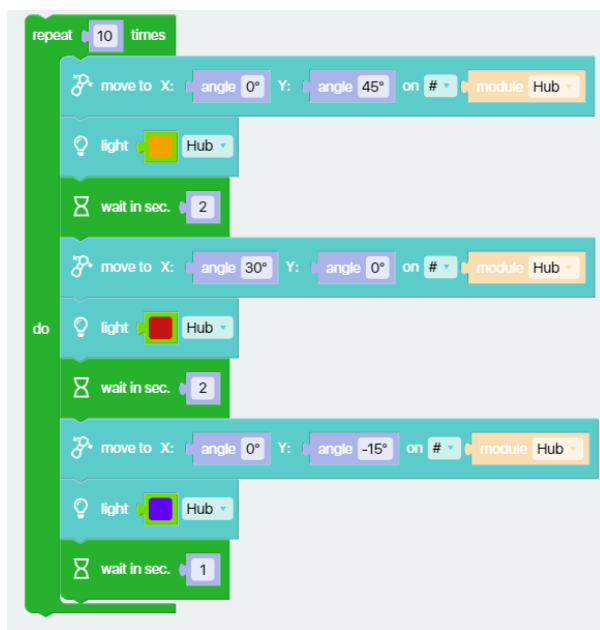
Фигура 15. Код със зададен цикъл.

С тази задача се изграждат знания за понятието цикъл и как се използва той. Също се затвърждават знания за понятието движение в определена посока както и комбинацията на такъв блок с останалите в една програма. Прави се междупредметна връзка с предмета музика с използване на блокове, които издават звук на нотна стойност.

Тема 13. Мигане в различни цветове.

Задача: Съставете код с помощта на който, роботът ще мига в различни цветове.

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за наклон на $Y:45^0$ на модула; 3) блок за включване на светлина с избран цвят на модула; 4) блок за изчакване от 2 сек.; 5) блок за наклон на $X:30^0$ на модула; 6) блок за включване на светлина с избран цвят на модула; 7) блок за изчакване от 2 сек.; 8) блок за наклон на $Y:-15^0$ на модула; 9) блок за включване на светлина с избран цвят на модула; 10) блок за изчакване от 2 сек.



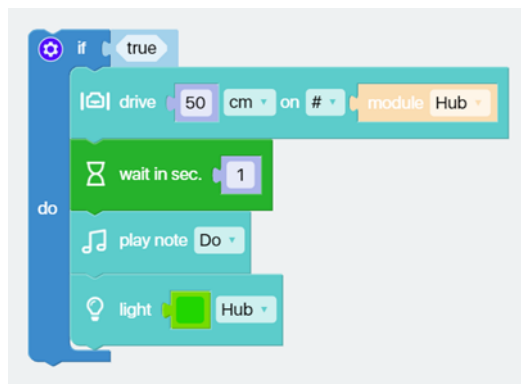
Фигура 16. Код за мигане на робота в различни цветове.

Тази задача развива умение за правилно подбиране на блокове за създаване на код. Също така се развива и умението за работата в екип креативното мислене как да се подредят блоковете в готов код.

Тема 14. Работа с поставяне на условие.

Задача: Създайте код като включите и блок за условие.

Решение: 1) блок за условие; 2) блок за движение 50 cm на модула; 3) блок за изчакване от 1 сек.; 4) блок за изсвирване на нотна стойност До; 5) блок за включване на светлина по избор.



Фигура 17. Код с поставяне на условие.

Задача е подходяща за развиването на умението за комбиниране на блокове от различни групи. Затвърждаване на понятието разстояние у учениците, както и познанията за нотните стойности.

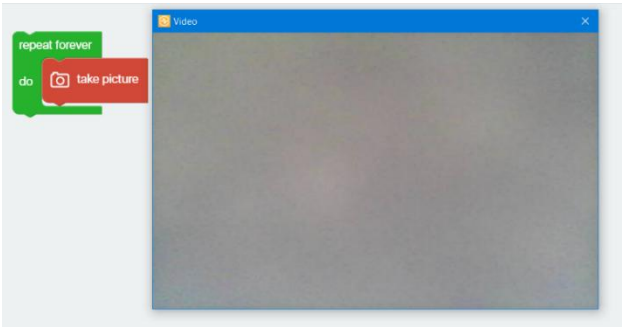
Тема 15. Създаване на код за наблюдение с помощта на камерата на компютър.

Задача: Подредете код, с помощта на който ще се стартира камерата на компютъра.

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за стартиране на камерата на компютъра.

Тази задача е подходяща за развиването и изграждането на критично мислене и умения за вземане на решения, които са от съществено значение както в реалния живот. Също така

задачата позволява на децата да мислят нестандартно.

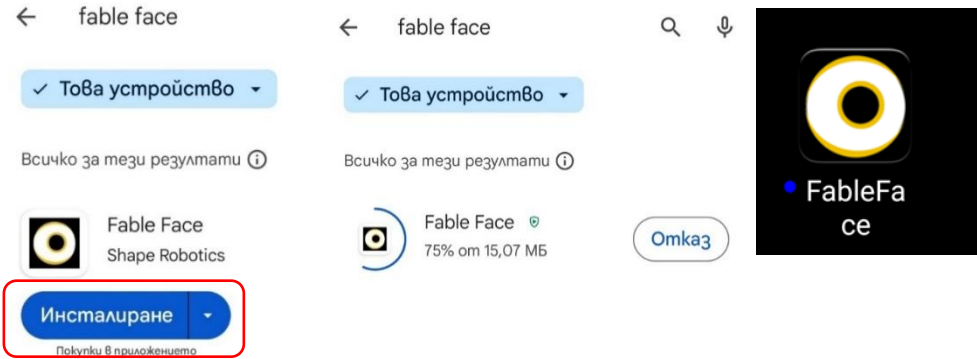


Фигура 18. Код за наблюдение.

Тема 16. Работа с Fable Face.

Задача: Инсталирайте на смарт устройство приложението на Fable Face.

Решение: Влиза се в приложението, което е по подразбиране на устройството за инсталиране на нови приложение, изписваме в търсачката Fabe Face, след което инсталираме новото приложение но на смарт устройството, което ползваме.



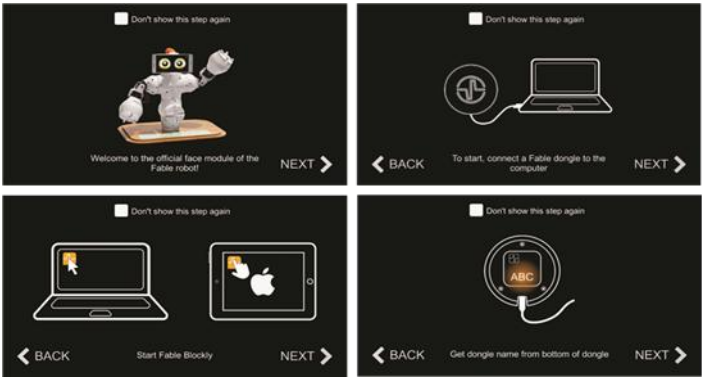
Фигура 19. Начин на инсталиране и стартиране на Fable Face.

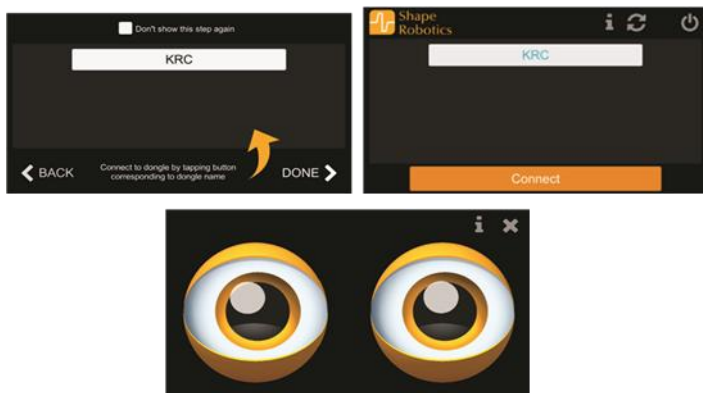
Такъв тип задачи имат за цел обогатяване на знания и умения у учениците за работа с нов софтуер, както и методи и похвати за инсталиране и търсене на нужното приложение.

Тема17. Свързване с приложението Fable Face и управление на очите в приложението.

Задача: Свържете приложението към робота и управлявайте очите като сменят техния цвят.

Решение: Стартираме приложението, което сме инсталирали на устройството, след което следваме стъпките изписани на екрана.





Фигура 20. Начин на свързване на приложението Fable Face и управление на очите в приложението.

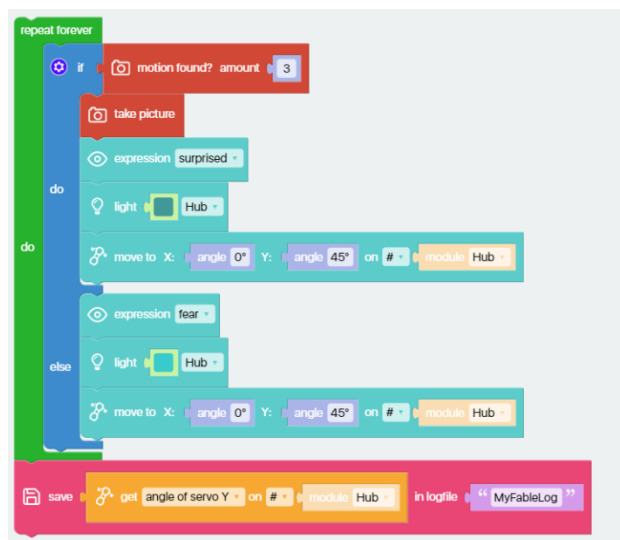
Тази задача помага на учениците да развият знания и умения за свързване на програмируемо устройство със смарт устройство (Смарт телефон, таблет и т.н.). Познава предназначението на непознати до сега смарт устройства.

Създава умения за безопасна работа със смарт устройства. Разбира основното предназначение на тези устройства. Наблюдава изпълнението на готови функции. Изброява функции на устройството (Google Play, n.d.).

Тема 18. Създаване на код за многократна употреба с приложението Face.

Задача: Моделирайте код за многократна употреба за приложението Face.

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за условие; 3) блок за стартиране на камерата и намиране на движение с изчакване от 3 сек.; 4) блок за заснемането на снимка; 5) блок за намиране на изразяване на лицето по избор; 6) блок за стартиране на светлина по избор; 7) блок за накланяне на серво Y -45°; 8) блок за намиране на изразяване на лицето по избор; 9) блок за стартиране на светлина по избор; 10) блок за накланяне на серво Y -45°; 11) блок за запис на движението на серво мотор Y на модула.



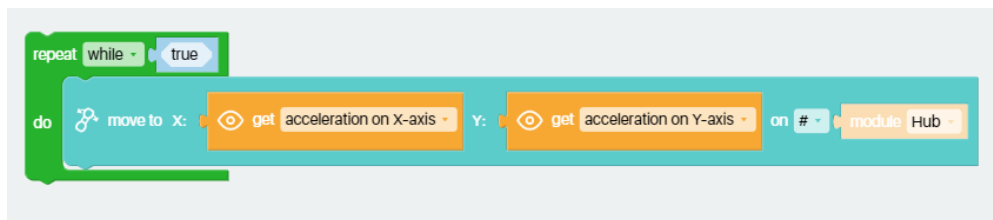
Фигура 21. Готов код за многократна употреба в приложението Face.

Задачата спомага на учениците да моделират код, като развиват своето въображение, мисъл, креативно мислене и работата в екип. Също се развиват уменията за решаване на поставен проблем след анализиране на задачата и вземане на правилните решения за нейното реализиране.

Тема 19. Управление на Fable със смартфон.

Задача: Съставете код за управление на робота с помощта на смарт устройство.

Решение: 1) блок за повторение; 2) блок за движение на модула; 3) блок за ускорение на получаване.



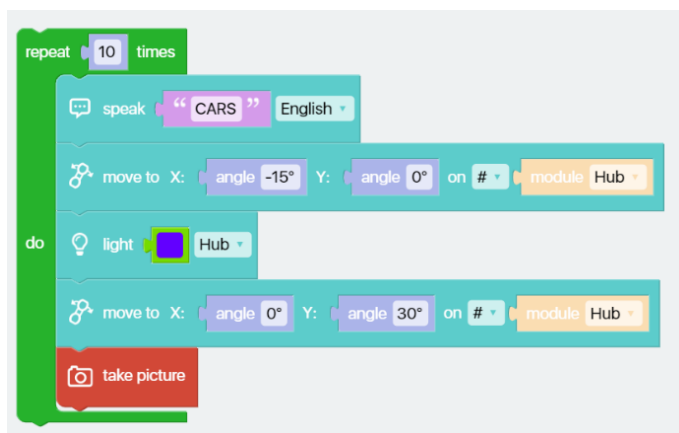
Фигура 22. Код за управление на робота със смарт устройство.

Тази задача помага на учениците да развият и надградят своите знания за управление на модул на робот, обработване на информацията по подходящ начин. Също така се затвърждават уменията за работа в екип, вземането на правилни решения при изпълнения на задачата и следване на основните критерии за нейното изпълнение.

Тема 20. Обобщение.

Задача: Да се състави код от изучените групи до момента.

Решение: 1) блок за повторение с определено време; 2) блок за изговаряне на дума по избор; 3) блок за движение на X -15° на модула; 4) блок за включване на светлина по избор; 5) блок за движение на Y – 30° на модула; 6) блок за заснемане на снимка.



Фигура 23. Код от изучените групи до момента.

При тази задача се развива способността на децата за комбинация на блоковете от различни групи, тяхното въображение за подреждането, мисловната дейност за справяне с поставената задача.

Тема 21. Конструирание на робот, който решава лабиринт.

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

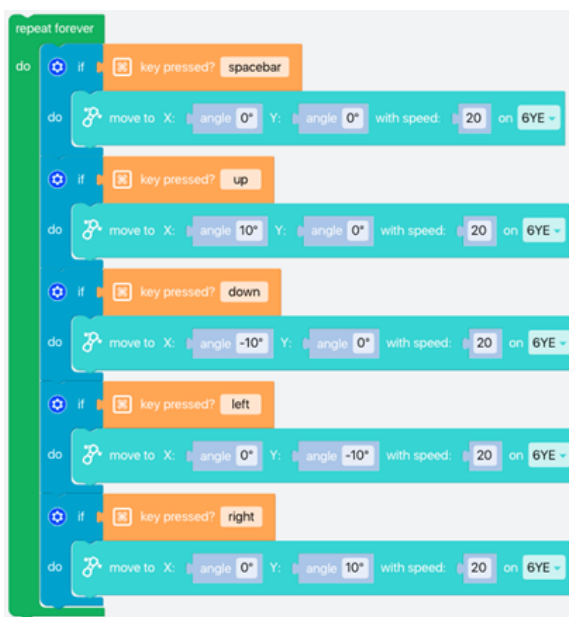
up: X-angle 10°, Y-angle 0°, speed 20, module 6YE

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.

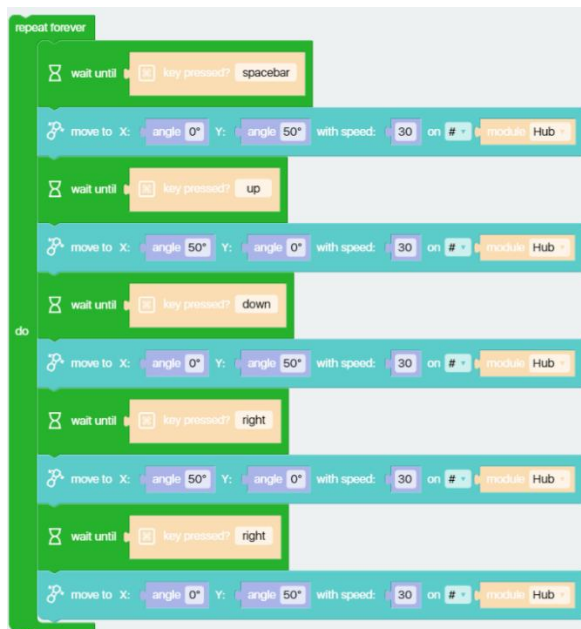


Фигура 24. Код за решаване на лабиринт.

Тема 22. Невероятни движения.

Задача: Създайте код, който да движи двата серво мотора на робота с определена скорост.

Решение: 1) блок за безкрайно повторение; 2) блок за изчакай докато се натисне клавиш; 3) блок за движение на Y 50^0 със скорост 50 на модула; 4) блок за изчакай докато се натисне клавиш; 5) блок за движение на X 50^0 със скорост 50 на модула; 6) блок за изчакай докато се натисне клавиш; 7) блок за движение на Y 50^0 със скорост 50 на модула; 8) блок за изчакай докато се натисне клавиш; 9) блок за движение на X 50^0 със скорост 50 на модула; 10) блок за изчакай докато се натисне клавиш; 11) блок за движение на Y 50^0 със скорост 50 на модула.



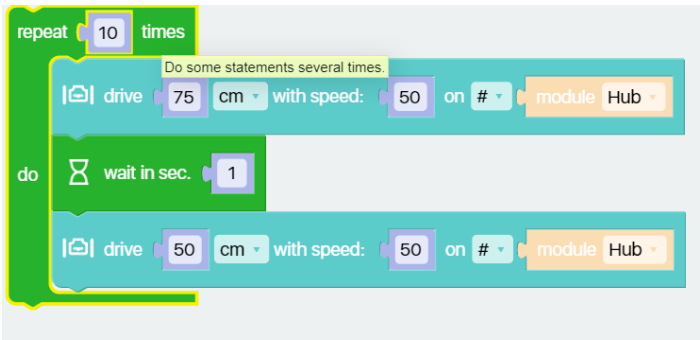
Фигура 25. Код за движение на серво мотора с определена скорост.

Този вид задачи развиват способности на децата да работят само с един от модулите на робота и да създават код само и единствено за него. Също така се развива мисловната дейност, защото в програмата има допълнителни блокове и след правилно взето решение от страна на ученика се моделира и самия код.

Тема 23. Запознаване с модула Spin.

Задача: Създайте код за движение на модула Spin.

Решение: 1) блок за повторение за определен брой пъти; 2) блок за движение на модула от 75 см. със скорост 50; 3) блок за изчакване от 1 сек.; 4) блок за движение на модула от 50 см. със скорост 50.



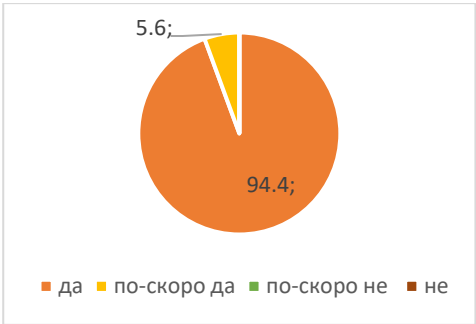
Фигура 26. Код за модула Spin.

Тази задача развива в учениците способността да избират правилните блокове за работа с нов модул на робота. Също така се развива мисленето и пространствените представи. Затвърждават се знанията за понятията за скорост и разстояние.

4. РЕЗУЛТАТИ ОТ ОБУЧЕНИЕТО

Резултатите от проведеното обучение по предложения модел са видими в анкета, която попълват участници в заниманията по роботика и примерните задачи, които са зададени от учител, за да се установи резултата от това обучение. Самата анкета е проведена в края на курса през учебната 2023/2024 година в нея участват 18 ученици от 4. клас, които отговарят на 6 въпроса.

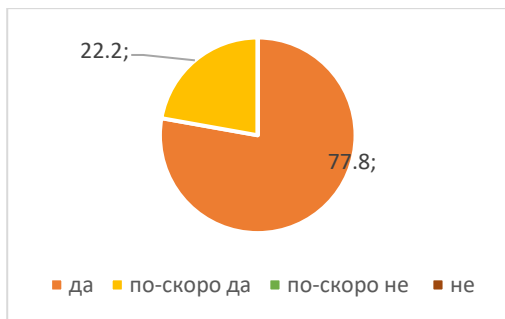
От така проведената анкета се наблюдава, че учениците, участващи в тази дейност харесват начина на преподаване на съответния преподавател. Също така става ясно, че предложените задачи са подходящи за такъв тип обучение в 4. клас на началното училище и подбора на задачите, които трябва да изпълняват. Тя показва, че тази оценка е важна за да се види и нагласата на децата към новия робот, средата за програмиране и поставените им задачи.



Фигура 27. Въпрос 1. Харесва ми да посещавам клуба по роботика, защото ми е интересно това, което се изучава.



Фигура 28. Въпрос 2. Доставя ми удоволствие справянето със задачи, свързани с програмирането в клуба по роботика и работата с робот Fable.



Фигура 29. Въпрос 3. Харесва ми, че мога да разбера веднага какво съм направил/а в средата за програмиране при пускането на готова програма.



Фигура 30. Въпрос 4. Харесва ми възможността за споделяне на мои идеи в клуба по роботика със съучениците ми.



Фигура 31. Въпрос 5. Чувствам се добре, когато идеите ми са помогнали за изпълнението на поставената задача от учителя.



Фигура 32. Въпрос 6. Учителят преподава на разбираем и достъпен език за всички ученици.

Може да се определи накратко идеята за предлагането на това обучение като нов вид за развиване на различни компетентности у учениците, които ще избират да се обучават в клубове предлагащи STEM обучение по роботика. Където ще научат получат нови знания и умение за справяне с възникнали проблеми при изпълнението на поставени задачи. Ще придобият навици за работа в екип, както и затвърждаване на вече придобити знания и умения. Разработването на този вид задачи от автора е продиктувано от желанието на неговите ученици да надграждат уменията си за работа с робот и неговото програмиране на различен език. Може да се каже, че разработените задачи са началото на един нов вид обучение предназначено за начален етап във всяко българско училище.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ползите, които могат да се извадят от обучението с този робот и като цяло от роботиката са:

- Повишава самочувствието: Успехът в създаването и програмирането на роботи укрепва увереността на децата в собствените им способности.
- Развива умения за сътрудничество: Работата в екип по проекти, свързани с роботика, учи децата на комуникация, споделяне на идеи и взаимна подкрепа.
- Стимулира любопитството: Роботиката отваря вратата към безкрайни възможности за изследване и откриване на нови знания.

За целта на такова обучение се създават клубове в много училища, където децата могат да се занимават с роботика под ръководството на квалифицирани преподаватели. Като основно може да заключим, че роботиката е не само забавно занимание, но и инвестиция в бъдещето на всяко дете.

ЛИТЕРАТУРА

Google Play. (n.d.). *Shape Robotics – Fable Blockly App*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ShapeRobotics.faceapp> (посетен ноември 2024)

Microsoft Store. (n.d.). *Shape Robotics – Fable Blockly*. <https://apps.microsoft.com/detail/9npkpc2b2m90?hl=en-US&gl=US> (посетен ноември 2024)

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*, 20, 115–121. ISSN 1311-9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online).

Михов, Ц., Стоицов, Г., & Димитров, И. (2024). Компютърното моделиране и преходът към STEM роботика в начален етап на основното образование. *Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия В. Техника и технологии*, 21, 79–80. ISSN 1311-9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online).

РАЗВИВАНЕ НА АЛГОРИТМИЧНИ УМЕНИЯ В ОБУЧЕНИЕТО ПО КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

Деляна Николова

Национална търговска гимназия, Пловдив

DEVELOPMENT OF ALGORITHMIC SKILLS IN “COMPUTER MODELLING AND INFORMATION TECHNOLOGY” TRAINING

Delyana Nikolova

National High School Trade and Commerce, Plovdiv

Abstract: The capacity to utilise computer technology to solve problems and the development of communication and collaboration skills are essential competencies for the future generation. In order to achieve this, the formation of algorithmic culture and the development of algorithmic thinking are identified as core activities within the subject area of Computer Modelling and Information Technologies.

This article examines the relationship between computational and algorithmic thinking, analyses the cognitive abilities of children in relation to the optimal age for developing algorithmic skills, and presents methods for fostering students' algorithmic thinking within the context of Computer Modelling and Information Technology.

Keywords: algorithmic skills, computational thinking, block programming, Computer modeling and information technologies, Scratch, Dr. Scratch

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Алгоритмичното решаване на проблеми се счита за едно от най-важните умения, които учениците, изучаващи програмиране, е необходимо да притежават, наред със способността за творческо мислене. Формирането на тези компетентности е нелека задача както за учителите, които трябва да насърчават тези дейности, така и за учениците, които трябва да ги придобият.

От учениците в обучението по Компютърно моделиране и информационни технологии (КМИТ) се очаква да могат да решават проблеми, като избират подходящ метод за проектиране. Ето защо стратегиите в контекста на конструктивизма се използват за насърчаване на алгоритмичното мислене у учениците, което им дава възможност да опишат и абстрахират (открояване на важното от несъщественото) проблема, да проектират алгоритъм и да тестват решението.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Значението на понятието „алгоритмично мислене“ е динамично и се развива заедно с напредъка на компютърните технологии. В съвременните психологически и педагогически изследвания то се интерпретира по начини, отразяващи различните аспекти на възгледа, изведени от редица учени, като общото за всички гледни точки обаче е определянето на алгоритъма като резултат от мисленето.

Понятието „алгоритмично мислене“ произхожда от думата „алгоритъм“, а алгоритъмът в своята същност е последователност от елементарни действия (инструкции), изпълнението на които води до решаване на дадена задача (Yadav et al., 2016; Madi, 2023). Алгоритмичното мислене често се разглежда като подход за решаване на проблеми с

помощта на алгоритми, при който всеки голям и сложен проблем може да бъде разбит на множество по-малки и по-лесни под проблеми (този процес се нарича декомпозиция) (Díaz Chaparro, 2022). След това се пристъпва към последователното решаване на всеки под проблем поотделно, стъпка по стъпка. Декомпозирането на проблема на части спомага и за по-задълбоченото разбиране на това как тези компоненти са взаимосвързани и един от друг. По този начин учениците могат да идентифицират потенциалните затруднения и да намерят оптимални решения (Jager, 2021).

Важно е да се отбележи, че макар и алгоритмичното мислене често да се свързва само с компютърните науки, неговите ползи се отчитат в различни учебни дисциплини като Математика, Природни науки, Икономика, Социални науки и др. (Вурка, 2021).

Въпреки че понятието „алгоритъм“ звучи абстрактно, всъщност то намира приложение навсякъде в ежедневието ни. Например, когато готвим, използвайки готова рецепта, ние следваме точен алгоритъм от последователни съставки и стъпки, необходими за изпълнението на съответната рецепта. По подобен начин, когато стъпка по стъпка организираме седмичните си задачи. С други думи можем да обобщим, че това е изкуството да се размишлява, умението да се планират действията, способността да се предвиждат различни обстоятелства и да се постъпва в съответствие с тях. По същия начин езиките за програмиране са базирани на операционното, алгоритмичното и логическото мислене. Те дават възможност на хората да интерпретират света от различни гледни точки, като използват процесите на формиране на решения, разсъждения, съставяне на алгоритми и съвместна обработка на информация. Ето защо уменията, придобити в процеса на изучаване на програмиране, са полезни в часовете и по други дисциплини, а на по-късен етап и в различни професии (Mikulski, 2017).

Често понятията „алгоритмично мислене“ и „изчислително мислене“ (computational thinking) се разглеждат като взаимозаменяеми в чуждестранната литература (Grover & Pea, 2013). Това е така поради пряката връзка между алгоритмите и изчисленията.

Понятието „изчислително мислене“ се появява още през 80-те години на XX век и се свързва с работата на С. Папърт – учен и изследовател в областта на образованието и изкуствения интелект (Papert, 1980).

През 2006 г. Жанет М. Уинг, тогава професор по компютърни науки, а сега корпоративен вицепрезидент на Microsoft Research, описва в статията си (Wing, 2006) изчислителното мислене като съкращение от „да мислиш като компютърен специалист“, достигайки до извода, че „изчислителното мислене е мисловният процес, свързан с формулирането на проблем и изразяването на неговото решение (решения) по такъв начин, че компютър – човек или машина – да може да го изпълни ефективно“.

Според Уинг (Wing, 2006; Wing, 2008; Wing, 2014) изчислителното мислене съдържа няколко основни области, които се развиват при програмирането и заедно помагат за развитието на изчислителното мислене. Разбирането на тези основни области предоставя на човека набор от инструменти, които могат да се прилагат в много аспекти от ежедневието за решаване на по-големи и по-малки проблеми (Wing, 2006).

Компютърни умения	Описание	Умения, които учениците трябва да придобият
Абстракция	Абстракцията е техника, която лежи в основата на ООП. Тя представлява процесът на опростяване на нещо сложно, като се пропускат незначителните детайли, извлича се важната информация и се разделя незначителното от важното.	1) Да се отдели важната информация от излишната. 2) Да се анализират и определят общи поведения или скриптове. 3) Да се определят абстракции в различни програмни среди.
Обобщаване	Обобщаването е пренасяне	Да разгъне съществуващо

	на процеса на решаване на проблеми към по-широк набор от проблеми.	решение на даден проблем така, че да обхване повече възможности/случаи.
Алгоритъм	Алгоритъмът е метод за писане на конкретни и ясни инструкции (стъпка по стъпка) за осъществяване на даден процес.	1) Да посочва ясно стъпките на алгоритъма. 2) Да идентифицира различни ефективни алгоритми за даден проблем. 3) Да намери най-ефективния алгоритъм.
Модулност	Модулността е разработване на автономни процеси, които обхващат набор от често използвани команди, изпълняващи специфична функция, която може да се използва при решаването на еднакви или различни задачи.	Да разработва автономни части от кода, които да се използват при решаването на едни и същи или различни задачи.
Декомпозиция	Декомпозицията е процес на преобразуване на проблеми в по-малки части, които могат да бъдат по-лесно решени.	Да разбива даден проблем на по-малки/прости части, които са по-лесни за решаване.

Тук можем да обобщим, че връзката между изчислителното и алгоритмичното мислене е тясна и взаимно допълваща се. А за алгоритмичното мислене, можем да твърдим, че е в основата на изчислителното мислене и играе важна роля при проектирането на алгоритми (Wing, 2008).

Международното общество за технологии в образованието (ISTE) заявява, че компютърното мислене не може да бъде напълно дефинирано без подумения като творческо мислене, алгоритмично мислене, критично мислене, кооперативно учене и комуникативни умения. Определенията на уменията за изчислително мислене посочват значението на обучението по програмиране за придобиване на подумения. Следователно може да се твърди, че обучението по КМИТ е от съществено значение за формиране на умения за изчислително мислене (Oluk & Korkmaz, 2016).

Учените подчертават важността на упражняването на алгоритмично мислене и развиването на умения за решаване на проблеми още от ранна детска възраст с цел ефективно усвояване на компютърните умения и развиване на положителни нагласи към техническите професии (Mikulski, 2017). За да се определи най-подходящата възраст за усвояване на алгоритмичните умения у децата, бяха проследени познавателните им способности, основавайки се на научните изследвания на Лора Е. Бърк – професор по психология, специализираща в областта на развитието през жизнения цикъл и детската психология. Тя разглежда преминаването на децата през различни етапи на мисловно развитие, като започват с конкретното възприемане на света около тях, едва след което започват да се учат да мислят логически и абстрактно (Бърк, 2012).

- **2-7 години** – през този период децата започват да развиват речта и символното си мислене – използват думи и образи, за да описват предмети. Логическото разсъждение все още е в начален стадий на развитие и те не могат да следват сложни алгоритми. При тях решаването на задачи се случва на принципа „проба-грешка“, като все още не разбират причинно-следствените връзки.

- **7-11 години** – това е етапът, през който се развива логическото мислене. Децата в тази възраст започват да разбират причинно-следствените връзки и могат да изпълняват задачи, които изискват логическо мислене като класифициране и подреждане на обекти по определен критерий. Те започват да разбират и следват прости алгоритми и правила, но мисленето им все още е свързано с конкретни обекти и ситуации.
- **над 12 години** – през този период започва да се развива абстрактното мислене. Децата започват да разбират сложни логически концепции и могат да работят с абстрактни идеи. Те са способни да създават и да разбират по-сложни алгоритми, да разсъждават логически върху хипотетични ситуации и да планират последователни стъпки за решаване на проблеми.

Изследване, проведено в Нидерландия, проучва как възрастта е свързана с успеха на учениците при решаването на задачи по компютърно моделиране. Изследователската извадка се състои от 62 ученици на възраст от десет до дванадесет години. Задачите се отнасят до уменията за абстрахиране и декомпозиране, които са неразривно свързани с уменията за алгоритмично мислене. Според данните от изследването възрастта, изглежда, има положителен ефект върху развитието на алгоритмичните умения на учениците (Fanchamps et al., 2019).

Подобно проучване, проведено в Испания върху извадка от 1251 ученици от пети и шести клас, потвърждава връзката между възрастта на учениците и нивата на основните алгоритмични умения. Същото проучване потвърждава и хипотезата, че алгоритмичните умения са неразривно свързани с уменията за решаване на проблеми. Освен това се подчертава, че нивото на когнитивно развитие и степента на зрялост са важни фактори за развитието на компютърните умения и уменията за решаване на проблеми (Román-González et al., 2017).

Изучаването на предмета „Компютърно моделиране“ в началното училище е пряко свързано с овладяване на основите на програмирането и формиране на практически и приложни умения за конструиране на последователни, циклични и разклонени алгоритми чрез използване на визуалната среда за блоково програмиране Scratch. В прогимназиален етап учениците изучават предмета КМИТ, където формираните в начален етап алгоритмични знания за работа с блоковия език за програмиране Scratch биват задълбочени и надградени чрез въвеждането на скриптовия език за програмиране Java, JavaScript или Python (Анева & Тодорова, 2021). За целта подходът на паралелно решаване на задачи, представяйки решения както на Scratch, така и на текстов език като JavaScript, позволява на учениците да направят плавен преход между двата езика. Този процес развива абстрактното мислене и алгоритмичната логика (Тодорова & Цанкова, 2024).

Едно от най-големите предизвикателства пред учителите, преподаващи Scratch, е свързано с оценяването на алгоритмичните умения на учениците на база създадените от тях проекти. Според кратко проучване сред учителите по КМИТ този проблем се дължи на липсата на стандартизиран критерий за оценка.

Познания по Алгоритмично Мислене

- Използва базови команди
- Разбира и използва цикли
- Оптимизира кода чрез вложени цикли и условия

Структура на Програмата

- Дълъг код с повтарящи се команди
- Някои оптимизации (цикли)
- Кратък, ефективен код

Решаване на Проблеми

- Грешки при изпълнението
- Решение с излишни стъпки
- Минимални и ефективни стъпки

Креативност

- Базови фигури
- Допълнителни елементи
- Комплексни и оригинални фигури

Фигура 1.

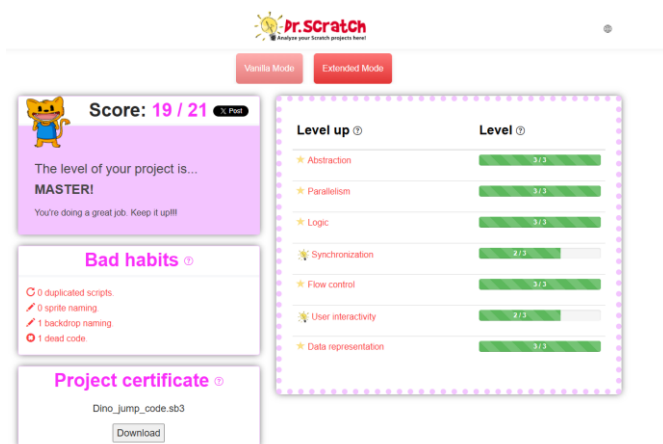
Хироюки Ендо споделя примерен стандартен метод за формиране на крайна оценка, измерваща алгоритмичните умения. Той прави изследване в японско училище, където включва общо 132 ученици от 5. и 6. клас. Оценяването на проектите в Scratch става по специално разработен метод (фиг. 1), състоящ се от 4 критерия, всеки с три нива на сложност

До голяма степен методът на Хироюки може да се счита за обективен, но без съмнение процесът на оценяване от страна на учителите би отнело много време, тъй като всеки проект трябва да се провери поотделно според всеки от изброените критерии.

В тази връзка беше направено кратко проучване на научната литература и така бе открит разработен автоматизиран онлайн инструмент, чието предназначение е да подпомага оценяването на алгоритмичното мислене на учениците. Той е разработен от изследователски екип, ръководен от испанския университет „Рей Хуан Карлос“ и успешно се справя с бързото и успешно оценяване на алгоритмичните умения на учениците на база техните проекти в Scratch.

Dr. Scratch е уеб инструмент, изследван в научни публикации, които доказват неговата ефективност. Той се използва за оценяване на проекти чрез импортиране на изходни файлове или URL адреси на проекти от Scratch. Неговото предназначение е да помага на учителите при оценяване на алгоритмичните умения на учениците според следните 7 критерии: абстракция, синхронизация, аналогия/паралелизъм, информация, интерактивност на потребителя, цифрова логика и поток на управление. Софтуерът дава по три точки за всеки от гореизброените критерии, а най-високата оценка, която може да се получи, е 21. Dr. Scratch също така може и да се използва от ученици, които искат сами да оценят своите умения. Инструментът е успешно тестван сред 31 петокласници в Турция, които са изучавали Scratch в продължение на шест седмици. Резултатите от изследването показват положителна корелация ($r = 0.934$, $p < 0.01$) между уменията в Scratch и алгоритмичното мислене, което доказва ефективността на уеб приложението (Oluk & Korkmaz, 2016).

За да се проследи ефективността на приложението, беше разгледана примерна задача от ресурсните файлове към учебното съдържание по КМИТ за 5. клас от темата: „Реализиране на алгоритми за броене на елементи и размяна на стойности“ (Ангелов et al., 2022).



Фигура 2.

След анализ на проекта Dino_adventures.sb3, се забелязва, че Dr. Scratch го оценява в категория „Master“ (фиг. 2), което е най-високото ниво в неговата скала за оценка. Въпреки това, се забелязват леки пропуски върху синхронизацията и потребителската интерактивност. Приложението предлага решения за оптимизиране на проекта (фиг. 3), като препоръчва премахване на неизползвания код, както и корекция на наименованието на фона с цел интуитивност. (Dr. Scratch, n.d.)



Фигура 3.

Въпреки обективното оценяване на алгоритмичните умения на учениците, според критерия, заложен от Уинг, е добре да се вземе предвид и оценяването на креативността в проектите, тъй като според М. Ресник тя също е едно от основните умения, които учениците трябва да придобият, изучавайки езика за блоково програмиране Scratch. Това означава, че учителят все пак е необходимо да оцени проектите, както и да даде съвети на учениците как да подобрят кода си.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способността за решаване на проблеми с помощта на компютърните технологии, както и придобиването на умения за общуване и сътрудничество са необходими компетенции за бъдещото поколение. За тази цел формирането на алгоритмична култура и развиването на алгоритмично мислене се поставят като ключови дейности в изучаването в начален етап на предмета „Компютърно моделиране“, който в прогимназиален етап бива допълнен от информационни технологии.

В педагогически и психологически изследвания понятието „алгоритмично мислене“ се интерпретира по различни начини, но общото за всички гледни точки към него е определянето на алгоритъма като резултат от мисленето.

Тъй като обаче познавателният капацитет на учениците варира в зависимост от възрастта им, методите, съдържанието и стратегиите за преподаване и оценяване на алгоритмичните им умения е необходимо да бъдат адаптирани. Изследванията показват, че възрастта над 12 години е благоприятна за развиване на логическото и алгоритмичното мислене.

Като бъдеща работа се предлага проучване как различни инструменти за оценяване, като Dr. Scratch, влияят върху усвояването на алгоритмичните умения на учениците в българските училища.

ЛИТЕРАТУРА

Byrka, M. F., Sushenko, A. V., Svatiev, A. V., Mazin, V. M., & Veritov, O. I. (2021). A new dimension of learning in higher education: Algorithmic thinking. *Propósitos y Representaciones*, 9(SPE2), Article e1182.

Diaz Chaparro, L. C. (2022). *Algorithmic thinking: Central concepts, elements and pedagogical considerations* (Doctoral dissertation, Universität Bremen). Universität Bremen eLibrary. <https://doi.org/10.26092/elib/1630>

Dr. Scratch. (n.d.). <https://www.drscratch.org/> (последно посетен на 09.12.2024 г.)

Fanchamps, N. L. J. A., Slangen, L., Hennissen, P., & Specht, M. (2019). The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 203–222. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09559-9>

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Jager, S. (2021). *Computational thinking in primary education* (Bachelor's thesis, Utrecht University). Utrecht University.

Madi, Y. (2023). *Algoritmisk tenkning og kreativitet: En kvalitativ studie av kjennetegn ved algoritmisk tenkning og kreative framgangsmåter i matematikkfaget* (Master's thesis, Matematisk institutt, Universitetet i Oslo).

Mikulski, K. (2017). Nauka programowania nowym wyzwaniem (zadaniem) edukacji. *Zeszyty Naukowe WSG: Edukacja – Rodzina – Społeczeństwo*, 29(2), 273–292.

- Oluk, A., & Korkmaz, Ö. (2016). Comparing students' Scratch skills with their computational thinking skills in terms of different variables. *I.J. Modern Education and Computer Science*, 11, 1–7. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2016.11.01>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2014). Computational thinking benefits society. *40th anniversary blog of social issues in computing*, 2014, 26.
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st-century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565–568.
- Ангелов, А., Ковачева, Е., Харизанов, К., & Сребрева, Т. (2022). *Компютърно моделиране и информационни технологии: 5. клас* (Първо издание). КЛЕТ България. ISBN: 978-954-18-1656-1
- Анева, С., & Тодорова, Е. (2021). Възможности за развитие на алгоритмични умения на учениците в обучението по предмета „Компютърно моделиране и информационни технологии“ в прогимназията. В *Юбилейна международна научна конференция „Компютърни технологии и приложения“*, Пампорово, България.
- Бърк, Л. Е. (2012). *Изследване на развитието през жизнения цикъл* (Л. Андреева, Прев.). ISBN 978-954-290-215-7
- Тодорова, Е. Х., & Цанкова, С. И. (2024). Един методически подход за изучаване на JavaScript в училище. *Е-списание „Образование и развитие“*, (14), 11. ISSN 2603-3577

**ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНО ПРОЕКТНО-
БАЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ В ЧАСОВЕТЕ ПО ДОПЪЛНИТЕЛНА
ПОДГОТОВКА ПО КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ И
ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В 6. КЛАС**

**Петя Делчева
СУ „Свети Патриарх Евтимий“**

**APPLICATION OF INTERDISCIPLINARY PROJECT-BASED
LEARNING DURING SUPPLEMENTARY CLASSES IN COMPUTER
MODELLING AND INFORMATION TECHNOLOGY IN 6. GRADE**

**Petya Delcheva
Secondary School “St. Patriarch Evtimiy”**

Abstract: This article examines the application of two approaches (interdisciplinary and project-based learning), implemented during a few supplementary computer modeling and information technology classes for middle school students. The project task is to create an animation on the topic "The Day of a Boyar". The task requires combining knowledge and skills formed in the lessons in three academic disciplines – history and civilizations, fine arts and computer modeling and information technology. The results of the implemented educational practice show that the use of project-based learning and interdisciplinary approach lead to a deeper understanding of the learning material, motivation of students to learn through experience and to work together as a team.

Keywords: innovative education, project-based learning, interdisciplinary, technologies

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Идеята за интегриране на иновативни методи на обучение навлиза все повече в българското образование. Те предлагат нови подходи към ученето, които стимулират интереса и мотивацията на учениците, което се отразява положително на образователните им резултати и формираните от тях меки умения.

В настоящата публикация се разглежда как два иновативни метода са приложени в часовете по допълнителна подготовка по компютърно моделиране и информационни технологии в 6. клас – а именно проектно-базирано обучение и интердисциплинарния подход.

Проектно-базираното обучение поставя учениците в центъра на образователния процес чрез активно участие в проекти. То поставя учениците в роля на изследователи и създатели, които докато работят по конкретни задачи, придобиват ценни умения. (Shukla et al., 2024).

Интердисциплинарното обучение обединява знанията от няколко различни учебни дисциплини чрез разглеждането на една обща за тях тема (Ivanitskaya et al., 2002).

Прилагането на тези методи дава възможност учениците да приложат усвоени знания и умения по различни учебни предмети в решаването на реални проблеми. Успехът им през годините е доказан в проучвания на множество преподаватели (Шопова & Димитров, 2023; Мъглижанова et al., 2024; Кожухарова, 2022).

Комбинирането на тези два метода дава възможност учениците да приложат усвоени знания и умения по различни учебни предмети в решаването на реални проблеми.

Представената в публикацията полезна учебна практика е приложена през учебната

2024/2025 година в СУ „Свети Патриарх Евтимий“ в иновативната паралелка VI^D клас в часовете по допълнителна подготовка по компютърно моделиране и информационни технологии.

Часовете по допълнителна подготовка се провеждат веднъж седмично като в учебната програма е включен раздел “Работа по проект”. Целите на проведеното обучение са:

- Подобряване на уменията за работа в екип;
- Подобряване на дигиталните умения;
- По-задълбочено разбиране на учебния материал по история и цивилизации;
- Умения за проучване и критично мислене;
- Разработване на продукт, който ще бъде представен на представителна изява на класа.
- Прилагане на знания от часовете по изобразително изкуство свързани с изкуството в Средновековието.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

На учениците от VI клас беше поставена задачата да създадат анимация на тема „Денят на един болярин“ в рамките на 6 учебни часа. Те бяха разделени на групи по двама със следните роли – аниматор и сценарист.

Всеки учебен час учениците получаваха работен лист с конкретни задачи (фиг. 1), които трябва да изпълнят до следващия час, като ако времето за работа в клас не им е достатъчно могат да довършат задачите си и у дома.



Фигура 1. Работен лист със задачи за учениците.

Проведените дейности хронологично са:

- Научават в часовете по история за болярите;
- Започват проектната си дейност в часовете по информационни технологии;
- Проучват информация;
- Срещат се с историк, който отговаря на въпросите им;
- Учениците работят по създаването на анимацията.

Първи час: Първият учебен час учениците работиха в 2 екипа – аниматори и сценаристи и решаваха следните проблеми:

- Кои ще са приложенията, които ще се използват при създаване на анимацията?
- Как ще разделят анимацията на 5 смислови части? Кои ще са те?

Решенията, които са взети от аниматорите са да работят с приложенията Scratch, PowerPoint, FlipaClip, Canva, IbisPaint, които са безплатни и могат да използват на лаптопите, осигурени им в часовете по допълнителна подготовка, и на личните им мобилни устройства, както и приложението ProCreate, за което някои ученици имат личен платен лиценз у дома.

Аниматорите решиха да разделят анимацията на следните части:

- Сутринта на болярина;
- Задълженията на болярина;
- Свободно време и занимания;

- Вечерта – пир и социални събития;
- Нощта – почивка и семеен уют.

Поради интерес на повече от една група към определена част се наложи темите да бъдат разпределени на случаен принцип.

Втори час: Учениците работиха в екипи по двойки – аниматор и сценарист, като имаше няколко поставени задачи на работен лист (фиг. 2).

В края на часа сценаристите трябваше да са направили мисловни карти с идеи, които са обсъдили и редактирали с аниматора, като са проучили подтемата си онлайн – в търсеща машина или с чатбот с изкуствен интелект, създадоха списък със задължителни елементи, които да бъдат включени и разписаха идеята си за начална сцена на анимацията, която съгласуваха с аниматора.



Фигура 2. Групова дейност по поставена задача.

Аниматорите съставиха палитра с подходящи цветове за времето на темата на анимацията (Първо и Второ българско царство), изтеглиха и изпратиха в груповия чат на екипа си изображения от интернет, в които се вижда как са изглеждали болярите и домовете им. След това започнаха работа по първия кадър на анимацията си, който задължително трябва да включва името на разглежданата подтема.

Трети час: Пред учениците се поставиха нови задачи.

Сценаристът трябваше да разпише изцяло идеята си за частта от анимацията. Всеки сценарист сподели разписания си план с останалите, така че да не се дублират дейности на болярина в различните части. При наличие на дублаж сценаристите обсъдиха и нанесоха корекции.

Аниматорите създадоха началните сцени, които са били описани и обсъдени в миналия учебен час.

Всеки екип обсъди съставения от сценариста план за съответната им част от анимацията. Нанесоха се технически корекции от аниматора, спрямо възможностите му за работа със софтуера.

Между третия и четвъртия час в занимания по интереси по история и цивилизации учениците се срещнаха с историк, който представи презентация за живота на болярите и даде възможност учениците да задават въпроси, на които не са успели да намерят точен отговор по време на проучването си.

Четвърти час: Аниматорите работиха по анимацията, сценаристите намираха подходящи аудио файлове за анимациите – звуци, музика, озвучаване на реплики от сценария (фиг. 3).

Пети час: В предпоследния час от проектната дейност екипите представиха частите от анимациите, по които са работили. Проведе се дискусия между учениците и се създаде списък с препоръчителни редакции. Учителят постави краен срок, в който учениците да му изпратят редактираните продукти.

Шести час: Учителят обедини петте части на анимацията преди учебния час. Всички прегледаха финалния продукт и последва саморефлексия на извършената работа под формата на анкета. Обсъди се какво са научили учениците в часовете, какво ги е затруднило най-много

и с какво се гордеят в проекта си.



Фигура 3. Екип работи по поставените му задачи.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от прилагането на тези два иновативни метода на обучение са:

- Учениците добиха умения за работа в екип;
- Учениците научиха повече за ежедневието на болярина и обогатиха общата си култура;
- Учениците подобриха дигиталните си умения, свързани с проучване и подборане на информация, както и работа със специализиран софтуер;
- Учениците приложиха знанията и уменията си от часовете по история и цивилизации, компютърно моделиране и информационни технологии и изобразително изкуство;
- Беше изготвен дигитален продукт – анимация, която ще бъде представена на представителна изява на иновативната паралелка на тема „Наследство – знай и играй“.

Като заключение може да се направи изводът, че чрез реализираната добра практика в часовете по допълнителна подготовка по компютърно моделиране и информационни технологии прилагането на проектно-базирано обучение и интердисциплинарен подход води до по-засилен интерес към поставените задачи и формиране на множество меки умения като креативност, критично мислене, работа в екип, които в 21-век имат голяма значимост.

ЛИТЕРАТУРА

Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., & Primeau, R. (2002). Interdisciplinary learning: Process and outcomes. *Innovative Higher Education*, 27, 95–111. <https://doi.org/10.1023/A:1021105309984>

Shukla, P., Kumar, Dr., & Shukla, A. (2024). Project-based learning (PBL). In *Teaching and learning techniques: A new paradigm* (19th ed., pp. 17–25). Government College Zirapur under Department of Higher Education, India.

Кожухарова, Д. (2022). STEAM в обучението по информационни технологии. *Педагогически форум*, 4, 22–28. ISSN 1314-7986

Мъглижанова, М., Табакова-Комсалова, В., Стоянов, С., & Костадинова-Цанкова, Л. (2024). Проектно базиран подход при въвеждане на логическо програмиране в средното училище. *Образование и технологии*, 15, 183–189. ISSN 1314-1791

Шопова, В., & Димитров, И. (2023). Интердисциплинарен методически модел. *Образование и технологии*, 14, 284–290. ISSN 1314-1791

CHATGPT IN THE CLASSROOM: A STUDY ON THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Anna Bekyarova-Tokmakova
Plovdiv University Paisii Hilendarski

Abstract: With the advancement of artificial intelligence, educational technologies are undergoing profound transformations. The advent of AI tools like ChatGPT expands possibilities for personalized learning and enhances the understanding of complex concepts. Platforms like ChatGPT offer innovative methods to support students in self-learning, foster critical thinking, and facilitate problem-solving through interactive and adaptive approaches.

This study explores the impact of ChatGPT on the academic experience of higher education students, focusing on how the tool enriches learning, adapts content to individual needs, and facilitates access to expert knowledge. By examining its influence on student motivation, active participation, and opportunities for independent study, the study also addresses challenges related to academic integrity, ethics, and the balance between human and technological roles in education.

In conclusion, the research offers insights into the future application of AI in academic settings and supports the development of more effective and adaptive learning strategies tailored to the needs of modern students.

Keywords: artificial intelligence, ChatGPT, higher education, personalized learning, motivation, AI

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) and its associated technologies, including ChatGPT, are exerting an increasingly significant impact on education by offering new opportunities for personalized and interactive learning. These advancements are reshaping the dynamics of the learning process and interactions with knowledge. AI introduces substantial innovations through adaptive learning systems, which deliver tailored content based on analyses of learners' behavior and progress. These systems aim to adjust the pace, volume, and complexity of educational materials to suit the specific needs of each student. Consequently, the preparation of educators to effectively work with these technologies is critical for their successful integration into the educational environment, as highlighted by Chen et al. (Chen et al., 2020).

Research on ChatGPT indicates that this tool enhances student engagement by providing quick access to information and enabling interactive sessions (Tick et al., 2023).

However, alongside these positive outcomes, concerns persist regarding the reliability of information generated by ChatGPT and its influence on students' critical thinking skills. Other studies by Chengcheng Yu et al. (Yu et al., 2023), investigate the factors driving student adoption of this tool, emphasizing its ease of use and its utility in improving learning processes.

In a broader context, Bates et al. (Bates et al., 2020) examine the role of AI and robotics in education, including automated assessment and enhanced resource accessibility. The authors emphasize how these technologies can lower barriers for students from diverse social backgrounds, making education more accessible and flexible.

The use of ChatGPT and chatbot technologies in education also introduces ethical challenges. The work of Crompton and Burke (Crompton & Burke, 2024) stresses the need for educator training in the use of these tools while addressing issues of academic integrity and the potential over-reliance on automated solutions. Similarly, Deng and Yu (Deng & Yu, 2023), in a systematic review,

highlight that although chatbots offer flexibility and convenience for students, they often require human intervention to solve more complex problems and interpret nuanced concepts.

Globally, ChatGPT continues to be implemented across various educational contexts. Ansari et al. (Ansari et al., 2024) illustrate its significant contributions to teaching and learning. This synthesis of contemporary research on AI in education demonstrates how these emerging technologies can enrich the educational process while presenting challenges related to sustainable and ethical implementation within academic settings.

Although the benefits of these technologies are numerous, it is imperative to address challenges surrounding the reliability of information and the development of critical thinking skills. The integration of AI technologies like ChatGPT requires students and educators to adapt and refine their skills in evaluating and analyzing information to fully harness AI's potential in education.

2. STATEMENT

This study builds upon the theoretical concepts of personalized and active learning, focusing primarily on the use of ChatGPT in higher education. The aim of the research is to analyze how this tool can transform the learning process by providing personalized support to students, stimulating their engagement, and expanding opportunities for self-directed learning. The capabilities of ChatGPT are examined in the context of changes in the ways students interact with educational content, highlighting its potential to enrich the learning process through adaptive and interactive features.

The primary goal of the study is to explore key aspects of ChatGPT's application in education. The research seeks to investigate the effectiveness of ChatGPT as a tool for personalized learning, analyzing how it can deliver individualized learning experiences tailored to the needs and preferences of students. It will examine how ChatGPT fosters active learning, focusing on methods that enable students to engage actively in the educational process—such as participation in discussions, independent information-seeking, and self-reflection.

The second objective is to evaluate how ChatGPT impacts students' motivation for learning and how the tool can support the development of self-learning skills. The study will explore how artificial intelligence can be employed as a means to stimulate student engagement and enhance their abilities in autonomous learning and problem-solving.

The third major objective is to address the ethical issues associated with the use of ChatGPT in education. This includes an analysis of the reliability of information provided by ChatGPT and its influence on the development of critical thinking and academic integrity. In this context, the study will also examine potential risks, such as academic dishonesty and over-reliance on technology.

The research model consists of four main components based on data collected through surveys among students using ChatGPT in their academic process.

The first component involves analyzing students' use of ChatGPT, emphasizing the frequency of usage and the variety of academic activities where the tool is applied.

The second component focuses on evaluating ChatGPT's impact on understanding educational materials, academic performance, reliance on the tool, and its influence on time management in learning.

The third component examines how ChatGPT enhances students' motivation for learning and supports the process of self-directed education.

The fourth component focuses on the ethics of the information provided by ChatGPT and the potential for students to be misled by AI. This component also includes a discussion on the necessity of developing critical thinking and ethical practices when using artificial intelligence in education.

The study aims to present a holistic approach to ChatGPT's application in education by addressing both its potential and the risks and challenges associated with integrating new technologies into the academic process (fig. 1).

Using ChatGPT in the learning process

- How long have you been using ChatGPT for educational purposes?
- For which academic activities do you utilize ChatGPT?
- How frequently do you incorporate ChatGPT into your learning process?

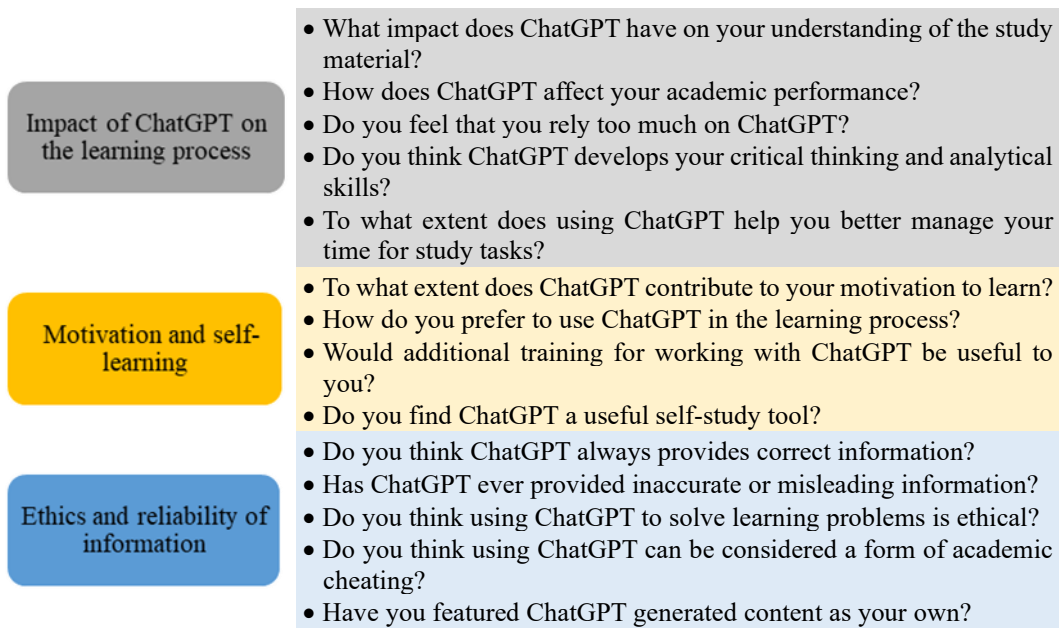


Figure 1. Study: Using ChatGPT in the learning process.

A survey was conducted among 60 students who shared their observations and experiences with using ChatGPT. The analysis of the survey results revealed several key trends and insights regarding ChatGPT's use for academic purposes:

- **Duration of ChatGPT Use for Academic Purposes**

The majority of respondents (75%) have been using ChatGPT for over six months, indicating that most participants are experienced users. A small percentage (10%) are new users (less than one month and 1–3 months), suggesting that ChatGPT has established itself as a sustainable educational tool.

- **Types of Academic Activities**

The most common activities for which ChatGPT is used include:

- Researching additional information on topics (67%);
- Preparing homework (60%);
- Preparing for exams and receiving explanations for difficult concepts (55%);
- Tasks like writing and editing essays (35%) and improving written communication (30%).

- **Frequency of Use**

Respondents use ChatGPT several times a week (32%), Daily (18%).

This highlights that ChatGPT is well-integrated into students' academic practices.

- **Impact on Understanding Academic Material**

93% of respondents believe that ChatGPT improves their understanding, with:

- 36% reporting slight improvement
- 57% reporting significant improvement

No responses indicated difficulty or worsening of understanding.

- **Impact on Academic Performance**

78,6% of respondents shared that their academic performance has improved (39,3% significantly, 39,3% slightly). There were no responses indicating a decline, which is a positive indicator of the tool's effectiveness.

- **Ethics and Academic Dishonesty**

75% believe that the use of ChatGPT is ethical in certain cases, but 42% consider it to be a form of academic dishonesty depending on the task. Only 18% present content generated by ChatGPT as their own.

- **Critical Thinking Skills and Time Management**

The survey results show mixed perceptions regarding ChatGPT's influence on critical

thinking skills. 32% of respondents do not believe the tool significantly supports these skills, while 68% report a positive effect. This finding suggests that while ChatGPT can positively influence critical thinking for some, additional strategies may be needed to ensure that its benefits are broadly realized. On the other hand, ChatGPT is highly regarded as a tool for improving time management. 75% of participants shared that the tool facilitates the organization and execution of academic tasks, making it a valuable resource for increasing efficiency and optimizing the learning process.

- **Accuracy and Reliability**

75% are confident in the accuracy of the information in most cases, but 60% have occasionally encountered inaccuracies. This underscores the need for critical evaluation of the information provided.

- **Motivation and Self-Learning**

54% of participants believe that ChatGPT increases their motivation to learn. 70% prefer using ChatGPT as a writing assistant and source of information.

- **Need for Additional Training**

A total of 65% of the respondents believe that additional training would be useful, and most of them are categorical about its necessity.

- **Main Challenges**

Identified challenges include:

- Difficulty understanding complex instructions;
- Inaccurate or misleading responses;
- Lack of precise data on specific topics.

3. CONCLUSION

The study's findings indicate that ChatGPT is widely utilized among students, underscoring its significance as a regular support tool in the learning process. Common applications include seeking additional information, exam preparation, and completing assignments, demonstrating its versatility and adaptability to various academic activities.

ChatGPT has a substantial positive impact on understanding study material, facilitating time management through prompt and personalized solutions to complex tasks. However, there is a risk of overreliance, which could diminish students' independence in the long term. It is essential to manage this risk by promoting balanced use of the tool.

ChatGPT plays a vital role in enhancing learning motivation and simplifying the self-study process by providing access to clear and structured explanations. This contributes to the development of analytical and cognitive skills, making it a valuable resource for fostering active engagement in the educational process. Nonetheless, students express a need for additional training to improve their ability to use ChatGPT optimally and responsibly.

The ethical considerations of using ChatGPT and the accuracy of the information provided highlight the importance of developing critical thinking and skills to assess the reliability of data generated by the tool. In this context, offering structured training on ChatGPT usage would help students familiarize themselves with best practices for utilizing and evaluating information, thereby minimizing the risk of misuse or dependency.

In conclusion, ChatGPT represents a powerful and innovative tool that, when applied correctly, can transform the learning process, stimulate student motivation and engagement, and contribute to improved academic performance. Its successful integration into the educational environment requires careful attention to ethical aspects and the provision of training to support students in using ChatGPT critically, ethically, and effectively.

REFERENCES

- Ansari, A. N., Ahmad, S., & Bhutta, S. (2023). Mapping the global evidence around the use of ChatGPT in higher education: A systematic scoping review. *Education and Information Technologies*, 29, 1–41. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12223-4>
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, Article 42. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Crompton, H., & Burke, D. (2024). The educational affordances and challenges of ChatGPT: State of the field. *TechTrends*, 68. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00939-0>
- Deng, X., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*, 15(4), 2940. <https://doi.org/10.3390/su15042940>
- Tick, A., Toktosunova, A., Fallah, H., Toutouchi, Z., & Tadzhibaeva, Z. (2023). The impact of ChatGPT on learning in higher education – Results of a pilot study. *Practice and Theory in Systems of Education*, 18(1), 31–50. <https://doi.org/10.63145/ptse.v18i1.6>
- Yu, C., Yan, J., & Cai, N. (2024). ChatGPT in higher education: Factors influencing ChatGPT user satisfaction and continued use intention. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1354929>

ПЕРСОНАЛИЗИРАНО МОБИЛНО ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ИЗУЧАВАНЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК

Салих Молла Караахмед, Георги Пашев
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

PERSONALIZED MOBILE APPLICATION FOR ENGLISH LANGUAGE LEARNING

Salih Molla Karaahmed, Georgi Pashev
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: EngageEnglish е иновативна мобилна платформа за изучаване на английски език, базирана на адаптивно обучение, геймификация и социални елементи. Приложението използва технологичен стек, включващ Java за фронтенд, SQLite за локално съхранение и Firebase за облачни услуги. Основната цел на EngageEnglish е да предостави персонализирано и интерактивно обучение, което е достъпно както онлайн, така и офлайн. Настоящата работа разглежда архитектурата, функционалностите и методологията на разработка, тестване и бъдещо развитие на платформата.

Keywords: мобилно обучение, изучаване на езици, персонализация, геймификация, мобилни приложения

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Мобилните технологии революционизираха образователната среда, предлагайки безпрецедентни възможности за обучение, достъпни навсякъде и по всяко време. Според актуални изследвания, през 2023 г. около 85% от потребителите предпочитат мобилни устройства за образователни цели, в сравнение с 45% за настолни компютри. Това подчертава значимостта на мобилното обучение като основен подход за съвременните учаци.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

2.1. Теоретична рамка

Теоретичната рамка на EngageEnglish е вдъхновена от съвременни изследвания в областта на мобилното обучение. Фокусът е върху адаптивното обучение, което предоставя на потребителите съдържание, съобразено с техните индивидуални нужди и ниво на владееене на английски език.

2.2. Технологичен стек и архитектура

Технологичният стек е внимателно избран за постигане на оптимална производителност и потребителско изживяване. Основните компоненти включват:

- 1) Frontend разработка: Java за Android с AndroidX библиотеки; Material Design компоненти за модерен и интуитивен интерфейс; Retrofit за мрежови заявки; Glide за ефективно зареждане на изображения.
- 2) Локално съхранение: SQLite база данни с Room persistence library; SharedPreferences за потребителски настройки; Кеширане на учебни материали за офлайн достъп.

- 3) Облачни услуги: Firebase Authentication за управление на потребители; Cloud Firestore за синхронизация на данни; Firebase Analytics за проследяване на потребителското поведение; Cloud Functions за backend логика.

2.3. Архитектурни решения

Приложението следва Clean Architecture принципите, разделяйки кода на три основни слоя:

- 1) Presentation Layer: MVVM (Model-View-ViewModel) шаблон; ViewModel компоненти за управление на UI състояния; LiveData за реактивни актуализации; DataBinding за декларативен UI.
- 2) Domain Layer: Use Cases за бизнес логика; Repository интерфейси; Domain модели - Validators и трансформации.
- 3) Data Layer: Repository имплементации; Data Source абстракции; DTO (Data Transfer Objects); Mapping utilities.

2.4. Работен процес и методология

Разработката следва Agile методология с двуседмични спринтове. Работният процес включва:

- 1) Планиране и дизайн: Определяне на потребителски истории; Създаване на прототипи; Техническо проектиране; Оценка на времето.
- 2) Имплементация: Test-Driven Development (TDD); Pair Programming за критични компоненти; Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD); Код ревюта.
- 3) Тестване и валидация: Unit тестове с JUnit и Mockito; UI тестове с Espresso; Integration тестове; Performance тестване.

2.5. Геймификация и социални елементи

Системата за геймификация представлява иновативен подход към мотивацията на обучаемите, базиран на задълбочени изследвания в областта на поведенческата психология и образователните технологии. Имплементирана е чрез комплексна система от взаимосвързани компоненти:

- 1) Награди и постижения: Daily streaks система с прогресивно нарастващи награди; Динамична система от badges, базирана на машинно обучение за анализ на поведенчески модели; Многослойна XP система с различни категории умения (слушане, говорене, писане, четене); Адаптивни нива на владеење, които се преизчисляват на база множество метрики; Персонализирани предизвикателства, генерирани според индивидуалното представяне.
- 2) Социални функционалности: Интелигентна система за приятелски предизвикателства, която съчетава обучаеми с близки нива; Динамични глобални класации с различни времеви периоди и категории; Интегрирана платформа за споделяне на постижения със семантичен анализ на коментари; Колаборативни групови задачи с адаптивно разпределение на ролите; Peer-to-peer система за взаимопомощ с репутационен механизъм.
- 3) Психологически аспекти: Имплементация на теорията за потока (Flow theory) за оптимално предизвикателство; Система за позитивно подкрепление с променливи интервали; Механизми за предотвратяване на негативни поведенчески модели; Персонализирани мотивационни съобщения базирани на индивидуални предпочитания; Анализ на емоционалното състояние чрез поведенчески индикатори.
- 4) Игрови механики: Многопластова система от мисии с разклоняващи се пътища; Динамично генерирани сценарии за ролеви игри; Интерактивни езикови предизвикателства с променливи правила; Система за колекциониране и комбиниране на виртуални предмети; Сезонни събития с уникално съдържание и награди.

2.6. Персонализация и адаптивно обучение

Адаптивната система използва иновативен подход към персонализацията, базиран на

комбинация от традиционни образователни методики и съвременни технологии за машинно обучение. Системата работи на няколко нива:

- 1) Комплексна оценка на нивото: Многоетапен диагностичен тест с адаптивна сложност; Непрекъснат мониторинг на над 50 различни метрики за представяне; Задълбочен анализ на типовете грешки с класификация по категории; Проследяване на времеви тенденции в представянето; Контекстуален анализ на използването на езикови структури; Оценка на произношението чрез невронни мрежи.
- 2) Интелигентно персонализиране на съдържанието: Динамично генериране на индивидуални учебни пътеки; Предиктивен анализ за определяне на оптимална последователност на материала; Автоматично адаптиране на сложността базирано на множество параметри; Персонализирани обяснения според установения стил на учене; Контекстуално-зависими подсказки и помощни материали.
- 3) Когнитивно моделиране: Изграждане на детайлен когнитивен профил на обучаемия; Анализ на предпочитаните стратегии за учене; Идентифициране на конкретни области за подобрене; Проследяване на развитието на различни езикови компетенции; Адаптиране към индивидуалното темпо на усвояване.
- 4) Интерактивна обратна връзка: Многослойна система за незабавна обратна връзка; Детайлен анализ на грешките с персонализирани обяснения; Адаптивни подсказки базирани на историята на грешките; Визуализация на прогреса с множество метрики; Прогнозиране на потенциални трудности.
- 5) Оптимизация на учебния процес: Алгоритми за оптимално разпределение на повторенията; Динамично реструктуриране на учебния материал; Интегриране на реални житейски ситуации в обучението; Автоматично генериране на упражнения според нуждите; Балансиране между различни типове учебни дейности.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

EngageEnglish представлява значителна стъпка към персонализирано мобилно обучение по английски език. Чрез комбинацията от модерна архитектура, адаптивно обучение, геймификация и социални елементи, приложението създава ефективна и ангажираща среда за изучаване на език. Използването на съвременни технологии и методологии осигурява стабилна основа за бъдещо развитие и мащабиране на платформата.

Основните приноси на разработката включват: Иновативна архитектура, съчетаваща онлайн и офлайн функционалност; Адаптивна система за персонализирано обучение; Интегрирана геймификация за повишаване на ангажираността; Социални елементи за collaborative learning; Мащабируема кодова база.

Бъдещото развитие на платформата предвижда: Интеграция на AI за по-прецизна персонализация; Разширяване на социалните функционалности; Добавяне на нови образователни модули; Оптимизация на производителността; Разширяване към други езици за обучение.

ЛИТЕРАТУРА

Martin, R. C. (2021). *Clean Craftsmanship: Disciplines, Standards, and Ethics*. Addison-Wesley Professional.

**РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА ЗА ПРЕВОД ОТ ГОВОРИМ
БЪЛГАРСКИ ЕЗИК КЪМ АНИМИРАН БЪЛГАРСКИ
ЖЕСТОМИМИЧЕН ЕЗИК С ИЗПОЛЗВАНЕ НА МАШИННО
ОБУЧЕНИЕ И КОМПЮТЪРНО ЗРЕНИЕ**

**Симеон Николов, Георги Пашев
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR TRANSLATION FROM SPOKEN
BULGARIAN TO ANIMATED BULGARIAN SIGN LANGUAGE USING
MACHINE LEARNING AND COMPUTER VISION**

**Simeon Nikolov, Georgi Pashev
University of Plovdiv Paisii Hilendarski**

Abstract: This paper presents the development of an automated translation system that converts spoken Bulgarian into animated Bulgarian Sign Language (BSL) using machine learning and computer vision techniques. The system addresses the communication barrier between hearing and deaf individuals by providing real-time translation capabilities. The proposed solution combines speech recognition, natural language processing, and video-based gesture visualization to create an accessible communication tool. The system achieves 90% accuracy in speech recognition and 78% accuracy in text-to-gesture correspondence, demonstrating its potential for practical applications. The paper describes the system architecture, implementation details, and evaluation results, along with discussions on future improvements and potential applications in various fields such as education, healthcare, and public services.

Keywords: sign language translation, machine learning, computer vision, speech recognition, Bulgarian Sign Language, assistive technologies, natural language processing

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Комуникационните бариери между чуващи и глухи индивиди представляват значително социално предизвикателство, което засяга приблизително 120,000 души с увреден слух в България, включително между 8,000 и 10,000 напълно глухи лица. Въпреки че жестомимичният език служи като основно средство за комуникация за тези индивиди, ограниченият брой преводачи на жестомимичен език създава съществени пречки пред социалната интеграция и достъпа до основни услуги.

Основните технически предизвикателства включват постигането на висока точност при разпознаване на реч (цел: 90%), бърза обработка в реално време (цел: <2 секунди) и успешна интеграция на неръчни елементи за цялостно предаване на значението. Тези аспекти са критични за създаването на надеждна система за превод, която може да се използва в различни ситуации – от ежедневна комуникация до специализирани приложения в здравеопазването и образованието.

2. СИСТЕМНА АРХИТЕКТУРА

Предложената система следва модулна архитектура, която е проектирана с фокус върху разширяемост, производителност и надеждност. Архитектурата се състои от пет основни компонента, всеки от които изпълнява специфична роля в процеса на превод. Основно предимство на избрания подход е възможността за независимо разработване и

оптимизиране на отделните модули, което позволява паралелна работа по подобряване на различните аспекти на системата.

За осигуряване на надеждна комуникация между модулите е разработена система за обмен на съобщения, базирана на опашки, която гарантира последователната обработка на данните и предотвратява загуба на информация при интензивно натоварване. Имплементирана е и система за мониторинг на производителността, която следи работата на всеки модул и предоставя детайлна информация за времената за отговор и използването на ресурси.

Основните компоненти на системата включват:

1. **Модул за разпознаване на реч:** Използва SpeechRecognition библиотеката с Google Speech-to-Text API, оптимизиран за български език. Включва конфигурация на енергиен праг (4000) и динамична адаптация към шум. Модулът поддържа автоматична калибрация към фонов шум и има интегрирана обработка на грешки при разпознаването. Предоставя възможност за задаване на времеви лимити за изказванията и прецизен контрол върху качеството на входния аудио сигнал.
2. **Модул за трансформация на текст:** Обработва българския текст до основни форми на думите чрез лематизация и морфологичен анализ. Използва интелигентно кеширане за оптимизация на често срещани термини, което значително подобрява производителността. Поддържа анализ на сложни словосъчетания и идиоматични изрази, като взема предвид контекста на употреба.
3. **Модул за търсене на синоними:** Използва комбинация от локална база данни и онлайн речници за предоставяне на контекстно-зависими алтернативи. Синонимите се подреждат по релевантност спрямо първоначалния контекст, като се отчита и честотата на употреба в жестомимичния език. Модулът поддържа кеширане на резултатите за подобряване на бързодействието при често използвани фрази.
4. **База данни с жестове:** Съдържа над 14,000 жеста в основни категории: базови жестове (280), цветове (40), емоции (240), числа (270), време (200), образование (700) и здравеопазване (1,000). Всеки жест е анотиран с метаданни за контекст на употреба, вариации и свързани жестове. Базата данни поддържа бързо индексирание и търсене, както и периодично обновяване с нови жестове.
5. **Модул за визуализация:** Базиран на OpenCV и PIL за високопроизводителна обработка и възпроизвеждане на видео. Поддържа плавно възпроизвеждане на жестове с 60 fps, вградена система за кеширане на често използвани последователности и автоматична оптимизация на качеството според хардуерните възможности. Включва функционалност за забавяне и повторение на жестове при нужда от по-детайлно разглеждане.

За осигуряване на оптимална производителност системата използва многослойно кеширане на различни нива. На ниво разпознаване на реч се кешират често срещани фрази и техните транскрипции. При трансформацията на текст се поддържа кеш на лематизирани форми, което значително намалява времето за обработка на повтарящи се думи. Модулът за синоними комбинира локално кеширане с интелигентно предварително зареждане на често използвани алтернативи. Базата данни с жестове използва специализирана структура за индексирание, която оптимизира търсенето по различни критерии.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

Системата е тествана в лабораторни условия на един компютър с един потребител. Тестването включваше серия от експерименти с различни видове входни данни:

- Тестове с предварително записани аудио фрази (50 записа);
- Тестове с живо произнесена реч (100 фрази);
- Тестове с различни видове изречения (прости, сложни, въпросителни).

Основните количествени показатели от началното тестване са:

- Точност при разпознаване на реч: 90% за прости фрази в тиха среда

- Трансформация на текст: 95% за стандартни думи и изрази;
- Съответствие текст-жестове: 78% за фрази от базовия речник;
- Време за отговор: средно 1.2 секунди за прости фрази.

Тези първоначални резултати са обещаващи, но е необходимо по-машабно тестване с различни потребители и в разнообразни условия за валидиране на работата на системата. Планира се разширено тестване с група от поне 20 потребители в реални условия.

4. ПРИЛОЖНИ ОБЛАСТИ

Системата намира приложение в различни сфери:

- Образование: Подпомагане на учебния процес за глухи студенти;
- Здравеопазване: Улесняване на комуникацията между медицински персонал и пациенти;
- Обществени услуги: Подобряване на достъпността в административното обслужване;
- Културни институции: Осигуряване на достъп до културни събития;
- Спортни събития: Улесняване на комуникацията между треньори и спортисти.

5. БЪДЕЩО РАЗВИТИЕ

Бъдещото развитие на системата е насочено към няколко ключови направления. Основен приоритет е разширяването на базата данни с жестове, като се планира добавянето на нови тематични области и специализирана терминология. Паралелно с това се работи по разработката на мобилна версия на системата, която ще включва възможност за офлайн функционалност, позволявайки използването ѝ в ситуации без постоянна интернет връзка. За подобряване на достъпността и разпространението на системата се планира интеграция със социални платформи, което ще улесни споделянето на преведено съдържание и ще създаде възможности за изграждане на общност от потребители. Специално внимание се отделя на подобряването на визуализацията и добавянето на персонализируеми настройки, които ще позволят на потребителите да адаптират системата според своите специфични нужди и предпочитания. Тези подобрения целят да направят системата по-достъпна, функционална и полезна за крайните потребители.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената система представлява значителен напредък в областта на асистивните технологии, демонстрирайки потенциал за широко практическо приложение. Постигнатите резултати показват възможността за ефективна автоматизирана комуникация между чуващи и глухи индивиди.

ЛИТЕРАТУРА

Matharu, D., Patil, S., Pawar, U., & Parulekar, V. (n.d.). *SignConnect: A seamless connection from voice to sign*. Academia.edu. Retrieved from <https://www.academia.edu/>

Cui, H., Luo, Y., & Zhang, F. (2025). Recognition and control of a Chinese Pinyin sign language robot via a cognitive robotics approach. In W. Chen et al. (Eds.), *Selected proceedings from the 2nd International Conference on Intelligent Manufacturing and Robotics, ICIMR 2024, 22–23 August, Suzhou, China* (Vol. 1316). *Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3949-6_24

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ – ПОЛЗИ И РИСКОВЕ ЗА УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС

Мария Горгорова, Силвия Гафтанджиева, Станка Хаджихолева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATIONAL GAMES – BENEFITS AND RISKS FOR THE LEARNING PROCESS

Maria Gorgorova, Silvia Gaftandzhieva, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Education today faces numerous challenges, motivating educators to adopt innovative teaching methods and integrate components that enhance learners' engagement and motivation. One such approach is the use of educational games. Artificial intelligence (AI) is playing an increasingly important role in achieving various educational goals. AI can significantly support the development of educational games. This article provides an overview of educational games and explores the potential of AI technologies to enhance their design and effectiveness. It outlines the advantages and challenges these technologies present for the educational process and discusses perspectives for the team's future work.

Keywords: educational games, innovative teaching methods, AI in education, AI technologies

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Ниската посещаемост на занятия и намаляващата мотивация за участие в учебния процес сред студентите представляват сериозно предизвикателство за образователните институции. Традиционният стил на преподаване все по-често се оказва неефективен, преподавателите трудно ангажират вниманието на обучаемите, което се отразява на техните учебни резултати (Limanova et al., 2024). За да задържат вниманието на обучаемите, да повишат тяхната мотивация по време на учебния процес и по този начин да подобрят неговата ефективност, преподавателите трябва да предприемат инициативи за прилагане на съвременни методи за обучение и повишаване на своите дигитални компетентности за внедряване и използване на нововъзникващи технологии.

В тази посока има нарастващ интерес към включването на маркетингови стратегии и игрови елементи в учебния процес (Nam, 2021), които да позволят ангажиране и мотивиране на обучаемите по време на процеса на обучение (Bittencourt et al., 2018; Dayeun et al., 2020; Balaquiao, 2024). Обект на множество научни изследвания през последните години е приложението на изкуствения интелект (ИИ). Неговото използване за персонализиране на обучението, ангажиране на учащите, подобряване на учебните резултати, намаляване на разходите, увеличаване на достъпа до образование и автоматизиране на преподавателски и административни задачи (Harry, 2023; Jackson, 2024) представлява значителен интерес за изследователите. Ниската посещаемост на занятия и липсата на мотивация у студентите са сериозни проблеми, пред които са изправени много висши учебни заведения по целия свят.

Настоящото изследване има за цел да анализира потенциала за използване на образователни игри и систематизира ползите и рисковете от интегрирането на игри в образователния процес за повишаване на мотивацията, ангажираността и учебните резултати на обучаемите.

2. ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ

Терминът геймификация се отнася до използването на елементи на игровия дизайн в неигрови контекст с цел ангажиране на аудиторията, стимулиране на учебни активности, подобряване на ученето и решаване на проблеми (de Sousa Borges et al., 2014). Zichemann и колектив определят геймификацията като процес на ангажиране на потребителите и решаване на проблеми чрез игрово мислене и техники (Zichemann et al., 2011). Ангажирането се постига чрез забавление и мотивация, които възникват чрез използването на игрови подходи и методи. Li и Pan определят игрово-базираното обучение като процес на интегриране на игрови елементи в образователния процес с цел създаване на учебни ситуации, стимулиране и поддържане на мотивацията, развитие на специфична грамотност и иновативно мислене у учащите, както и оптимизиране на учебните стилове и повишаване ефективността на обучението (Li & Pan, 2023).

Образователните игри позволяват на преподавателите да създадат завладяваща и интерактивна учебна среда, като представят учебно съдържание в геймифициран формат, който симулира реални ситуации, дилеми и среди, предоставяйки на обучаемите динамична платформа за обучение (Li et al., 2024). Тези игри помагат на учащите да развият разнообразни умения, като работа в екип, аналитично мислене и решаване на проблеми (Li et al., 2024). Освен това могат да се използват като интерактивен инструмент за проверка на знанията на обучаемите в началото или по време на урока, както и като ефективно средство за самоподготовка (Borisova et al., 2024). Видеоигрите, базирани на 3D модели, предлагат интерактивен и ефективен начин за усвояване на знания, надграждащ възможностите на традиционните медии (Статкова & Врагов, 2018).

Посредством игрите обучаемите развиват ключови умения за логическо мислене, работа в екип и решаване на проблеми, чрез експериментиране без рискове, като същевременно се насърчава техния интерес към науката. Интегрирането на образователни игри в обучението позволява ефективно проследяване на напредъка и оценяване на знанията на обучаемите въз основа на резултатите. В зависимост от индивидуалния напредък на обучаемия може да се определи неговото текущо ниво на знания и да се предостави подходяща за това ниво игра.

В зависимост от възрастта на обучаемите, сферата и целите на обучението могат да се създават различни видове игри. В езиковото обучение могат да бъдат създавани игри за изучаване на нови думи, изрази и фрази. За усъвършенстване на граматиката могат да се създават игри за попълване на липсващи букви или думи, *куиз игри* с интерактивни тестове, *пъзел игри* за подреждане на думи в правилния ред. При обучението по математика могат да се създават игри по основна аритметика, геометрия, ребуси и други числови пъзели. В природните науки като физика, химия, биология, астрономия най-често се създават игри от тип *симулационни* и *приключенски*. Например, игри със симулатори на физични процеси; игри за идентифициране на химични елементи, съединения и реакции; игри за опазване на човешкото тяло, животни, растения и екосистеми; игри за изследване на планети, звезди и галактики. В обучението по история може да се използват игри за подреждане на исторически събития, разкази за важни личности, културни факти. Приложение в изучаването на география намират игри с карти, държави, столици, природни ресурси и климатични зони. В сферата на програмирането може да се създават игри за програмиране чрез блокове или текстови езици като Scratch или Python, симулиране на управлението на роботи, пъзели за основни принципи на алгоритми, мрежи и хардуер, и др.

3. ИНСТРУМЕНТИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ

Съвременните инструменти за създаване на интерактивни образователни ресурси като тестове, игри, симулации и др., предлагат богат набор от възможности за разработване на мултимедийно съдържание и интерактивност, вкл. анимации, изскачащи прозорци и др. Често се използват готови шаблони и drag-and-drop функционалност във визуални редактори. Все повече инструменти имат интегрирани ИИ компоненти, които допълнително оптимизират процеса на създаване на материали и позволяват на преподавателите да се

фокусира върху образователната стойност на съдържанието.

Популярни платформи за създаване на интерактивно образователно съдържание са H5P, Genially, Kahoot!, GDevelop, Classtools.net и Construct 3.

H5P е безплатен инструмент за създаване на HTML5 интерактивно съдържание като видеа, презентации, тестове и игри с респонсив дизайн. Той може да се използва след инсталиране на плъгин в платформи за обучение или директно през уебсайта H5P.com. Плъгина за Moodle позволява на преподавателите да създават интерактивни ресурси, мини-игри, куйзове и да осигуряват на обучаемите персонализирано учебно изживяване.

Genially е безплатна платформа за създаване на интерактивно и анимирано съдържание, което може да бъде споделено и вградено в други платформи. Тя предлага богата колекция от шаблони за създаване на геймифицирани образователни материали (флаш карти, интерактивни тестове, ескейп стаи, състезания и симулации), които целят да повишат мотивацията на обучаемите и да подобрят резултатите от обучението. Genially позволява да се организират класирания на обучаемите и да се осъществява взаимодействие в реално време. В платформата има вградени ИИ функционалности, които улесняват създаването на съдържание и могат да подобрят неговото качество. С помощта на ИИ, ресурсите може да се озвучат на повече от 20 езика, да се създават и редактират фотореалистични изображения, да се редактира и превежда съдържание на повече от 100 езика, да се създават викторини, да се редактира текст с вградени инструменти за корекция на граматиката, и др.

Платформата Kahoot! позволява създаване и провеждане на интерактивни тестове, достъпни през уеб браузър и мобилни устройства. Участниците се допускат до теста с PIN код. Платформата позволява създаване на тестове с разнообразни типове въпроси и геймификационни елементи (таймер, точки, класации и аватари), които създават състезателна атмосфера и мотивират обучаемите да постигнат по-високи резултати. Тестовите могат да се решават в реално време или асинхронно, в удобно за обучаемите време. След приключване на теста, платформата генерира детайлен анализ на резултатите и отчети. В платените версии е налична и функция за автоматично генериране на въпроси на базата на въведен текст или заглавие на тема, отговори и изображения с помощта на ИИ.

Въпреки че разгледаните инструменти са лесни и интуитивни за използване, функционалностите, предоставени за безплатна употреба често са ограничени.

В последните години процесът на разработване на интерактивно образователно съдържание се улеснява от ИИ инструменти.

ChatGPT може да се използва за създаване на образователни игри, като комбинира различни технологии според типа, платформата и сложността на играта. Процесът на създаване на игра е итеративен и включва дефиниране на изискванията към играта, избор на технологии (за създаване на уеб, мобилна или десктоп игра), тестване, добавяне на допълнителни изисквания за функционалности и дизайн, подобрения и отстраняване на грешки. За да разработи образователна игра, преподавателят трябва да зададе на ИИ базови изисквания като напр. **обхват на играта, целева група, формат на играта, брой въпроси/нива, структура на въпросите/нивата, правилни отговори и обяснения, дизайн, допълнителни игрови компоненти** и др. Една и съща заявка за създаване на игра ще доведе до създаване на различни игри. В случай, когато играта не изпълнява всички поставени условия, може да се зададат допълнителни изисквания за модифициране на играта. Примерна команда за създаване на игра е представена на фиг. 1.

Създай образователна игра на тема „Референциална цялостност на данните“ за студенти в университет. Играта трябва да е куйз с 10 въпроса с множествен избор. Въпросите трябва да имат по 4 отговора, като един е правилен. Всеки въпрос трябва да има кратко обяснение на правилния отговор. Играта трябва да е със семпъл дизайн, използващ светли цветове. Включи таймер от 60 секунди за всеки въпрос и система за оценяване, която да показва резултата накрая.

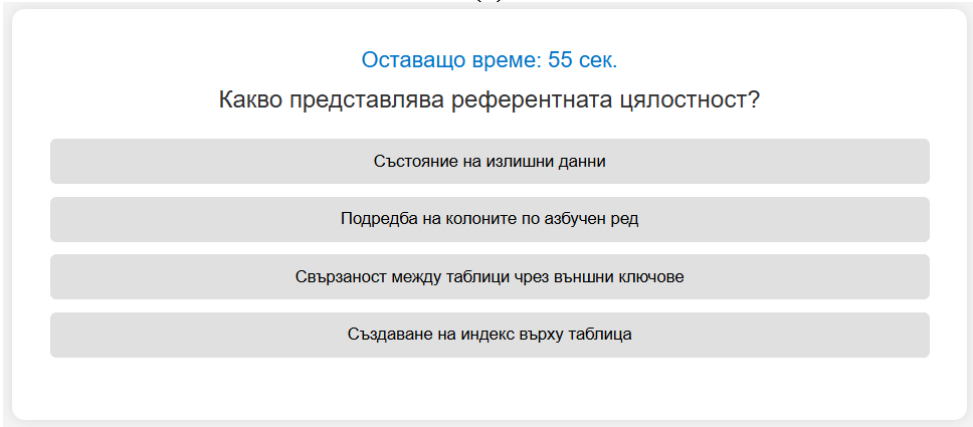
Фигура 1. Примерна команда за създаване на образователна игра.

При изпълнение на командата, ChatGPT създава уеб приложение, на базата на HTML, CSS и JavaScript, което се изпълнява в уеб браузър. Генерираният код трябва да бъде копиран

и съхранен в 3 текстови файла – index.html, styles.css и script.js. На фиг. 2 е представен екран от генерираната игра.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="bg">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Квиз: Референциална цялостност</title>
  <link rel="stylesheet" href="styles.css" />
</head>
<body>
<div class="quiz-container">
  <div id="timer">Оставащо време: 60 сек.</div>
  <div id="question-container">
    <div class="question" id="question"></div>
    <div class="answers" id="answers"></div>
    <div class="explanation" id="explanation"></div>
  </div>
  <div id="result"></div>
</div>
<script src="script.js"></script>
</body>
</html>
```

(а)



(б)

Фигура 2. Разработена с ИИ игра: (а) код на играта; (б) екран от изпълнението.

Играта се стартира от файла index.html. На фигура 2а е показан кодът на файла index.html, в който е описана основната структура на страницата. В него има връзки към другите два файла – styles.css (за стилизация) и script.js (за функционалност). На фигура 2б е представен резултатът от изпълнението на кода. В конкретния случай създаденият интерактивен тест отговаря на всички изисквания, описани в зададената команда. След изпълнението на теста се визуализира резултатът, включващ броя на верните отговори.

4. ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ОБРАЗОВАТЕЛНИ ИГРИ

Несъмнено геймификацията, използваща ИИ, носи редица ползи за участниците в учебния процес. ИИ надгражда възможностите за геймификация, като позволява тя да бъде адаптирана към учащия в учебна среда в реално време (Šego & Gakić, 2024).

ИИ позволява събирането на данни за обучаемите и техния напредък, които да бъдат използвани за различни цели. От една страна, събраните данни позволяват прилагане на адаптивно оценяване чрез коригиране на нивото на трудност, броя на въпросите на всяко ниво на трудност и напредване въз основа на отговора на обучаемия. Това позволява персонализиране на учебното изживяване и индивидуализиране на учебния процес (Tan & Cheah, 2021; Wagan et al., 2023; Balaquiao, 2024). ИИ може да се адаптира към индивидуалните стилове на учене на обучаемите (Bezzina et al., 2022), да предостави

персонализирана обратна връзка (Limonova et al., 2024), гъвкави и персонализирани инструкции и съдържание, което да помогне за усъвършенстването на дадена тема (Tan & Cheah, 2021; Kurni et al., 2023). От друга страна, на база на събраните данни за напредъка на студентите, платформата може да изпраща автоматизирани съобщения на преподавателя (Tan & Cheah, 2021). Тази предоставена обратна връзка може да сигнализира на преподавателя за необходимост от оказване на персонализирана подкрепа на обучаеми, които не успяват да постигнат набелязаната учебна цел или да предложат допълнително предизвикателство на онези обучаеми, които напредват по-добре от очакваното, както и за оптимизиране и препроектиране на материалите за курса и учебната програма.

За да се преодолеят притеснения, породени от използването на игрите в образователна среда, като дезорганизация след обучението, промяна в темповете на учене и посещаемостта, адаптацията и опита на преподавателите, Wagan и колектив предлагат сигурна, базирана на ИИ и добавена реалност учебна среда, наречена B-AIQoE (Wagan et al., 2023). Тя е изградена върху блокчейн технологията Ethereum и позволява на мултимедийни инструменти да получават и изпращат учебно съдържание по защитен начин. B-AIQoE осигурява интегритет, прозрачност, проследимост и надеждност на учебното съдържание. Тя гарантира коректна доставка на учебните материали чрез устройства с добавена реалност и други свързани дейности като същевременно създава доверена платформа между преподавателите и мениджърите на съдържание. Системата анализира качеството на учебното изживяване, подобрява достъпността и се усъвършенства на база обратна връзка от обучаеми и преподаватели.

Tan и Cheah разработват геймифицирано приложение с ИИ за онлайн обучение, насочено към учебните потребности на студенти с различен социално-културен произход (Tan & Cheah, 2021). Включените геймифицирани елементи като нарастващи нива на трудност, точки и последователни постижения, класация и геймифициран и анимиран потребителски интерфейс целят да насърчат обучаемите и да ги мотивират да надграждат своите знания и практически умения. Архитектурата на приложението включва три ИИ модела (модел на обучаемия, педагогическия модел и модел на предметната област). *Моделът на предметната област* обхваща знанията по даден учебен предмет, които обучаемият трябва да усвои. *Педагогическият модел* включва различни образователни подходи, които приложението може да прилага и адаптира в реално време въз основа на данни, събирани и анализирани от ИИ програмата чрез геймифицираната платформа. ИИ системата предоставя обратна връзка, която може да се използва за незабавно адаптиране на педагогическия модел, с цел да се подпомогне напредъкът на обучаемия. *Моделът на обучаемия* отразява текущото ниво на знания и степента на усвояване на съдържанието от учащия. Той се актуализира в реално време, за да предостави актуалното състояние на обучаемия. Тъй като обучаемите могат да взаимодействат директно с ИИ системата – например като задават въпроси или изразяват съмнения и неувереност, се събира допълнителна информация чрез този допълнителен комуникационен канал. По този начин те създават персонализиран виртуален преподавател, който осигурява ефективно и уникално учебно изживяване, подпомагащо постигането на индивидуални образователни цели на всеки обучаем.

За да повиши ефективността на обучението чрез анализ на предварителните нагласи за учене на обучаемите, Nam разработва платформа за геймифицирано обучение, базирана на технологии с ИИ (Nam, 2021). Платформата има за цел да осигури ефект на потапяне (имерсивност) за обучаемите и да подпомогне изследванията на преподавателските методи за обучителите.

Figuerola и Rivera-Loaiza (Figuerola & Rivera-Loaiza, 2023) разработват геймифицирана система, интегрираща ИИ, насочена към ученици и студенти. Тя стимулира обучението като насърчава конкуренция по време на играта чрез точкуване и награди за първите места, и позволява редактиране на въпроси в реално време. По време на играта с въпроси учителят има достъп до бяла дъска, интерфейс, който показва зададения въпрос, модул за преглед на напредъка и глобална класация. Преподавателят може да показва на участниците текущия им напредък и да ги насърчи да повишат своите компетентности, както и да постигнат по-високи резултати.

В литературата са описани добри практики за използване на ИИ при разработката на интерактивни образователни игри, подходящи за обучение по различни дисциплини и постигане на различни учебни цели. За да се демонстрира потенциалът на ИИ за създаването на образователни ресурси, които могат лесно да бъдат модифицирани и персонализирани, така че да отговорят на нуждите на различни групи обучаеми, в (Hadzhikoleva et al., 2024) е предложен подход за използване на ChatGPT за създаването на образователни игри. Представени са типове игри с примери в програмирането, както и когнитивни умения, които тези игри развиват. В (Хаджиколева и др., 2024) са представени примери за създаване на образователни игри за обучението по Базисни данни от тип флаш карти, куиз игра, пъзел игра, игра за съвпадения, попълване на празните места. В (Borisova et al., 2024) е предложена методология за създаване на образователни игри с ChatGPT и са систематизирани изисквания за правилно задаване на командите към ИИ. На база на предложената методология са разработени игри за обучение по компютърно моделиране и информационни технологии.

5. ПОЛЗИ И РИСКОВЕ ЗА УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС

Според Vlachopoulos и Makri, успешното използване на симулации и игри в обучението зависи от спецификата на играта, нейната методическа връзка с учебния материал и ролята на преподавателя. В резултат на проведено изследване, те установяват, че индивидуалната игра подобрява резултатите повече от екипната, а мненията на студентите са смесени – мнозинството ги намират за забавни и полезни, докато други ги смятат за по-скоро развлекателни, но не по-ефективни от лекциите. За постигане на успех е необходимо преподавателите да поставят ясни цели и да взаимодействат активно със студентите (Vlachopoulos & Makri, 2017).

Cheung и Ng акцентират върху достъпността на игрите от мобилни телефони. Те отбелязват, че пренасянето на образователни игри на мобилни платформи ще увеличи възможностите за учене извън традиционната класна стая, като удобството на мобилните приложения стимулира тяхното по-често използване от обучаемите (Cheung & Ng, 2021).

López-Fernández и колектив изследват ефективността на игрово-базираното обучение за повишаване на знанията и мотивацията и дали ефективността зависи от жанра на играта (López-Fernández et al., 2023). За целта са създадени две образователни игри, които се различават само по жанр – стрелба от трето лице (играчът стреля и се движи свободно) и безкраен бегач (играчът избягва препятствия и има постоянно движение напред) (Gordillo et al., 2021). Двете игри съдържат образователни въпроси, чиито верни отговори са условие за напредък. В изследването участват 45 студенти по компютърни науки, разделени на две групи. Въпреки че повечето студенти показват предпочитание към жанра стрелба от трето лице, те отбелязват, че биха учили по-същият начин и с други типове игри. Анализът на резултатите показва, че жанрът на игрите не влияе върху тяхната ефективност по отношение на придобиването на знания и мотивацията, а ефективността се определя по-скоро от дизайна на играта и вградените образователните елементи.

Резултатите от проведени пилотни изследвания за ефективността на интегрирането на техники за геймификация, управлявани от ИИ са силно позитивни. Положителни ефекти са отчетени върху ангажираността, мотивацията и академичните постижения на обучаемите (Balaquiao, 2024; Namari et al., 2024; Hong & Lee, 2020; Limonova et al., 2024). Резултатите, свързани с посещаемостта на учебните занятия също са обнадеждаващи (Limonova et al., 2024). Други изследвания подчертават ползите за развитие на умения за работа в екип, сътрудничество и общуване (Marzban et al., 2020). Въпреки констатираните ползи изследователите подчертават, че ефективността на геймификацията, използваща ИИ, може да бъде компрометирана поради технологични предизвикателства (Balaquiao, 2024), неподходящ дизайн на играта, който не съответства на учебната програма и не гарантира постигане на поставените цели (Balaquiao, 2024), проблеми с поверителността на събираните данни (Šego & Gakić, 2024; Balaquiao, 2024), притесненията на преподавателите, че твърде силната зависимост на студентите от ИИ системите нарушава тяхната способност да учат свободно, да решават проблеми творчески и да мислят критично (Balaquiao, 2024), както и невъзможността да се прецени дългосрочната ефективност на геймификацията (Šego & Gakić,

2024). От съществено значение са спазването на етичните норми и авторското право, вкл. отличаване на произведения на изкуството, създадени с ИИ като инструмент за творчество (Статкова, 2023).

Наред с предимствата, които носи използването на изкуствен интелект и включването на игрови елементи в обучението, съществуват и известни недостатъци. Те са систематизирани в таблица 1.

Таблица 1. Ключови фактори при използването на изкуствен интелект и игрови техники в обучението.

	Предимства	Недостатъци
Мотивация и ангажираност в учебния процес	- Повишаване мотивацията на обучаемите; - Увеличаване на ангажираността и активното участие в учебния процес.	- Загуба на интерес, породена от неподходящ дизайн или неудачно представяне на учебното съдържание; - Пораждане на зависимост от игрови стимули, а не от вътрешна мотивация за нови знания и умения.
Персонализация	- Възможност за адаптиране на съдържанието според индивидуалните нужди на обучаемите; - Осигуряване на автоматизирана персонализирана обратна връзка; - Адаптиране на нивото на сложност на учебните ресурси и дейности в реално време.	- Непредвидимост на ИИ, породена от данните за обучение; - Риск от недостатъчно развитие на критично мислене у обучаемите.
Учебни резултати	Подобряване на знанията и уменията.	Неподходящо представяне на учебното съдържание.
Ефективност	- Автоматизиране на част от преподавателската работа; - Подобрено управление на учебния процес.	Високи изисквания към инфраструктура за работа на ИИ.
Обратна връзка	- Възможност за събиране и анализ на данни за напредъка на обучаемите в реално време; - Възможност за навременно сигнализиране на преподавателя за обучаеми, които имат нужда от подкрепа.	- Рискове, касаещи поверителността и сигурността на личните данни; - Липса на прозрачност при обработка на данни.
Педагогически подход	- Прилагане на адаптивни педагогически стратегии; - Поддръжка на различни стилове на учене.	- Липса на компетентност за работа с ИИ у преподавателите; - Съпротива от преподавателите към нови технологии.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Използването на образователни игри в учебния процес може да мотивира обучаемите, да ги ангажира по-активно в обучението и да доведе до по-високи резултати. Успешното интегриране на образователни игри изисква освен наличие на дигитални компетентности за разработване на образователни игри, и задълбочен педагогически подход, ясно поставяне на учебни цели, внимателно проектиране и търсене на баланс между забавлението и образователните елементи.

Използването на образователни игри с ИИ води до редица ползи, включително

повишена мотивация на обучаемите, персонализиране на учебния процес, адаптивност спрямо индивидуалните нужди и възможност за активно учене, мотивирано чрез интерактивни сценарии и симулации. Това улеснява усвояването на сложни понятия и насърчава развитието на когнитивни и практически умения.

Въпреки това, съществуват и множество рискове – прекомерна зависимост от технологиите, недостатъчно развитие на мисловни умения от висок порядък, както и етични въпроси, свързани с поверителността и сигурността на личните данни. Необходимо е внимателно планиране и педагогическо обосноваване внедряване, за да се гарантира ефективно и отговорно използване на геймификация с ИИ в образованието.

БЛАГОДАРНОСТИ: Това изследване е подкрепено от Министерство на образованието и науката по Национална програма „Млади учени и постдокторанти – 2“, проект МУПД2-2-ФМИ-006, „Интелигентни технологии и средства за подпомагане на учебния процес“.

ЛИТЕРАТУРА

Balaquiao, E. C. (2024). Optimizing Students' Performance through Artificial Intelligence (AI) Technology: A Gamified Approach to Smart Learning Environment. *Journal of Pedagogy and Education Science*, 3(02), 104-114. <https://doi.org/10.56741/jpes.v3i02.515>

Bezzina, S., Dingli, A., & Pfeiffer, A. (2022). Leveraging gamification in Education through artificial intelligence. In *INTED2022 Proceedings* (pp. 8532-8532). IATED, <https://doi.org/10.21125/inted.2022.2206>

Bittencourt, I. I., Isotani, S., Wanick, V., & Ranchhod, A. (2018). Flow experience in learning: when gamification meets artificial intelligence in education.

Borisova M., Hadzhikoleva S. & Hadzhikolev E. (2024). ChatGPT as a tool for creating educational games for school education in computer technology. *International Conference on Virtual Learning*, ISSN 2971-9291, ISSN-L 1844-8933, vol. 19, pp. 323-333. <https://doi.org/10.58503/icvl-v19y202427>

Cheung, S., & Ng, K. (2021). Application of the Educational Game to Enhance Student Learning. *Front. Educ.* 6:623793. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.623793>

Dayeun, C., & Hyojung K. (2020). The Influence of Visual Design Class Using Gamification on the Learning Motivation and Academic Achievement of Firstyear High School Learners. *Archives of Design Research*, 33(2), 215-228. <https://doi.org/10.15187/adr.2020.05.33.2.215>

de Sousa Borges, S., Durelli, V.H., Reis, H.M., & Isotani, S. (2014). A systematic mapping on gamification applied to education. In: *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pp. 216–222. ACM, New York. <https://doi.org/10.1145/2554850.2554956>

Figueroa, K., & Rivera-Loaiza, C. (2023). Learning Systems based on Gamification and Artificial Intelligence. *Avances en Interacción Humano-Computadora*, 8(1), 17-20. <https://doi.org/10.47756/aihc.y8i1.131>

Genially, достъпно на: <https://genially.com/>

Gordillo, A., Barra, E. & Quemada, J., SGAME: An Authoring Tool to Easily Create Educational Video Games by Integrating SCORM-Compliant Learning Objects, in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 126414-126430, 2021, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3111513>

H5P, достъпно на: <https://h5p.org/>

Hadzhikoleva S., Gorgorova M., Hadzhikolev E., & Pashev G. (2024). AI-Driven Approach to Educational Game Creation. *Web proceedings of 16TH ICT INNOVATIONS CONFERENCE, TechConvergence: AI, Business, and Startup Synergy*, ISBN 978-608-65468-4-7. https://ictinnovations.org/wp-content/uploads/2025/01/final_web_proceedings.pdf

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, January). Does gamification work?-A literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

Harry, A. (2023). Role of AI in education. *Interdisciplinary Journal and Humanity (INJURY)*, 2(3), 260–268. <https://doi.org/10.58631/injury.v2i3.52>

Hong, H. J., & Lee, H. J. (2020). Gamification in education: A systematic review of empirical

studies. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2195-2223.

Jackson, E. (2024). The Evolution of Artificial Intelligence: A Theoretical Review of its Impact on Teaching and Learning in the Digital Age. <https://www.econstor.eu/handle/10419/280893>

Kahoot!, достъпно на: <https://kahoot.com/>

Kurni, M., Mohammed, M. S., & Srinivasa, K. G. (2023). AI-enabled gamification in education. In *A Beginner's Guide to Introduce Artificial Intelligence in Teaching and Learning* (pp. 105-114). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32653-0_6

Li, X., & Pan, X. (2023). A Review of Gamification Teaching Based on Creative Thinking Development. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 14, 46-49. <https://doi.org/10.54097/ehss.v14i.8794>

Li, Y., Chen, D., & Deng, X. (2024). The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment. *PLoS ONE* 19(1):e0294350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294350>

Limonova, V., dos Santos, A. M. P., Mamede, J. H. P. S., & de Jesus Filipe, V. M. (2024). Maximising Attendance in Higher Education: How AI and Gamification Strategies Can Boost Student Engagement and Participation. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 64-70). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-60224-5_7

López-Fernández, D., Gordillo, A., Lara-Cabrera, R., & Alegre, J. (2023). Comparing effectiveness of educational video games of different genres in computer science education. *Entertainment Computing*, 47, 100588. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100588>

Marzban, A., Fallahkhair, S., & Yang, Y. (2020). An analysis of gamification research trends from 2010 to 2018: A systematic review of the literature. *IEEE Access*, 8, 159142-159157.

Nam, H. (2021). Design of AI-based gamification platform for effective educational service using child behaviour prediction/change. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(5), 286-292. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i5.899>

Šego, A., & Gakić, M. (2024, April). Gamification in Learning Process Enhanced with AI. In *International Conference on Digital Transformation in Education and Artificial Intelligence Application* (pp. 41-54). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62058-4_4

Tan, D., & Cheah, C. (2021). Developing a gamified AI-enabled online learning application to improve students' perception of university physics. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100032>

Vlachopoulos, D., & Makri, A. (2017). The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review. *Int J Educ Technol High Educ* 14, 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1>

Wagan, A., Khan, A., Chen, Y. L., Yee, P., Yang, J., & Laghari, A. (2023). Artificial intelligence-enabled game-based learning and quality of experience: A novel and secure framework (B-AIQoE). *Sustainability*, 15(6), 5362. <https://doi.org/10.3390/su15065362>

Zichemann, G., & Cunningham, C. (2011). Gamification: Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. O'REILLY. Available at <http://shop.oreilly.com/product/0636920014614.do>

Статкова В. (2023). Изкуствен интелект в обучението по изобразителни изкуства, IV Международна научна конференция „Наука, образование и иновации в областта на изкуството“, АМТИИ Пловдив, 2023, стр. 228-237, ISSN: 2738-8956

Статкова В., Врагов Г. (2018). Дизайн на цифровите игри с образователни цели, XI Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество“, Асоциация „Развитие на информационното общество“, София, 2018, стр. 291-299, ISSN 1314-0752. https://adis.org/ERIS_conference/2018/sbornik-ERIS.2018.pdf

Хаджиколева, С., Горгорова, М., Хаджиколев, Е. & Пашев, Г. (2024). Създаване на образователни игри с ChatGPT. *Образование и технологии* 15(1), стр. 212-218. ISSN 1314-1791 (print), 2535-1214 (online). <https://doi.org/10.26883/2010.241.5981>

ОТДАЛЕЧЕНИ ЛАБОРАТОРИИ И LMS – РАЗВИТИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Снежана Шотарова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

REMOTE LABORATORIES AND LMS – DEVELOPMENT AND INTEROPERABILITY

Snezha Shotarova

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The last decade has seen a remarkable increase in the implementation and use of learning management systems (LMS). E-learning turns out to be an important support mechanism for educational systems to increase the effectiveness of the educational process.

Nowadays, there are a large number of universities and organizations working in e-learning and i-learning solutions (Kanetaki et al., 2022). One of the most famous is the learning management system or LMS, which allows the presentation of theoretical content in an organized and controlled manner, with the student receiving practical and theoretical knowledge. To get this hands-on knowledge, universities and organizations are developing virtual, remote and web labs. At these times, the LMS and Web Labs operate independently (Velihorskyi et al., 2020). The paper presents a new architecture allowing the integration of LMS with various web labs. This architecture allows students, faculty, and administrators to use LMS services and virtual lab features as if they were working with the same software.

Keywords: learning management system (LMS), distance learning, web services, remote lab, teaching and learning

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Подобряването на комуникационните мрежи и появата на Интернет предизвикаха важни промени в концепцията за учене.

Много организации работят в решения за управление и показване на теоретично съдържание (Lang et al., 2006). Това съдържание се показва по организиран и контролиран начин (пакети със съдържание, модули, потребителски профили) обикновено в рамките на система за управление на обучението, която се внедрява в решения, разработени от трети страни, като WebCT-Blackboard, Moodle, .LRN и др. (Garcia et al., 2005). Виртуалните лаборатории са разработени така, че студентите да могат да получат тези практически знания, без да се налага да ходят в реалната лаборатория и да получат същите знания и способности.

Системи за управление (LMS)

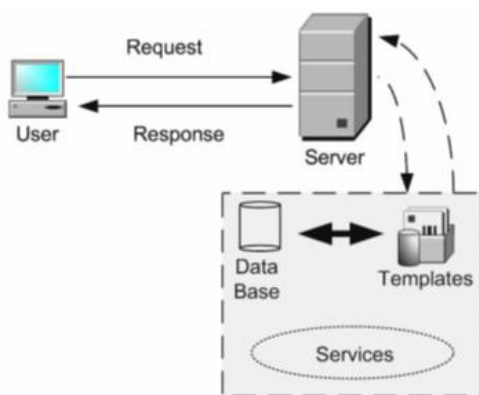
Институциите намират стратегии, които да увеличат използването на LMS. Mtebe описва седем стратегии, а именно подобряване на използваемостта, качване на качествени учебни материали, подобряване на услугите за поддръжка, преглед на съответните политики, повишаване на информираността, допълване на LMS със социални медии и използване на мобилни приложения (Domínguez et al., 2005). По същия начин Unwin и колегите посочват, че намаляването на цената на честотната лента, предоставянето на надеждни услуги за поддръжка и използването на отворени образователни ресурси (OER) в LMS вероятно ще увеличи броя на потребителите на LMS (Castro, 2005).

LMS (фиг. 1) е софтуерна програма, която позволява показване на теоретично

съдържание. Освен това тя предлага набор от функции и услуги, някои от които са:

- Администрация. Може да управлява потребителски регистрации, роли, да назначава преподаватели, дневници и записи на студенти и други.
- Опаковка на съдържанието. Организира съдържанието в йерархична структура и създава механизъм за размяна на съдържание между различни системи за управление на обучението. Обикновено се използва спецификацията IMS content packaging или спецификацията SCORM (Shareable Courseware Object Reference Model).
- Синхронни и асинхронни средства за комуникация. Позволява съвместна работа, за споделяне на информация, мнения и опит.
- Оценка. Преподавателите могат да оценят напредъка на студента, чрез тестове. За да се направи това, е необходимо да се използва спецификацията IMS QTI (взаимодействие с въпроси и тестове).

Има голям брой организации и университети, които са внедрили някои решения за електронно обучение или системи за управление на обучението, като WebCT, Blackboard, Moodle, .LRN, Sakai и др.



Фигура 1. Базова архитектура на система за управление на обучението.

В някои случаи (например .LRN и Moodle) на организациите и университетите е разрешено да добавят нови услуги, които са създали (Candelas, 2003). Така те позволяват повторно използване на код и отворени софтуерни решения. В този доклад е представена работа с тези видове LMS, където може да се създаде междинен софтуер, който позволява взаимно свързване на различни отдалечени, виртуални и уеб лаборатории с LMS, без да се налага да се правят много промени, използвайки нови дефинирани услуги за взаимно свързване.

1.1. DotLRN

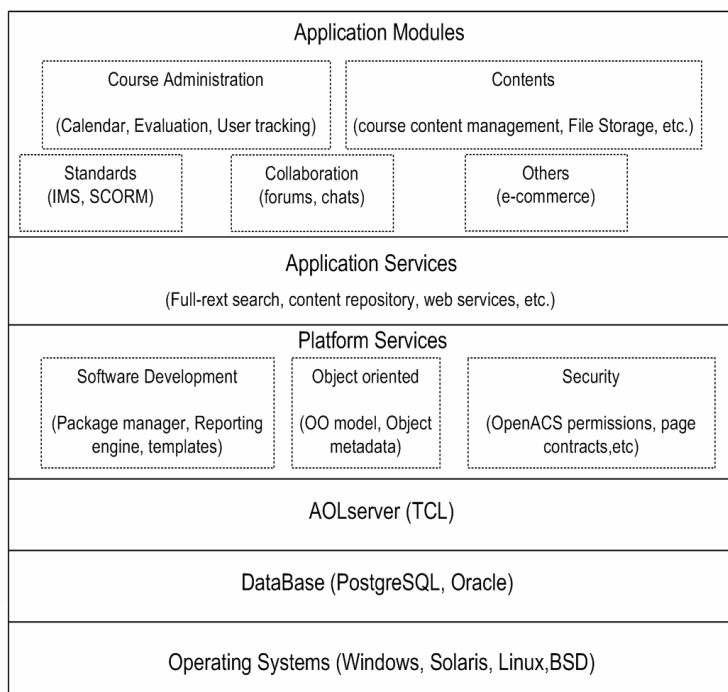
DotLRN (или .LRN) е система за електронно обучение с отворен код (фиг. 2), разработена в MIT, базирана на приложения за съвместна работа AOLserver и OpenACS.

- AOLserver е многоишков уеб сървър с отворен код. Този сървър използва Tool Command Language (TCL) и може да се използва AOLserver TCL API.
- OpenACS (Open Architecture Community System) е инструментариум за изграждане на мащабируеми, ориентирани към общността уеб приложения. Това е основата за платформата за електронно обучение .LRN (Alves et al., 2021).

1.2. Moodle

Moodle е софтуерен пакет с отворен код за създаване на интернет базирани курсове. Съставен е от модули. Някои от тях са: модул за задание; модул за чат; форумен модул; модул викторина; модул работилница; wiki модул и др.

Програмистите на Moodle работят с PHP и SQL бази данни като MySQL.



Фигура 2. DotLRN архитектура.

Стандарти за електронно обучение

Moodle и DotLRN позволяват на разработчиците да създават нови пакети и модули за приложения (Pastor et al., 2006). И така, университет или организация може да използва и модифицира нов пакет, който е създаден от друга организация, защото е възможно да се знае как е програмиран пакетът. Освен че са платформи с отворен код, те отговарят на някои стандарти или спецификации за електронно обучение, които позволяват обмен на съдържание (информация, тест, учебен софтуер и т.н.) между различни системи за управление на обучението (Yang, 2004). Някои от най-важните са:

- IEEE LOM. Определя концептуална схема на данни, която дефинира структурата на екземпляр на метаданни за учебен обект. Администриране на пакетиране на IMS съдържание (Sancristóbal et al., 2008).
- ADL SCORM. Това е колекция от стандарти и спецификации, адаптирани от множество източници (например IMS пакетиране на съдържание), за да осигурят цялостен набор от възможности за електронно обучение, които позволяват оперативна съвместимост, достъпност и многократна употреба на уеб-базирано учебно съдържание.
- IMS QTI. Той е разработен от глобален консорциум за обучение и описва модел на данни за представяне на данни от въпроси и тестове и съответните им отчети за резултати.

Програма за Виртуални лаборатории

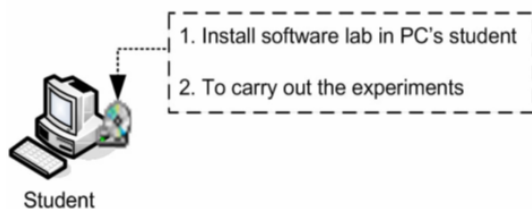
Виртуалната лаборатория, позволява на студента да извършва своите експерименти от компютър по всяко време и навсякъде. Има различни видове виртуални лаборатории:

- Софтуерни лаборатории;
- Виртуални уеб лаборатории;
- Отдалечени уеб лаборатории.

В някои случаи тези лаборатории могат да имат смесени функции.

Те се основават на софтуерни програми, които се изпълняват в компютъра на студента (фиг. 3).

Софтуерни лаборатории

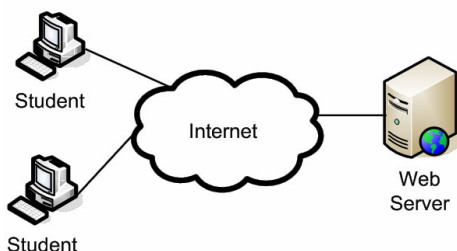


Фигура 3. Софтуерна лаборатория.

Компютърът на студента, трябва да отговаря на хардуерните и софтуерните изисквания и не се изисква интернет връзка.

Виртуални уеб лаборатории

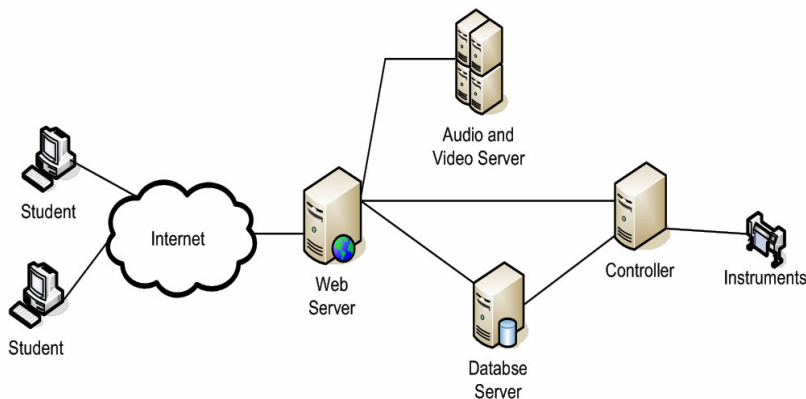
Те са програми, които използват уеб ресурси (фиг. 4). Компютърът на студента трябва да има интернет връзка с широка честотна лента.



Фигура 4. Уеб лаборатория.

Отдалечени уеб лаборатории

Отдалечената лаборатория позволява на студента да извършва своите експерименти с реални инструменти (фиг. 5). Необходим е драйвер за управление на инструмента.



Фигура 5. Архитектура на отдалечена уеб лаборатория.

Структурата на отдалечена лаборатория

- Клиентски или потребителски интерфейс – За създаването на потребителски интерфейс, може да се използват програмни или маркиращи езици, например JAVA, JavaScript, VRML, HTML, XML и др.
- Уеб сървър – Уеб сървърът съдържа шаблони с експериментите, които студентите трябва да извършат с лабораторните инструменти (Guzmán et al., 2005). В този доклад е представен уеб сървър, който внедрява услугите на системата за управление на обучението, шаблоните и комуникацията с отдалечената лаборатория.

- Аудио и видео сървър – Аудио и видео сървърът изпраща видео и аудио данни към потребителския интерфейс. Потребителят може да манипулира уеб камерите, в определени граници, за по-детайлни експерименти.
- Сървър за база данни – Този сървър съхранява цялата информация за експериментите на студента. Уеб сървърът може да записва потребителски данни в таблица на базата данни, например (време, достъп до инструмента, име и др.). В някои отдалечени лаборатории базите данни са интегрирани в уеб сървъра.
- Контролер – Обикновено контролерът си комуникира с инструмента с помощта на GPIB, USB, шина Firewire и т.н., хардуерно събиране на данни или цифров сигнален процесор.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

ILab лаборатория

Могат да се създадат различни отдалечени лаборатории, уеб лаборатории или софтуерни лаборатории с различни езици за програмиране, база данни и др. MIT и Microsoft работят по проекта ILab (Gonzalez et al., 2009). Този проект се основава на възможност за споделяне и управление на онлайн сложни лабораторни експерименти от различни виртуални лаборатории. За да постигне тази цел, MIT разработва пакет от софтуерни инструменти, които го правят възможно.

Споделената архитектура на iLabs има следните цели:

- Да минимизира усилията за разработка и управление за потребителите и доставчиците на отдалечени лаборатории;
- Да осигури общ набор от услуги и инструменти за разработка;
- Да позволи на множество университети с различни мрежови инфраструктури да споделят достъп.

2.1. Класификация на лабораторните опити

ILab Project дефинира три вида лабораторни експерименти:

Групиран експеримент: студентът определя всички параметри, които управляват изпълнението на експеримента, преди експериментът да започне.

Сензорен експеримент: студентът не може да посочи никакви параметри, въпреки че може да е в състояние да избере конкретните сензорни данни, които желае да получи. Провеждането на експеримента се състои в абониране за данни от сензори в реално време, обикновено представени в графичен потребителски интерфейс като виртуална лентова диаграма.

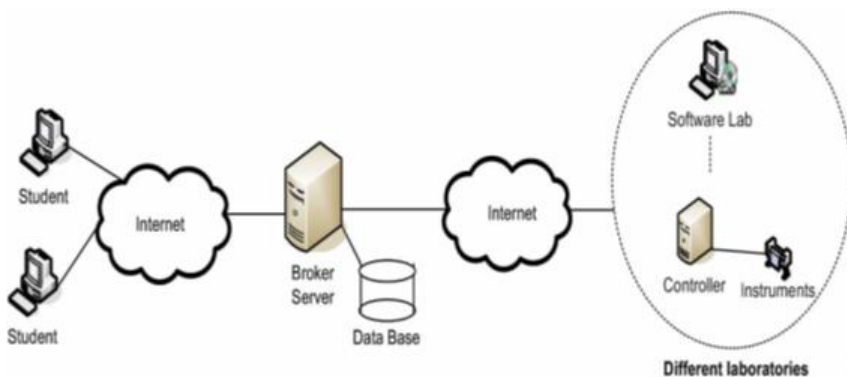
Интерактивен експеримент: студентът обикновено задава серия от параметри, инициира експеримента и след това наблюдава хода на експеримента, променяйки контролните параметри, ако е необходимо.

2.2. ILab архитектура

MIT е проектирал архитектура, която наподобява тристепенна уеб архитектура.

Първото ниво е клиентското приложение на студента, което работи като аplet или като изтеглено приложение на работната станция.

- Средното ниво, наречено Service Broker е подкрепено от стандартна релационна база данни като SQL Server или Oracle.
- Сервизният брокер удостоверява студентите, проверява тяхното разрешение за връзка с конкретен лабораторен сървър, приема спецификация на експеримента и изчаква извличане на резултата, след като експериментът завърши.
- Третото ниво е Lab Server, който изпълнява посочените експерименти и уведомява Service Broker, когато резултатите са готови за извличане.



Фигура 6. Plab архитектура.

2.3. Групирани и интерактивни експерименти

Групирани експерименти

- Потребителят се удостоверява пред Service Broker, който след това използва стандартната техника за уеб сесия на бисквитка за сесия, за да запомни самоличността на потребителя.
- Брокерът на сървъра гарантира за потребителя. Лабораторният сървър няма нужда да поддържа независими потребителски акаунти.
- Service Broker позволява на потребителя да излезе, докато експериментът приключи.

Интерактивни експерименти

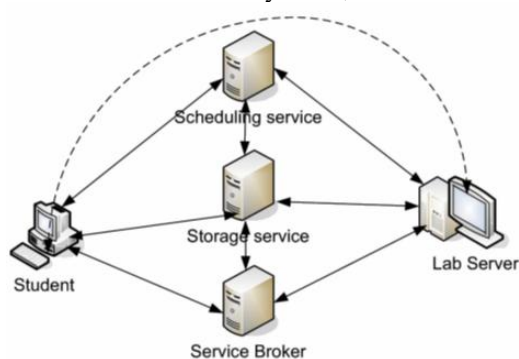
При интерактивните експерименти потребителят трябва непрекъснато да комуникира със сървъра на лабораторията. Следователно, ако използваме посредника на сървъра, както в групираните експерименти, тогава всяко контролно съобщение от студентите до сървъра на лабораторията и всяко съобщение за състояние или резултат от сървъра на лабораторията до клиента ще изисква два мрежови скока вместо един.

Така че в някои случаи студентът и сървърът на лабораторията трябва да комуникират помежду си и следователно е необходима друга услуга, наречена услуга за съхранение на експерименти (ESS) (фиг. 7). Тази услуга съхранява XML и двоични данни от определен експеримент.

2.4. Plab услуги и API

Някои от основните услуги на Plabs са: удостоверяване и оторизация, складова услуга, услуга за планиране, дистанционно управление и др.

Всички университети могат да създадат свой собствен брокер на услуги и да споделят различните виртуални лаборатории, които са създали. Всяка услуга има свой документ със спецификация, където са обяснени API за комуникация с нея.



Фигура 7. Интерактивен експеримент и Service Broker.

2.5. Интеграция на лаборатории и LMS услуги

Виртуалните лаборатории са програмирани с различни инструменти за програмиране (AJAX, J2EE, MATLAB, LABVIEW и др.) и са проектирани със собствена услуга за удостоверяване, комуникационни инструменти и др.

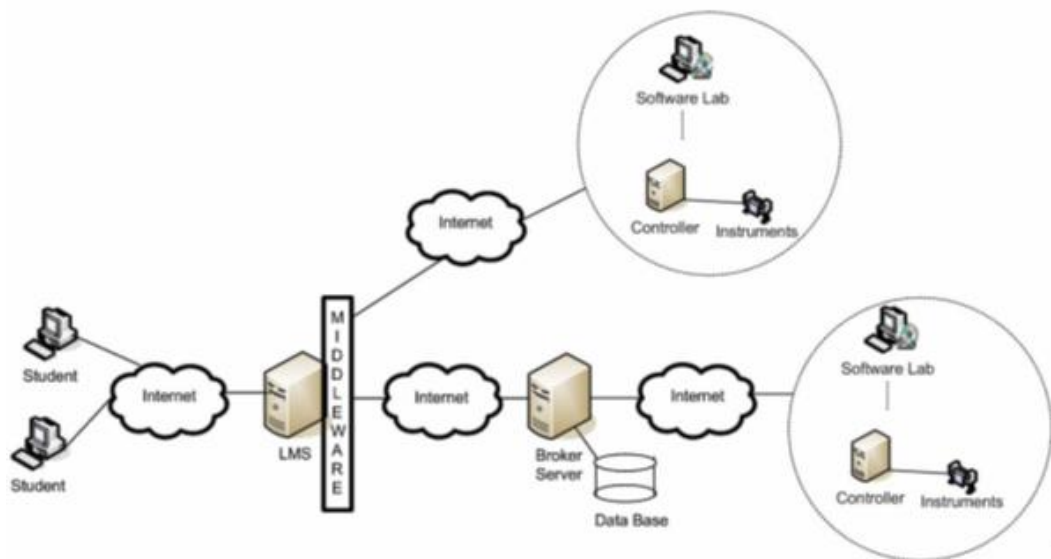
Междинен софтуер позволява комуникация между услуги и данни на LMS с различни отдалечени лаборатории. Във виртуалната лаборатория трябва да бъде интегриран модул или услуга, която да се използва от решението за електронно обучение. Този модул трябва да управлява лабораторните инструменти (в случай на отдалечена лаборатория) и резултатите, които студентите получават от извършването на своите практики.

Нова архитектура

Основната идея е създаването на архитектура, способна да позволи комуникацията между съществуващите услуги от LMS и виртуалните лаборатории (фиг. 8). За да се постигне това се работи с платформи за електронно обучение с отворен код като .LRN и Moodle.

В статия се разглежда и .LRN (потребителски интерфейс). Пакетите в .LRN са приложения, които работят в LMS. Тези пакети се формират от набор от директории и файлове, като най-значимите са:

- WWW директория, където се съхраняват файловете с разширение .adp и .tcl;
- ADP файловете се използват за показване на съдържание. (HTML и TCL);
- TCL файловете се изпълняват преди ADP файловете и се използват за настройка на променливи, структури и т.н.
- SQL директорията е мястото, където се съхраняват файловете на базата данни. SQL файловете се използват за създаване на модела на данни, който пакетът ще използва.
- Директорията TCL съдържа tcl и xql файлове и се използват за създаване на API пакета.
- XQL файловете се изпълняват, за да поискат информация към модела на данни.



Фигура 8. Интегриране на LMS, iLabs и виртуални лаборатории.

На база на това, трябва да се създаде пакет, който да притежава модел на данни, способен да съхранява информацията за експеримента и да създава комуникация с уеб услуги, както и да се намери общият аспект сред всички експерименти и добра комуникация между .LRN и виртуални лаборатории.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представения доклад, автора описва идеята за проект за електронно обучение, при който различни виртуални лаборатории могат да използват предимствата на система за управление на обучението (администриране на потребители, пакетиране на съдържание и т.н.) и обратно. Необходимо е също така, да се изгради междинен софтуер, който позволява взаимно свързване на различни отдалечени уеб лаборатории с LMS без да се налага да се правят много промени. Като иновация, виртуалните лаборатории насърчават устойчив и приобщаващ подход за допълване на ресурсите за знания и обучение.

БЛАГОДАРНОСТИ: Настоящият доклад е подготвен в изпълнение на национална програма „Млади учени и постдокторанти - 2“ към Министерство на образованието и науката България.

ЛИТЕРАТУРА

Alves, G. R., Marques, A., & Bento da Silva, R. (2021, October 26–29). Lab-based education. In *Proceedings of the 9th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)* (pp. 533–535). Barcelona, Spain.

Candelas, F. A. (2003). Propuesta de portal de la Red de Laboratorios Virtuales y Remotos de CEA. Documento desarrollado para Red Temática DocenWeb.

Castro, M. (2005). Laboratorios virtuales para enseñanza en internet – Situación y desarrollo. *I Jornadas Tendencias sobre eLearning*. Madrid.

Domínguez, M., Reguera, P., & Fuertes, J. J. (2005, April). Laboratorio remoto para la enseñanza de la automática en la Universidad de León (Spain). *RIAI: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 2(2).

Garcia, A., Rodríguez, S., Rosales, F., & Pedraza, J. L. (2005, January). Automatic management of laboratory work in mainstream computer engineering courses. *IEEE Transactions on Education*, 48(1).

Gonzalez, M. A. C., Penalvo, F. J. G., Guerrero, M. J. C., & Forment, M. A. (2009). Adapting LMS architecture to the SOA: An architectural approach. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW 2009)* (p. 6). Venice/Mestre, Italy.

Guzmán, J. L., Berenguel, M., Rodríguez, F., & Dormido, S. (2005). Web-based remote control lab using a scale model of greenhouse. *Computer Applications in Engineering Education*, 13(2), 111–124.

Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Jacques, S., Troussas, C., Sgouropoulou, C., & Ouahabi, A. (2022). Grade prediction modeling in hybrid learning environments for sustainable engineering education. *Sustainability*, 14(9), 5205. <https://doi.org/10.3390/su14095205>

Lang, J., Nugent, G. C., Samal, A., & Soh, L.-K. (2006, January). Implementing CS1 with an embedded instructional research design in laboratories. *IEEE Transactions on Education*, 49.

Pastor, R., Hernández, R., Ros, S., & Castro, M. (2006). Especificación metodológica de la implementación y desarrollo de entornos de experimentación. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 1(1).

Sancristóbal, E., Martín, S., Gil, R., Martínez, C., López, E., Oliva, N., Mur, F., Díaz, G., & Castro, M. (2008). Development and interaction between LMS services and remote labs. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 4(3). <https://doi.org/10.3991/ijoe.v4i3.501>

Velihorskyi, O., Khomenko, M., & Nesterov, I. (2020, June 25–26). Remote debugging of embedded systems in STM32CubeMonitor. In *Proceedings of the MC&FPGA-2020 Conference*, Kharkiv, Ukraine. <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2020.007>

Yang, A. (2004). Lab design for distributed computing security. *Consortium for Computer Science in Colleges*.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN TEACHING STUDENTS ON EMBEDDED MICROPROCESSOR SYSTEMS

Dilyana Kashokova

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The integration of artificial intelligence (AI) in education is transforming how complex technical subjects are taught, with tools like ChatGPT offering new avenues for enhancing student learning experiences in embedded microprocessor systems. This review explores the application of AI-driven platforms in teaching embedded systems, focusing on how AI tools facilitate personalized instruction, interactive learning, and real-time code assistance. Through AI-driven conversational support, students gain immediate feedback on coding and debugging tasks, enabling a deeper understanding of critical concepts such as processor architecture, interrupts, and real-time processing. Additionally, AI-enhanced project-based learning approaches provide students with targeted guidance, fostering hands-on skills in microprocessor design and programming. However, challenges such as student over-reliance on AI, limitations in handling complex technical queries, and the need for balanced AI-human teaching interactions remain central considerations. This review synthesizes current findings on AI's role in technical education and discusses future directions for effectively embedding AI in engineering curricula to support skill acquisition, practical understanding, and innovation in embedded systems. By assessing the opportunities and challenges, this study aims to guide educators and researchers in leveraging AI for teaching embedded microprocessor systems, ultimately advancing pedagogical methods in engineering education.

Keywords: Artificial Intelligence, Education, Microcontrollers, Sensors

1. INTRODUCTION

Modern educational practices are increasingly adapting to the demands of a rapidly evolving technological world. In the field of embedded systems, where theory and practice must intertwine seamlessly, the effectiveness of the learning process often relies on learners' ability to interact with real devices in real-time. However, traditional teaching methods frequently face challenges such as limited interactivity, scarce resources, and a lack of personalized approaches.

Artificial Intelligence (AI) offers innovative solutions to address these challenges by integrating interactive platforms and adaptive algorithms into the learning process. Through AI, learners can design, test, and optimize their projects with the assistance of virtual tools.

This paper explores the benefits of leveraging AI in embedded systems education,

Through this research, we seek to provide educators and institutions with insights into integrating AI technologies into their curricula, ultimately empowering students to excel in the rapidly advancing field.

2. LITERATURE REVIEW

Pham et al. (Pham et al., 2023) explore the integration of ChatGPT in an engineering course on embedded systems. Their study shows that students benefit from using AI as a companion for self-directed learning, though they emphasize the need for verification mechanisms to counteract hallucinations from generative AI models.

Caccavale et al. (Caccavale et al., 2025) discuss the role of large language models (LLMs) as virtual tutors within chemical engineering education. They argue that LLMs can enhance personalization in education and reduce teacher workload, with applications shown through a case

course on Good Manufacturing Practices (GMP).

Baalsrud Hauge & Jeong (Baalsrud Hauge & Jeong, 2024) propose that the rise of AI tools, such as ChatGPT, necessitates a curriculum overhaul in engineering education. Their empirical study shows that students can bridge programming gaps using AI, while ethical considerations and assessment integrity remain challenges.

Martín Núñez & Díaz Lantada (Martín Núñez & Díaz Lantada, 2020) present a conceptual framework for AI-aided engineering education, highlighting how AI enhances not just problem-solving but the overall teaching and institutional processes. The study underscores AI's potential to foster inclusive and efficient technical education.

How & Hung (How & Hung, 2019) introduce the concept of AI-Thinking in STEAM, advocating for the integration of Bayesian networks and probabilistic reasoning to support human-centric, interdisciplinary problem-solving. Their educational model promotes intuitive learning through simulations and AI reasoning.

Zhang & Li (Zhang & Li, 2023) explore the technological progress and deployment challenges of AI in embedded systems. They discuss lightweight neural networks, hardware accelerators (FPGA, ASIC, GPU), and real-time edge computing, with future directions focusing on power efficiency and model compression.

Cañavate et al. (Cañavate et al., 2025) analyze the integration of generative AI (GAI) in engineering curricula, emphasizing sustainability and critical thinking. They propose using GAI to free curriculum space, improve socio-enviro-technical integration, and align graduate attributes with evolving workforce demands.

Liu et al. (Liu et al., 2025) present a systematic review of 161 articles on AI in engineering education, classifying applications into seven domains (e.g., virtual labs, tutoring systems, learning analytics). The study highlights AI's transformative impact and outlines future research directions and educational challenges.

Basholli et al. (Basholli et al., 2024) document a case study where ChatGPT was used to formulate and assess exam questions in a Microprocessor Systems course. The paper showcases the tool's utility in simulating real-world decision-making and improving assessment design while advocating for AI-human collaboration in education.

Johnson et al. (Johnson et al., 2024) conducted an experimental study with novice Arduino programmers. The research compared students who used ChatGPT to write Arduino code with those who programmed independently. Results showed that self-programming students had higher posttest scores and self-efficacy. However, ChatGPT users benefited from guided assistance, highlighting its supportive role for beginners despite increased syntax errors.

3. DESCRIPTION OF THE PROJECTS

The study involved two groups of students enrolled in an embedded systems course. Both groups were tasked with completing three identical projects at varying levels of complexity: basic, intermediate, and advanced. The primary distinction between the groups was the AI tool they used for assistance. Group 1 utilized ChatGPT, a conversational AI assistant capable of providing detailed explanations and step-by-step guidance, while Group 2 relied on Copilot, an AI-driven coding assistant designed to suggest code snippets and optimize programming tasks. The purpose of this methodology was to evaluate the comparative effectiveness of these AI tools in supporting students' abilities to understand embedded systems concepts, apply theoretical knowledge, and solve practical problems. The projects were structured to progressively increase.

3.1. Basic level: Automated LED control system

Objective: Objective was to create a simple system that controls a microcontroller array using LEDs and basic I/O operations.

Project Requirements:

Students needed to connect LEDs and a button or sensor to the microcontroller.

They had to write a program to toggle LEDs on and off or implement a blinking pattern triggered by the button press.

The goal of the "Automated LED Control System" project is for students to acquire basic knowledge and skills for working with a microcontroller, input-output pins and basic hardware

components (LED, button, sensor). By creating a simple system for automated LED control, they will learn to configure GPIO pins, understand the logic of input signals, and implement basic programming constructs for control and timing. Completing this project will give them a solid foundation for more complex tasks in embedded systems and interactive electronics, preparing them to work with more complex modules.

3.2. Middle level: Temperature monitoring and display system

Objective: This project requires students to integrate a temperature sensor and display to assemble.

Project requirements:

They need to integrate and connect an LCD display to the microcontroller to display the current temperature values.

The system should update the temperature values in real time, avoiding jitter or delay in the update.

Students must select and integrate appropriate sensor and display libraries to ensure accuracy and compatibility throughout the system.

The aim of the project "Temperature Monitoring and Display System" is to expand the student's skills, acquire at the basic level, and become familiar with the integration of sensors, processing and visualization of real-time data. By connecting a temperature sensor (eg DHT11 or LM35) to a microcontroller integrated into an LCD display, you will gain a deeper understanding of embedded systems. Students will learn to read data from the sensor, process and format it, and present the data dynamically on the display without jitter or maintenance. This will help them develop skills to work with more complex components and processes, optimize their code, and improve their analytical and problem-solving abilities in real-world applications of embedded systems.

3.3. Advanced Level: Home Automation Prototype

Objective: This project aims to give students the opportunity to develop a smart home prototype.

Project requirements:

Wireless Communication: Students must implement wireless technology (eg Wi-Fi or Bluetooth) to remotely control the system via smartphone or voice commands.

Control of multiple devices: The system should allow control of several different devices (eg lighting, fans, electrical outlets, locking mechanisms) and provide smooth switching between them.

Modular architecture and scalability: Code and hardware configuration should be structured modularly to facilitate the addition of new devices or functionality in the future.

Optimization and Reliability: The system must be designed to maintain stable and efficient communication, minimize delays and errors, and provide reliable feedback on the status of managed devices.

The goal of the Home Automation Prototype project at the advanced level is for the student to apply and build on the knowledge and skills acquired from the previous levels to build a multi-functional, smart home system. This project aims to develop skills to integrate complex hardware and software solutions, to work with communication protocols and to manage multiple devices simultaneously. Students will need to create a modular and computer architecture that allows for easy upgrades and the addition of new functionality in the future. You will develop the ability to analyze, optimize and adapt the system, troubleshoot hardware compatibility issues. The implementation of this project will be prepared for real applications in all the more dynamically developing areas of IoT (Internet of Things) and smart homes, giving them valuable practical experience in design and implementation.

4. METHODOLOGY AND TOOLS NEEDED TO IMPLEMENT THE PROJECTS

Students were randomly assigned to Group 1 or Group 2 to ensure balanced representation of skills and knowledge levels. Each group was provided with identical project descriptions, hardware kits, and access to their designated AI tools. Each group completed three projects, one at each level of complexity, requiring integration of hardware and software, with a focus on real-time system design and troubleshooting. Group 1 students interacted with ChatGPT through a

conversational interface, asking questions, seeking conceptual clarifications, and troubleshooting problems. ChatGPT was used extensively for understanding theoretical aspects and debugging code. Group 2 students relied on Copilot for real-time code suggestions, auto-completions, and contextual recommendations, utilizing its prewritten code snippets to adapt them to specific project requirements.

1.1. Basic Level: Automated LED Control System

- ❖ Hardware components:
 - Microcontroller: An Arduino Uno or similar microcontroller that serves as the central unit for controlling the LEDs and buttons.
 - LEDs: For visualization of the system status, for example for on/off indication.
 - Button: For inputting commands by the user, such as toggle.
 - Resistors: For proper functioning of the LEDs and the button.
 - Cables and breadboard: To connect the components.
- ❖ Software Tools:
 - Arduino IDE: Used to write, compile and upload the code to the microcontroller.
 - C/C++: Programming language used to develop the software to control the LEDs and buttons.
 - Libraries: Arduino standard libraries for managing GPIO pins and I/O operations.
- ❖ AI Tools:
 - ChatGPT (Group 1): Used to obtain explanations and advice regarding hardware configuration and code writing.
 - Copilot (Group 2): Used for code automation and receiving suggestions for functions and logic.

Students, faced with the ambiguity or error, describe the situation in as much detail as possible in ChatGPT. They specify the details of the problem, such as which components are used and what the code structure is. They use ChatGPT to ask specific questions about GPIO pin configuration, button operation, and LED control. For example, they asked, "How do I properly connect a button to an Arduino?" or "Why isn't my LED blinking as expected?". After receiving a response from ChatGPT, students read and analyze it. They are provided with troubleshooting methods, theoretical explanations and sample code. ChatGPT has provided sample code for basic functions such as initializing pins, reading inputs from the button, and controlling LEDs.

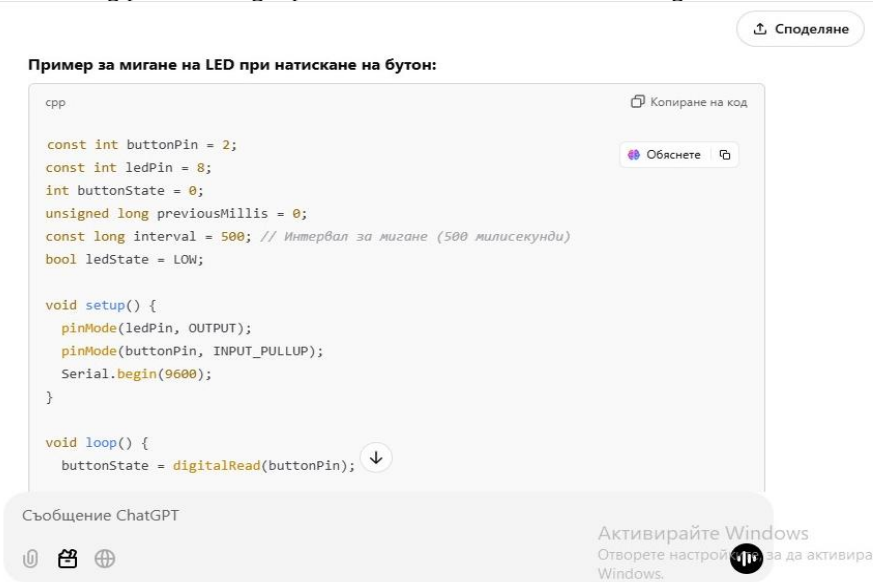


Figure 1. Code for the first project from ChatGPT.

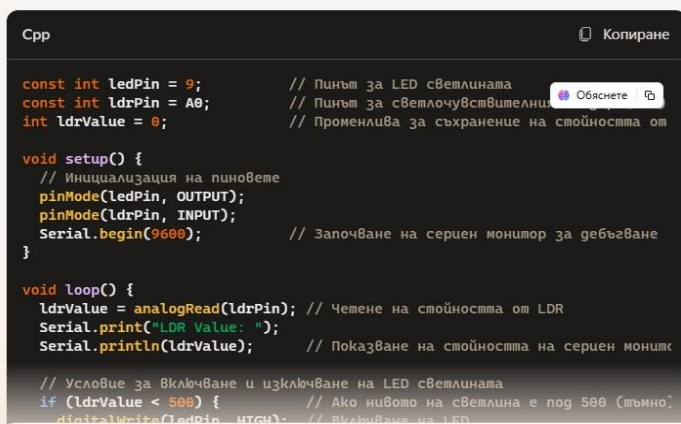
This helped students understand how to structure their code and implement the necessary

logic. When they encountered code errors or system misbehavior, students described the problem to ChatGPT and received step-by-step instructions on how to fix the errors. For example, if the LED wasn't flashing correctly, ChatGPT could suggest checking the timing delays or pin configuration. Based on the guidance received, students modify the code, adjust the hardware configuration, or adapt the project logic. Enter the proposed changes step by step to evaluate how each adjustment affects performance. After applying the corrections, the students upload the modified code to the microcontroller and carefully observe the behavior of the system. They verify that the problem is resolved and that the system is working as expected. When new difficulties arise or system behavior is not as expected, students refer to ChatGPT.

The students in the second group using Copilot started with the basic code for the project and Copilot automatically suggested additions and features. For example, when writing a function to initialize an LED, Copilot can offer ready-made templates for this. When Copilot suggests code snippets that require adaptation or correction, students make the necessary changes to fit the specific needs of their project. This includes changing pins, adjusting function parameters, or optimizing logic for better performance. Students use their own understanding and experience to adapt the code.

2. Свържете LED светлината към цифровия пин 9 през 220Ω резистор.

Примерен код:



```

Срп Копиране

const int ledPin = 9;           // Пинът за LED светлината
const int ldrPin = A0;          // Пинът за светлочувствителен сензор
int ldrValue = 0;               // Променлива за съхранение на стойността от

void setup() {
    // Инициализация на пиновете
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(ldrPin, INPUT);
    Serial.begin(9600);         // Започване на сериен монитор за дебъгване
}

void loop() {
    ldrValue = analogRead(ldrPin); // Чете на стойността от LDR
    Serial.print("LDR Value: ");
    Serial.println(ldrValue);    // Показване на стойността на сериен монитор

    // Условие за включване и изключване на LED светлината
    if (ldrValue < 500) {        // Ако ниво на светлина е под 500 (тъмно),
        digitalWrite(ledPin, HIGH); // Включване на LED
    }
}

```

Съобщение до Copilot

Активирайте Windows
Отворете настройките, за да активирате Windows.

Figure 2. Code for the first project from Copilot.

1.2. Middle level: Temperature monitoring and display system

❖ Hardware components:

- Microcontroller: An Arduino Uno or similar microcontroller used to collect data from the temperature sensor and control the LCD display.
- Temperature sensor: DHT11 or LM35 for temperature measurement.
- LCD display: 16x2 LCD display for visualization of temperature data.
- Cables and breadboard: To connect the sensor and display to the microcontroller.

❖ Software Tools:

- Arduino IDE: Used to write, compile and upload the code to the microcontroller.
- C/C++: Programming language for the development of the software for the collection, processing and visualization of the temperature data.
- Libraries: Libraries for working with the sensor (e.g. DHT library) and for controlling the LCD display (e.g. LiquidCrystal library).

❖ AI Tools:

- ChatGPT (Group 1): Used for sensor and display integration explanations and for debugging data acquisition and processing.
- Copilot (Group 2): Used to generate functions to read data from the sensor and refresh the display.

Students used ChatGPT to ask questions about connecting the temperature sensor and LCD display to the Arduino. For example: "How to connect DHT11 to Arduino?", "What I2C LCD pins should I use to connect to Arduino Uno?". After successfully implementing the main functionality, the students asked additional questions to expand the project:

"How to add humidity display feature?"

"How do I calibrate the DHT11 for more accurate data?"

ChatGPT 4o

Споделяне

Свързване на DHT11 към Arduino

Схема на свързване

lua

Копиране на код

DHT11	Arduino
VCC	-----> 5V
GND	-----> GND
DATA	-----> Digital Pin 7

Подробни стъпки:

- Захранване на DHT11:
 - Свържете пина VCC на DHT11 към пина 5V на Arduino.
 - Свържете пина GND на DHT11 към пина GND на Arduino.
- Свързване на сигнала пин (DATA): ↓

Съобщение ChatGPT

Активирайте Windows
Отворете настройките, за да активирате Windows.

ChatGPT може да прави грешки. Проверете важна информация.

Figure 3. Tutorials from ChatGPT.

The second group using Copilot takes advantage of the automated suggestions and code snippets the tool provides. This process included writing the basic code, adapting the solutions proposed by Copilot and integrating the hardware components to successfully implement the project. Students started by entering a comment to create the initialization code:

Влизане

Примерен код:

Сър

Копиране

Обяснете

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>

// Настройки за DHT сензора
#define DHTPIN 2 // Пинът, към който е свързан DHT сензорът
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

// Настройки за LCD дисплей
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // I2C адрес 0x27, 16 колони, 2 реда

void setup() {
  // Инициализация на сериен монитор
  Serial.begin(9600);

  // Инициализация на DHT сензора
  dht.begin();
}
```

Съобщение до Copilot

Активирайте Windows
Отворете настройките, за да активирате Windows.

Figure 4. Tutorials from Copilot.

Students find it difficult to understand the logic behind some of the code produced, which requires further explanation.

1.3. Advanced Level: Home Automation Prototype

- ❖ Hardware components:
 - Microcontroller: Arduino Uno or other powerful microcontroller capable of controlling multiple devices and wireless communication.
 - Wireless modules: Wi-Fi module (e.g. ESP8266).

- Relays: For controlling electrical devices such as lighting, fans and locking mechanisms.
 - Sensors: Motion, temperature and light for automation and monitoring of home devices.
 - Mobile phone or voice assistants: To send commands to the system through a mobile application or voice commands.
 - Cables and breadboard: To connect all components.
- ❖ Software Tools:
- Arduino IDE: Used to write, compile and upload the code to the microcontroller.
 - C/C++: A programming language for home automation control software development.
 - Libraries: Libraries for wireless communication (e.g. WiFi library), relay and sensor control, and libraries for integration with smartphones or voice commands.
- ❖ AI tools:
- ChatGPT (Group 1): Used for explanations about wireless communication, integration of different devices and sys optimization.
 - Copilot (Group 2): Used to generate features for wireless communication, relay control, and integration with mobile applications or voice commands.

In the Home Automation Prototype project, students from the first group used ChatGPT as an assistant to handle the more complex aspects of development, which include integration of multiple hardware components, wireless communication, and creation of mobile or voice interfaces. Here's how ChatGPT helped them at various stages of their implementation: The students began by reaching out to ChatGPT for ideas and advice on the overall system design:

"What components are needed to build a home automation prototype?"

"How should I structure the lighting, temperature and security control system?"

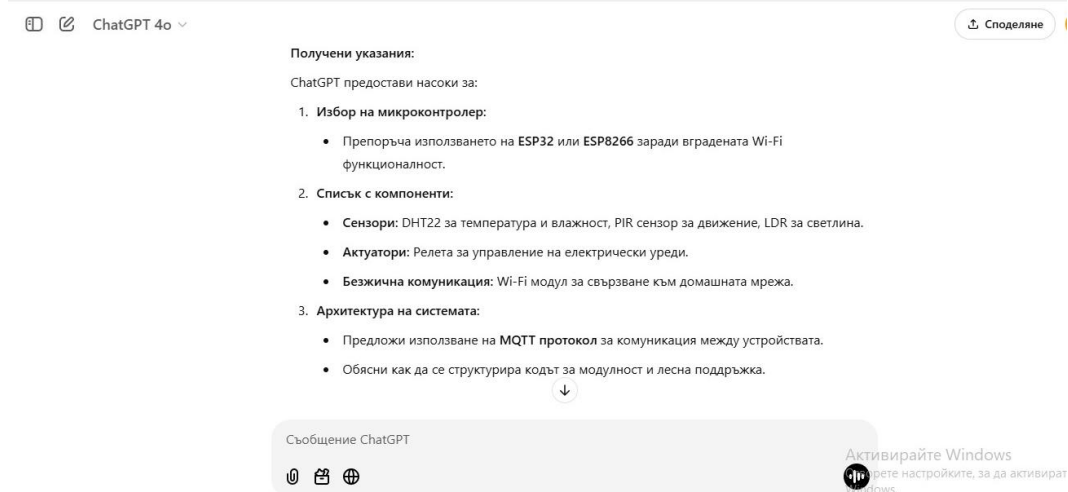


Figure 5. Directions received from ChatGPT.

5. RESULTS

The two groups executed the same project (Home Automation Prototype) but with different support tools: ChatGPT (Group 1) and Copilot (Group 2).

Project stage	Group 1 (ChatGPT)	Group 2 (Copilot)
Planning and design	1h	2h
Connecting the hardware	2h	3h
Writing the main code	3h	4h
Testing and debugging	3h	4h
Total time to conversion	9h	13h

Figure 6. Implementation time.

Group 1 – Students spent more time understanding the logic behind the code and exploring the concepts offered by ChatGPT. They created a detailed planned and stable project with a deep understanding of every stage.

Group 2 – Thanks to the automated suggestions, the students completed the project but faced problems adapting and understanding the code.

Aspect	Group 1 (ChatGPT)	Group 2 (Copilot)
Approach to development	Analytical and educational	Fast and automated
Execution speed	Faster (9 hours)	Slower (13 h)
Acquired knowledge	Deep understanding of IoT concepts	Limited understanding, dependence on AI
Applicability of the code	Easily expandable and customizable	Difficult to adapt to more complex requirements
Overall efficiency	Greater stability and long-term reliability	Faster implementation, but with more limitations

Figure 7. Comparison of key aspects.

Group 1 (ChatGPT)

Strengths: Deeper understanding of the project, more stable and optimized code.
Weaknesses: Longer turnaround time.

Group 2 (Copilot)

Strengths: Faster execution thanks to automated suggestions.
Weaknesses: Less understanding of the concepts and difficulties in adapting the code.

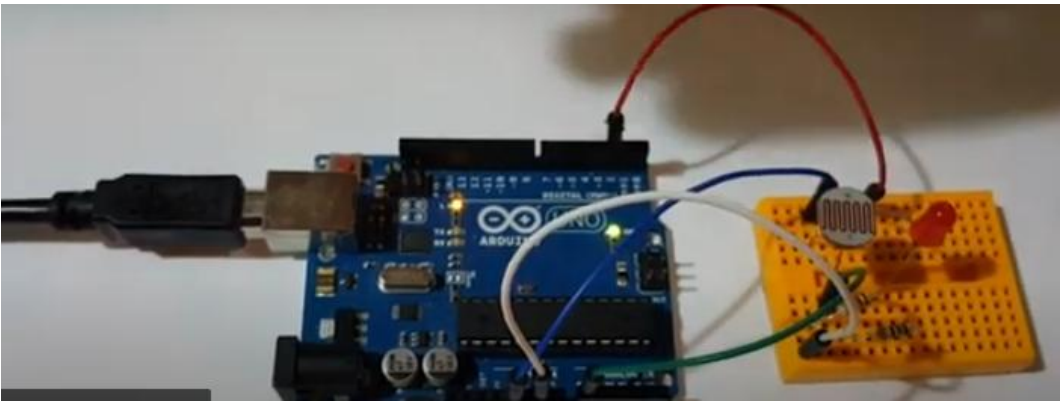


Figure 8. Automated LED control system.

AI tools like ChatGPT and Copilot have greatly facilitated the design, coding and problem solving processes. In real-time, these tools provided guidance and solutions that helped reduce the time it took to complete complex tasks.

6. CONCLUSION

The projects implemented by both groups highlight the enormous potential of artificial intelligence (AI) as a tool for training, development and integration of real-time embedded systems. Project analysis reveals both the advantages and limitations of AI tools used in different contexts. AI tools significantly reduce development time, especially in real-time systems where fast response is critical.

The use of AI tools like ChatGPT and Copilot has revolutionized the teaching and learning of embedded microprocessor systems. By providing real-time support, personalized guidance, and efficient coding solutions, these tools equip students with the skills and confidence needed to excel in a rapidly evolving technological landscape. When implemented thoughtfully, AI not only enhances project outcomes but also prepares students to become innovative.

REFERENCES

- Baalsrud Hauge, J., & Jeong, Y. (2024). Does the improvement in AI tools necessitate a different approach to engineering education? In *Sustainable production through advanced manufacturing*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/ATDE240211>
- Basholli, F., Ciko, E., & Hoxha, K. (n.d.). The use of GPT Chat in the preparation of the test for the control of students' knowledge in microprocessor systems. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29751.70564>
- Caccavale, F., Gargalo, C. L., Kager, J., Larsen, S., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2025). ChatGMP: A case of AI chatbots in chemical engineering education towards the automation of repetitive tasks. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100354. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100354>
- Cañavate, J., Martínez-Marroquín, E., & Colom, X. (2025). Engineering a sustainable future through the integration of generative AI in engineering education. *Sustainability*, 17(7), 3201. <https://doi.org/10.3390/su17073201>
- How, M. L., & Hung, W. L. D. (2019). Educing AI-thinking in science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education. *Education Sciences*, 9(3), 184. <https://doi.org/10.3390/educsci9030184>
- Johnson, D. M., Doss, W., & Estepp, C. M. (2024). Using ChatGPT with novice Arduino programmers: Effects on performance, interest, self-efficacy, and programming ability. *Journal of Research in Technical Careers*, 8(1). <https://doi.org/10.9741/2578-2118.1152>
- Liu, C., Wang, G. C., & Wang, H. F. (2025). The application of artificial intelligence in engineering education: A systematic review. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3532595>
- Martín Núñez, J. L., & Díaz Lantada, A. (2020). Artificial intelligence aided engineering education: State of the art, potentials and challenges. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1740–1751.
- Pham, T., Nguyen, T. B., Ha, S., & Ngoc, N. T. N. (2023). Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(5), 1–19. <https://doi.org/10.14742/ajet.8825>
- Zhang, Z., & Li, J. (2023). A review of artificial intelligence in embedded systems. *Micromachines*, 14(5), 897. <https://doi.org/10.3390/mi14050897>

ДИНАМИЧНА СИМУЛАЦИЯ НА ПРОЦЕСА ЗА ПОЛИРАНЕ НА МИКРОЛЕЩА В СРЕДА НА CAD/CAE СОФТУЕР

Валери Бакърджиев

Технически Университет – София, Филиал Пловдив

A DYNAMIC SIMULATION OF THE MICROLENS POLISHING PROCESS IN CAD/CAE SOFTWARE

Valeri Bakardzhiev

Technical University – Sofia, Plovdiv Branch

Abstract: The optical manufacturing technology goes through several key stages, the last of which is polishing the optical piece. In order to polish the optical surface and obtain the required accuracy, it is necessary to have suitable polishing slurry and a polishing tool. Optical tool construction is not an easy task and it is often associated with a lot of samples and waste of technological time. To date, simulation methods for the polishing process are being sought. In this article it will be considered the options for simulation the polishing process when constructing polishing tools in CAD/CAE software environment.

Keywords: Lenses, Optical tool, CAD/CAE, Dynamic simulation

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Полирането е последният технологичен процес в технологията за обработка на оптични детайли. Технологичният процес на полиране отнема доста време и го прави ключов за изследвания в тази област. От доста години се търсят различни технологични решения за ускоряването на процеса и повишаването на производителността на оптичното производство като цяло. При него се осъществява механичен контакт между детайла и полиращия инструмент. Полиращият инструмент (Karow, 2004; Brown & Cook, 1984) е покрит с определена полираща подложка, изработена от следните съединения: филцови, термопластични, полимерни и други. Карбоксилните групи на

полиращата подложка взаимодействат с повърхността на полирания детайл и се отнема стъклена маса. Полирането е свързано с прецизен подбор на полираща подложка и полираща суспензия. При полирането се търси максимална чистота и точност на повърхнината на оптичния детайл. С подходящ подбор на полираща подложка и суспензия може да се постигне първото, но точността на повърхнината зависи и от правилната настройка на полиращата машина. Полиращата машина, показана на фигура 1, разполага с 3 полиращи глави, на всяка от които се монтира по един оптичен детайл.



Фигура 1. Полираща машина тип PM-3GN2.

2. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

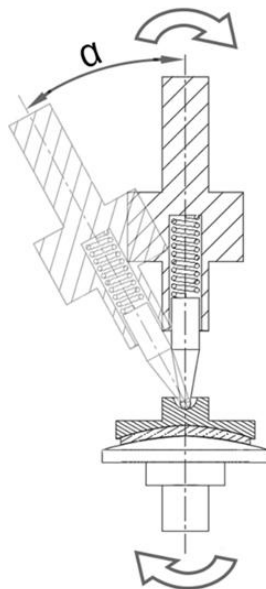
Методът на изследване е динамична симулация на ъгъла на отклонение на оптичния детайл спрямо полиращия инструмент. Чрез симулацията ще се определи дали предварително изчисленият ъгъл покрива изцяло полирания детайл. Чрез тази методика ще бъде възможно конструкторите на оптични инструменти да симулират някои параметри, за да се избегнат корекции на инструментите в бъдеще, което ще спести време и производствени разходи. На фигура 2 е показана една работна глава на машина за полиране. За изчисляване на ъгъла на осцилация α се използва следния израз:

$$\sin \alpha = \frac{d}{2R} \quad (1)$$

където:

d – диаметърът на полиращия инструмент;

R – радиусът на полираната леща.



Фигура 2. Схема на работна глава на машина за полиране.

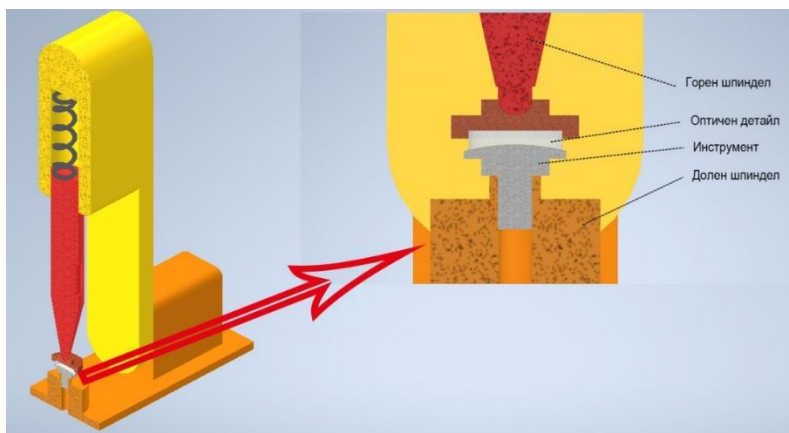
3. ОБРАБОТКА НА ОПИТНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Беше извършена динамична симулация (Younis, 2022; Любомиров et al., 2024) на оптичен детайл със софтуер AutoDesk Inventor (Autodesk, 2024). За динамичната симулация беше използван оптичен детайл от производството на „Микро Вю Ендоскопи Оптик“ АД със следните параметри:

- диаметър на оптичния детайл: $d=0,0055\text{m}$;
- радиус на оптичния детайл: $R=0,001122\text{m}$;
- диаметър на полиращия инструмент: $d_i=0,006\text{m}$;
- изчислен ъгъл на осцилация: $\alpha=15.66^\circ$.

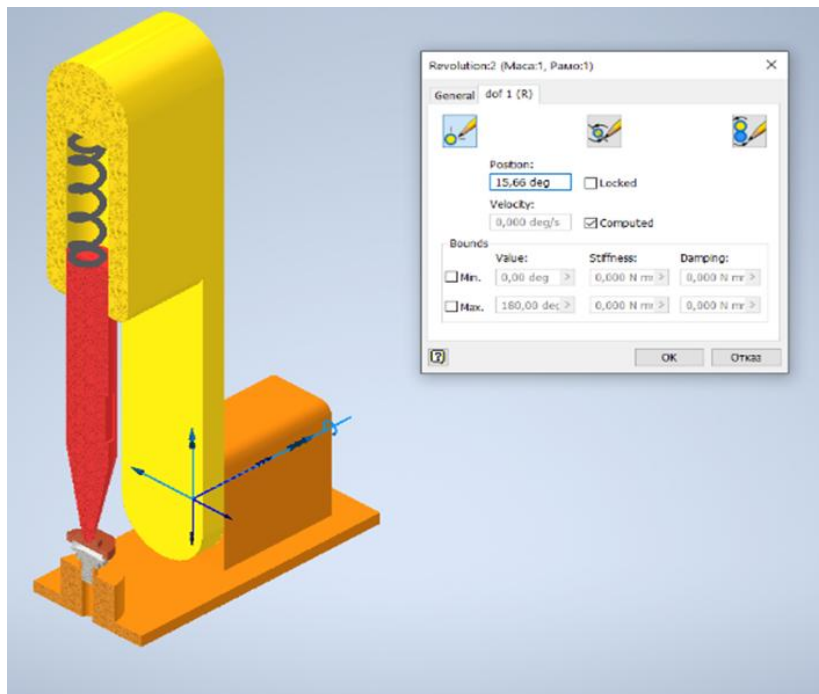
Симулацията премина през няколко основни стъпки:

1. Беше създаден 3Д модел, показан на фигура 3, който се състои от полираща глава с два шпиндела и корпус, както и пружина за създаване на постоянна сила при полиране. Механизмът се състои от 4 степени на свобода.

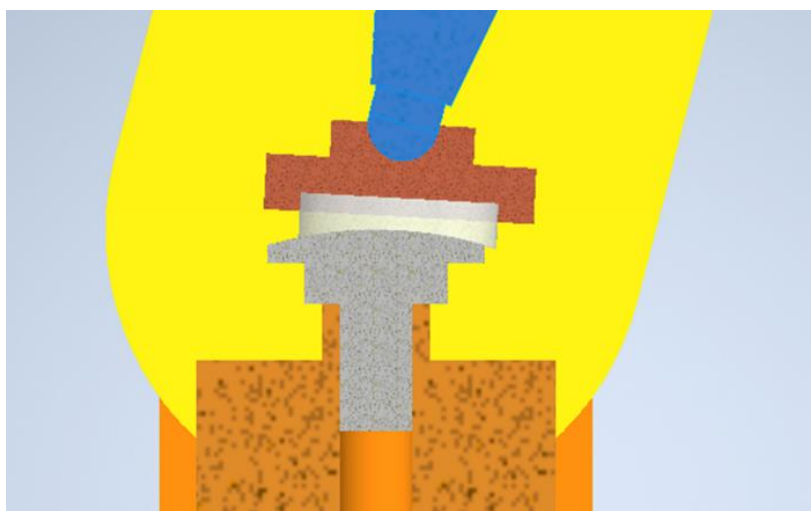


Фигура 3. Модел за динамична симулация.

2. В Dynamic Simulation на Inventor се задава центърът на тежестта, както и движението на механизма. Движението, показано на фигура 4, се задава спрямо корпуса и горния шпиндел. При полиращата машина всеки шпиндел се върти с произволна ъглова скорост, придавана чрез ремъчна предавка от стъпков мотор. Осцилацията се реализира по няколко различни начина – или чрез винтова предавка, или чрез редуктор. Машините от серията PM 1-4 и PM-3GN2 използват безхлабинен редуктор със сервомотор с обратна връзка. Ъгълът на осцилация се задава от -45° до 0° . За извършването на динамична симулация беше изчислено, че ъгълът на осцилация спрямо изходните данни е $\alpha = 15.66^\circ$.



Фигура 4. Симулация на ъгла на осцилация при $15,66^\circ$.



Фигура 5. Задаване на ъгла на осцилация.

3. След като е зададен ъгълът на осцилация, може да се види чрез плеъра на симулацията движението на оптичния детайл спрямо полиращия инструмент. На фигура 5 е показан резултатът от извършеното движение.
4. С Inventor могат да се видят ускоренията и скоростите на всяко едно звено, но в нашия случай не е необходимо, защото обект на изследване е само ъгълът на осцилация.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване могат да се направят следните изводи:

- Приложената методика за динамична симулация в CAD среда показва с достатъчна точност движението на полиращия инструмент, което води до предвидими резултати в процеса на проектиране. Ще бъде избегнато производството на нулеви серии за оптимизация на полиращия инструмент.
- Чрез динамичната симулация може да се определи както ъгълът на осцилация, така и началният ъгъл, от който да започва самата осцилация. Това се налага, за да се подобри полирането в оптичния център на полирания детайл.
- Извършената динамична симулация не може напълно да симулира физикохимичните процеси на полиране, защото те зависят от вида на полиращата подложка и полиращата суспензия. Софтуерът симулира само механичното движение на инструмента спрямо полирания детайл.
- При симулацията не се отчитат ъгловите скорости на инструмента и оптичния детайл, както и силата на натиск. Самите скорости зависят от типа на полиращата подложка и от типа на използваното оптично стъкло.
- Чрез предложената методика може да се коригира полиращият инструмент изчислен по класическата методика, изложена в научната литература. Това неизменно ще доведе до подобряване на качеството на инструментите, използвани при полирането на оптични детайли.

ЛИТЕРАТУРА

- Autodesk Inc. (2024, November). *Autodesk Inventor – Product overview*. <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Brown, N. J., & Cook, L. M. (1984). The role of abrasion in the optical polishing of metals and glasses. In *The Science of Polishing Topical Meeting, Technical Digest*.
- Karow, H. (2004). *Fabrication methods for precision optics*. Wiley. ISBN 978-0-471-70379-2
- Younis, W. (2022). *Up and running with Autodesk Inventor Professional 2023 – Dynamic simulation*. Independently published. ISBN 979-8423764951
- Любомиров, С., Велев, Е., & Рупецов, В. (2024). Методика за автоматизирано проектиране на приспособления в условията на CAD среди. *Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, серия В. Техника и технологии, XXI*, ISSN 2534-9384 (Online)
- Микро Вю Ендоскопи Оптик АД. (2024, November). *Официален сайт*. <https://micro-view.bg/>

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОСНОВНИТЕ ПАРАМЕТРИ ЗА ПОЛИРАНЕ НА ОПТИЧНИ ДЕТАЙЛИ ВЪРХУ ВРЕМЕТО ЗА ПОЛИРАНЕ

Валери Бакърджиев

Технически Университет – София Филиал Пловдив

RESEARCH INTO THE IMPACT OF THE BASIC POLISHING PARAMETERS OF OPTICAL PARTS ON POLISHING TIME

Valeri Bakardzhiev

Technical University – Sofia, Plovdiv Branch

Abstract: Polishing optical materials is an essential technological process for the optical manufacturing. It is achieved light transmittance and accuracy when polishing the optical surface. The process is mainly performed by a machine, but it takes a long time, thus affecting the efficiency of the whole optical manufacturing. While polishing, the operator adjusts the angular velocity of the polishing tool, the angular velocity of the workpiece and the force of the workpiece on the polishing tool. The aim of the paper is to research whether the polishing stages are affected by the angular velocity of the polishing tool, the angular velocity of the workpiece and the force.

Keywords: Lens, Optical parts, Polishing tool

1. ВЪВЕДЕНИЕ

След финото шлифование повърхностите на оптичните детайли все още нямат необходимата гладкост. По тях остават микронеровности от порядъка на 2 до 3 микрометра. Преминаващата през тях светлина се разсейва и затова е необходима по-нататъшна обработка до получаване на пълна прозрачност. Това се постига чрез полиране на детайла чрез определени полиращи подложки и подходяща суспензия (Brown & Cook, 1984).

Полиращата машина разполага с няколко полиращи глави – от 1 до 6, на всяка от които се монтира по един оптичен детайл. Машината има осцилиращо движение на горния шпиндел в диапазона $\pm 45^\circ$ и по този начин се обхожда сферичната повърхнина на детайла. Големината на ъгъла се задава в зависимост от радиусите на полиращата леща. Горният шпиндел има ъглова скорост, която се регулира в диапазон 0-300 rpm. (Karow, 2024)

Чрез подходящ нипел се монтира обработваният детайл и той му придава съответната



Фигура 133. Конзола за групово полиране на оптични детайли.

ъглова скорост. През оста на горния шпиндел се придава постоянен натиск, който също се регулира от 0 до 0,5kg, за да може да се осигури контакт между полирания детайл и полировника. На долния шпиндел се монтира полиращият инструмент с подходяща полираща подложка. Шпинделът се върти с регулируема ъглова скорост в диапазон от 50 до 2500rpm.

2. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Методът на изследване се основава на експеримент, извършен в „Микро Вю Ендоскопи Оптик“ АД, който включва полиране на серия вдлъбнати оптични детайли от оптично стъкло тип N-BaF52, с радиус 11,22mm. Диаметърът на заготовката е 4mm. Детайлът е групов на 3 реда: на първи ред – 3 броя, на втори ред – 9 броя и на трети ред – 12 броя. Диаметърът на блока е 21,26mm. Детайлите са твърдо блокирани към носеща конзола. При полирането е използвана полираща суспензия тип CERI 3000 G (Pieplow & Brandt GmbH, 2024) на базата на цериев оксид, а за подложка за полиране е използвано фолио тип GR35 с дебелина 0,81mm. Извършва се промяна на ъгловата скорост на инструмента и обработваните детайли и се засича времето за полиране. Груповата конзола се монтира на долния шпиндел на машината, а полировникът с полиращата подложка на горния шпиндел. Чрез пневманиката се променя натискът между полировника и обработваните детайли. Качественият контрол на всеки оптичен детайл се извършва на интерферометър.

3. ОБРАБОТКА НА ОПИТНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Чрез статистическа обработка на модела ще се определи кой от изброените параметри – ъгловата скорост на долния шпиндел, ъгловата скорост на горния шпиндел или натискът върху полирания детайл в най-голяма степен ще съкрати времето за полиране. Множественият регресионен модел има следния вид (Чипева & Бошнаков, 2015):

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \varepsilon \tag{2}$$

където:

- Y – зависимата променлива;
- X – факторната променлива;
- β_n – параметрите на модела;
- ε – стохастичната част на модела.

Регресионното уравнение ще има вида:

$$Y' = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \tag{3}$$

За оценка на параметрите се прилага множествен линеен регресионен модел. За тази цел се съставя система от нормални уравнения, получени от последователно диференциране на остатъчната функция спрямо всеки от параметрите на модела.

$$\begin{cases} \Sigma Y = nb_0 + b_1\Sigma X_1 + b_2\Sigma X_2 + b_3\Sigma X_3 \\ \Sigma YX_1 = b_0\Sigma X_1 + b_1\Sigma X_1^2 + b_2\Sigma X_1X_2 + b_3\Sigma X_1X_3 \\ \Sigma YX_2 = b_0\Sigma X_2 + b_1\Sigma X_1X_2 + b_2\Sigma X_2^2 + b_3\Sigma X_2X_3 \\ \Sigma YX_3 = b_0\Sigma X_3 + b_1\Sigma X_1X_3 + b_2\Sigma X_3X_2 + b_3\Sigma X_3^2 \end{cases} \tag{4}$$

Бяха направени поредица от експерименти, представени в таблица 1, при които се изменяха основните параметри на полиране.

Таблица 1. Изходни данни.

№	Време за полиране, s	Ъглова скорост ДШ, rad/s	Ъглова скорост ГШ, rad/s	Сила на натиск, N	Оценени стойности на модела		
i	Y	X ₁	X ₂	X ₃	Y'	Y'^2	Y'^3
1	600	41.89	31.42	4.9	661.84	438032.00	289907042.25
2	720	52.36	29.32	4.41	831.58	691526.30	575059853.56
3	1200	62.83	26.18	2.94	1115.46	1244242.01	1387897177.82
4	1500	73.3	23.04	2.45	1394.16	1943685.66	2709811285.18
5	1680	83.78	18.85	1.96	1782.83	3178477.10	5666679227.52
6	2160	94.25	15.71	1.47	2061.53	4249921.23	8761355859.58
7	2520	104.72	12.57	0.98	2340.24	5476718.65	12816830679.10

8	3060	115.19	8.38	0.49	2728.96	7447204.31	20323097603.80
9	2880	125.66	5.24	0.98	3002.49	9014957.53	27067336863.81
10	1920	136.14	12.57	1.47	2179.00	4748026.95	10345935423.82
11	1320	146.61	18.85	1.96	1465.56	2147879.21	3147855457.83
12	720	157.08	23.04	2.45	971.11	943052.77	915807069.77
13	480	167.55	26.18	2.94	586.67	344176.90	201916858.89
14	300	178.02	29.32	4.41	197.05	38829.78	7651515.46
15	180	188.5	31.42	4.9	-78.48	6158.53	-483298.63

Таблица 2. Регресионен анализ в MSExcel (Microsoft Inc).

Regression Statistics	
Multiple R	0.981440909
R Square	0.963226257
Adjusted R Square	0.953197055
Standard Error	202.6889807
Observations	15

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	11837048.95	3945682.98	96.04215838	3.5873E-08
Residual	11	451911.0518	41082.8229		
Total	14	12288960			

	Coefficient	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	4191.20	222.94	18.80	1.03728E-09	3700.51	4681.90
X_1	-5.05	1.16	-4.35	0.001150672	-7.60	-2.50
X_2	-104.77	19.30	-5.43	0.000207266	-147.25	-62.30
X_3	-5.28	110.73	-0.96	0.962853998	-248.99	238.44

Коефициентите на регресионното уравнение в оценения модел са:

$$b_0=4191.2 \quad b_1=-5.05 \quad b_2=-104.77 \quad b_3=-5.28 \quad (5)$$

За верифициране на модела се налага да се анализират интервалните оценки на модела при вероятност 95%. Съгласно резултатите, получени в таблица 2, интервалните оценки на модела са:

$$3700.51 \leq \beta_0 \leq 4681.9 \quad (6)$$

$$-7.6 \leq \beta_1 \leq -2.5 \quad (7)$$

$$-147.25 \leq \beta_2 \leq -62.3 \quad (8)$$

$$-248.99 \leq \beta_3 \leq 238.44 \quad (9)$$

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване могат да се направят следните изводи:

- От стойността на Multiple R или тъй-нареченият „корелационен коефициент на Пирсън“, може да се определи връзката между факторите и зависимата променлива. Стойността е 0,98 и следователно връзката между факторите и зависимата променлива е много силна.
- Стойността на R Square или коефициентът на детерминация на модела показва, че 96% от стойностите на двете ъглови скорости и натоварването пряко влияят върху времето за полиране.
- Significance F емпиричната характеристика на критерия се определя дали предложеният модел е адекватен. В случая е много малко число $-3,58 \cdot 10^{-8}$, което е много по-малко от $\alpha=0,05$, т.е. съответният параметър отхвърля нулевата хипотеза и регресионният анализ е адекватен.
- От стойността в полето P-value се определя, че статистически значими са коефициентите b_0 , b_1 и b_2 , защото $P\text{-value} \leq \alpha$, отхвърля се нулевата хипотеза и коефициентът е статистически значим. При $P\text{-value} \geq \alpha$ се приема нулевата хипотеза и съответният коефициент е статистически незначим. От таблица 2 се

вижда, че статистически незначим е само коефициентът b_3 . Може да се направи заключение, че само силата на натиск няма значим ефект върху времето за полиране. Ъгловата скорост на долния шпиндел и ъгловата скорост на горния шпиндел оказват пряко влияние върху времето за полиране.

- На базата на изложеното в доклада може да се твърди, че с повишаването на ъгловата скорост на шпинделите на полиращата машина ще се намали драстично времето за полиране.
- Резултатите от анализа показват висок процент на детерминация и статистическа адекватност, но въпреки това моделът може да бъде подобрен. Може да се извърши подобряване на модела, чрез прецизиране на неговата спецификация, т.е. да се направи избор на определящи променливи.

БЛАГОДАРНОСТИ: Изследването е подкрепено от фирма „Микро Вю Ендоскопи Оптик“ АД.

ЛИТЕРАТУРА

Brown, N. J., & Cook, L. M. (1984). The role of abrasion in the optical polishing of metals and glasses. In *The Science of Polishing Topical Meeting, Technical Digest*.

Karow, H. (2004). *Fabrication methods for precision optics*. Wiley. ISBN 978-0-471-70379-2

Microsoft Inc. (2024, November). *Microsoft Excel – Microsoft 365*.
<https://www.microsoft.com/bg-bg/microsoft-365/excel>

Pieplow & Brandt GmbH. (2024, November). *Company website*. <https://pieplow-brandt.de/en/>

Микро Вю Ендоскопи Оптик АД. (2024, November). *Официален сайт*. <https://micro-view.bg/>

Чипева, С., & Бошнаков, В. (2015). *Въведение в иконометрията*. Издателски комплекс – УНСС. ISBN 978-954-644-7

**КЛЮЧОВИ АСПЕКТИ НА ФУНКЦИОНАЛНАТА СИГУРНОСТ,
ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ И КРИТЕРИИТЕ ЗА ВЕРИФИКАЦИЯ И
ВАЛИДАЦИЯ В АВТОМОБИЛНИТЕ И ИНДУСТРИАЛНИТЕ
СИСТЕМИ: ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА**

Никола Митов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**KEY ASPECTS OF FUNCTIONAL SAFETY, DIGITAL TWINS, AND
VERIFICATION & VALIDATION CRITERIA IN AUTOMOTIVE AND
INDUSTRIAL SYSTEMS: A LITERATURE OVERVIEW**

Nikola Mitov

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: Functional safety and digital twins are two critical concepts in modern industrial and automotive systems. Functional safety ensures that systems operate safely, even in the presence of faults, while digital twins provide real-time digital representations of physical systems, offering significant benefits in monitoring, analysis, and optimization. This literature overview examines key research, standards, and applications related to functional safety, digital twins, and the role of verification and validation (V&V) criteria, highlighting their contribution to enhancing safety and efficiency in both automotive and industrial systems. However, the paper also identifies a significant gap: there is no clear definition of criteria for the application of digital twins in V&V activities in accordance with functional safety standards.

Keywords: functional safety, digital twins, verification, ISO 26262, IEC 61508

1. INTRODUCTION

In modern industries and automotive systems, safety and operational efficiency are paramount concerns for system designers and engineers. Increasing complexity in industrial processes and the growing reliance on automation and autonomous vehicles have introduced new safety challenges. Functional safety, a well-established concept, ensures that systems continue to operate safely, even in the presence of failures or malfunctions. Meanwhile, digital twins—virtual representations of physical systems—have become prominent in industrial and automotive settings, providing real-time monitoring and predictive capabilities that enhance system performance and prevent failures. This literature overview provides an in-depth review of both functional safety and digital twin technologies, along with their verification and validation (V&V) criteria, emphasizing their complementary nature in automotive and industrial systems. A critical gap is also identified: the lack of clear criteria for integrating digital twins into functional safety-related V&V activities.

2. FUNCTIONAL SAFETY: STANDARDS AND APPLICATIONS IN AUTOMOTIVE AND INDUSTRIAL SYSTEMS

Functional safety is crucial in both automotive and industrial systems to ensure the safe operation of equipment, machinery, and vehicles. This section examines the role of functional safety standards in both industries.

Functional safety refers to the portion of overall system safety that depends on the correct functioning of the system in the presence of faults (IEC, 2010). Functional safety ensures that systems, whether in an industrial or automotive context, operate safely even when unforeseen faults

occur. Leveson (2012) highlights the importance of functional safety in preventing catastrophic failures in critical systems such as industrial machinery and automotive vehicles.

ISO 26262 and IEC 61508: Key Functional Safety Standards

In the automotive sector, ISO 26262 provides a comprehensive standard for the functional safety of electrical and electronic (E/E) systems in road vehicles (ISO, 2018). It outlines specific processes for hazard and risk analysis, safety goal definition, and verification and validation (V&V), and introduces Automotive Safety Integrity Levels (ASILs) to assess risk. In industrial systems, the IEC 61508 standard applies across a variety of industries, from manufacturing to energy, offering a framework for designing, implementing, and validating safety-critical systems (Jardine et al., 2006; Goble & Cheddie, 2005).

Safety Integrity Levels (SILs) and ASILs

The concepts of Safety Integrity Levels (SILs) and Automotive Safety Integrity Levels (ASILs) are used in different industries to assess the reliability of safety-critical systems. SILs, used in industrial contexts, measure the risk-reduction capability of safety systems, with SIL 4 being the highest level of risk reduction and SIL 1 the lowest (IEC, 2010). ASILs follow a similar framework in automotive systems, ranging from ASIL A (lowest) to ASIL D (highest), and determine the risk mitigation requirements based on the potential severity of harm, frequency of exposure, and controllability, which are the three pillars of the Hazard and Risk Analysis (Beckers et al., 2017).

Lifecycle Safety Management in Automotive and Industrial Systems

Both automotive and industrial systems rely on lifecycle safety management processes that incorporate hazard analysis, risk assessments, and the integration of redundancy in system design (ISO, 2018). The automotive safety lifecycle, guided by ISO 26262, includes hazard analysis and risk assessment (HARA) to identify and mitigate potential risks in E/E systems (Tang & Di Natale, 2020). Similarly, industrial systems guided by IEC 61508 employ hazard and operability (HAZOP) studies to identify safety risks during the design and operation of machinery (Goble & Cheddie, 2005).

3. DIGITAL TWINS IN AUTOMOTIVE AND INDUSTRIAL SYSTEMS

The integration of digital twin technology into both automotive and industrial systems has transformed how these industries manage operations, maintenance, and product lifecycle management (PLM). Digital twins offer real-time monitoring, predictive insights, and simulation capabilities that are invaluable for both sectors. (Qi & Tao, 2018)

A digital twin is a digital replica of a physical system that is continuously updated with real-time data from sensors to reflect its current state and behaviour. Digital twins are widely used in automotive manufacturing, allowing for real-time analysis of vehicle performance, predictive maintenance, and optimization of manufacturing processes (Uhlemann et al., 2017). In industrial systems, digital twins are applied in production lines and energy systems to monitor equipment health, optimize system performance, and predict failures before they occur (Boschert & Rosen, 2016; Tao et al., 2019).

In automotive systems, digital twins enable manufacturers to simulate and test vehicle performance under various conditions, reducing the need for physical prototypes (Tao et al., 2018). For example, digital twins are used in the development of autonomous vehicles, where virtual testing environments simulate real-world driving scenarios to test safety functions without exposing the vehicle to dangerous conditions (Fuller et al., 2020). By using digital twins, automotive manufacturers can also perform predictive maintenance, optimizing vehicle uptime and reducing the risk of unexpected breakdowns (Uhlemann et al., 2017).

In industrial systems, digital twins play a critical role in optimizing production processes and improving equipment reliability (Tao et al., 2019). In smart factories, digital twins monitor machinery in real-time to predict when components will fail, enabling maintenance teams to perform repairs before costly downtime occurs (Boschert & Rosen, 2016). Digital twins are also used to simulate industrial operations, allowing for better planning and optimization of resources (Jones et al., 2020).

4. VERIFICATION AND VALIDATION (V&V) IN AUTOMOTIVE AND INDUSTRIAL SYSTEMS

Verification and validation (V&V) are critical to ensuring that automotive and industrial systems meet safety and performance requirements. Both industries apply V&V processes to test and validate the functionality and safety of systems throughout the product lifecycle.

In automotive systems, ISO 26262 specifies V&V activities throughout the safety lifecycle, including model-based testing, hardware-in-the-loop (HIL) simulations, and software-in-the-loop (SIL) simulations. Verification ensures that systems, such as adaptive cruise control or braking systems, conform to safety requirements, while validation confirms that these systems function as intended under real-world driving conditions (Rajabli et al., 2020).

In industrial systems, V&V criteria outlined in IEC 61508 involve verifying that safety functions, such as emergency shutdown systems or machinery control systems, meet their design specifications and perform reliably in real-world conditions (Goble & Cheddie, 2005). Additionally, V&V processes in industrial automation focus on validating the integration of software and hardware systems, ensuring that safety functions can tolerate faults and continue operating safely (ISO 2023).

5. OVERVIEW OF VERIFICATION AND VALIDATION CRITERIA

Verification and validation (V&V) criteria are critical in ensuring the reliability of automotive and industrial systems. However, there is a notable gap when it comes to clear definitions for the application of digital twins in V&V activities under functional safety standards. This section provides a literature overview of V&V approaches and their application in both industries, along with a discussion of the current gap in standards for digital twins.

Verification Criteria in Automotive and Industrial Systems

Verification criteria focus on ensuring that both automotive and industrial systems are correctly designed and implemented according to their specifications:

- **Design Conformance:** V&V ensures that the design of safety-critical systems conforms to industry standards, such as ISO 26262 for automotive systems and IEC 61508 for industrial systems (Myklebust & Stålhane, 2021; Goble & Cheddie, 2005). This includes reviewing system architecture and ensuring that safety goals are met.
- **Hardware and Software Verification:** Verification of hardware and software integration is critical in both sectors. For instance, in automotive systems, model-based verification is used to ensure that embedded software interacts correctly with hardware components like sensors and actuators (Conrad, 2012).
- **Fault Tolerance Verification:** Both automotive and industrial systems require verification that fault-tolerance mechanisms, such as redundant ECUs in vehicles or backup systems in industrial plants, are functioning as intended (Rajabli et al., 2020, Goble & Cheddie, 2005).

Validation Criteria in Automotive and Industrial Systems

Validation criteria focus on confirming that the system performs reliably in real-world conditions:

- **Functional Testing:** Functional testing involves subjecting systems to real-world scenarios to confirm that they behave as expected under normal and fault conditions. For automotive systems, this includes testing features like lane-keeping assist and emergency braking systems (Rajabli et al., 2020). In industrial systems, functional testing ensures that safety mechanisms like emergency stop functions perform reliably (Tacchini, 2023).
- **Simulation and Field Testing:** In both industries, digital twins help validation by simulating real-world conditions and comparing those simulations to actual performance (Uhlemann et al., 2017). This process is crucial for autonomous vehicles, where digital twins simulate driving scenarios, and for industrial machinery, where operational simulations test the behavior of complex systems (Tao et al., 2019).

The Lack of Clear Criteria for Applying Digital Twins in V&V Under Functional Safety Standards

Despite the significant potential of digital twins to enhance V&V processes, there is currently no clear or widely accepted set of criteria for their application within functional safety frameworks like ISO 26262 or IEC 61508. According to Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (Tao et al., 2019), while digital twins are recognized as powerful tools for testing and simulation, their use in formal safety assessments, particularly under functional safety standards, remains underdeveloped. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (Fuller et al., 2020) note that although digital twins offer predictive capabilities and can simulate hazardous scenarios, there is no standardized approach for validating the alignment of digital twin simulations with real-world safety requirements in regulated environments. This gap in standardization represents a significant challenge for industries looking to integrate digital twin technologies more formally into their safety verification and validation processes. As highlighted by Uhlemann, T. H.-J., Lehmann, C., & Steinhilper, R. (Uhlemann et al., 2017), while digital twins are widely used for system performance optimization, their use in the formal verification and validation of safety functions needs further development, particularly when it comes to compliance with stringent functional safety regulations.

The combination of functional safety principles with digital twin technology should presents a powerful synergy in both automotive and industrial systems. Digital twins provide real-time feedback, predictive capabilities, and testing environments that can complement functional safety requirements. However, the integration of digital twins into functional safety frameworks lacks the definition of clear criteria for acceptance under the deterministic approach expected from functional safety standards, leaving a gap in their widespread adoption for V&V activities.

- **Real-Time Monitoring for Enhanced Safety:** Digital twins continuously monitor the performance of systems, providing real-time feedback that enhances functional safety measures in both automotive and industrial contexts. This dynamic monitoring enables systems to respond to potential faults or failures more quickly (Tao et al., 2019).
- **Predictive Maintenance and Proactive Safety Management:** Digital twins enable predictive maintenance by continuously monitoring the condition of vehicle components or industrial machinery. In automotive systems, this reduces the risk of sudden breakdowns by predicting when critical components such as the battery or braking system might fail (Uhlemann et al., 2017). In industrial systems, predictive maintenance minimizes downtime by addressing maintenance needs before failures occur (Boschert & Rosen, 2016).
- **Virtual Testing of Safety Functions:** Both automotive and industrial systems benefit from virtual testing through digital twins. This allows for testing safety-critical functions in simulated environments, reducing the time and cost associated with physical testing and accelerating the development process (Fuller et al., 2020; Goble & Cheddie, 2005). However, the absence of well-defined standards for applying these tests in V&V under functional safety regulations remains a barrier to broader adoption.

6. CONCLUSION

The literature on functional safety, digital twins, and verification and validation (V&V) in automotive and industrial systems underscores the critical role these technologies play in ensuring safety and reliability. In the automotive sector, functional safety ensures that vehicles operate safely under fault conditions, while digital twins provide real-time insights and predictive capabilities that enhance vehicle performance and prevent failures. Similarly, in industrial systems, functional safety frameworks, such as IEC 61508, ensure that machinery and control systems operate safely, while digital twins enable predictive maintenance and system optimization. However, a significant gap exists in the lack of clear criteria for integrating digital twins into V&V processes under functional safety standards. Addressing this gap will be key to unlocking the full potential of digital twin technology in safety-critical applications across industries.

REFERENCES

- Beckers, K., Holling, D., Côté, I., & Hatebur, D. (2017). A structured hazard analysis and risk assessment method for automotive systems—A descriptive study. *Reliability Engineering & System Safety*, 158, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.res.2016.09.004>
- Boschert, S., & Rosen, R. (2016). Digital twin—The simulation aspect. In P. Hehenberger & D. Bradley (Eds.), *Mechatronic futures* (pp. 59–74). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32156-1_5
- Burns, A., & Wellings, A. (2001). *Real-time systems and their programming languages* (4th ed.). Addison-Wesley.
- Conrad, M. (2012). Verification and validation according to ISO 26262: A workflow to facilitate the development of high-integrity software. In *Embedded Real Time Software and Systems (ERTS2012)*.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952–108971. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>
- Goble, W., & Cheddie, H. (2005). *Safety instrumented systems verification: Practical probabilistic calculations*. ISA.
- Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A. Alves (Eds.), *Transdisciplinary perspectives on complex systems* (pp. 85–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4
- IEC. (2010). *IEC 61508: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*. International Electrotechnical Commission.
- ISO. (2018). *ISO 26262: Road vehicles – Functional safety* (2nd ed.). International Organization for Standardization.
- ISO. (2023). *ISO 13849-1:2023: Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/73481.html>
- Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 20(7), 1483–1510. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.09.012>
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the digital twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>
- Khaitan, S. K., & McCalley, J. D. (2015). Design techniques and applications of cyber-physical systems: A survey. *IEEE Systems Journal*, 9(2), 350–365. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2014.2322503>
- Koopman, P., & Wagner, M. (2017). Autonomous vehicle safety: An interdisciplinary challenge. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 9(1), 90–96. <https://doi.org/10.1109/MITS.2016.2583491>
- Leveson, N. (2012). *Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8179.001.0001>
- Myklebust, T., & Stålhan, T. (2021). Test, analysis, and V&V. In *Functional safety and proof of compliance* (pp. 243–263). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86152-0_9
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and Industry 4.0: 360 degree comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Rajabli, N., Flammini, F., Nardone, R., & Vittorini, V. (2020). Software verification and validation of safe autonomous cars: A systematic literature review. *IEEE Access*, 9, 4797–4819. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3048047>
- Tacchini, M. (2023). *Functional safety of machinery: How to apply ISO 13849-1 and IEC 62061*. John Wiley & Sons.
- Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twins and cyber-physical systems toward smart manufacturing and Industry 4.0: Correlation and comparison. *Engineering*, 5(4), 653–661. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2873186>
- Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4), 2405–2415. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2873186>
- Uhlemann, T. H.-J., Lehmann, C., & Steinhilper, R. (2017). The digital twin: Realizing the cyber-physical production system for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 61, 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.152>

**ОПТИМИЗИРА ИЛИ КОМПЛИЦИРА ИНТЕРАКТИВНАТА ЛЕКЦИЯ
АНГЛИЙСКИЯ ЗА АКАДЕМИЧНИ ЦЕЛИ?
КАЗУС СЪС СТУДЕНТИ ОТ ЗДРАВНИ СПЕЦИАЛНОСТИ**

Ивайло Дагнев

Медицински колеж към Медицински университет – Пловдив

**DOES INTERACTIVE LECTURING STREAMLINE
OR COMPLICATE EAP?
A CASE STUDY OF HEALTHCARE STUDENTS**

Ivaylo Dagnev

Medical College, Medical University – Plovdiv

Abstract: English for Academic Purposes (EAP) emerged in the 1970s and has since experienced consistent growth, paralleling the global expansion of markets. For over five decades, it has been integrated into the academic framework of various disciplines within Bulgarian universities, although its status has occasionally been unstable compared to other specialized fields. To enhance motivation for EAP learning, the incorporation of innovative teaching methods is essential. One such approach is interactive lecturing, which leverages modern technologies and contemporary methodologies in EAP. While this methodology theoretically aims to optimize the learning experience, the study reveals specific challenges faced by healthcare students in mastering EAP. Additionally, the research evaluates student feedback through questionnaires, focusing on their comprehension and satisfaction regarding the implementation of new language learning methodologies.

Keywords: interactive lecturing, EAP, healthcare students

1. INTRODUCTION

English for Academic Purposes (EAP) originated in the 1970s and has steadily developed alongside the worldwide market expansion (Belcher, 2009). For more than fifty years, it has been integrated into the academic curricula of numerous disciplines at Bulgarian universities, though its prominence has sometimes fluctuated in relation to other specialized areas. To boost motivation in EAP instruction, the adoption of innovative pedagogical approaches is crucial. One such approach has been interactive lecturing, which has emerged as a significant pedagogical approach in higher education, particularly in medical and health sciences (Richards & Rogers, 2014). Unlike traditional lectures, characterized by a one-way communication, interactive lecturing emphasizes active participation from students. The effectiveness of interactive lecturing can be assessed through various dimensions, including student engagement, learning outcomes, and overall satisfaction (Anthony 2018:11). Research shows that interactive lectures can significantly improve student attention and retention of information compared to traditional formats (Afrasiabifar & Asadolah, 2019). White emphasizes that structured engagement during lectures can lead to better achievement of learning outcomes, challenging the notion that interactivity detracts from learning time (White, 2011).

Considered part of the new paradigm of interactive education, task-based learning (TBL) has emerged as a pivotal approach in the field of EAP, facilitating the development of language skills tailored to specific professional and academic contexts. The essence of TBL lies in its focus on authentic tasks that mirror real-world activities, thereby enhancing the relevance and applicability

of language learning for students. This approach is particularly beneficial in EAP settings, where learners are often preparing for specific careers that require specialized language competencies. One of the foundational aspects of TBL in EAP is the emphasis of the former on needs analysis, which informs the design of learning materials and tasks that are directly relevant to the students' future professional environments (Susana & Iswara, 2019).

Moreover, the integration of TBL within ESP curricula has been shown to enhance not only language proficiency but also soft skills such as critical thinking and problem-solving. Dmitrenko et al. demonstrate that problem-based ESP learning significantly contributes to the development of these skills, as students engage in collaborative tasks that require them to articulate their thoughts and perspectives effectively (Dmitrenko et al., 2020). This aligns with the findings of Liu et al., who argue that when learner factors, including critical thinking dispositions, are considered in teaching design, students achieve better learning outcomes (Liu et al., 2022). Thus, TBL not only addresses linguistic competencies but also prepares students for the collaborative and communicative demands of the workplace.

There are, though, some obstacles to the implementation of interactive lecturing in the Bulgarian university settings. First, the number of seminar hours is rather insufficient, as EAP is part of the curriculum for only two semesters at most universities, constituting 60 hours altogether. This number of hours hardly facilitates the introduction of new and innovative approaches, as mastering specialized English requires a lot of special skills which is time-consuming. Second, most students are unwilling to adapt to the rigors of interactivity, which is fairly demanding and dissociated from the traditional ways of learning English at secondary schools in Bulgaria.

Aim of research: The study attempts to gauge students' perceptions and attitudes to interactive teaching.

2. MATERIALS AND METHODS

Design of the study: The sample size comprises two groups of bachelor students in the "Rehabilitator" major at the Medical College, Medical University – Plovdiv: 15 students per group. The study covers a period of two academic years: 2022/2023 and 2023/2024. The experiment was carried out with each group in the spring semester of the respective year. Both groups did a Diagnostic test at base and showed levels A2 – B1 in CEFR.

Premise of experiment

The students in each group were divided into subgroups of three students and were given assignments to prepare as a team. The assignments included preparation and presentation of either a grammatical unit or specialized vocabulary via texts on types of massage. Two groups had to present and explain, with the help of interactive means (internet resources, teacher's help), two grammatical issues. The first group was given the topic: *Present Perfect and Past Simple – differences*, the second group: *Prepositions of time and place – at, in, on*. The other three groups were expected to prepare presentations (PowerPoint) of three types of massage: Sports massage, Hot stone massage and Thai massage. They were also encouraged to use internet sources, videos, and also to prepare exercises connected with the new, specialized vocabulary.

Assessment of students' perceptions of the experiment

Two Likert scale five-point questionnaires were devised to assess the students' attitude to this interactive lecturing. The five forms of the Likert scale included answers such as: Strongly agree, Agree, Neither Agree nor Disagree, Disagree, Strongly Disagree. The first one was performed at base, i.e., before the experimental activity took place, and was dubbed pre-task questionnaire. The other one was performed after the task-based learning was completed, and was dubbed post-task questionnaire.

Pre-task questionnaire:

Q1: Do you think students can teach new grammar and vocabulary themselves?

Q2: Do you think only teachers can explain the new grammar and vocabulary?

Q3: Do you think students can better understand new material if they are also involved in teaching it?

Q4: Do you think using the internet and engaging in tasks related to learning new grammar and vocabulary is better than simply listening to the teacher's explanations of new material?

Post-task questionnaire:

Q5: Do you think the interactive way of learning new material is better than the traditional lecture delivery?

Q6: Do you think that engaging students in task-based learning facilitates the understanding of new material?

Q7: Do you think using innovative ways of learning helps students acquire better language skills independently?

Q8: Do you think interactive learning can be applied to other subjects you study?

For the sake of presentation, the group which studied English during 2022/2023 school year has been dubbed 1st group, while the one which studied English during 2023/2024 – 2nd group.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Results from the pre-task questionnaire.

	Strongly Agree		Agree		Neither Agree nor Disagree		Disagree		Strongly Disagree	
	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group
Q1	2	1	4	3	4	5	4	5	1	1
Q2	2	3	2	1	2	3	6	3	3	5
Q3	7	5	6	5	2	3	0	1	0	1
Q4	9	9	4	5	0	1	2	0	0	0

As Table 1 suggests, students from both groups were unsure of the possibility of handling the new material by themselves, but they also disagreed that it should be the task of the teacher only. That fact shows that to a significant extent, the students are ready for entering into a new role – the one of more actively involved participants and not mere recipients of information. That idea is strongly corroborated by their answers to Question 3. Their readiness and motivation to embrace new techniques in learning a language is further attested by their answers to Question 4.

Table 2. Results from the post-task questionnaire.

	Strongly Agree		Agree		Neither Agree nor Disagree		Disagree		Strongly Disagree	
	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group	1 st group	2 nd group
Q5	10	10	3	2	2	2	0	1	0	0
Q6	10	11	5	4	0	0	0	0	0	0
Q7	8	9	3	5	3	1	1	0	0	0
Q8	2	3	2	3	6	8	4	1	1	0

Table 2 presents the results after the activities were done, so by them, we can gauge the students' perceptions of the success of the experiment. All three questions, Q5, Q6, Q7, are related to the experiment itself and the results show a strong feeling of satisfaction with the activities. As for Question 8, here the students' answers are somewhat precarious as they were unsure of this new methodology applicability in other areas of study. The answers to Q8 may have been influenced by many factors, which lie outside the scope of the present research.

This research aligns with the results of many other studies; it is enough to mention a few recent ones, such as Melnyk and Mikhnenko (Melnyk & Mikhnenko, 2020), who discuss the implementation of interactive lecturing workshops that empower faculty members to adopt more engaging teaching methods; Rajan et al. (Rajan et al., 2023), who demonstrate that interactive teaching methods, such as the Jigsaw method, are particularly effective in subjects requiring the integration of diverse materials; Huang et al., who claim that the implementation of interactive learning methods can effectively utilize available learning resources, thereby enhancing the educational experience even in larger groups (Huang et al., 2023).

4. CONCLUSION

In conclusion, the effectiveness of interactive lecturing is well-supported by a growing body of literature that underscores its benefits in enhancing student engagement, improving learning outcomes, and increasing overall satisfaction. Albeit small-scale, the results from the current study show that students are well-motivated to learn in new, more engaging ways than simply listening to teachers' explanations and doing drills. Still, this area of research is heavily understudied, so many possible alleys of investigations are possible. One obvious research niche would be to align the perception of motivation with the assessment of achievement in terms of improvement in the level of foreign language acquisition.

REFERENCES

- Afrasiabifar, A., & Asadolah, M. (2019). Effectiveness of shifting traditional lecture to interactive lecture to teach nursing students. *Investigación y Educación en Enfermería*, 37(1), e7. <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v37n1e07>
- Anthony, L. (2018). *Introducing English for specific purposes* (p. 11). Routledge.
- Belcher, D. (Ed.). (2009). *English for specific purposes in theory and practice*. Michigan University Press.
- Dmitrenko, N., Dolia, I., & Nikolaeva, S. (2020). Softskills development of prospective educators by means of problem-based ESP learning. *The New Educational Review*, 60(2), 124–134.
- Huang, Z., Wang, M., Ling, F., & Chu, B. (2023). The impact of online teaching using interactive learning methods on the utilization of learning resources. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 18(15), 148–160. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i15.41361>
- Liu, H., Qiu, H., & Zhang, Z. (2022). Flipped classroom in ESP teaching and learning: An activity theory perspective. *Ibérica*, 44, 263–284. <https://doi.org/10.17398/2340-2784.44.263>
- Melnyk, V., & Mikhnenko, G. (2020). International students' perception of teaching microbiology, virology and immunology at medical universities in Ukraine. *Advanced Education*, 7(15), 56–65. <https://doi.org/10.20535/2410-8286.201734>
- Rajan, R., Devi, M., Koshy, J., G. D., Johnson, W., & Sharath, K. (2023). Jigsaw method of interactive teaching to unpuzzle neuroanatomy. *International Journal of Anatomy and Research*, 11(1), 8564–8569. <https://doi.org/10.16965/ijar.2022.288>
- Richards, J., & Rodgers, T. (2014). *Approaches and methods in language teaching*. Cambridge University Press.
- Susana, K., & Iswara, A. (2019). Needs analysis for informatics engineering students as a basis to develop teaching materials on English for specific purposes. *Retorika: Jurnal Ilmu Bahasa*, 5(1), 56–67. <https://doi.org/10.22225/jr.5.1.967.56-67>
- White, G. (2011). Interactive lecturing. *The Clinical Teacher*, 8(4), 230–235. <https://doi.org/10.1111/j.1743-498x.2011.00457.x>

ВЪЗГЛЕДИТЕ НА АТАНАС ИЛИЕВ И АЛЕКСАНДЪР ТЕОДОРОВ-БАЛАН ЗА ПАДЕЖИТЕ В ДВЕ ГРАМАТИКИ ОТ КРАЯ НА XIX ВЕК

Енчо Тилев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

THE VIEWS OF ATANAS ILIEV AND ALEXANDER TEODOROV-BALAN ON CATEGORY OF CASE IN TWO GRAMMARS FROM THE END OF THE 19TH CENTURY

Encho Tilev

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The present paper focuses on two Bulgarian language grammars from the end of the 19th century – *Sintaksis na balgarskiya ezik* by Atanas Iliev and *Balgarska gramatika za dolnite klasove na sredni uchilishta* by Alexander Teodorov-Balan. The aim is to analyze how the category of case, which remained quite controversial in Bulgarian linguistics until the middle of the 20th century, is described. The study proves that the two authors largely followed the linguistic views of their contemporaries and assumed that there are cases in the modern Bulgarian language. In his later studies, Alexander Teodorov-Balan revised some of his views – for instance the one on the existence of *casus generalis*.

Keywords: Atanas Iliev; Alexander Teodorov-Balan; case; grammar; history of linguistics

Макар и забавили своето развитие поради падането под османско робство, българите в пределите на Османската империя успяват да съхранят езика си и да го обогатят значително, като в продължение на почти хилядолетие (от периода на старобългарския до съвременния български) той претърпява значителни промени. Свидетелство за това е не само преходът от синтетизъм към аналитизъм в сферата на имената, но и наличието на други явления в именната и глаголната морфология, които го отличават съществено от останалите славянски езици. При описанието на езика в последните две столетия много идеи у българските граматисти са възприети по вече утвърдени образци от Запад или Изток, но прилагането на определени модели дава своите плодове. Внедряването на много лингвистични идеи още от края на XVIII век и по-нататък става най-често посредством книгите и граматиките, издадени в Русия и донесени по българските земи. Така книжовният български език се формира под влияние и на църковнославянския, и на руския език, а тяхна основа в най-ранните езиковедски трудове е античната гръцка и римска лингвистична мисъл.

Обект на настоящото изследване са две граматики от края на XIX век – „Синтаксисъ на българския езикъ“ (1888) на Атанас Илиев и „Българска граматика за долните класове на сръбни училища“ (1898) на Александър Теодоров-Балан. Целта е да се проследят възгледите за падежа на двамата учени в контекста на лингвистичния XIX век в България.

Атанас Илиев, както е известно, е автор на първия цялостен труд по синтаксис на българския език, издаден в Пловдив през 1888 г. Постигнатото от автора при описанието на синтактичната система значително надминава опитите на предшествениците му в по-ранните граматики, което се ограничава обикновено до представянето на основните синтактични понятия и различните типове отношения. Като взема за пример сръбския синтаксис на Стоян Новакович (Белград, 1885), А. Илиев разглежда много подробно синтактичното равнище на българския език.

Приносът на учения в дескрипцията на падежите в „Синтаксисъ на българския езикъ“ се съдържа не в някаква иновативна идея за същността на категорията или за броя на членовете ѝ, а по-скоро в представянето на морфосинтактичните функции на грамемите. А. Илиев, подобно на много свои съвременници, приема наличието на четири падежа в новобългарския – именителен, дателен, винителен и звателен – и обръща специално внимание на предложните и безпредложните употреби. Извън обсега на настоящото изследване остават значенията на предлозите и предложните падежни употреби, които следва да се разгледат по-детайлно.

За отбелязване е, че А. Илиев дели формите на думите на *именни* и *глаголни образи*, като „*именнитѣ образи* сж падежитѣ въ съществителнитѣ, прилагателнитѣ, числителнитѣ и мѣстоименната; а *глаголнитѣ образи* сж: *врѣмената, глаголнитѣ и прилагателни нарѣчия, начинитѣ (опрѣдѣленъ, заповѣденъ, условенъ и неопрѣдѣленъ)* и *страдателното състояние*“ (Илиев, 1888: 31). Тук е налице приравняване на някои абстракции с различна природа – *част на речта, категория и грамема*, което от гледище на съвременната лингвистика не е оправдано.

Авторът отделя следните безпредложни употреби на четирите грамеми:

1. Именителен падеж

1.1. Във функцията на подлог, напр.: *Планинитѣ сж високи*.

1.2. Като част от *именния прилог* (т.е. именното сказуемо), напр.: *Господь е добъръ*.

А. Илиев обръща внимание и на съчетаването на именителните форми с обстоятелствени пояснения.

2. Звателен падеж

2.1. Като „подложна прибавка при подлога“ – „в звателен падеж думата показва, че се вика онова, което тя означава“ (Илиев, 1888: 31). Тук авторът посочва, че в народните песни много често вокативът се съчетава с междуметията *ой, ей, а, о* или с „приставка“ *ле* или *лю* (правописът е запазен според оригинала), а понякога е възможно да се употреби и в позицията на подлог, когато е необходимо да се запази ритъмът, напр.: *Петре бане вино пие* вместо *Петър бан*.

3. Винителен падеж

3.1. Пряко допълнение, напр.: *Та си Стояна хваняхъ*.

Тук А. Илиев отбелязва традиционното: че само при мъжкородовите собствени имена „винаги се употребява образ за винителен падеж с *а*-приставка“ (Илиев, 1888: 33), напр. *Ивана, Стояна*. При останалите имена или се наблюдава изравняване с именителния, или употреба на акузативната форма. Твърдението за облигаторната употреба на винителните форми при собствените имена може да се разглежда като спорна, тъй като досегашният анализ на трудовете показва, че много автори не различават формално номинатива и акузатива, а ако все пак са налице формални различия, то те са по-скоро факултативни, а не облигаторни.

Освен това, тук вероятно става дума и за не съвсем ясно разграничаване на флексията за винителния падеж и членната морфема *-а*, които са омонимични, срв.: „Кога името, което се употребява за прѣдмѣтъ, дохожда като непознато, тогава се употребява винителенъ падежъ еднакъвъ съ именителния, както е било и въ старобългарския езикъ, напр. убихъ ми – какво? – *братъ*. А кога името, което се употребява за прѣдмѣтъ дохожда като познато, тогава се употребява особенния образъ за винителенъ падежъ съ *а*-приставка, напр. убихъ ми – кого? – *брата – брата* ми убихъ“ (Илиев, 1888: 33). Тук по-скоро има смесване на две различни категории – *падеж* и *положение*, втората от които изразява детерминираност, познатост на предмета. В старобългарската епоха тези две абстракции не съществуват едновременно на формално равнище, а втората е само семантична. С разпадането на падежната система започва формирането на категорията *положение* като морфологична. Поради това тезата на А. Илиев по-скоро изглежда неприемлива.

Като особена акузативна форма, развила се в новобългарски, се разглежда и формата *младия* вм. *младият*. Възникването ѝ А. Илиев обяснява с образуване по аналогия с „винителния падеж от съществителнитѣ имена на *й*, напр. от *край* и *краят* винит. падеж *края* (= край а)“ (Илиев, 1888: 33). И това твърдение е неприемливо от днешно гледище.

3.2. Двоен винителен – при глаголи от типа на *правя, струвам, зная*, срв.: „Тези два винителни падежа стоят помежду си като подлог и прилог, та са като нѣкое скратено изрѣчение“ (Піев, 1888: 35). Например: *Той го направи кум; Такъвъ те знаем, такъвъ те пишемъ* (примерите са на А. Илиев).

3.3. След думите *ето, ой, ей, като*, напр.: *Ето го тука; Ей ги там; Ой те тебе, крали Марко; И ти пѣеш като мене*.

3.4. Във функцията на обстоятелства за пространство, време и тегло, напр.: *Тежи една ока; Вес ден щета; Камък около три аришина висок, един аришин широк, един руп дебел*.

3.5. След мензуративи и девербативи, напр. *ока вино, кола жито, стадо овци; мѣсене хлѣб, искане пари; изучаване българския език* и др. Макар че А. Илиев ги разделя в две отделни употреби (Піев, 1888: 36), тук са обединени като наследници на старобългарския генитив. Първият тип се е запазил и до днес, докато вторият се е изменил в полза на предложната употреба, напр. *месене на хлѣб, учене на език*.

4. Дателен падеж

4.1. След преходни глаголи, напр. *давам, донеса, думам, отварям*.

Според А. Илиев дативът най-добре се е запазил при личните местоимения, докато при имената е изместен от винителния падеж с предлога *на*, като често се наблюдава и съчетаване на акузативните форми на съществителните с дателните на местоименията, напр.: *На човѣка му бѣше мъчно; На царицата ѝ станало злѣ*.

4.2. След непреходни глаголи, напр. *помагам, служа, вярвам, заповядавам* и др.

4.3. След възвратни глаголи, напр. *моля се, покланям се, радвам се*.

4.4. Като кратки форми на притежателните местоимения и на възвратното притежателно местоимение *свой*.

4.5. В конструкции с третолични безлични форми, напр. *спи ми се, яде ти се, струва ни се*.

4.6. В съчетание с местоименията *сам* и *себе*, напр.: *Сам си се юнак похвали; Тя го взе за себе си*.

Старите форми на датива са запазени предимно в народните песни и в някои поговорки (примери за това вж. у Піев, 1888: 42).

Освен на изброените четири падежа А. Илиев акцентира и на някои запазени форми на генитива (*нямам страха, ~ срама, ~ мира*), на локатива в безпредложна употреба (*лѣтъ, зимѣ, утрѣ, долѣ, добрѣ, злѣ, блазѣ*) и инструментала (*миром, кръстом, пѣтем, денем, родом* и др.). Особено подробно са представени и предложните употреби, като авторът се спира и на семантичните специфики на отделните предлози (вж. Піев, 1888: 45 – 54).

Със своя „Синтаксис на българския език“ А. Илиев значително допринася за изясняването на падежната семантика в новобългарския, но той остава верен на парадигмата, водеща началото си от Н. Рилски и първите български граматики, според която в съвременния български език има падежи.

В годините след Освобождението особено място в историята на лингвистиката заема Александър Теодоров-Балан, един от най-изтъкнатите учени в българското езикознание от края на XIX до средата на XX век. От една страна, той е автор на множество граматични и научни трудове в различни области, но от друга, създаденото от него творчество и до днес прави впечатление със своеобразната терминология, използвана от автора. Вероятно именно тя е причината за не съвсем широката популярност на трудовете на Ал. Теодоров-Балан сред населението и нерядко тя се превръща в източник на неразбиране дори от страна на съвременниците му. Въпреки това много от идеите на Ал. Теодоров-Балан се приемат до днес и този факт свидетелства както за европейските мащаби на теоретичната му школовка, така и за спектъра от идеи, които той застъпва в трудовете си. Сред тях централно място имат възгледите му за падежа като абстракция, а споровете, породени от тях през 1950-те години, заемат важно място в историята на българското езикознание.

Своята „Българска граматика“ Ал. Теодоров-Балан издава през 1898 г. в Пловдив като опит да състави ново пособие, в което да бъдат преодолените недостатъците на досегашните граматики. Ученият, който нарича Димитър Мишев „господар самодържец по български език“ (Teodorov-Balan, 1898: III), приема донякъде да се придържа към „Ръководство по

български език“ на Д. Мишев (вж. Mishev, 1887), което към онзи период е най-разпространеното в българските училища. При това Ал. Теодоров-Балан разработва граматиката си не подражателски, а в духа на лингвистичното си образование и на възприетите традиции. Показателен е фактът, че разделът „Граматика“ е съставен от две части – „Изречение“ и „Думи в изреченията“, като втората част разглежда частите на речта. Това насочва към класовете думи като морфологични единици със синтактична перспектива.

Ал. Теодоров-Балан дефинира падежа като „отношението, в каквото стои или се пада едно съществително име спрямо отделни части от изречението; а формата, която приема то зарад това отношение, се казва падежна форма“ (Teodorov-Balan, 1898: 91). Това определение в същността си повтаря написаното и в другите граматични трудове от епохата и Балан отделя познатите четири падежа – именителен, звателен, винителен и дателен, като дава кратки пояснения за отделните грамеми. За отбелязване е важното твърдение, че в новобългарския език старобългарският родителен, винителен, творителен и местен падеж са се слели в „един нов общ винителен падеж“, към който по-късно преминава дателният (Teodorov-Balan, 1898: 93). За целта активна роля играят „особните формални думи“ (предлозите). Като изтъква различни възможности за преобразуване на члена, Ал. Теодоров-Балан стига до извода, че се получава обща форма за именителния, дателния и винителния: „Тя е обща падежна форма, под която се сливат три разни падежа; затуй се казва още, че тя е форма за един *общи падеж* (*casus generalis*)“ (Teodorov-Balan, 1898: 96). В множествено число, както посочва ученият, именителните форми са станали общи за всички падежи. Това виждане на Балан за падежната система в новобългарски заема важно място поради иновативността си. Следва да се обърне внимание на следното твърдение:

„Когато определяме падежното отношение на съществителните имена от тритъ рода и в двътъ числа спрямо отделни части от изречението, ние го означаваме винаги с именителен, звателен, винителен или дателен падеж; а когато означаваме формата за всъко от тия падежни отношения, казваме, че тя е именителна, звателна, винителна, дателна, или обща винителна (за вин. и дат. пад. у мъжкитъ съществителни в ед. ч.), или обща падежна форма (именителна форма за имен., вин. и дат. пад. у всички съществителни и в двътъ числа)“ (Teodorov-Balan, 1898: 99).

В това твърдение прозира развитата по-късно идея за разликата между падежни отношения и падежни форми, която остава не изцяло разбрана от българските учени от средата на XX век, поради което бива остро отхвърлена. Впоследствие Ал. Теодоров-Балан се отказва от възприетия в по-ранните си трудове термин *casus generalis* и обяснява това с факта, че няма общи падежни отношения нито в действителността, нито в мисленето, поради което терминът *общ падеж* се оказва ирелевантен.

В заключение може да се посочи, че и двете разглеждани граматики са ярко свидетелство за времето, в което са създадени. Макар трудът на А. Илиев да има важно значение за синтактичната наука, в областта на падежа не се откриват значителни иновации. От друга страна, Ал. Теодоров-Балан задава нова парадигма, която поддържа и по-късно в някои от изследванията си, като едва в последните си трудове той се отказва от идеята за наличието на *casus generalis* в български и разгръща тезата си за наличието на падежни отношения във всички човешки езици. Със съжаление може да се констатира, че отхвърлянето на идеите на Балан лишава България от възможността тук да се развие концепцията за дълбинните падежи и семантичните роли, формулирана по-късно от Чарлс Филмор и донесла на американския лингвист световна известност.

ЛИТЕРАТУРА

Иliev, A. (1888). *Синтаксисъ на българския езикъ*. Христо Г. Данов.

Mishev, D. (1887). *Ръководство по български езикъ. Курсъ втори. Етимология*. Христо Г. Данов.

Teodorov-Balan, A. (1898). *Българска граматика за долнитъ класове на сръдни училища*. Д. В. Манчов.

СТИЛИСТИЧНА ФУНКЦИЯ НА НЯКОИ СИНТАКТИЧНИ ОСОБЕНОСТИ В ТВОРЧЕСТВОТО НА ТЕОДОРА ДИМОВА¹

Мишел Казанджиева

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

STYLISTIC FUNCTION OF CERTAIN SYNTACTIC FEATURES IN THE WORKS OF TEODORA DIMOVA

Mishel Kazandzhieva

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: This article examines the stylistic function of certain syntactic features in the works of Teodora Dimova, with a focus on the novels Maikite and Emine. Through detailed analysis, the study reveals the structural elements and thematic role of direct speech, anaphora, declarative one-member verbal sentences, and verbless nominal sentences. Special attention is given to a systematic investigation of T. Dimova's unique style, demonstrating how these syntactic elements build emotional depth and thematic consistency. Minimal use of epiphora, mesophora, and inversion is also briefly discussed. The study aims to offer a broader understanding of T. Dimova's creative voice and her unique contribution to contemporary Bulgarian literature.

The primary objective of this article is to provide foundational insights into the syntactic features in Teodora Dimova's writing that shape her recognizable style. Rather than aiming for exhaustiveness, it seeks to highlight key syntactic elements as tools for achieving emotional impact and stylistic originality. By examining specific examples from T. Dimova's texts, the article explores how syntax enhances the psychological intensity and literary strength of her works. By adopting an analytical and applied approach, the study is intended for both literary researchers and a broader audience interested in contemporary Bulgarian literature.

Keywords: stylistic function, syntax, direct speech, anaphora, declarative one-member verbal sentences, verbless sentences, contemporary Bulgarian literature, thematic consistency

ВЪВЕДЕНИЕ

Стилистиката е сравнително нова наука, която възниква в края на 19-и и началото на 20-и век (Каневска-Николова, 2013). Като дял от езикознанието тя илюстрира ефект на изразителността, постигнат чрез отклонение от рамките на граматическата норма.

При четене на книгите на Т. Димова могат да бъдат открити множество такива отклонения от граматическите норми с цел постигане на специфичен стилистичен ефект. Настоящата статия се фокусира върху творбите „Майките“ и „Емине“, като при тях е извършен вътрешен стилистичен анализ на 16 синтактични особености. Това проучване поставя специален акцент върху употребата на пряката реч, анафората, съобщителните едносъставни глаголни изречения и безглаголните именни изречения. В края на изследването е разгледана и минималната употреба на епифора, мезофора и инверсия. Изборът на тези категории и техните разновидности не е случаен – те носят особено богат стилистичен потенциал и имат експресивен характер в посочените текстове.

¹ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект „Акустика на речта“ СП23–Ф–СМ–003 към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

ПРЯКА РЕЧ

Чрез пряката реч авторът на съобщението предава точно и дословно чуждите думи, които обикновено се съпровождат от авторови думи, целящи да покажат чии са цитираните думи, към кого са адресирани, в каква обстановка е произнесена речта на цитираните герои (Каневска-Николова, 2020: 143). Пряката реч като стилистичен инструмент играе голяма роля в изграждането на атмосфера и динамика между персонажите.

В класическата българска художествена литература пряката реч е използвана предимно за представяне на диалогичността като основен начин на изграждане на характерите на персонажите и предаване на емоционалната интензивност в повествованието. В съвременната художествена литература обаче пряката реч еволюира към по-голяма лаконичност и гъвкавост. Съвременни автори като Т. Димова често минимализират интервенцията на разказвача, като използват семпли въвеждащи изрази или дори напълно ги елиминират, за да акцентират върху непосредствеността на диалога между персонажите. Моето наблюдение е, че тази тенденция съответства на общата ориентация на съвременната литература към естественост в диалога.

Според изследванията на Й. Маринова, типологията на пряката реч в българския книжовен език се основава на структурни, семантични и формални особености. Тя обхваща както традиционните видове, така и някои по-специфични форми на вътрешна и полупряка реч (Маринова, 1983). Ще разгледаме различни варианти на пряката реч в художествената литература², като изследваме динамиката на формите и функциите ѝ в творбите на Теодора Димова. Прави впечатление, че почеркът на писателката се отличава в сравнение с този на други съвременни автори поради честата употреба на полупряка реч – събрани са над 50 примера от двата текста, като тук са посочени само някои от тях с по-голяма изразителност: *Питат те нещо, а ти си обръщаш главата на другата страна, дори заставаши с гръб към хората, mais tu te conduis très mal!* („Емине”, Димова, 2001: 33); *Заслужих небето, цялото небе, не умрях* („Емине”, Димова, 2001: 182); *Моля те, разкажи ни каквото и да е за Явора, някаква случка или спомен...* („Майките”, Димова, 2020: 58); *Дори не знам дали това си го представям и тогава заспивам или първо заспивам и тогава го сънувам* („Майките”, Димова, 2020: 130). Речта не е обозначена с пунктуационни знаци и се слива с авторския текст. Говорът на персонажите е предаден като част от текста, без специални граматични обозначения (в голяма част от текста в двете творби), което създава усещане за плавност и непосредственост: *Отговаряше с изчерпателни и дълги изречения и веднага забиваше поглед в чинията си, колко е сладка, очарователно, очарователно просто дете, какви хубави светли очи има* („Емине”, Димова, 2001: 65).

В някои случаи, пряката реч е отделена без индикаторен маркер (чрез пренасяне на нов ред/оставяне на празен ред между отделните изречения) и често се преплита с авторската:

Кажи нещо.

Една дума.

Недей да мълчиш.

Едната половина от мен е мъртва, Деян.

Една половина от мен, Бояна („Майките”, Димова, 2020: 150).

Техниката е характерна за по-експериментална или литературна проза, където авторът разчита на контекста, стила и структурата на текста, за да подсказва кой говори. Това изисква читателят внимателно да следи потока на разказа, за да разбере кой е изказващият се.

АНАФОРА

Стилистичният похват анафора представлява повторена употреба на една и съща част на изреченията (стиховете) в началото на последователни изрази. Чрез анафората се постига приповдигнатост, градация на емоционалното отношение, по-голяма въздействена сила (Каневска-Николова, 2013: 176). Повторението усилва чувството, което авторът иска да

² Използвайки класификацията на Й. Маринова за типовете пряка реч, ние обособяваме няколко разновидности: обикновена, вътрешна, пряка реч в пряка, авторска пряка реч, други видове пряка реч (Marinova, 1983).

внуши, като например тъга, гняв или възторг. Примерите, ексцерпирани от книгите, не са значително много на брой, но са изключително интересни и лични.

Май ма маро

май ма мас

май ма котор баловас... („Емине”, Димова, 2001: 80);

Ето за това.

Ето за това.

Ето за това винаги трябва да бъдем добри („Емине”, Димова, 2001: 24); Ти не. Ти никога. Ти не си отцеубийца („Майките”, Димова, 2020: 30); Искала да отиде в царството на Хадес, при мъртвите. Искала да го забрави. Искала да умре („Майките”, Димова, 2020: 155). Тук може да се добави допълнителен акцент върху това как точно цитатът илюстрира използването на стилистичния похват на анафората, чрез повтарянето на конструкцията „Искала да“ за реализация на силното вътрешно желание на героинята да избяга от реалността. Именно подобни моменти вдъхват интерес у читателя, особено при по-обемни текстове.

СЪОБЩИТЕЛНИ ЕДНОСЪСТАВНИ ГЛАГОЛНИ ИЗРЕЧЕНИЯ

От тях най-богат стилистичен потенциал притежават обобщено личните, безличните, неопределено личните изречения и т. нар. повествователен императив (Каневска-Николова, 2013: 168). Поради рядката употреба на обобщено лични изречения и повествователен императив в текстовете на Т. Димова, те няма да бъдат разглеждани по-подробно в настоящото изследване.

• безлични изречения

Употребяват се с цел описание на състояния или липса на действие. В художествената литература, както и в разговорната реч поради широката си употреба тези изречения нямат експресивен характер (Каневска-Николова, 2013: 170); *Беше съвсем тихо наоколо* („Майките”, Димова, 2020: 149); *Било невъобразимо горещо* („Майките”, Димова, 2020: 164).

• неопределено лични изречения

От стилистична гледна точка имат експресивен, информативен или общоизразителен характер, който акцентира на процеса или съществуването на нещо в общ смисъл, като се премахва индивидуалността на извършителя. Говорещото лице не желае да назове субекта, за да изпъкне като важно самото действие (глаголът казуемо е в 3., мн. ч.); (Каневска-Николова, 2013: 168). Например: *Вечерят. Мълчат* („Емине”, Димова, 2001: 134); *Изгасваха* („Майките”, Димова, 2020: 149). В изречения като „Вечерят.”, „Мълчат.” акцентът пада върху атмосферата и настроението, а не върху това кой точно извършва действията.

БЕЗГЛАГОЛНИ ИМЕННИ ИЗРЕЧЕНИЯ

Това са тип изречения, при които липсва глагол, но все пак носят смисъл чрез използване на съществително или прилагателно име, което играе централната роля в съобщението. Според изследванията на проф. Е. Каневска-Николова най-често като емоционално-експресивно изобразително средство тези изречения се използват при описание на портретни характеристики на герои и природни картини (Каневска-Николова, 2013: 170, 171), например: *На един хълм срещу слънцето* („Емине”, Димова, 2001: 51). Безглаголните именни изречения могат да играят различна роля и да служат за множество цели в литературния текст, в зависимост от контекста и намерението на автора. Един от ефектите, който стилистично се постига, е подчертаване на атмосферата, като се създава определено настроение: *Абсолютно неподвижни* („Майките”, Димова, 2020: 179); *С дълго мълчание между думите* („Емине”, Димова, 2001: 167). Изречението няма основен глагол, а представлява израз с именна структура. Така всъщност се създава впечатление за напрегнато очакване и неизказаност.

Друго стилистично качество, което притежават тези изречения, е поетичен ефект, чрез който авторът създава по-високо ниво на изразителност: *Онова усещане за приказност и безсмъртие* („Емине”, Димова, 2001: 182); *Само змиевидните фигури на цигарения дим* („Емине”, Димова, 2001: 37); *Излишък от влюбеност* („Майките”, Димова, 2020: 107). Самите

изречения създават този ефект чрез метафоричност, която внушава визуални и емоционални образи.

Особена значимост притежават и безглаголните именни изречения, които изпълняват стилистична функция на наративни паузи с цел забавяне на повествованието, което предоставя на читателя време за размисъл: *Мълчание* („Майките” Димова, 2020: 175); *И неподвижност* („Емине”, Димова, 2001: 37).

ЕПИФОРА, МЕЗОФОРА, ИНВЕРСИЯ

Похватите епифора, мезофора и инверсия са от най-малко ползваните стилови средства при Т. Димова. Например, изречения, съдържащи епифора: *Не мога да говоря повече за Явора. Но вие сте тук, за да говорите именно за Явора!* („Майките”, Димова, 2020: 84) са рядкост, тъй като този стилистичен похват изисква повтораемост на думите или изразите в края на няколко последователни изречения или фрази. Докато епифората и мезофората разчитат на повторения в края или средата на изреченията, а инверсията нарушава обичайната структура на изречението, Димова често използва по-плавни изразни средства, които се вписват в естествения поток на повествованието. В текста преобладават силно въздействащи образи и чувства, разкрити с дълги и описателни изречения, което прави тези похвати по-редки в романите „Майките” и „Емине”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можем да отбележим, че настоящото изследване подчертава важноста на синтактичните особености в творчеството на Теодора Димова, които играят ключова роля в изграждането на емоционалната интензивност и тематичната последователност на произведенията ѝ. Чрез употребата на пряката реч, анафората, едносъставните изречения и безглаголните именни изречения, авторката създава динамични и въздействащи текстове, които активират дълбоки чувства у читателите. Освен това, използването на иновативни синтактични структури и експериментални подходи в стилового изграждане е особено важно в контекста на съвременното общество, което е все по-обременено от кратък дефицит на внимание и лесно разсейване. Именно тези текстове, които „играят” със структура и изказ, предлагат един нов начин на възприемане, който може да бъде полезен за читатели с трудности при четене, като хора със *синдром на дефицит на вниманието и хиперактивност*, тъй като форматирането и разнообразието в стила могат да задържат интереса и да улеснят ангажирането с текста. Тези текстове не само предлагат актуалност и новаторство, но и посочват значението на стилистичната експериментация за обогатяване на литературното възприятие в съвременната читателска аудитория.

ЛИТЕРАТУРА

- Димова, Т. (2001). *Емине*. Пловдив: ИК Жанет 45.
- Димова, Т. (2020). *Майките*. София: Сиела Норма АД.
- Каневска-Николова, Е. (2013). *Стилистика на съвременния български език*. Смолян: Университетско издателство „Паисий Хилендарски”.
- Каневска-Николова, Е. (2020). *Синтаксис на съвременния български език*. Смолян: Ganzurov PRINT.
- Маринова, Й. (1983). *Пряката реч в българския книжовен език*. София: Народна просвета.

**КРАТКА ЕЗИКОВА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГОВОРА
НА СЕЛО БЕДЕН, ДЕВИНСКО**
Велизара Мустанова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“³

**A BRIEF LINGUISTIC DESCRIPTION OF THE DIALECT
OF THE VILLAGE OF BEDAN, DEVIN REGION**
Velizara Mustanova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The article presents a brief linguistic description of the dialect spoken in the village of Beden, located in Devin Municipality, Smolyan Province. The dialect of Beden belongs to the Rhodope dialects of the Bulgarian language, which are part of the Central Rupic (Rhodopean) group. These dialects are distinguished by unique phonetic, morphological, and lexical features. Phonetically, the dialect of Beden exhibits specific traits, such as the characteristic soft pronunciation of consonants and the substitution of certain vowel sounds. For instance, the vowel ж is often pronounced as a. On the morphological level, peculiarities can be observed in the use of definite articles, declensions, and the formation of past tenses. The lexical composition of the dialect also reflects the local culture and way of life, incorporating archaic and dialectal words preserved through generations. The article also discusses the similarities and differences between the dialect of Beden and other Rhodope dialects, such as that of the nearby village of Breze, while noting some resemblances to other Bulgarian dialects within the Central Rupic group.

Keywords: phonetic, morphological and word-formation features, Rhodopean dialects, dialectology, Bulgarian

Село Беден, разположено в Средните Родопи, притежава уникална историческа и езикова идентичност. Богатото културно наследство на селото е подкрепено както от археологическите находки в района, така и от особеностите на местния говор, който представлява специфичен диалектен вариант на родопските говори. Настоящата статия разглежда характерните фонетични, морфологични и лексикални черти на беденския говор в контекста на неговото развитие и връзки с други близки говори.

Село Беден има дълбоки исторически корени, водещи началото си още от времето на траките. В местността „Градище“ са открити останки от тракийско светилище и средновековна крепост, чиято значимост вероятно се е отразила върху наименованието на селото. Името „Беден“ се свързва с турската дума за крепостна стена или твърдина, отразявайки важноста на местоположението за отбраната на района. В разговорния език често се използва вариантът „Бедан“, който вероятно произлиза от старото наименование на крепостта – Беаднос. Археологическите разкопки в района, включително откриването на един от редките тракийски шлемове, добавят стойност към разбирането на историческото значение на селото и неговото място в културния контекст на Родопите. Според османски регистри от 1576 година селото е записано като "Бедан" (Турски извори за българската история, 1972). – форма, която вероятно съответства на старото наименование на крепостта „Беаднос“.

³ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект „Акустика на речта“ СП23–Ф–СМ–003 към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

Византийският летописец Йоан Кантакузин споменава крепостта през XIV век, което допълнително затвърждава историческата значимост на мястото. В османски документи се уточнява, че името „Беден“ е късна, модифицирана версия, възникнала по време на османското управление. През XIX и XX век името на селото често се свързва с термина „Лъджа“ (Герджиков, 2005), който означава минерална баня. Така се съчетава „Беден“ като „Крепост-баня“. Има данни за опити името на селото да бъде променено на „Изгрев“, за да се избегнат негативни асоциации с бедността, но това така и не е осъществено.

Според вокалната типология на родопските говори (в зависимост от застъпниците на еровите и носовите гласни) диалектите на с. Беден и с. Брезе са отнесени от Ст. Стойков и М. Младенов към еднovoкалния тип под ударение – с гласна о като застъпник на тези старобългарски гласни (Стойков, 1968; Младенов, 1993). Според Ст. Стойков за говорите на Беден и Брезе е характерен девесилският модел на тривокалния тип от първи вид (с три застъпника на старобългарските носовки и ерове – една гласна в ударено положение и две в неударено) с гласни [o], [a] и [e]. При този модел „гласната [o] се среща в ударено положение като общ застъпник, гласната [a] се среща в неударено положение като застъпник на стб. ѱ, а гласната [e] се среща в неударено положение като застъпник на стб. ѱ и ѱ“ (Стойков, 1968: 235). М. Младенов също отнася двата говора към варианта с гласна о като застъпник на носовите и еровите гласни в коренна сричка под ударение, наред с девесилските говори (Младенов/Mladenov 1993: 29). Диалектният материал, анализиран от Елена Каневска-Николова в рамките на теренни проучвания, проведени през юни и септември 2023 г., разкрива значими фонетични различия между говорите на Беден и Брезе. Според Е. Каневска-Николова в беденския говор се наблюдава системна употреба на гласната о като рефлекс на старобългарските гласни под ударение, което се илюстрира с примери като *дѡш*, *т'ѡвно*, *Чѡрквата*, *зѡп*, *чѡсто*. В говора на Брезе, от друга страна, аналогичните гласни се реализират като ѡ, видимо във форми като *дѡш*, *т'ѡвно*, *Чѡрквина*, *зѡп*, *чѡс*. Тези наблюдения на Е. Каневска-Николова подчертават фонетичната специфика на двата говора и тяхното значение за изучаването на регионалните езикови вариации (Kanevska-Nikolova 2024: 110).

Беденският говор проявява редица уникални **фонетични особености**, някои от които го отличават от останалите родопски говори, но с които бележи близост с говори в Девинско, особено с говора на съседното село Брезе.

- Гласната ѡ често преминава в ѱ – например патѱка вместо книжовното пътека.
- Изпадане на гласен звук о/у в средата на думите извън ударение: бурвѱнка (боровинка), зѱлга (залуга).
- Звукът ц се среща в думи като аѱѱе, буѱѱк, меѱѱ и др., което е рядко за родопските говори, но е регистрирано и в говорите на Брезе, Триград и Мугла.
- Комбинаторни промени при гласните: о > е: например пѡднушка вместо пѡднешка; у > а: фадѹлка срещу фудѹлка в близките говори.
- Елизия на х: изпадането на звука х се наблюдава в различни позиции, напр. ѡдме (ходихме), маалѡ (махала).

Морфологични особености

Беденският говор е богат на морфологични явления, които го правят и характерен, и специфичен в рамките на родопските говори:

- Тройно членуване, характерно за имената: аглѡкан, бѡлносо, дармѡнен. Тази особеност липсва в говора на Девин и селата западно от него, но е присъща за смолянските говори.
- Лични местоимения: употребата на нѡ и вѡ за 1-во и 2-ро лице мн.ч. отразява общородопска черта, която се среща и в тракийските говори.
- Среден род вместо м.р. и ж.р. (характерно и за говорите на Брезе и Мугла): в говора се наблюдава употреба на ср.р. при причастия и прилагателни, напр. Сѱчкуну гу б'а с'ѡлу думѱти.
- Минали деятелни причастия: удвоената наставка -ло в думи като билѡлу, дошлѡлу (среща се и в говорите на Брезе и Мугла, за Настан – само при глаголите *дѡйда* и *утѡйда*).

- Минали страдателни причастия с наставка -т, например разделети, облечат, фарнет (също в говора на Брезе, Настан и Мугла).

Лексикални и семантични особености:

Лексиката на беденския говор е разнообразна и представя интересни семантични явления:

- Полисемия: някои думи придобиват няколко значения: вòгал -‘въглен’, ‘малка бучка масло’; бабицà –,знахарка“ „народна акушерка“; байгън’еву-, Облачно и много задушно време“ „Когато не се чувстваш добре, лошо ми е“; бòзин’еф „сив - за животно“ „рус за човек“; кабàк-„коч“ „вид бяла и голяма тиква.“
- Интерес представляват думите, имащи книжовна форма, но се употребяват с ново, преосмислено значение: вòда ‘чешма’.
- Във формата на диалектната дума прозира признакът, който е легнал в основата на нейното название и който е различен от книжовната дума: лùчничка ‘дървен съд за чукане на лук, сол, червен пипер’.

Беденският говор представлява важен елемент от културното и езиковото наследство на Родопите. Неговите уникални фонетични, морфологични и лексикални черти не само свидетелстват за богатата история на региона, но и подчертават сложните взаимодействия между различните култури, оставили следи в този планински край.

Общото между беденския и брезкия говор, според предоставената информация, може да се обобщи в няколко аспекта:

Фонетични особености: Изпадане на гласен звук о/у извън ударение в средисловие: Например бурвйнка (боровинка), зàлга (залуга). Това е характерно за двата говора. Промяна на гласните è > ì: например пàтìка вместо книжовното пѹтека. Наличие на звука ц: Среща се в двата говора, с примери като цуб’ò, буцàк.

Морфологични особености: използване на тройно членуване, което е характерно за смолянските говори, но липсва в западните подговори, като тези на Девин; използване на среден род вместо мъжки и женски при прилагателни и глаголни форми (И вйдем гу йде.); засилена употреба на наставка -т за минали страдателни причастия (разделети, облечат); удвоена наставка –ло (билòду, дошлòду). Тази особеност е обща и за беденския, и за брезкия говор.; лични местоимения за 1 и 2 л., мн.ч. нè и вè:

Лексикални прилики: наличие на множество умалителни лексеми и фразеологизми; използване на специфични думи с книжовна форма, но с ново значение. Например водà като „чешма“.

Беденският и брезкият говор споделят редица общи черти в областта на фонетиката, морфологията и лексиката, което отразява културната и езиковата близост на двете села в региона на Девин. Въпреки това, съществуват и различия, които подчертават локалните вариации в рамките на родопските диалекти.

ЛИТЕРАТУРА

Каневска-Николова, Е. (2024). Кратка езикова характеристика на един слабо проучен родопски говор (говора на с. Брезе, Девинско). *Български език*, (2), 107–122.

Младенов, М. Сл. (1993). Говорите в Родопите. *Българска етнография*, (4), 25–31.

Стойков, Ст. (1968). Към вокалната типология на родопските говори (застъпници на старобългарските носови и ерови гласни). В *Славистичен сборник. По случай VI международен славистичен конгрес в Прага* (с. 2). София.

**МОДЕЛИ ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА АКУСТИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ
НА ВОКАЛНИТЕ АЛОФОНИ [è], [ĕ] ОТ РОДОПСКИ ГОВОРИ И
ТЯХНАТА ФОНОЛОГИЧНА ИНТЕРПРЕТАЦИЯ**

Мирослав Михайлов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**MODELS FOR VISUALIZATION OF THE ACOUSTIC PARAMETERS
OF THE VOCAL ALLOPHONES [è], [ĕ] FROM RHODOPES DIALECTS
AND THEIR PHONOLOGICAL INTERPRETATION**

Miroslav Mihaylov

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract. The article examines the modern speech realizations of the vocal allophones [è] and [ĕ] in the Rhodopean dialects. The distribution of variants of the phoneme [è] is presented and their distinctive role is discussed. By applying mathematical methods and specialized software, the exact acoustic values of several specific phonemes are measured. The obtained experimental results are plotted in the system of cardinal vowels of the international phonetic association, and in this way zones of variation of the corresponding allophones are outlined. Next, the phonological interpretations of these allophones in the linguistic literature are presented. Based on the established acoustic indicators of the analyzed backgrounds, the article ends with several important conclusions for Bulgarian phonetics and phonology.

Keywords: vocals, sound, formants, vocal spectrum, reflexes, old Bulgarian vocal 7

В статията се изследват съвременните речеви реализации на вокалните алофони [è] и [ĕ] в родопските говори. Представя се дистрибуцията при вариантите на фонема [è] и се дискутира тяхната дистинктивна роля. Чрез прилагане на математически методи и специализиран софтуер се измерват точните акустични стойности на няколко конкретни фона. Получените експериментални резултати са нанесени в системата на кардиналните гласни на международната фонетична асоциация и по този начин се очертават зони на вариране на съответните алофони. На следващо място се представят фонологичните интерпретации на тези алофони в езиковедската литература.

Темата е засягана в стотици статии по българска диалектология и затова тук дискутираме част от твърденията. Констатираме обстоятелството, че в диалектоложката литература се използват много графеми и надредни знаци, които трудно се диференцират от съвременните читатели. Необходимо е описанията на звуковите системи на съвременните български говори да се основават на обективни и точни измервания. В тази статия посочваме няколко конкретни примера, в които чрез прилагане на специализиран софтуер се измерват акустичните стойности на особените звукове от родопските говори, застъпници на старобългарските вокали 7, â, Ė, A, Ъ, но алофони на фонема [è]. Дискутираме връзката между акустичните параметри на звуковете и тяхната графична и фонологична интерпретация в специализираната литература по фонетика и диалектология. Въз основа на експериментален анализ на конкретни фони от съвременни изговори и достигаем до изводи, които са изведени чрез измервания на звуковия спектър при реализацията на вариантите на фонемите в речта.

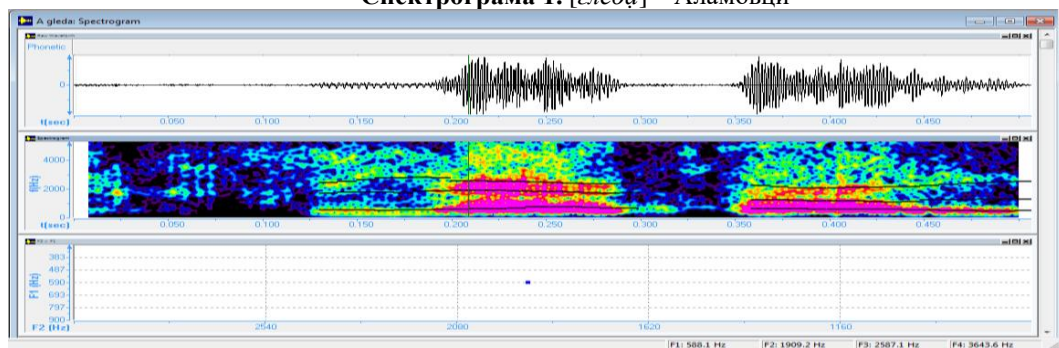
В следващите страници представяме спектрограми за изговора на вокалните алофони [è], [ĕ] от фонологичната система на българския език, засвидетелствани в съвременното

състояние на родопските говори. Всички записи са правени през лятото на 2023 година лично, на терен.

Стойко Стойков представя рефлексите на стб. 7 /алофоните [è], [è̃]/ с изключителното разнообразие от графемии – повече от десет (Стойков, 1968: 241). При нашия метод анализираният звук се предава чрез възможностите на съвременните софтуерни продукти, които фиксират точно мястото на конкретния фон, в определен момент от неговата артикулация, върху системата на кардиналните гласни на Международната фонетична асоциация (предавана като точка в ниската част на спектрограмата).

Типичен вариант на фонема [è] засвидетелстваме при изговора на словоформата [ɣlèðɔ] от говора на село Аламовци, Златоградско.

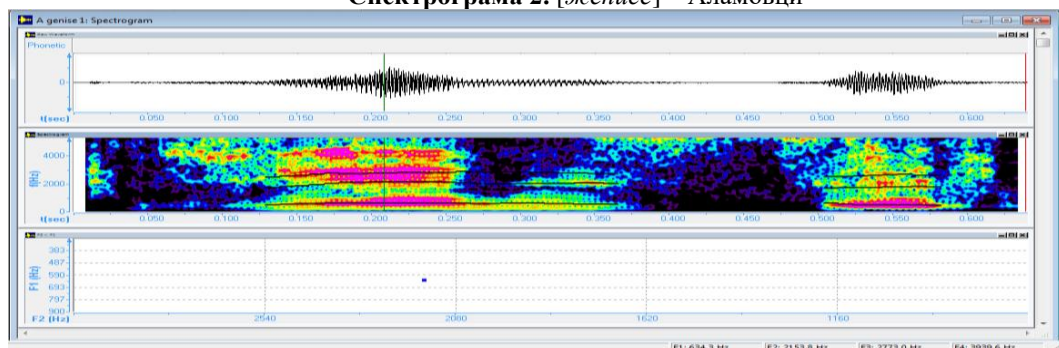
Спектрограма 1. [ɣlèðɔ] – Аламовци



Конкретният фон се реализира като централна гласна. Това е традиционен вариант на гласна [è] в родопските говори, която в етимологичен аспект е рефлекс на старобългарската предна носова гласна è от словоформата глèндати, глèндау̃, глèнда̃ши (Стойанов & Янакиев, 1976: 132). Стойностите на формантите са съответно F₁ – 588,1 Hz, F₂ – 1909,2 Hz, F₃ – 2587,1 Hz, F₄ – 3643,6 Hz.

Отново вариант на фонема [è], с по-предно учленение и по-близък до приетия за книжовен, регистрираме при изговора на гласна [è̃] в словоформата [ʒè̃nisse] от старобългарската лексема жена (Стойанов & Янакиев, 1976: 137).

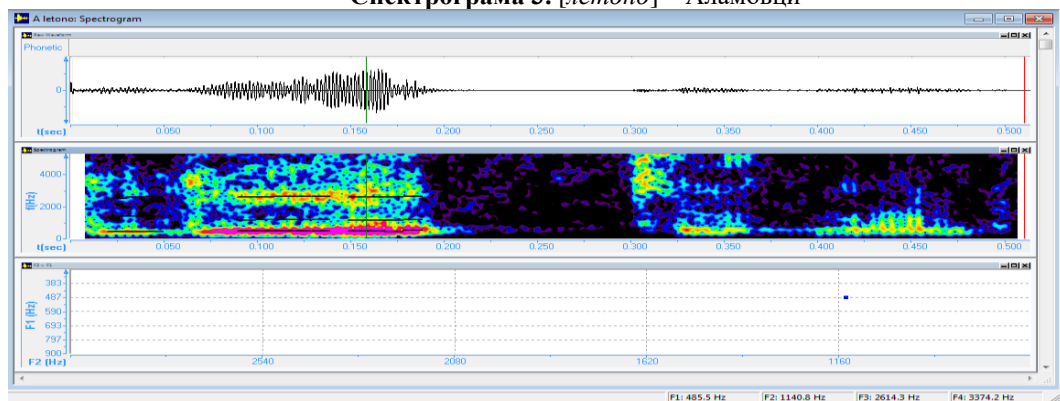
Спектрограма 2. [ʒè̃nisse] – Аламовци



Програмата посочва мястото на конкретния фон в системата на кардиналните гласни и отчита следните формантни стойности: F₁ – 634,3 Hz, F₂ – 2153,8 Hz, F₃ – 2773,0 Hz, F₄ – 3939,6 Hz.

В родопските говори отново варианти на фонема [è] се срещат в етимологичните позиции на старобългарската гласна 7, която в конкретния случай е от старобългарската словоформа 17то (Стойанов & Янакиев, 1976: 137). Записаната възрастна носителка на диалекта на село Аламовци, Златоградско е употребила тройно членуване и така засвидетелстваният изговор е [lè̃тоно̃].

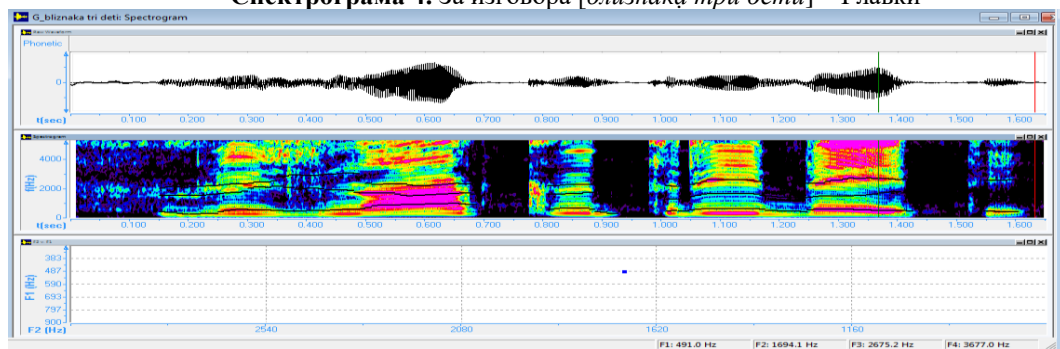
Спектрограма 3. [лѐтоно] – Аламовци



Вариантът тук значително се отличава от стандартните представи за варианти на фонема [ѐ] във фонетиката и фонологията на българския език. На спектрограмата на [лѐтоно] са отчетени спектрални формантни стойности, които контрастират на тези в книгата на Димитър Тилков, а именно: F₁ – 485,5 Hz, F₂ – 1140,8 Hz, F₃ – 2614,3 Hz, F₄ – 3374,2 Hz. Все пак аудитивно се чува вариант на фонема [ѐ]. Конкретният фон в системата на кардиналните гласни се реализира като задна висока гласна и това противоречи на досегашните представи за вариантите на фонема [ѐ] в българския език. Тъй като това не е единствено изключение в нашите перманентни експериментални акустични изследвания на звуковете в съвременната изговорна реализация на българския език, подобни фони показват нагледно многократно изтъкваното от нас значително вариране на формантните стойности при алофоните на едни и същи фонемите. Към този момент ние изтъкваме това вариране, без да посочваме граници на варирането или да посочваме причините за варирането. Също така ясно твърдим, че причините за варирането нямат строга етимологична зависимост.

Нека представим още един вариант на фонема [ѐ] в етимологичните позиции на стб. вокал 7 от словоформата д7ти (д7ти I, ж. р. -ѝ- осн. мн. ч. деца) (Стойанов & Янакиев, 1976: 137). Следва да отчетем, че в диалекта на село Главки, Ксантийско е напълно запазена старобългарската форма и се изговаря [дѐти], като ще установим експериментално широчината на това [ѐ], рефлекс на 7.

Спектрограма 4. За изговора [близна̀ка̀ трѝ дѐти] – Главки



Формантните стойности тук са F₁ 491,0 Hz, F₂ 1694,1 Hz, F₃ 2675,2 Hz и F₄ 3677,0 Hz.

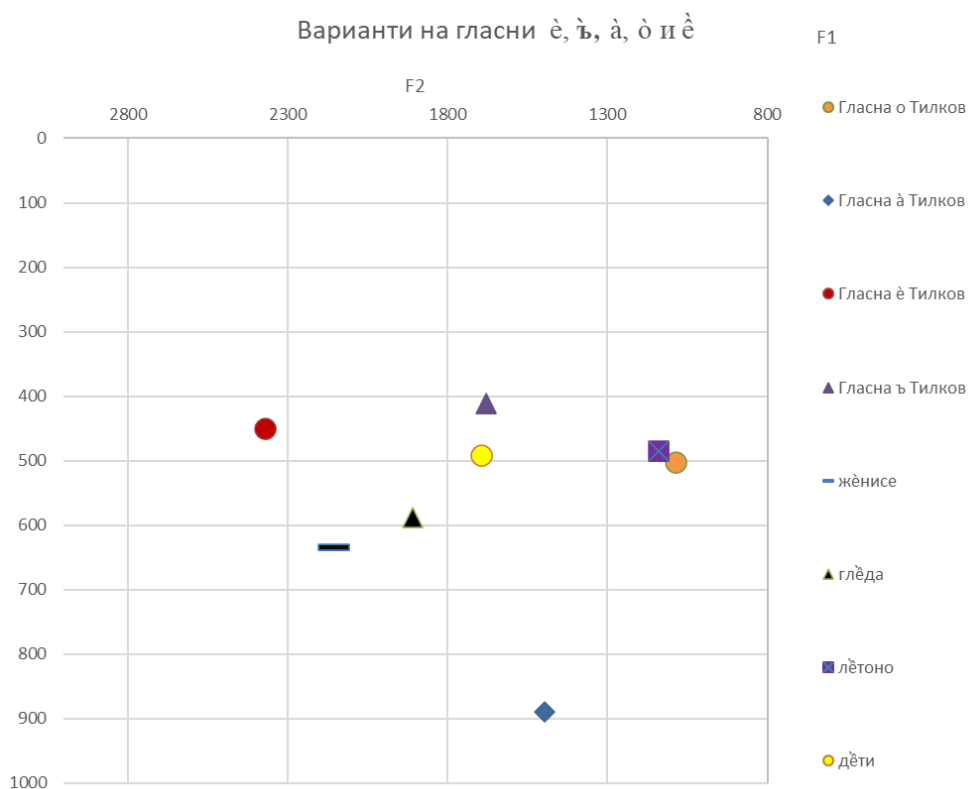
Ние започнахме тази статия с констатацията, че вариантите на фонемите [ѐ] и [ò] в родопските говори се представят от Стойко Стойков с повече от 22 графеми. Тези графеми се употребяват само от един автор и само в една студия. Обективните данни от многократните ни акустични експериментални изследвания показват огромно вариране при конкретните фони, които от етимологична гледна точка трябва да бъдат едни и същи. Именно затова ясно посочваме, че употребата на това голямо множество графеми не се основава на обективните акустични стойности на транскрибираните звукове. Освен това стотици автори описват особени звукове, регистрирани на езиковата територия на българския език в синхронен и

диахронен аспект. Така използваните графемни стават необозримо много. Това прави четенето на литературата за звуковете в българския език трудно, защото не е ясно даден автор, като е употребил при транскрибиране дадена графема, коя точно звукова стойност е отбелязал. В тази връзка транскрибирането на звуковете в родопските говори не е обективно и нека авторите използват поне по-малко символи. Всяко изследване на звуковете в българския език в последния конкретен случай – изговор на словоформата [лѐтоно] от родопски говор – ще транскрибира рефлекс на стб. гласна 7 с графемата ѐ. Отчетените формантни стойности ясно показват, че такова транскрибиране не отговаря на акустичните параметри на транскрибирания звук.

Въз основа на няколко представени спектрограми за конкретен изговор на вариантите на фонема [ѐ] в съвременни родопски говори можем да направим извода, че вариантите на фонема [ѐ] се реализират акустично в много голяма зона на дисперсия. Вариантите на фонема [ѐ] нямат строга етимологична зависимост. Огромното акустично вариране и на конкретните фони премахва възможността да бъдат обособявани две фонемни [ѐ], [ѐ] в родопските говори. Изговорът на вариантите [ѐ], [ѐ] няма да се реализира закономерно от етимологична или от акустична гледна точка. Конкретните речеве реализации на [ѐ], [ѐ] варират незакономерно и в много голяма зона на дисперсия.

Може да се констатира сериозно вариране на формантните стойности при рефлексите на стб. гласна 7. На този етап е трудно да класифицираме отчетените варианти. Важно е да отбележим, че аудитивно, при многократните прослушвания, всички тези фони се възприемат като гласна [ѐ].

За да може да визуализираме голямата дисперсия при алофоните на фонема [ѐ], изготвихме следната графика. Върху системата на кардиналните гласни на графиката се нанесени гласните [ò], [à], [ѐ], [ѐ] според стойностите, отчетени от Димитър Тилков (Тилков, 1983: 33) и вариантите за гласните [ѐ], и [ѐ], получени в тази статия.



1. На графиката ясно се визуализира, че вариантите на фонема [è] варират значително.
2. Вариантът на фонема [è] от словоформата [лèтоно] почти съвпада с варианта на гласна [ò] според изследванията на Димитър Тилков.
3. Вариантът на фонема [è] от словоформата [дèти] е много близо да дадените от Димитър Тилков стойности за гласна [ѣ].
4. Вариантите на гласна [è] не се реализират като варианти на предна гласна, а като централни гласни. Това е традиционен вариант на гласна [è] в родопските говори.
5. Няма етимологична зависимост при измерването на стойностите на F_1 , които показват широчината на гласната. И тъй като графемата è се нарича „широко е“, а графемата е се нарича „нормално е“, няма закономерност при засвидетелстването на двата варианта на фонема [è].
6. Въпреки показаните вариации звуковете без колебания аудитивно и фонологично се възприемат като варианти на фонема [è]. На показаните визуализации някои от вариантите почти съвпадат, защото са изготвени само въз основа стойностите на първите два форманта. От този факт следва друг извод (№ 7), който е формулиран за пръв път в българската фонетика в тази статия.
7. Въз основа на констатираното в изводи № 2, № 3 и № 6 достигаме до заключението: гласните в българския език не могат да се диференцират само въз основа стойностите на първите два форманта.

ЛИТЕРАТУРА

- Стойков, Ст. (1968). Към вокалната типология на родопските говори. В *Славистичен сборник* (с. 229–243). София.
- Стоянов, Ст., & Янакиев, М. (1976). *Старобългарски език. Текстове и речник*. София.
- Тилков, Д. (1983). *Изследвания върху българския език*. София.

**МЪРТВОТО ТЯЛО (ИЗ „СТРАНИЦИ ОТ КНИГАТА ЗА
СТРАДАНИЯТА НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОД“ ОТ ЛЮБЕН
КАРАВЕЛОВ)**

Здравко Дечев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**THE DEAD BODY (FROM "PAGES FROM THE BOOK OF THE
SUFFERING OF THE BULGARIAN PEOPLE" BY LYUBEN
KARAVELOV)**

Zdravko Dechev

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The presented observations focus on the episodes of desecration of the dead slave body in the stories of Lyuben Kravchev. The slave must also be humiliated through the mockery of his flesh. The lifeless flesh in Kravchev's plots becomes the basis for "ritualizing" suffering. Suffering beyond the end of life must be so ceremonially ostentatious that the memory of it is irresistibly traumatized. The body remains most visibly vulnerable post mortem, because it turns out to be unimaginably dehumanized in its anatomy (burned, cut, torn).

Keywords: Kravchev, story, slavery, violence, victims, death, desecrated dead body

С агонията, с приглушения смразяващ стон, със сетната въздишка не настъпва краят за умъртвеното тяло на насилиения роб. И в анатомичната му буквалност – кръв, кожа, месо, кости... – „няма покой и смърт, премахващи болката за това тяло“ (Пелева, 2015: 92). Настоящите редове се фокусират върху примери от Каравеловите „руски“⁴ повествования, които разкриват представата, че „смъртта е изтезание дотолкова, доколкото е не само лишаване от правото на живот, но и повод за... една пресметната градация от страдания“ (Фуко, 1998: 37) и ужас. Връхната точка на насилието в Каравеловите „Страници...“ невини е поставена с акта на нечия физическа смърт. Робът трябва да бъде унижен и чрез издевателството над плътта и над телесните му субстанции:

... разпраха корема на сиротата жена, извадиха из утробата ѝ и други нов плод и разрязяха го на парченца... Ахмед режеше още нерожденото на свят детенце и с голяма лютина и викаше като луд:

- Не само гяурите, но и семето им трябва да се изчисти от светът... (Из „Турски паша. Записки на една калугерка“), (Каравелов, 1965, I: 131);

... Леля лежи в калта и гледа със стъклени очи към небето, а кучета ѝ ръфат ръцете, късат на части тялото ѝ и облизват нейната свещена кръв (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 545).

Незначителното на роба трябва да е дотолкова осезателно телесно, че дори и мъртвото робско тяло – с всяка своя част – е „призовавано... да свидетелства...“ (Годелие, 2001: 178),

⁴ Като „руски“ отбелязваме Каравеловите белетристични творби, създадени при престоя му в Русия (1857 – 1867) и публикувани в сборника „Страници из книги страданий болгарского племени“ през 1868 година. Каравелов превежда на български език тези свои повествования и ги популяризира по страниците на „Свобода“, „Независимост“ и „Знание“, преработени значително.

при това неопровержимо, че е (за)владяно и *не-свое*. Смисълът, който влагаме в разбирането за мъртвото тяло като *не-свое*, предполага съобразяване, освен с традиционните (народни) суеверия, и с нагласата, че насилието/издевателството над плътта (жизнена или мъртва, чужда или своя) е – ако се обосновем с думите на Фуко – „политическа обсада на тялото“ (Фуко, 1998: 30). В Каравеловите „Страници...“ страданията на българите са травмиращо устойчиви именно чрез употребата на тялото на роба, защото „властовите отношения осъществяват непосредствен захват над него; те го обграждат, бележат го, възпитават го, измъчват го, принуждават го към труд, налагат му разни церемонии, изискват от него знаци“ (Фуко, 1998: 30). В този смисъл са открити нюансите в осмислянето на мъртвото тяло като *не-свое*. Всъщност още с раждането си робският човек не принадлежи на себе си. Всеизвестно е убеждението на белоногата Гергана („Изворът на Белоногата“ (1873) – Петко Р. Славейков), че над живота ѝ в робския свят могат да господарстват, ала волята ѝ остава неприкосновена. Именно по този начин тялото на роба е предопределено да е *не-свое*. Парадоксално *не-свое* и в живота, не само като дом на смъртта. За поробителя, за насилника тялото е „достъпно благо“ (Фуко, 1998: 29) – производителна сила, бойна единица, средство за разтуха – включително и в най-животинските ѝ измерения, арена на патологични властови церемонии – особено когато е безжизнено, неспособно на съпротива. От фолклорно-митологичните представи знаем, че мъртвото тяло е *не-свое*, защото смъртта „натоварва знаково времето и пространството на живите и започват да се изпълняват различни обреди, чиято цел е нейната неутрализация“ (Димитрова, 2013: 457). Мъртвият, макар близък и свиден, се възприема и като опасния друг, като образ на отвъдността, като онзи, който „внося двусмисленост и безредие в иначе опитомения, изяснен и подреден свят...“ (Гарнизов, 1992: 9). Затова раздялата с мъртвия се ритуализира най-рано в човешката култура и се осмисля като предпоставка светът на живите отново да бъде приемливо обичаен и свой. Поръката на войводата Дончо от едноименната Каравелова творба: „Мъртвите да не оставяте, да ги увеличате след себе си...“ (Из „Дончо“), (Каравелов, 1965, I: 455), от една страна, загатва за стойността на мъченическата смърт и за почитта към пожертваното тяло и опазването му от поругаване. От друга страна обаче няма как да не уловим страха от еветуалното изоставяне на мъртвите. Да не подходиш подобаващо към мъртвото тяло, като се съобразиш с погребалната и с поменелната обредност, означава да подложиш на изпитание устойчивостта на света на живите. Затова с особена загриженост в друга Каравелова творба се споменава: „до среднощ копахме гробът, а пред зори спуснахме в него мъртвото тяло и заровихме го без поп, без свещ, без опело и тамян; само мама прекръсти своята нещастна сестра и рече: „Лека ти пръст!“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 545). Всяко действие спрямо мъртвия без обичайната трансформираща статута на тялото ритуалност е немислимо. Мъртвото тяло „се възприема и оценява според степента, в която отговаря на строга система за поддръжане на света“ (Кисикова, 2007: 63). Грижата за мъртвото тяло и по-специално например слагането в ковчега или в гроба на предмети от бита на покойника подчертава, че „мъртвият е свързан с това, което е бил като жив, че дори запазва своя семеен и обществен статут“ (Живков, 2000: 279). Народната ни култура „интегрира“ по особен начин мъртвия към живите и допуска двойствено отношение към него: „след смъртта той остава за дълго време нечист..., докато постепенно (на помените до една година...) той става гост, домакин, предходник...“ (Живков, 2000: 283). Нещо повече – „мъртвият... остава в една територия, където е свързан с къщата си,... със социума“ (Живков, 2000: 279). Ето защо, „когато някой е победител и иска да унищожи една неприятелска етнична общност, той изтръгва най-напред нейните мъртви, нейните корени – отваря гробниците, *начупва* костите, прави ги на прах, разпръсва ги и така деkonструира самия свят на живите“ (Живков, 2000: 279). В този контекст Каравеловите страници за поруганото мъртво тяло усложняват разбирането, че робството се свързва с някаква степен на телесно изтезание или с грозна смърт. Въпреки че се натрупват образите на мъртвите, а не на оцелелите, смъртта не е само основание да се каталогизира изчистването на света от гяурите. Смъртта позволява телесното да се употреби като свидетелство за изроденото прилагане на власт: „лъвът и тигърът стоят много по-високо в своята нравственост от човекът – тигърът удушава кое да е животно само да се наяде, а човекът – из различни цели и по различни подбуждения“ (Каравелов, 1965, I: 118). Властовата лакомост

на човека надхвърля обичайната животинска инстинктивност. Сведен до телесните си останки, човек би трябвало да е подвластен изцяло на природните закони. Безжизнената плът в Каравеловите сюжети обаче се превръща в основание страданието да се „ритуализира“ не само върху/в живота. Страданието и отвъд жизнения край трябва да е до такава степен церемониално показно, че паметта за него да е непреодолимо травмирана и усилено за споделянето ѝ все по-невъзможно. Така след отброяване на жертвите – „... намериха сиромаси Стойка обесен на голямата върба; баба Цвета лежи мъртва“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 513) – кулминацията на насилствената смърт настъпва рязко с образа на „клетото детенце Нона – в жаравата полуизгоряло!“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 513). Необходимо е да припомним, че образът на поруганото мъртво детско телце има своята още по-шокираща версия в повестта на Васил Друмев „Нещастна фамилия“: „Насред къщи гореше голям огън, до който седеше един едър човек, който беше натъкнал на шиш двегодишно малко дете и го въртеше, като че печеше кебап!...“ (Друмев, 2003: 13). Плътта на мъртвото дете сякаш е подготвяна за неутолимата паст на всепоглъщащата власт. В тази крайна фаза на регресивно поведение мъртвото тяло се възприема като обект на людоедство, като обвързано със съестното⁵. Да не забравяме, че насилниците тирани, освен всичко предполагаемо, са и „върховните субекти на плюскането“ (Пелева, 2015: 87) и „чудовищната истина е, че Тяхното основно ястие сме ние“ (Пелева, 2015: 88). И чрез садистичното му поделение всички могат да станат участници в церемонията на всевластие: „Майката теглеше чедото си на една страна, а турците го теглеха на друга, и когато турците видяха, че тия имат работа с една яка и родолюбива майка, която ги хапеше по ръцете, то Ахмед извади ножа си, пресече момиченцето на две половини и извика:

- Едното парче нам, а другото на тебе“ (Из „Турски паша. Записки на една калугерка“), (Каравелов, 1965, I: 131).

Поделеното мъртво тяло свежда човешката плът до вещното, с което може да се разполага всячески, а в конкретния случай направо да се раздаде. Плътта, като задоволяваща властовата лакомост, не може да бъде цяла и непокътната. Третирането ѝ допълнително генерализира отношенията между овластени и владени. В този смисъл целостта на нашето е компрометирана дори и в сакралната непокътнатост на нашите мъртви. И още нещо – народът ни вярва, че мъртвият е неизменна част, макар откъсната, от колектива, и смъртта идва, за да го приобщи към предците. „И се прибра при дедите си!“ – тая старозаветна фраза има валидност и във фолклорното мислене. След смъртта си мъртвият се вписва в сумарна, неясна, размита общност на отдавна преселили се във вечността праотци. Фолклорното поверие, че далечен праотец се превръща в дух-пазител на огнището и домочадието, понякога приел облика на домашна змия, говори за разтварянето на неговия „образ“ в родовото начало. Тъкмо като змия-стопан той се приобщава към лоното на Майката-земя, откъдето е произлязъл... Това сливане на мъртвия с Майката-земя, в чиято гръд се таят жизнераждащи енергии, му придава хтонична сакралност, с каквато патриархалният селянин надарява и земята“ (Ангелов, 2000: 9). Този процес на приобщаваща трансформация обаче предполага тялото да не бъде унижено и покварено в смъртта. Разбира се, насилникът тиранин от Каравеловите сюжети едва ли е повлиян в действията си от описаното народно суеверие. То би могло да има значение за близките на жертвите, у които все по-непреодолимо е усещането, че смъртта не е край на страданията, не е възможното спасение, не отваря пътя към приобщаването с предците, а за насилника се оказва не по-малко важно какво следва след смъртта на жертвата. Неговата същинска удовлетвореност предстои. В изобилието от жестокости, които той прилага върху мъртвото тяло, прозира именно „пресметната градация от страдания“ (Фуко, 1998: 37), за която споменахме в началото на настоящите наблюдения. Умъртвяването на детето в цитирания по-горе откъс от повестта „Турски паша...“ не свежда жестокостта на насилника до един-единствен жест, при това за кратко време. И в описанието на мъртвите от разказа „Сирото семейство“ изтезанието на мъртвото тяло е фрапиращо със своята крайност: „...моите братя и сестри лежат изсечени и изклани... Клетата Лиля,... разрязана

⁵ Виж Пелева, Инна. Ботев. Тялото на национализма. София, Издателство „Кралица Маб“, 2015, с. 87 –113.

на две половини, а Марта изрязана на малки парченца...“ (Из „Сирото семейство“), (Каравелов, 1965, I: 427). Бързата насилствена смърт се оказва „нулевата степен на изтезанието“ (Фуко, 1998: 37) в Каравеловите повествования. Изтезанието, не само като следствие от конкретни обстоятелства и евентуални причини (например изпълнение на присъда), все пак е и „техника и не трябва да се бърка с крайностите на някаква беззаконна ярост“ (Фуко, 1998: 37). Тази гледна точка, с риск да прозвучи в някаква степен манипулативно с оглед на Каравеловите сюжети, променя разбирането ни за поруганото мъртво тяло. Картината на разполовеното/изсечено/(из)рязано мъртво тяло става връхна точка на страданието, защото го представя като продължаващо и в смъртта, тоест по своеобразен начин го превръща в безкрайно. Основанието за тази убеденост надхвърля белетристичното откровение: „Ние живеем в такова едно царство, в което ни мъртвите не намират мир и утешение. Ние не можеме да кажем на мъртвите си „лека ви пръст“, защото тая пръст почти всеки ден се облива с кръвта на техните деца. Ако би всяко едно камъче имало език, ако би всяко едно дърво можало да говори, ако би всяка една тревица можала да приказва и ако би всичките тия захванали да говорят заедно, то пак не би могли ни за сто години да ни изприкажат колко мъки и колко неволи е претърпял нашият народ; а ако би човек захванал да копае, то би намерил мъченически кости до девет аршина надълбоко“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 505). По страниците на Каравеловата книга за страданията български смъртта предвещава немислимо зрелище. Тя оставя след себе си „... не... човек, а почерняло и очервивяло човеческо месо!“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 546). Изтерзаното мъртво тяло става неопровержимо свидетелство за това, че „самата крайност на извършваните насилия е част от неговата слава“ (Фуко, 1998: 38). Слава, необходима на времена, когато и най-невинните жертви – деца, жени, старци... – някак задължително трябва да са унижени в смъртта си и с оскверняването на плътта. Тук му е мястото да се подсетим, че светотатството на Вазовия Кочо („Кочо. Защитата на Перушица“ из цикъла „Епопея на забравените“ (1881-1884) – Иван Вазов), погубил близките си и себе си, е единственият логичен избор, ако иска да отнеме поне малко от най-сигурната власт, която потенциално притежава не само противникът-насилник, но и всеки човек – да убива, да унизи тялото *чрез*, но и *във* смъртта. Пред неизбежната садистична агресия и най-немислимият изход може да има основание, щом в своята умъртвеност плътта на роба е „пергаментът“, където непрекъснато се актуализира кодексът на безпавието“ (Стефанов, 1993: 75).

С всяко последвало попълване на Каравеловия каталог от поругани мъртви тела натискът върху читателското възприятие става все по-безпощаден. „Първо, разбира се, се хвърля в очи прекомерността на болката, страданието на изтезаваното без мотив – освен „зверското“ на палача – българско тяло...“ (Пелева, 2015: 112). И второ, оказва се, че е без значение живо или мъртво е тялото, защото за него няма покой. Представените откъси от Каравелови творби са показателни за измеренията на агонията, която трябва да трае дълго, да премине и в смъртта, защото „смъртта-изтезание е изкуство да се поддържа живота в страданието, разделяйки го на „хиляди смърти“..., (Фуко, 1998: 37). Казано другояче: за поробителя тялото на роба не е само привлекателно живо благо, което подлежи на усвояване. Мъртвото тяло е подходящо, за да се разкрият измеренията на крайностите, на които са способни насилниците. Мъртвото тяло на роба се е превърнало в част от невъобразима „церемония, която се разраства с цялата си пищност от „изтезания, които продължават и след смъртта“ (Фуко, 1998: 38): горене, рязане, дори и... одиране на тялото: „На тата одрали кожата и приковаха я с пирончета на стоборът. Тялото му, одраното му тяло, било набиено на кол и изправено при кожата“ (Из „Неда“), (Каравелов, 1965, I: 543). Анатомията в случая се е превърнала в крайната степен на регрес на телесното. Приживе робът обикновено е лишен от глас. Достатъчно е да припомним само няколко Ботеви примера за безмълвието на роба – нямата братова душа в „Към брата си“, мълчащият народ в „Борба“, непроговарящият странник от едноименното стихотворение, – за да обосновем статута на гласа. Гласът е по-същностен белег на индивида, защото по гласа разпознаваме, без да виждаме лицето. Образът на роба, лишен от глас в живота, или лишен от целостта на плътта в смъртта, е аналогичен. Тялото си остава най-видимо уязвимо: неизявено и незащитимо без глас или *post mortem* невъобразимо обезчовечено в анатомията си (горено, рязано, драно). „Дрането свързва

вършителя и обектния в страховита интимност; в този кървав сюжет на нетърпимата болка и двамата преживяват метаморфози, отдалечаващи ги от човешкото – единият заради жестокостта, другият заради приликата с животното, което се приготвя за храна“ (Пелева, 2015: 100). Поддържаното внушение с всяко насилие над мъртвото тяло е категорично: „поборителят не е човек, но и побореният не е човек“ (Пелева, 2015: 106 – 107). Мъртвото тяло трябва да е не по-малко зрелищно в робската си низост и скверната власт трябва да се налага хищнически и над него. Поруганата плът остава неопровержимо свидетелство, че „колкото по-живописно е представено страданието..., толкова по-голям и по-възвращащ ще е страхът“ (Стефанов, 1993: 75). Страхът не само как да живееш в робство, но и как да се пазиш от него в смъртта.

ЛИТЕРАТУРА

Ангелов, В. (2000). Соларният символ: семантика, културни паралели и пластове, сакрални значения (върху материали от надгробия в Западна България на прехода към XX в.). В *Български фолклор*, XXVI(1), 5–16.

Ариес, Ф. (2004). *Човекът пред смъртта*. София: ЛИК.

Вакарелски, Х. (2008). *Български погребални обичаи*. София: Издателство „Захарий Стоянов“.

Гарнизов, В. (1992). Оня свят. Произходът на смъртта: версията на българите... В *Архитектура*, XXXIX(3–4), 7–10.

Годелие, М. (2001). *Тяло, родство, власт. От философията към социалната антропология*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.

Димитрова, М. (2013). „Домовете“ на смъртта. В *Български фолклор*, XXXIX(4), 456–474.

Друмев, В. (2003). *Нещастна фамилия*. София: Издателство „Захарий Стоянов“.

Живков, Т. Ив. (2000). *Увод в етнологията*. Пловдив: Пловдивско университетско издателство.

Каравелов, Л. (1965). *Събрани съчинения в девет тома* (Т. I). София: „Български писател“.

Кисикова, М. (2007). Форметология и телесност в традиционното общество – етносоциологически измерения (по примери от Иван Хаджийски). В *Критика и хуманизъм*, (24), 61–73.

Личева, А. (2007). *Гласове и идентичности в българската поезия*. София: „Фигура“.

Пелева, И. (2015). *Ботев. Тялото на национализма*. София: Издателство „Кралица Маб“.

Стефанов, В. (1993). *Лабиринтите на смисъла. Критически речник за поезията на Христо Ботев*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.

Фуко, М. (1998). *Надзор и наказание. Раждането на затвора*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.

ELIZABETH BARRETT'S SUFFERING CHILDREN: FIVE PROMINENT INSTANCES

Yana Rowland

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The paper investigates the theme of the suffering child, diversely represented in five poems by Elizabeth Barrett Browning, unpublished in her lifetime and written between 1837 and 1842, prior to her marriage to the poet Robert Browning. Although suffering has been identified as a major focus of the poet's existential and ontological leanings, the works scrutinized hereby remain worryingly feebly explored, eclipsed by her larger-scale poetical narratives of social concern (e.g. *The Cry of the Children*, *The Runaway Slave at Pilgrim's Point*, *Aurora Leigh*). The wretched child could be isolated as a steady contextual ground, also, for recognizing Elizabeth Barrett Browning's self-questioning yet self-promoting voice aimed at stirring a shallow world, unresponsive and insensitive to pain.

Keywords: Elizabeth Barrett Browning, child, suffering, death, identity

An accomplished interpreter, literary scholar, poet, diarist, and essayist, Elizabeth Barrett Browning (1806 – 1861) left many insightful, enigmatic, and provocative reflections on life, death, infancy, family, and politics, which excite the imagination of those interested in gaining an understanding of the ontological essence of English nineteenth-century poetry. In her impressive intellectual reserve, one finds several particularly prominent, unpublished in the poet's own lifetime, poems which belong to the time around 1837 – 1842: “Epistle to a Canary” (1837), “The Princess Marie” [c. 1842], ““Rock me softly – softly mother”” [c. 1842], ““O pardon dear lady”” [c. 1842], and ““My child! my hope and art thou dead”” [undated]⁶. The concern Elizabeth demonstrated for the suffering of children, or dependants, in these poems could be perceived not only in the light of her steadily reproachful attitude to a world neglectful of the needs of the unprotected but also in regard to her somewhat coy but persistent striving to exhibit, to the effect of an interchange between subject and object of mourning, a face and voice of her own.

The intensity of Elizabeth Barrett's involvement with suffering in general, with the plight of homeless, hungry, and neglected children, and with solitude, has been noted by eminent cultural and textual scholars, and biographers, such as Rosalie Mander (1980), Margaret Forster (1988), Barbara Dennis (1996), Sarah Brophy (1998), Marjorie Stone (2020), and Fiona Sampson (2021). That the poet wished to leave aside much of her produce during her most prolific years (1830 – 1844) might have been motivated by her investment in longer, more overtly politically informed narratives of woe which found their way into her published collections *Prometheus Bound, Translated from the Greek of Aeschylus*, and *Miscellaneous Poems* (1833), *The Seraphim, and Other Poems* (1838), and *Poems* (1844, including *A Drama of Exile*).⁷ The five poems in question in this case look like rehearsals of larger projects, suggesting the writer's preferences for address, dialogue, disquisition,

⁶ Elizabeth Barrett Browning's original spelling and punctuation have been adhered to, following the editions of her collected works, her diary, and her letters, referenced hereby. To stress the importance of these poems in her prenuptial creative period, the poet's maiden name has been utilized conscientiously by the author of this article (both in the title of this research, and in the text itself).

⁷ Amidst Barrett Browning's more consistently critically reviewed, published in her lifetime works on suffering, the following are worth cataloguing: “Isobel's Child” (1837), “The Virgin Mary to the Child Jesus” (1838), “The Deserted Garden” (1838), “A Song against Singing” (1838), “The Exile's Return” (1838), “The Pet-Name” (1838), “A Child Asleep” (1839), “The Cry of the Human” (1842), “The Cry of the Children” (1843), “A Child's Thought of God” (c. 1844 – 1846), “The Runaway Slave at Pilgrim's Point” (1847), “A Song for the Ragged Schools” (composed 1854, published 1862).

elegiac (self)contemplation, and exilic narrative.

The poems in hand reveal and figure the helplessness of a poet born to survive, remember, and face – as an adult – the presence of the departed/departing younger/dependent individual.⁸ In addition to being striking examples of Barrett's skill of tropifying her own poetic self (by assuming the place, and revealing the palpability, of the missing person), they indicate the traceability of the metamorphic nature of poetic talent – now child, now adult, now sister, now mother, now man, now woman, now human being, now non-human being. Another undated poem, dedicated to her sister, "To dearest Henrietta (the same to me)" (Browning, 2010, vol. 5, 711-712), might serve as an introduction to the transition between the encomiastic essence of a mental image (a message of praise to another) and the tactile processuality of self-expression: "Mine heart into mine ink infuses / Mine ink upon my paper looses, / For thee, good wishes without Muses – / The same to *me*. / May good report good friends supply to thee – / Good looks, good fun, good nature hie to thee – / Good fortune shield – and so, Goodbye to thee – / The same to *me*." Ostensibly finished, the poem looks like a reel of repetitive gusts of two interconnected desires: to spend oneself onto paper (to exhaust and let out), and to preserve a somewhat disappearing friend (to contain and shield). This tendency appears to be a feature also of the poet's coming to terms with metamorphosing from a child into an adult ("Rock me softly – softly mother"), or from a human being into a non-human animal ("Epistle to a Canary"), whereby loss and departure are foreseeable but inarticulable experiences innate to living and composing.

Elizabeth Barrett's proneness to radical delineation of the suffering of children, subsidized by her Chartist sympathies, becomes known in "intersubjective[ly] empath[etic]" poems on the oppression of the working class, which veer between what Marjorie Stone (reviewing "The Princess Marie", "Rock me softly – softly mother", and "O pardon dear lady") has defined as "witness narratives" and escapist fantasies (Stone, 2020: 616-617, 627). Poems on the premature death of children emblemize the poet's "self-critical recognition of the class privilege" she herself had (ibid. 630), which could therefore heighten the speculative element of regret: A creative hunger to imagine herself as an Other, as what she in fact was not. A similar escapist impulse one might discern in Elizabeth's earlier autobiographical self-narrative: *Diary by E. B. B. 1831 – 1832*. In her dreams, Elizabeth was as vulnerable as a suffering child: She feared being worse than a literary villain, losing her teeth, parting at playtime, displeasing relatives and friends. Despite her father's (authoritatively) caring attitude, whose multi-faceted nature Elizabeth analyzed in her love letters to Robert Browning (Jan 1845 – Sept 1846), she suffered her own self and mourned her dead mother (who passed away in 1828), and brother, Edward (for whose untimely demise in 1841 in a boating accident she blamed herself). Her sense of being an outcast, transgressor, inefficient friend, and improbable wife-to-be, reached summits of self-infantilizing agony: "Why should ... [M^r. Boyd's] words stick in my throat like <...> Amen in Macbeth's?"; "Why sh^d. I take pleasure in lacerating myself, & kissing the rod?" (Browning, 1969, 2, 39; Cf. pp. 53-54, 57, 63-65, 111-112).

Empathetically, Elizabeth could be seen donning the costume of a scribbling bird, as in her "Epistle to a Canary" (Browning, 2010, vol. 5, 529-536). The unfeigned, child-like vehemence of emotion and rushing for liberty is enshrouded in a linguistically competent and stylistically versatile mature narrative voice. Addressing the pet canary, modelled on the bird kept by a friend of Elizabeth's, Mary Hunter (Cf. Browning, 2010, vol. 5, 529), a male dove from the Barretts' household sees himself against two other pets: "a little dog", and the "linguist" "parrot [Polly] ... full of stir & meanness" and exuding "screeches transatlantic" (including the jocularly suggested memento-mori "What's a clock?"). Rival though they may be, they share the lot of captives attached to their human masters. The dove's speech works as a propagandist invitation to the other bird to "attain a clearer notion / Of the one who loves you to devotion" and whose "affection" causes "dejection" (ll. 45-46, 53-54, 130-134, 185-187, 225-226, 252-254). Elizabeth's family was

⁸ Naomi Wood's article on the dichotomous nature of the child – angelic and atavistic – which Victorian society held viable, throws light on the conflictual presence of infant mortality. It identifies a high degree of veneration (children as "superior to adults, as angels on earth sent by heaven to be models of innocence and purity"), and just as prominent a level of suspiciousness ("children as primitive pre-humans who needed to be moulded through education and experience into beings acceptable to, and accepting of, society's norms"), which would explain the fluctuation between fantastic idealism and observational realism in the representation of the child as a transitory (beyond life and death) Other (Wood, 2012: 116-117).

subsidized by their estates in, and trading business with, Jamaica, where her first pet birds had come from, presented to her by her father (Cf. the companion piece “My Doves”, Browning, 2010, vol. 3, 33-34). The feathered speaker is a binary reflective tool: He is burdened at once with the weight of an anthropologically valid projection of the human being’s own (a lonely prisoner, “expatriated”, and “a feeble poet” in an alienating and stultifying urban environment – “London windows”), as well as with the poet’s sensitive reception of a different living creature’s misery. Human beings’ “iron-age” encaging practices are not to bind birds’ souls, yet the dove speaker is involuntarily dwarfed by the “supererogatory” tenacity of a poet’s work (composition is suggested as a protracted sedentary activity, ll. 115-118, 285-287). The dove would rather have the “yoke-mark” on his neck than the canary’s claustrophobic urban chants (l. 71-76).⁹ In a fit of self-defining, the dove transposes inner and outer, disturbing the conventional order of the visible (body, temporary, material) and the invisible (soul, eternal, immaterial): “Our souls are our fair forms” (l. 98).

The anthropomorphic element in this poem and other poetical sketches of suffering non-human living creatures and natural phenomena is not a surprise.¹⁰ Astonishing is the degree and skill of imitative self-othering in the poet’s striving to achieve a comprehensive idea of her own mind. Other poems show concern for the loss of a human child, mourned by a sibling or their mother: The poet also questions the comfort that a person’s art might bring to their surviving relatives. There could be sensed a wish to explain one’s own self by way of constructing a dialogue predicated on a wretched Other, whose departure, loss, or feeble presence could be a gesture betraying equally devotional self-exiting and ideational self-replication. In view of the poem discussed above, it might be suitable to note Keith Thomas’s research on the transformations in man’s treatment and domestication of animals since the beginning of Modernity, and the development of the human imagination under the aegis of the dialogue between the human and the non-human. Thomas puts a special emphasis on the growing care for birds in the eighteenth and the nineteenth centuries – a time of protest against animal cruelty, rich in “edifying tracts designed to excite in children” sensitivity to wild birds (Thomas, 1983: 111, 149). Elizabeth’s inner pain and self-awareness surface in her *Juvenilia*: Poor infants might be seen dying from starvation, precipitating their mother’s self-elected death (“Sent to Mama on 1st May 1814”, Browning, 2010, vol. 5, 167), or braving the ultimate unknown and rescuing adults (in the cautionary prose-fiction tales of the period 1814 – 1816, *Sebastian or the Lost Child; The Way to Humble Pride; Disobedience*, and *Julia or Virtue. A Novel*).

Lengthy-narrative debilitating sadness and anger over the suffering of a smaller, feathered dependant (a child, in its own right), could be related to the poet’s choice to “intensify ... [the] premise of oppressing confinement” by “assuming the role of a jailor herself” (Moy, 2022: 109) witnessing the “thralldom” of the other as a projection of her own destiny. The usage of the verb *to be* in *Epistle to a Canary* (and in the remaining four poems), as a verb of self-telling, might be taken to conceal the speaker’s desire to escape the confines of her own self, imprisoned at the home habitat of 50 Wimpole Street London. While sharing the grief experienced in witnessing a young

⁹ Elizabeth’s guilt about being descended from slave-holders can be derived from the following confession she made in one of her love letters to Robert Browning: “I would give ten towns in Norfolk (if I had them) to own some purer lineage than that of the blood of the slave! – Cursed we are from generation to generation” (BC 11, 251-253, postmark of 20 Dec 1845). A curious expression of the poet’s abolitionist leanings and her protean discursive practices could be seen in the poem “The Runaway Slave at Pilgrim’s Point” (1847), where a raped (by a white master) black woman slave murders her own infant babe (half-white) in order to defy the oppression of colonizers and declare a voice and face of her own. The hermeneutics of sound and colour (which involves other dark-skinned living creatures, as well as the voice of the murdered child singing from the grave, dug out by his own mother, in a forest) between the living and the dead drives at a prosopopoeic exchange of the helpless, unseen, and unheard, for the empowered, seen, and heard, in the mother’s quest for an identity of her own.

¹⁰ In “The Linnet’s Petition” (1775), by the Romantic poet Mary Robinson (1758 – 1800), one may be able to distinguish similar dolorous tunes. Except that here, the bird is given the right to speak. In a conversation with her mistress, Stela, “the feathered warbler” succeeds in persuading his captor to release him by way of creating a sample environment – he suggests that the maid imagine herself as a bird, first caught, then freed, that she “think” herself as other, upon which he gets released (Feldman, 2000, pp. 595-598, ll. 1-8, 21-24, 45-48, 69-72). Effected more like a real dialogue between two actively participating interlocutors (unlike the formally epistolary and dramatic-monologue-like bird’s exposition in Barrett’s poem), the result in Barrett’s poem seems to be of the same ilk: Cross-species acrobatics between empathy and solipsism. In “A Parting Song” (1828), Felicia Hemans prosopopoeically defaced yet embossed the significance of her own self, remembering the tragic life of Corinne: “Thus ever think of me! / Kindly and gently, but as of one / For whom ’tis well to be fled and gone; / As of a bird from a chain unbound, / As of a wanderer whose home is found ...” (Hemans, 1999, 162, ll. 23-28).

individual's, or dependant's, imprisonment, death, or loss, the poet urges action through an *I*-narration which allows exiting the self. As Isobel Armstrong argues, the verb *to be* is "profoundly perlocutionary. ... It is an ontological verb, transgressing the individual state and moving to an assertion of being" through stepping out of oneself, "depend[ing] on the other" (Armstrong, 2016: 197-200). Remembering, mourning, and confessing to oneself, one senses and envisages an unavoidable other who demands a response.

In "The Princess Marie" one witnesses a relay of empowered lyrical narrators, each anxious enough to step out of the safety of their own mind to bond with an Other. The poem is a tribute to princess Marie of Orléans (1813 – 1839) – a sculptor, whose workshop is known to have perished in a fire and who died from frail health aged but twenty-six, leaving an infant son at six months (Cf. Donaldson, Patteson, Stone, and Taylor. In Browning, 2010, vol. 5, 616, 624-625). The story reveals the (self)mirroring effect of mourning: The lyrical speaker's sad and self-conscious observations on a family's tragedy, the genuine devotion of a father (Louis-Philippe, king of France 1830 – 1848) to his deceased daughter, and a woman artist's fears about the relative worth of artistic memory against a true emotion experienced by a survivor. Though Marie is not really a child by age, she acquires the innocence and helplessness of an untimely leaver of life, idealistically unfulfilled. She is inexpressibly missed by her own father who contemplates the signs of her imaginative potential, especially her sculpture of the Maid of Orleans (*Joan of Arc at Prayer* (1837)). Marie's own voice is audible enough. So is the voice of her father, and of a detached lyrical narrator. The three are compounded into an extended reflection on time and loss. A noble woman by birth, Marie – a "princess less than artist" (l. 29) – goes among "men of earth", who she addresses and who she intends to "work" with (ll. 59-66, ll. 78-80). Belittled and awed by the statue of the Maid of Orléans (ll. 127-140), she speaks through it – an emanation of her own artistic impulse, symbolizing also the lastingness of a woman's self-sacrificial potential. The father, outliving both Mary and his son (Prince Ferdinand Philippe (1810 – 1842); *ibid.*, vol. 5, n. 7, 625), dwells on memorials crafted by his daughter. Memorials are doubly referential: They provide the departed one and the surviving one with an identity of their own. In the father's sorrow are reflected "Marie's face & eyes", invoked with every prayer. The father is suggested to grow stronger in his pain, as the last ten lines of this apparently unfinished poetical project of Elizabeth's implies (ll. 237-250). Perhaps the most profound consolidation of the identities of the dead and the living is to be retrieved from Marie's last words to her husband: "Hush – my old statues say apart / I am immortal in my art / I only die to thee!" (ll. 167-169, emphasis in original). In this gentle self-epitaphic adieu may be divined the poet's surreptitious attempt to see her own self – a creatively minded individual begging yet doubting the efficacy of recognition by others, wishing to confirm her presence in an aporetic lieu of her own.

If it is true that "all her poetry had been born out of suffering" (Forster, 2004: 202), then it seems the case that, lonely and sickly, Elizabeth also fictionalized her own suffering in contemplating suffering young individuals. Intrigued by spiritualism (in the late 1840s – 1850s), she marveled at the ascetic yet elevating worth of remembrance and of possibilities of communicating with the dead, which could be related also to her lifetime curiosity about "the perfectible self" (Sampson, 2021: 223) and the regenerative-metamorphic potency of meditation. As Paul De Man points out, the metaphoric movement between living (contemplating) and dead (contemplated) is feasible and is facilitated by the act of reading (interpreting/transferring) which solidifies the (auto)biographical in the commemorative. For instance, as the father king contemplates the statue of Joan of Arc and senses in it his talented daughter's presence, so the dove (in "Epistle to a Canary") deciphers the position of its imaginatively observed imprisoned fellow, but behind both there could be said to stand the figure of the poet ruing her muffled "name and voice" (De Man, 1979: 925-926), which she cherishes in the otherwise sincere regret she feels for the suffering young, poor, and downtrodden. When one reads the metonymic and anthropomorphic "The silent chambers wept.", as the king weeps and Orleans appears "dead", in "The Princess Marie" (ll. 226-229), the chiasmic reversal makes "death speak", tropifying in interconnection two ends, or countenances, of the same entity, which are (in)activated "by the same token" (*ibid.*, 928): mourning and mourned. In "Epistle to a Canary" the dramatic-monologue-like mutual embeddedness of the speaking bird and the non-speaking addressee is a kind of "specular" suppression "of the fictional voice and its replacement

by the actual voice of the living” (or present in the ode): A “prosopopoeia in the fiction of address”, and also, a figuration of the hapless poet’s own (ibid., 928). Which could also serve as an illumination of the “privative” reversal of the places of body and soul in the perception of the bird (l. 98 quoted earlier). The statue, the feathered garment, and the elegy come together in a trope much needed for the shaping also of the poet’s self. The variedly implied presence of death in both poems “deprives and disfigures to the precise extent that it restores” (ibid., 930), ensuring a replication which accommodates the known/naming/living and the unknown/unnamed/dead.

There are instances in Elizabeth Barrett’s poetry of a sibling’s painful coming to terms with the need to share the same parent. In “Rock me softly – softly mother”, hungry for affection, a child begs its mother to grant it the same love that she had for its younger dead brother. The child craves for physical closeness, insisting that it has grown so weak and small so as to resemble a baby: “Let me lie on your shoulder / Though you tell me I am older / I have grown too like a baby – I am thin & I am weak / Rock me mother from the hunger...” (ll. 4-7). The quadruply (varied by a couple of lines accentuating the physical-emotional famine that the speaker wishes to extinguish) repeated “Rock me softly – softly mother” is an out-of-the-Self perlocutionary plea aimed at instigating action (*to rock* is a verb implying motion) that would resolve the state of utter destitution, derivativeness and impasse the child experienced prior to its brother’s death. The child’s sex remains unspecified, which may also suggest that it hopes to become someone by way of assuming the outlook, age characteristics, and place of another: “So now love me like the other – I am older” (ll. 19-20). The enslaving snare of wretchedness, which has ushered death in too soon, has also opened a new ground for that who felt undermined. Suffering may haste one’s growing up sooner than necessary or expected. The child’s address to its mother is reproachful: Bereaved and confused, it suggests the unequal distribution of love it was obviously granted prior to its brother’s death. From a fairly anonymous entity, the surviving child emerges, demanding attention and a body that could be seen. In this case, death could be said to perform a double role: An agent of self-appropriation yet of othering, equidistant from the mourner and the mourned. Exceptionally socially vigilant in the 1840s, Elizabeth Barret was anxious to raise the readers’ attention to the suffering of children on a grand social scale. However, as Barbara Dennis explains, for Elizabeth, though a devout Anglican, “religion was a very private thing”, and the “remarkable spirit of ecumenism” she was raised in ruled out any impulse of absolutism in judgment, rendering her a tolerant, patient, yet strikingly self-critical scholar of the value of a human being’s life, “anxious to be reassured on questions of the resurrection of the body and personal immortality”, and willing therefore “to create ... alter ego[s] with whom [she could] identify” (Dennis, 1996: 102-104, 109-110). She did so in “Rock me softly...”, as also in another poem, contextually related: “O pardon dear lady”.

“O pardon dear lady” is a somber account of a child’s grief provoked by her sister’s death and the insensitivity of the nobility for the plight of the poor. It is also an imagined journey to a land of satiety, rewarding love, and timeless peace. The child-narrator assumes a threshold position (near the window), wishing for liberty. In a painful reverie over missed chances for a true childhood, she remembers a lady throwing crumbs of rye to the birds, allegorizing herself and her dead baby sister as feathered singers on the dole of a charitably disposed aristocrat (ll. 1-16). Apart from endowing the birds with a human voice, Barrett sheds light over the denigrating state of the poor, to the effect of creating a microworld of exchange between two variously worded and endangered species: Birds and human children. The baby sister dies “at sunset” and gets placed in a “pretty coffin & shroud” (l. 37-38): She gains a brighter, not too shadowy place in the churchyard, thus opening room for her sister (who now has a greater portion of their mother’s love). The poem is not just a meek request for pardon, or for help, from a rich woman who is said to have stolen away, with her bodily posture (standing in the doorway, and eclipsing the light streaming onto the sickly baby, ll. 17-20), life from the poor family. It is a vociferous demand for recognition, marked by a tragic, balladic intensity of experiencing loss; it is also a declaration of a wish to survive: “Though I loved little babe, I am glad that she died – / ... / I now take her place – ... / On the lap of our mother I feel how her kisses / Fall down with her tears on my face evermore” (ll. 76, 86-88). The dead babe is now free to “climb up to the sky for her bread” (l. 68). The suffering child somehow knows how to get to the celestial city. Death becomes a matter of conscientious choice: “I would rather / Die out a poor child on my poor mother’s knee / Than grow to a rich man with harvests to gather” (ll. 137-139). The abrupt finale,

preceded by a whirlpool of startling punctuation (suggestive dashes, incidental exclamation marks, unforeseen ellipses), reads like a caustic attack on the privileged, but also like a self-promotional emblem of grief. Now that she has seen her baby sister off (and together with this, the necessity to compete for the parent's attention), the surviving child revels in her mother's embrace; her mother "rocks [her] softly", letting her "float up like a soul without sin", near her heart, away from her dead baby sister's home with the eternal "Father" (l. 89-96). Hypothetically, the despondency (yet lustrous blue) of the sickly babe's look, the speaker's "bare feet", and the cracked, dirty, empty "brown hands" of the pauper urchins (ll. 3, 24), constitute a symbolic realm of want which could be juxtaposed not only to the world of the noble woman described, but also to the poet's own privileged Wimpole-street capsule which ensured the safety to develop literary activity yet on whose back there was to be found an underworld of misery and savage instinct – the survival of the fittest.

Should one search for a wider, sociologically valid temporal context for the suffering child in "Rock me softly – softly mother" and "O pardon dear lady", one could stumble upon Philippe Ariès' efficient reflections on the practical worth of exclusion (since the eighteenth century) of the external world in time of a single family's grief (Ariès, 1962: 398). Which could explain the microscopic focus on the expression of grief for the lost sibling. On the other hand, the economy of loss revealed hereby speaks of a somewhat disturbingly retrograde, practically oriented mentality whose selective procedures could be said to long predate a modern sensibility of individual-oriented, and infant-protective attitude ("the children rather than the family") (ibid., 404). Marjorie Stone has treated these poems as an indication of Elizabeth Barrett's proactiveness in "hunger politics" and exemplary "intersubjective empathy", and yet she has also argued that "neither island fantasies nor rocking can enable escape from inexorable hunger" (Stone, 2020: 627, 630). The living child's reaction to death in both poems is not at all naïve: It is a justifiable rush for self-preservation, accompanied, nonetheless, by unquenchable grief over the memory of the suffering of another human being who, and only who, may be the true source of a survivor's self-understanding.

A glimpse at a short fragment, an unfinished and undated poem penned by Elizabeth, may provide a last and lasting impression about what Rosalie Mander (speaking of "Isobel's Child") summarizes as a distinctive trait of Victorian culture: "A child's deathbed was a favourite ... theme ... as was the idea going with it that the child was better off in heaven and that it was selfish of parents to grieve" (Mander, 22-23). In "My child! My hope and art thou dead" a mother is struggling with the recent death of her child ("innocent .. pure soul") (ll. 1-5). The umbilical cord holding together mother and child as form and content is underscored in a striking apex of grief: "THAT loved form .. *that* beautiful brow / Should be so cold .. so silent .. now! – // So soon ... so soon ... in childhood even / When all that loveliness was blushing ... Such innocence .. almost divine – / Be still my bursting heart! Tis Heaven – 'T were sin – 't were madness to repine – / And yet I feel my whole soul rushing – // The pang is past .. no more – no more – / Oh it was torture – but tis o er – !" (ll. 11-20). The still attraction of the dead child's body (e.g. its "beautiful brow") is juxtaposed to the mobility ("my whole soul rushing") yet ordinariness of its mother's persona. Deprivation sets a moral standard of self-evaluation through a reversal: The child's departure, and the memory of its innocent look, rather than the child's survival, teaches the mother the true meaning of being.

Elizabeth Barrett's poetry offers a profusion of examples of suffering children: The surviving person's grief may also be a totalized expression of "private and collective consolation", as Elizabeth Howard rightly argues over a mother's loss of her two sons (to the tragedy of the war for the Italian independence and unity) in the poem "Mother and Poet" (1861) (Howard, 2023: 167). Similar to the case of "My child! My hope and art thou dead", the sons are visibly absent, while their disconsolate mother is "adamantly present" (ibid., 166). In "Mother and Poet" the chronic repetition "Dead!" keeps alert the reader picturing the two young men, as does the mobilizing power of the mourning mother's incantatory address to her dead child in Elizabeth's undated fragment. There, the notion of yielding the dead infant to the eternal grace of a caring God appears to release the tension held in the unfinished moment of parting; the surviving adult owes its right of life to the dead child ("Be still my bursting heart!", l. 16) but feels guilty of repining (l. 17).

In further research, it would seem appropriate to regard the suffering, or dying child – a universal emblem of lucidity, purity, and divine ideality – in Romantic poetry. Two occasional

glimpses might provide clues. Felicia Hemans' poem "The Child's Last Sleep" (1826) presents a mourning mother who weeps over her baby, etherealizing it as the flight of a butterfly, "as a dew-drop ... swept from the bough – / Oh! for the world where thy home is now! ... / ... Beautiful dust! when we look on thee?" (Hemans, 1999: 141-142, ll. 17-24). The mother's love and grief martyr the child's brief hours on earth. An interesting example of self-monumentalizing sorrow is found in William Wordsworth's essays upon epitaphs (1810). The humanizing effect of building and contemplating tombstones is explained as the result of the "consciousness of ... immortality in the human soul", which is accountable for a survivor's "desire to live in the remembrance of his fellows" (Wordsworth, 1876: 27-28). Considering the collectivizing sociality that grief stimulates (based on "pre-conceived regret"), Wordsworth seems less concerned with the actual suffering than with the effects it could have, as well as with the anticipation of mourning (by analogy, foreseeing death), which seems to prioritize subject over object of thought in the unified whole that the concept of immortality presupposes as an expression of man's sense of time (ibid., 31, 34-35, 38, 44). "Personat[ing] the deceased" (ibid., 39), through endowing them with a voice of their own (heard as if from the beyond, and dialogized with) – as is the case with the implied voice-countenance-presence of the eulogized suffering children, or dependants, in the five poems discussed so far – may also denote a delusional and self-imprisoning momentum which entraps the speaker-survivor in an endless chain of repeated images of loss. Such images single out the mourner and economize on the illocutionary potency of the address which mimics into a ghostly echo of the imagined Other's prospective response.

The poems treated so far – "Epistle to a Canary", "The Princess Marie", "Rock me softly – softly mother", "O pardon dear lady", and "My child! my hope and art thou dead" – suggest two major traits. One, that for Elizabeth Barrett mourning was a very private experience, related to her peculiar position of a precocious lonely child in an upper-middle class environment obscured by early loss, because of which she sought to work out ways of perceiving grief and suffering as a self-conscious and yet ideological zone of self-discovery. And two, that, as a mercilessly self-questioning humanitarian, she had a mind and a heart open to the suffering young individual unsparingly, which compelled her to restrain the idealism and solipsism of personal trauma and self-mourning and allow a place and a voice to privileged and underprivileged children alike, as she strove for a realm of goodness founded on memory as responsibility.

REFERENCES

- Ariès, Ph. (1962). *Centuries of childhood. A social history of family life*. Trans. R. Baldick. New York: Alfred A. Knopf.
- Armstrong, I. (2016). Towards a perlocutionary poetics. In J. Bristow and J. McDonagh (Eds.) *Nineteenth-Century Radical Traditions*. London: Palgrave Macmillan, 187-212.
- BC 11 (1993). *The Brownings' correspondence*. Vol. 11 (July 1845 – January 1846, Letters 1982 – 2177). Kelley, Ph. & Lewis, Sc. (Eds.). Wedgestone Press.
- Browning, E. B. (2010). *The Works of Elizabeth Barrett Browning*. 5 volumes. Ed. S. Donaldson. London: Pickering & Chatto.
- Browning, E. B., Kelley, P., & Hudson, R. (1969). *Diary by E.B.B.: The unpublished diary of Elizabeth Barrett Barrett, 1831-1832*. Athens, Ohio: Ohio University Press.
- Dennis, B. (1996). *Elizabeth Barrett Browning. The Hope End years*. Bridgend: Seren.
- De Man, P. (1979). Autobiography as de-facement. *MLN* 94(5), 919-930.
- Feldman, P. (Ed.) (2000). *British women poets of the Romantic era. An anthology*. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press. 2nd impression.
- Forster, M. (2004). *Elizabeth Barrett Browning. A biography*. First impression 1988. London: Vintage.
- Hemans, F., (1999). *Records of woman, with other poems*. Ed. P. R. Feldman. Lexington, Kentucky: The University Press of Kentucky.
- Howard, E. (2023). "The Mournful Echo": Intimacy in American recitations and periodical reprinting of "Mother and Poet," 1861 – 1879. *Victorian Poetry* 60(2), 165-191.
- Mander, R. (1980). *Mrs. Browning. The story of Elizabeth Barrett*. London: Weidenfeld & Nicolson.

Moy, O. (2022). *The Gothic forms of Victorian poetry*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Sampson, F. (2021). *Two-way mirror. The life of Elizabeth Barrett Browning*. London: Profile Books.

Stone, M. (2020). Witness narratives and working-class suffering: “The Cry of the Children”, *Corn-Law Rhymes*, and Elizabeth Barrett Browning’s unpublished hunger ballad. *Victorian Studies* 62(4), 616-643.

Thomas, K. (1983). *Man and the natural world. A history of the modern sensibility*. New York: Pantheon Books.

Wood, N. (2012). Angelic, atavistic, human: The child of the Victorian period. In A. E. Gavin (Ed.), *The child in British literature: Literary constructions of childhood, medieval to contemporary*. Basingstoke – New York: Palgrave Macmillan, 116–130.

Wordsworth, W. (1876). *The prose works of William Wordsworth*. Vol. II. A. B. Grosart (Ed.). London: Edward Moxon, Son, & co.

ЕДИННА РАЗРЕДНА СИСТЕМА ЗА ИГЛОЛИСТНИ И ДРУГИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ

Румен Петрин

Институт за гората, Българска академия на науките

UNIFIED STANDARD SYSTEM FOR CONIFERS AND OTHER WOOD SPECIES

Rumen Petrin

Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences

Abstract: Based on data from existing systems of Standard Height curves (SHC) for Scots and Black Pine, Spruce, Fir and White Pine, using the matrix averaging method, an average system of SHC for stands of the indicated coniferous tree species was obtained. The average system of SHC was compared with each of the SHC for the individual tree species and the corresponding deviations were taken into account. Further, the accuracy indicators were calculated, and it was found that the Average system of SHC is quite accurate, with an error of the arithmetic mean well below 5%, which is the required accuracy for such models.

The average system of SHC was compared with the SHC for beech, eastern plane and ash, and, as the accuracy indicators showed, the established deviations are acceptable.

Thus, the obtained Average system of SHC can be called the Unified system of SHC for coniferous tree species and can also be applied in determining the SH curves of beech, ash and eastern plane. The Unified SHC system is a condition and an opportunity for developing more integrated models, such as grading-volume and assortment tables.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Общите закономерности в строежа и растежа на горските насаждения са основа за разработване на общи (обобщени) модели, което е път за усъвършенстване на лесотаксационния инструментариум.

Изследвания за строежа на горските насаждения са провеждани от редица автори (Тюрин, 1938; Третьков, 1952; Сираков, 1947; Недялков, 1964; Недялков, 1967; Михов, 1991; Михов и др., 1993; Димитров, 2003; Тончев, 2007). По-съществените изводи в изследванията за строежа по височина на указаните и други автори са следните:

Тюрин (1938) в своите изследвания използва вместо абсолютните височини за отделните степени на дебелина относителни височини, които се получават чрез деление на отделните височини на средната височина, и също така въвежда относителни (естествени) степени на дебелина вместо абсолютните. При изследванията си, авторът е установил, че по форма кривите на височините на еднородните, чисти, едновъзрастни дървостои си приличат и не се влияят от дървесния вид и условията на месторастене, а известно влияние оказва само възрастта и стопанската дейност. Това му е дало основание да изчисли за всички дървесни видове единна средна крива на относителните височини.

Третьков (1927), въз основа на собствени данни и на данни, взети от Вайзе, Кунце и др. извършва подробно проучване на закономерностите в строежа и изменчивостта на някои дендробиометрични показатели в едновъзрастни, чисти и в разновъзрастни, смесени по състав и сложни по форма насаждения. Той е установил, че строежът на гората винаги носи постоянен характер, независимо от пълнотата, възрастта, дървесния вид, условията на растеж

и дали това се отнася за нормални или сложни смесени насаждения. Това му е дало основание да формулира Закона за единството в строежа на насажденията.

Димитров (2003), изтъква, че относителните височини (наречени още редуccionни числа) в Единната крива на относителните височини на Тюрин се нуждаят от уточняване.

Тончев (2007), сравнявайки средната крива на относителните височини на изследваните от него издънкови букови дървостои с единната (за всички дървесни видове) крива на Тюрин установява различия, които говорят за специфика, произтичаща от дървесния вид и произхода на дендроценозите.

От нас, през последните 10 г. са проведени изследвания за строежа по височина на естествени букови дендроценози (Петрин и др., 2014), на бялборови дендроценози (Петрин, 2015), на бялборови, смърчови, елови и др. дендроценози (Петрин, 2018, 2019), на дъбови дендроценози (Петрин, 2020). С използване метода на натуралните показатели е изследвана стръмността на кривите на височините и е установено, че строежът на дендроценозите по височина слабо зависи от възрастта и дори от дървесния вид. Средните относителни криви на височините (или средните криви на нормалните числа) за смърча, елата, белия бор и обикновения семенен бук и на Единната средна крива на относителните височини на Тюрин са твърде близки по своя ход. Получените резултати доказват възможността за създаване на общи разредни криви на височините за смърча, елата, белия бор и бука, което също така е предпоставка за разработване на общи модели на запасите и сортиментната им структура.

Целта на настоящата работа е:

- Да се покаже възможността за създаване на обща разредна система за иглолистни и други ДВ.
- Да се извърши проверка на нейната точност и пригодност за използване.

2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За изходни данни на изследването са използвани съществуващи таблични модели (Порязов и др., 2004) – разредните системи (РС) от криви за строежа по височина (криви на височините) на следните дървесни видове (ДВ): бял бор, черен бор, смърч, ела и бяла мура. Разредните системи, по дървесни видове и автори са както следва:

- Бял бор – С. Недялков и др.
- Черен бор – С. Недялков.
- Смърч – С. Недялков и др.
- Бяла мура – С. Недялков.
- Ела – С. Недялков и др.
- Об. бук – Ю. Духовников и др.
- Ясен – Ю. Духовников, А. Илиев.
- Изт. чинар – Кр. Кръстанов.

Представяме за пример разредните системи за белия бор и смърча, чиито матричен вид е същия и за останалите дървесни видове.

Таблица 1. Разредна система – Бял бор.

Степени на дебелина, sm	РАЗРЕДИ								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
14	7.8	9.6	11.0	12.4	13.8	15.2	16.6	18.0	19.6
18	9.5	11.4	12.9	14.5	16.0	17.6	19.2	20.7	22.4
22	11.1	13.0	14.7	16.5	18.2	19.9	21.7	23.6	25.5
26	12.8	14.8	16.6	18.4	20.6	22.5	24.1	26.0	27.8
30	14.0	16.1	18.1	20.1	22.1	24.1	26.1	28.1	30.0
34	15.0	17.1	19.2	21.5	23.7	25.7	27.7	29.8	31.8
38	16.2	18.3	20.5	22.7	24.9	27.0	29.2	31.1	32.9
42	17.1	19.3	21.5	23.7	25.9	28.2	30.5	32.6	34.6
46	17.9	20.1	22.4	24.6	26.8	29.1	31.4	33.6	35.7
50	18.7	20.9	23.2	25.4	27.7	30.2	32.5	34.5	36.6
54	19.2	21.4	23.7	25.9	28.5	30.8	32.8	35.1	37.2
58	19.6	21.8	24.1	26.5	28.8	31.1	33.4	35.7	37.8

62	20.3	22.5	24.8	27.2	29.5	31.8	34.1	36.5	38.6
66	20.7	22.9	25.2	27.6	29.9	32.2	34.6	36.9	39.0
70	21.2	23.5	25.8	28.2	30.5	32.9	35.2	37.6	39.7

Таблица 2. Разредна система – Смърч.

Степени на дебелина, sm	РАЗРЕДИ								
	14	16	14	20	14	24	14	28	14
14	9.6	11.1	11.9	12.7	13.5	14.3	15.1	15.9	17.3
18	11.1	12.8	14.0	15.2	16.4	17.6	18.8	20.0	21.6
22	12.0	13.8	15.3	16.8	18.3	19.8	21.3	22.8	24.6
26	13.0	15.0	16.7	18.5	20.3	22.0	23.8	25.5	27.4
30	14.0	16.1	18.1	20.1	22.1	24.1	26.1	28.1	30.1
34	15.1	17.3	19.4	21.5	23.6	25.7	27.9	30.0	32.1
38	16.2	18.4	20.7	22.9	25.1	27.3	29.5	31.8	33.9
42	17.0	19.3	21.6	23.9	26.2	28.5	30.9	33.2	35.4
46	17.9	20.2	22.6	25.0	27.4	29.8	32.2	34.6	36.8
50	18.6	20.9	23.3	25.8	28.3	30.8	33.3	35.7	38.0
54	19.4	21.7	24.3	26.8	29.3	31.9	34.4	37.0	39.3
58	19.8	22.2	24.8	27.4	30.0	32.6	35.2	37.8	40.1
62	20.4	22.8	25.4	28.1	30.7	33.3	36.0	38.6	41.0
66	20.9	23.3	25.9	28.6	31.3	34.0	36.7	39.3	41.7
70	21.2	23.7	26.4	29.1	31.3	34.0	37.3	40.0	41.5

В изследването са използвани следните методи:

- Метода на матрично усредняване;
- Статистическо сравнение.

3. РЕЗУЛТАТИ

Таблица 3. Единна разредна система за бял бор, черен бор, смърч, ела и бяла мура.

Степени на дебелина, sm	РАЗРЕДИ								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
14	8.5	10.1	11.3	12.6	13.8	15.1	16.3	17.5	19.1
18	10.1	11.9	13.4	14.8	16.3	17.8	19.3	20.7	22.6
22	11.5	13.4	15.1	16.7	18.4	20.1	21.8	23.4	25.5
26	12.8	14.8	16.6	18.4	20.4	22.3	24.1	25.9	27.9
30	14.0	16.1	18.1	20.1	22.1	24.1	26.1	28.0	30.1
34	15.2	17.3	19.4	21.5	23.5	25.6	27.7	29.8	31.7
38	16.4	18.5	20.6	22.7	24.8	26.9	29.1	31.3	33.1
42	17.4	19.9	21.6	23.8	25.9	28.0	30.3	32.6	34.4
46	18.2	19.5	22.6	24.7	26.9	29.0	31.4	33.8	35.4
50	19.1	21.0	23.4	25.6	27.8	30.0	32.1	34.2	36.3
54	19.8	21.1	24.1	26.2	28.5	30.7	33.1	35.6	37.8
58	20.4	22.5	24.7	26.8	29.0	31.2	33.7	36.3	38.5
62	21.0	23.1	25.3	27.5	29.7	31.9	34.1	36.7	39.2
66	21.5	23.6	25.8	28.1	30.2	32.4	34.6	37.2	39.8
70	21.9	24.1	26.3	28.5	30.6	32.8	35.1	37.3	39.0

В таблица 3 е представена средната разредна система, която след съответна верификация може да бъде наречена единна за иглолистните насаждения.

3.1. Верификация на точността на Единната разредна система за иглолистни дървесни видове

Таблица 4. Отклонения на Единната (средна) разредна система от РС за белия бор.

Степени на дебелина	Височинни разреди								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
14	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1
18	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
22	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.5

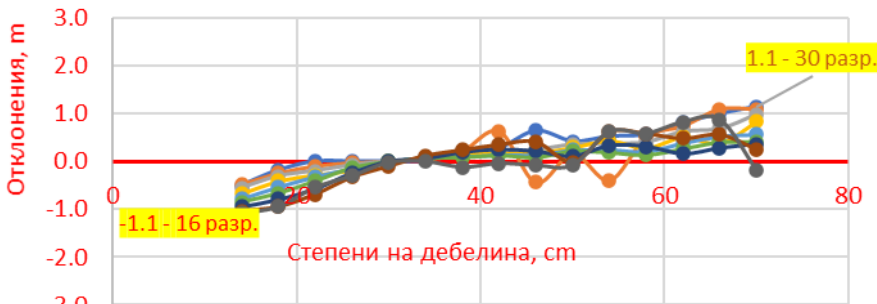
26	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
34	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
38	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	-0.1
42	0.3	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0
46	0.6	-0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	-0.1
50	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1
54	0.5	-0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.6	0.6
58	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.6	0.6
62	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.5	0.8
66	1.0	1.1	0.7	0.4	0.5	0.4	0.3	0.6	0.9
70	1.1	1.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.3	-0.2

Таблица 5. Отклонения на Единна (средна) разредна система от РС за черния бор.

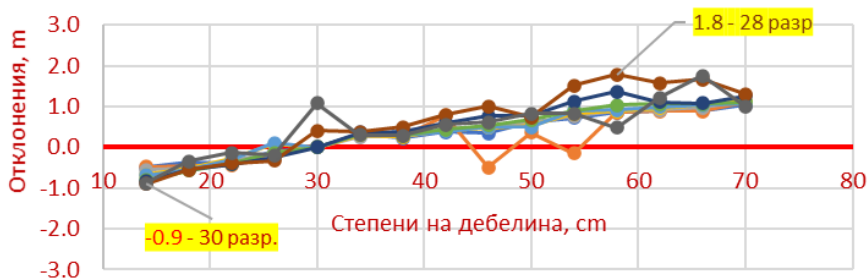
Степени на дебелина	Височинни разреди								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
14	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9
18	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.3
22	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.1
26	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1
34	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3
38	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3
42	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.6
46	0.3	-0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	0.6
50	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.8
54	0.7	-0.1	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	1.5	0.8
58	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.4	1.8	0.5
62	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.6	1.2
66	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.7	1.8
70	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.0

В таблици 4 и 5 се виждат отклоненията по височинни разреди и степени на дебелина на височините от Единната разредна система и на същите от Разредните системи за белия и черен бор. А на фиг. 1 – 5 са илюстрирани отклоненията за всички изследвани дървесни видове. Тук са показани още и максималните отклонения и съответните им разреди.

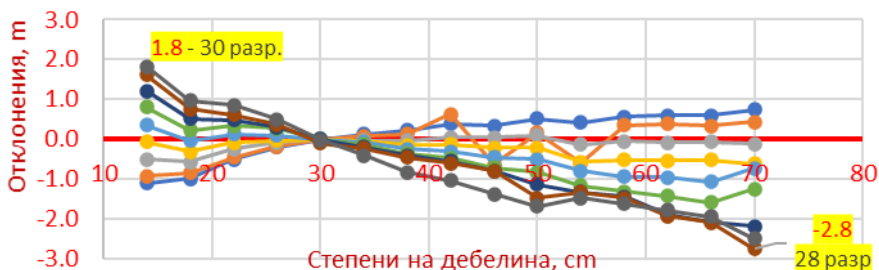
От фигурите се вижда, че за всеки дървесен вид най-големи са отклоненията в най-ниските и високите разреди: 14, 16, 28 и 30 разреди. И още, че най-големи са същите за елата (2.7 м и -3.3 м), а най-малки за бялата мура – 0.8 м и -0.7 м.



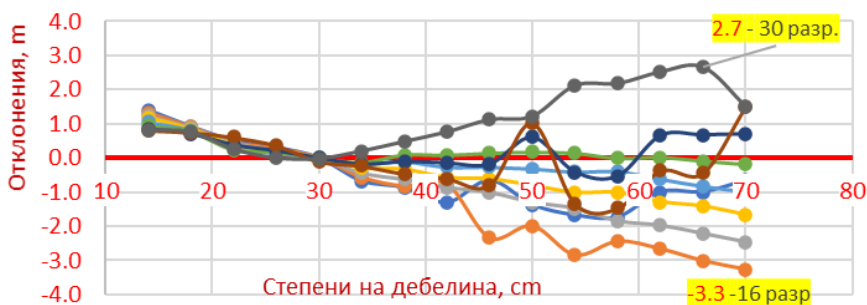
Фигура 1. Отклонения на Единната разредна система от РС за бял бор.



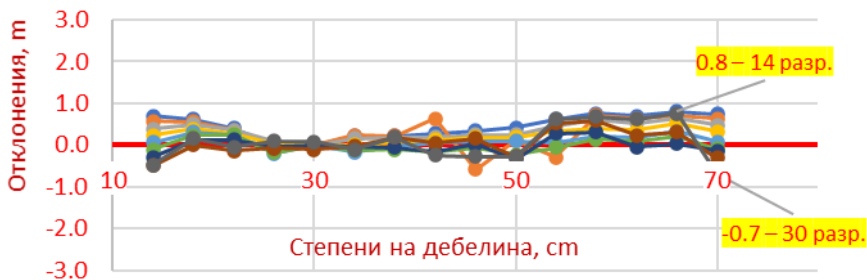
Фигура 2. Отклонения на Единната разредна система от РС за черен бор.



Фигура 3. Отклонения на Единната разредна система от РС за смърч.



Фигура 4. Отклонения на Единната разредна система от РС за ела.



Фигура 5. Отклонения на Единната разредна система от РС за бяла мура.

В таблица 6 са представени изчислените показатели за точност на Единната разредна система, на основата на отклоненията, по дървесни видове и височинни разрези.

Таблица 6. Статистически показатели за точност на Единната разредна система за иглолистните ДВ.

Показатели за точност (близост)	Височинни разрези								Средни показатели
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Бял бор									
Ср. квадр. отклонение, m	0.57	0.56	0.45	0.40	0.38	0.37	0.42	0.55	0.58
	0.47								

Вариационен коефициент (%)	3.5	3.0	2.2	1.8	1.6	1.4	1.5	1.8	1.8	2.06
Грешка на ср. аритм. (%)	-0.91	-0.78	-0.57	-0.46	-0.40	-0.36	-0.38	-0.47	-0.45	-0.53
Черен бор										
Ср. квадратно отклонение, m	0.62	0.62	0.66	0.67	0.68	0.74	0.85	1.09	0.85	0.75
Вариационен коефициент (%)	3.8	3.4	3.3	3.0	2.8	2.8	3.0	3.6	2.6	3.16
Грешка на ср. аритм. (%)	-0.98	-0.87	-0.85	-0.79	-0.73	-0.73	-0.78	-0.93	-0.68	-0.82
Смърч										
Ср. квадратно отклонение, m	0.59	0.51	0.22	0.36	0.59	0.91	1.22	1.38	1.46	0.80
Вариационен коефициент (%)	3.6	2.7	1.1	1.6	2.4	3.4	4.2	4.4	4.4	3.08
Грешка на ср. аритм. (%)	-0.92	-0.71	-0.28	-0.40	-0.61	-0.87	-1.08	-1.14	-1.13	-0.79
Ела										
Ср. квадратно отклонение, m	1.08	1.77	1.23	0.83	0.50	0.35	0.48	0.77	1.40	0.94
Вариационен коефициент (%)	6.6	9.4	6.0	3.7	2.1	1.4	1.7	2.6	4.5	4.21
Грешка на ср. аритм. (%)	-1.69	-2.42	-1.54	-0.96	-0.54	-0.35	-0.45	-0.66	-1.17	-1.09
Бяла мура										
Ср. квадратно отклонение, m	0.54	0.50	0.40	0.29	0.18	0.16	0.18	0.30	0.45	0.33
Вариационен коефициент (%)	3.4	2.8	2.0	1.3	0.7	0.6	0.6	1.0	1.4	1.52
Грешка на ср. аритм. (%)	-0.87	-0.71	-0.51	-0.33	-0.19	-0.15	-0.16	-0.25	-0.36	-0.39

От таблицата може да се заключи, че средните показатели – квадратично отклонение в метри, вариационен коефициент и грешката на средноаритметичната в % – са много малки, и само при елата средното квадратично отклонение приближава 1 м. (0.94 м.). Грешката на средноаритметичната величина навсякъде е по-малка от 1% и 1.09% при елата.

3.2. Възможности за използване на Единната разредна система при широколистните дървесни видове

За основните широколистни дървесни видове бяха направени проверки за отклоненията на Единната разредна система от съответните разредни системи, и за три дървесни вида последната се оказа достатъчно точна, а именно за: обикновения семенен бук, ясена и източния чинар. В таблица 7 са представени статистическите показатели за точност.

Таблица 7. Статистически показатели за точност на Единната разредна система за Обикновения семенен дъб, Ясена и Източния чинар.

Показатели за точност (близост)	Височинни разрези									Средни показатели
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
	Обикновен бук									
Ср. квадр. отклонение, m	1.59	1.39	1.30	1.12	0.90	0.70	0.63	0.65	0.55	0.98
Вариационен коефициент (%)	10.2	7.8	6.6	5.1	3.7	2.7	2.2	2.1	1.7	4.68
Грешка на ср. аритм (%)	-2.63	-2.02	-1.70	-1.31	-0.96	-0.69	-0.57	-0.55	-0.43	-1.21
	Ясен									
Ср. квадр. отклонение, m	-	0.85	0.87	1.01	1.16	1.33	1.55	1.89	1.96	1.33

Вариант. коефициент (%)	-	4.5	4.2	4.5	4.8	5.0	5.5	6.3	6.1	5.11
Грешка на ср. аритм (%)	-	-1.16	-1.09	-1.16	-1.23	-1.30	-1.41	-1.62	-1.58	-1.32
Източен чинар										
Ср. квадрат. отклонение, m	-	-	0.50	0.53	0.55	0.61	0.75	1.13	0.55	0.66
Вариант. коефициент (%)	-	-	2.5	2.4	2.3	2.3	2.7	3.7	1.7	2.50
Грешка на ср. аритм (%)	-	-	-0.64	-0.61	-0.58	-0.59	-0.69	-0.97	-0.43	-0.64

Показателите за точност и тук имат ниски и приемливи стойности, особено средните показатели. Най-големи са отклоненията при ясена в 30 разред, където средното квадратично отклонение е 1.96м., а средната му стойност е 1.33м., а грешката на средноаритметичната е в рамките на допустимата в таксацията точност – съответно: 1.58% и 1.32%.

4. ИЗВОДИ

Данните от верификацията на Средната (единната) разредна система, получена за иглолистните насаждения показват нейната пригодност за използване в практиката на горското стопанство и за научни изследвания.

За широколистните насаждения от Обикновен семенен бук, Ясен и източен Чинар, единната разредната система за иглолистни дървесни видове е също пригодна за използване.

Единната разредна система за бял и черен бор, смърч, ела и бяла мура представлява основа за разработване на общи модели (таблицы) за кубирание и сортиментиране на указаните дървесни видове.

ЛИТЕРАТУРА

- Petrin, R. (2015). Height structure of Scots pine stands. *Forestry Ideas*, 21(2), 241–249.
- Petrin, R. (2018). General regularities in the height structures of Norway-spruce, Silver-fir and other dendrocoenoses. *Management & Sustainable Development*, 20(2), 62–67.
- Petrin, R. (2020). General regularities of height-diameter curves in Hungarian oak, Sessile oak and Turkey-oak high forests. *Silva Balkanica*, 21(2), 71–82.
- Димитров, Е. (2003). Моделиране на строежа, обема и сортиментите на средновъзрастните и дозряващите белборови, смърчови и елови дендроценози. *Симолони 94*, София, 13–23.
- Духовников, Ю. (1966). Морфологичната класификация – основа за повишаване производителността на горите. София, 25–40.
- Михов, И. (1991). Проучвания върху строежа на зрелите букови насаждения в УОГС „Петрохан“. *Научна сесия, ВЛТИ*.
- Михов, И. (2005). *Горска таксация*. София, 101–111.
- Михов, И., Порязов, Я., & Добричов, И. (1993). Разредни, сбегови и сортиментни таблици за благауна, зимния дъб и цера от класа за прерастване. *НИС, ВЛТИ*, 3–5.
- Недялков, С. (1964). *Основи за организация на горското стопанство в планинските гори*. Земиздат, София, 80–92.
- Недялков, С. (1967). *Организация на стопанството в смърчовите гори*. Издателство на БАН, София, 68–78.
- Петрин, Р. (2019). Връзка между бонитета и строежа на бялборови, смърчови и елови дендроценози по височина. *Управление и устойчиво развитие*, 21(79), 66–72.
- Петрин, Р., Марков, И., & Михов, И. (2014). Сравнителни изследвания за строежа на естествени зрели и средновъзрастни букови дендроценози по височина. *Управление и устойчиво развитие*, 16(49), 76–81.
- Порязов, Я., Тончев, Т., & Добричов, И. (2004). *Наръчник на таксатора*. Издателство „Булварк“, 28–255.
- Сираков, Г. (1947). Подобрени постоянни криви на височините, таблици за видовите числа и обемни таблици за белия бор у нас. *Сборник на ЦГИИ*, (3), 20–25.

Тончев, Т. (2007). Проучвания върху строежа и растежа на издънковите букови насаждения в Стара планина. *Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“*, София, 49–60.

Третьяков, Н. В. (1927). *Закон единства в строении насаждений*. Л.-М.: Новая деревня, 1–113.

Третьяков, Н. В. (1952). Некоторые положения советской таксации. В *Справочник таксатора* (с.с. 5–15). Гослесбумиздат, Москва–Ленинград.

Тюрин, А. В. (1938). *Таксация леса*. Гослестехиздат, Москва, 13–25.

ПРОУЧВАНЕ ФЕНОЛОГИЧНИТЕ ПРОЯВИ НА *DIANTHUS BARBATUS* L. ПРИ МНОГОГОДИШНО ОТГЛЕЖДАНЕ

Валерия Иванова, Валентин Панчев, Станимир Шаламанов

Аграрен университет, Пловдив

STUDY OF THE PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *DIANTHUS BARBATUS* L. IN PERENNIAL CULTIVATION

Valeria Ivanova, Valentin Panchev, Stanimir Shalamanov

Agricultural University, Plovdiv

Abstract: Carnation is one of the oldest ornamental species. It belongs to the family *Caryophyllaceae*. The most commonly used species in landscaping are *Dianthus sinensis* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Dianthus plumarius* L., *Dianthus deltoides* L. and *Dianthus barbatus* L., which are annual, biennial and perennial herbaceous species. The species *Dianthus barbatus* L. is a herbaceous biennial or perennial plant with deteriorating decorative characteristics during perennial cultivation. Therefore, in practice it is mainly used as a biennial or spring species for landscaping. The present study aims to register the phenological characteristics of this species during perennial successive cultivation for landscaping and the possibility of using it in landscaping practice for three or four consecutive years. It was established that the growth rate of plants grown according to the technology adopted for the country and the variant with four-year cultivation for landscaping is most intense for 3 weeks – in mid-May. Plants grown for landscaping for two years grow most intensively for 5 weeks – the end of May and the beginning of June. Plants grown for three years for landscaping have six weeks of intensive growth – from the second half of April and the entire month of May. The plants from the control variant enter the budding and flowering phases the earliest, and the plants grown for landscaping for the fourth consecutive year the latest. The duration of flowering of the individual flower and the entire inflorescence is the longest in plants grown for landscaping for three consecutive years, 17.5 days and 101.8 days, respectively. This method of cultivation is recommended in landscaping practice for the conditions of Bulgaria.

Keywords: *Dianthus barbatus* L.; propagation by seeds; perennial cultivation; phenological characteristics

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Род *Dianthus* принадлежи към семейство *Caryophyllaceae*. Видовете от това семейство обитават главно умерените райони на Северното полукълбо. Много видове се отглеждат като декоративни растения, а някои видове са широко разпространени плевели. Това семейство е доста еднородно и лесно разпознаваемо. Повечето представители са тревисти едногодишни или многогодишни растения.

Видът *Dianthus barbatus* L. е тревисто многогодишно растение (Тафраджийски & Иванова, 1999). В практиката се използва като двугодишно растение за пролетно засаждане, защото се смята, че при многогодишно отглеждане влошава декоративните си качества. *Dianthus barbatus* L. намира широко приложение в градините, главно в цветни лехи и бордюри. Gharge et al. (Gharge et al., 2009) извършват проучване на десет сорта карамфил за качество на цветовете и сроковете на цъфтеж. Установяват, че сортовете Diana, Yellow Firato и Aicardi най-рано образуват цветни пъпки и встъпват в цъфтеж. Изследването на морфологичните характеристики на сортовете и хибридите на *Dianthus barbatus* L. и установяването на зависимостта между декоративните характеристики и баграта на

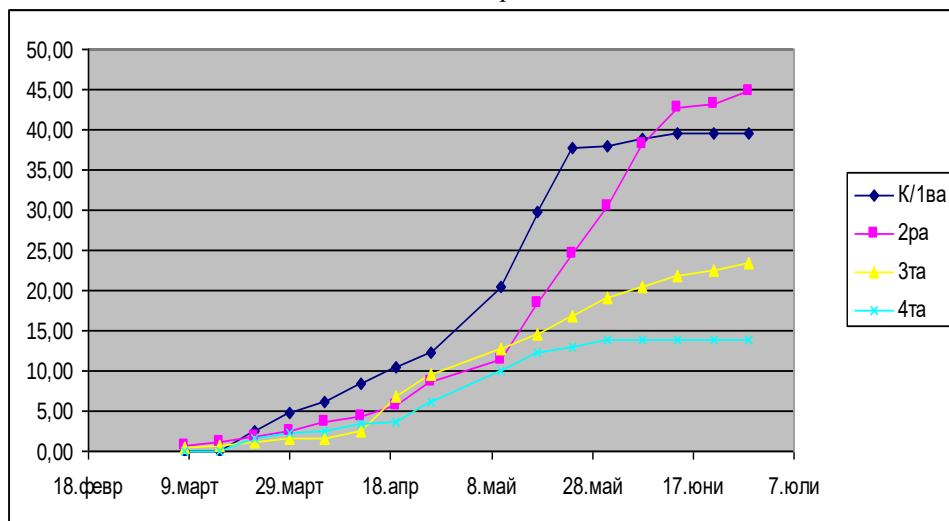
цветовете е определяща за изясняване основните моменти от технологията на отглеждане. (Abdushaeva, 2021).

Според Heins et al. (Heins et al., 1979) дългите фотопериоди възпрепятстват развитието на странични издънки и предизвикват ранен цъфтеж при карамфила. Кратките фотопериоди забавят цъфтежа, но стимулират развитието на странични издънки само когато издънките са вегетативни. Thakur et al. (Thakur et al., 2018) правят заключението, че за по-добър растеж и цъфтеж растенията от *Dianthus barbatus* трябва да бъдат засаджани на разстояние 30×30 cm едно от друго заедно с прилагането на GA₃ в концентрация 100 ppm. Souri et al. (Souri et al., 2018) препоръчват торене със средно ниво на органичен тор и нулеви или много ниски нива на NPK за оптимално количествено и качествено на отрязан цвят от *Dianthus barbatus*. Добавянето на зелен компост към субстрати без торф при отглеждането на *Dianthus barbatus* L. може да бъде възможност за оптимизиране на храненето на растенията, като същевременно се намали използването на торф и химически торове в разсадниците (Di Lonardo et al., 2024).

Във връзка с наблюдаваните напоследък промени в агро-климатичната обстановка и проведените предварителни проучвания беше установено, че отглеждането на *Dianthus barbatus* L. може да продължи и след втората година без особено влошаване на декоративните качества на растенията. Основната цел на настоящото изследване е да се проучат декоративните качества на *Dianthus barbatus* при многогодишно отглеждане.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

На фигура 1, отразяваща темпа на нарастване при *Dianthus barbatus* се вижда, че вегетацията при растенията отгледани по традиционната технология (контрола), започва в края на месец март (22.03). Нарастването върви с умерени темпове с разлика между измерванията от 1,4 cm (05.04) до 2,2 cm (29.03; 12.04 и 19.04) в продължение на един месец до 26.04. След това се наблюдава изключително интензивен темп на нарастване на растенията от 10.05 до 24.05, като растенията нарастват от 7,9 cm (24.05) до 9,3 cm (17.05) за седмица или общо 25,4 cm за триседмичния период. След този период не се наблюдава нарастване на растенията и височината им остава 39,5 cm до края на вегетацията.



Фигура 1. Темп на нарастване при *Dianthus barbatus* “Heart Attack”.

Растенията от вариант 1, оставени за цъфтеж през третата година на отглеждане, започват вегетацията си още в началото на месец март – 08.03. Нарастването се характеризира с умерени темпове през първите два месеца на отглеждане, като растенията нарастват от 0,4 cm (15.03) до 3,1 cm (26.04). Периодът на интензивен растеж е от 17.05 (6,9 cm) до 14.06 (6,6 cm), като промяната във височината е най-голяма от 31.05 до 07.06 – 7,6 cm. За целия този период растенията нарастват общо с 24,4 cm. До края на вегетацията растенията от вариант 1 нарастват умерено и достигат височина 44,8 cm.

Умерен темп на нарастване се наблюдава и при растенията оставени за цъфтеж през четвърта година на отглеждане (вариант 2). От началото на вегетацията (08.03) до 12.04 нарастването във височина варира от 0,2 cm (15.03 и 05.04) до 0,7 cm (12.04). Периодът на интензивен растеж е от 19.04 до 31.05, като растенията нарастват общо с 12,3 cm за шестседмичния период, а нарастването варира от 1,8 cm (17.05) до 4,4 cm (19.04). До края на вегетацията растенията нарастват умерено и в края достигат височина 23,5 cm с ежеседмично нарастване съответно 1,4 cm; 0,3 cm; 0,6 cm и 1,1 cm за последните 4 седмици от вегетацията.

При растенията от вариант 3, оставени на постоянно място за цъфтеж през петата година на отглеждане, се наблюдава умерен темп на нарастване от началото на вегетацията (22.03) до 19.04, като растенията достигат височина 3,3 cm с ежеседмично нарастване от 0,7 cm; 0,4 cm; 0,7 cm и 0,4 cm съответно за четирите седмици. Следващите три седмици могат да се характеризират като период на интензивен растеж, тъй като нарастването е от 23 cm (17.05) до 3,8 cm (10.05) за седмица. До края на вегетацията (28.06) растенията нарастват изключително бавно (0,7 cm и 0,9 cm) през първите две седмици, като през последните четири седмици нарастване не се наблюдава.

Фенологичните наблюдения върху генеративните прояви при декоративните растения са особено важни и необходими, тъй като чрез тях се установява действителния период на декоративност. Дългогодишни фенологични наблюдения показват, че началото на месец март е начало на вегетацията при повечето многогодишни цветя. Ето защо приемаме датата 01.03 за отправна точка за изчисляване продължителността на фенологичните фази от развитието на растенията.

На таблица 1 са представени данните за генеративните прояви на *Dianthus barbatus* “Heart Attack”, от която се вижда, че най-рано започва бутонизацията при растенията, отгледани по традиционната технология, тоест през първата година на отглеждане за озеленяване – 57 дни след началото на вегетацията. С 14 и 18 дни съответно по-късно започва бутонизацията при растенията отгледани като декоративни за втора и трета година. Най-късно започва бутонизацията при растенията, отгледани за озеленяване за четвърта поредна година – 84 дни след началото на вегетацията, тоест с 27 дни или с 47,4% по-късно от контролния вариант.

Таблица 1. Фенологични наблюдения върху генеративните прояви при *Dianthus barbatus* “Heart Attack”.

№ по ред	Бутонизация				Цъфтеж					
	Начало		Масова		Начало		Масов		Край	
	Дата	Брой дни	Дата	Брой дни	Дата	Брой дни	Дата	Брой дни	Дата	Брой дни
К/1ва	26.04	57	30.04	61	02.05	63	09.05	70	18.06	118
2ра	10.05	71	13.05	74	16.05	77	23.05	84	18.08	171
3та	15.05	75	19.05	79	25.05	85	01.06	91	04.09	187
4та	23.05	84	27.05	88	01.06	92	09.06	101	06.07	129

Подобна тенденция се наблюдава и при масовата бутонизация. 61 дни след началото на вегетацията започва масовата бутонизация при контролния вариант, с 13; 18 и 27 дни съответно по-късно започва тази фаза при растенията отгледани за озеленяване за втора, трета и четвърта година. Продължителността на периода от началото до масова бутонизация е почти еднаква за контролния и опитните варианти – 3 дни за растенията, отгледани за озеленяване за втора година и 4 дни за този от контролния вариант и тези, отгледани за озеленяване за трета и четвърта година.

Началото на цъфтежа започва от два до шест дни след масовата бутонизация, съответно в контролния вариант и при растенията отгледани за трета година за озеленяване.

При масовия цъфтеж също не се наблюдават съществени разлики между контролния вариант и опитните варианти, той настъпва от 7 до 9 дни след началото на цъфтежа.

Съществени разлики се наблюдават при фенофаза „край на цъфтежа“. Най-късно настъпва тази фенофаза при растенията, отгледани за озеленяване за трета поредна година

– 96 дни след масовия цъфтеж и 187 дни от началото на вегетацията. 87 дни след масовия цъфтеж и 171 дни от началото на вегетацията настъпва края на цъфтежа при растенията, отглеждани за озеленяване за втора поредна година. Най-рано прецъфтяват растенията, отглеждани за озеленяване за четвърта поредна година – 28 дни след масовия цъфтеж и 129 дни от началото на вегетацията, тоест при тях периодът от масов цъфтеж до края на цъфтежа е със 68,3% и 134,1% по кратък съответно от контролния вариант (при който растенията се отглеждат една година за озеленяване) и вариантът, при който растенията са отглеждани три години за озеленяване.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темпът на нарастване при растенията от контролния вариант и варианта с четиригодишно отглеждане за озеленяване (вариант 3) е най-интензивен в продължение на 3 седмици – в средата на месец май. Растенията от вариант 1 – с отглеждане за озеленяване в продължение на две години нарастват най-интензивно за 5 седмици – края на май и началото на юни. Шест седмици интензивен растеж имат растенията от вариант 2 – с тригодишно отглеждане за озеленяване – от втората половина на април и целия месец май. Най-рано встъпват във фаза бутонизация и цъфтеж растенията от контролния вариант, а най-късно – растенията, отглеждани за озеленяване за четвърта поредна година.

ЛИТЕРАТУРА

- Abdushaeva, Y. M. (2021). Anatomical and morphological characters of *Dianthus barbatus*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 852(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012001>
- Di Lonardo, S., Sodini, M., Massa, D., Nesi, B., Orsenigo, S., Zubani, L., & Cacini, S. (2024). The effect of different peat-free growing media and fertilization levels on the plant nutrition of *Leucanthemum vulgare* (Lam.) and *Dianthus barbatus* (L.). *Journal of Plant Nutrition*, 1–16.
- Dimova, D., & Marinkov, E. (2012). *Experimental design and biometry* (pp. 65–79). Publish House of Agricultural University–Plovdiv.
- Gharge, C. P., Angadi, S. G., Biradar, M. S., & More, S. A. (2009). Evaluation of standard carnation (*Dianthus caryophyllus* Linn.) cultivars under naturally ventilated polyhouse conditions. *Journal of Ornamental Horticulture*, 12(4), 256–260.
- Heins, R. D., Wilkins, H. F., & Healy, W. E. (1979). The effect of photoperiod on lateral shoot development in *Dianthus caryophyllus* L. cv. Improved White Sim. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. ISSN: 0003-1062, ISSN: 2327-9788.
- Souri, M. K., Taghipour, M., & Tohidloo, G. (2018). Evaluation of some phenological and quality parameters of *Dianthus barbatus* under the application of different levels of manure and chemical fertilizers. *Journal of Soil and Plant Interactions – Isfahan University of Technology*, 8(4), 55–66.
- Thakur, A., Dilt, B. S., Mehta, D. K., Sharma, B. P., & Gupta, R. K. (2018). Effect of plant spacing and GA₃ on growth and flowering of sweet william (*Dianthus barbatus* L.). *International Journal of Farm Sciences*, 8(2), 122–125. <https://doi.org/10.5958/2250-0499.2018.00056.3>
- Тафраджийски, О., & Иванова, В. (1999). *Ръководство за упражнения по цветарство*. Пловдив: Виденов и син.

**ВЛИЯНИЕ НА МНОГОГОДИШНОТО ОТГЛЕЖДАНЕ ЗА
ОЗЕЛЕНЯВАНЕ ВЪРХУ ДЕКОРАТИВНИТЕ ПРОЯВИ
НА *DIANTHUS BARBATUS* L.**

**Валерия Иванова, Валентин Панчев, Станмир Шаламанов
Аграрен университет, Пловдив**

**INFLUENCE OF PERENNIAL CULTIVATION AS LANDSCAPING
PLANT ON THE ORNAMENTAL CHARACTERISTICS
OF *DIANTHUS BARBATUS* L.**

**Valeria Ivanova, Valentin Panchev, Stanimir Shalamanov
Agricultural University, Plovdiv**

Abstract: The species *Dianthus barbatus* L. is a herbaceous perennial plant, reaching 10-90 cm in height, with erect and branched stems, with flowers arranged in hemispherical inflorescences reaching up to 30 pieces at the top of the stem. It is most often used for biennial or spring landscaping. The present study aims to investigate the ornamental characteristics of this species in perennial cultivation, which would lead to a significant reduction in landscaping costs in public parks. To achieve the set goal, seeds of the species *Dianthus barbatus*, variety Heart Attack, were sown in early July. Care and cultivation for several consecutive years were in accordance with the conventional technology adopted for Bulgaria. The biometric indicators of the plant and the ornamental behaviours of the flowers were recorded. The number of flowers in the inflorescence is the largest in plants grown as ornamentals for two consecutive years. Plants grown for landscaping for three consecutive years have very similar results. The lowest results in this indicator are obtained for plants grown for landscaping for four consecutive years. The duration of cultivation of *Dianthus barbatus* L. plants as ornamentals does not significantly affect the diameter of the individual flower. The diameter of the inflorescence of *Dianthus barbatus* L. increases with perennial cultivation of the plant for landscaping up to the third consecutive year. Further cultivation of the plant is not recommended.

Keywords: *Dianthus barbatus* L; propagation by seeds; perennial cultivation; ornamental characteristics

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Карамфилът е един от видовете, използвани като декоративни още от дълбока древност. Към род *Dianthus* L. принадлежат около 300 вида, като най-често използваните в озеленяването видове са *Dianthus sinensis* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Dianthus plumarius* L., *Dianthus deltoides* L. и *Dianthus barbatus* L. Те могат да бъдат едногодишни, дву- и многогодишни тревисти видове (Николова, 1999). Естествено разпространени са в Европа, Азия, тропична и южна Африка. Част от многогодишните зимоустойчиви видове се отглеждат и използват главно за озеленяване на паркове и градини като многогодишни цветя заради красивите цветове и плътното покритие на почвата. Много широко се използват за отрязан цвят културни форми от някои незимоустойчиви и полузимоустойчиви видове.

Двугодишните видове, в годината на засяването образуват само розетка от листа, а цъфтят рано напролет или в началото на лятото на следващата година. Голяма част от тях са многогодишни растения, но се отглеждат като двугодишни, тъй като при по-продължително култивиране влошават декоративните си качества (Тафраджийски & Иванова, 1999).

Изследвания в тази посока липсват както у нас, така и в световен мащаб. Това е един от двугодишните видове, с които е водена много малко проучвателна работа по принцип.

Проучванията при този вид са насочени основно към различни срокове на засаждане и тяхното влияние върху растежните и декоративни прояви, както и добива от семена. (Sharma et al., 2015). Същият автор е изследвал третирането с ултразвук върху семена на видове от групата на двугодишните цветя при лабораторни и полски условия (Sharma, 2012). Сроковете на засаждане и торене с различни нива на комбинирания тор Hortifeeds са проучвани при *Dianthus chinensis* x *barbatus* от Nouri и Al-Bakkar (Nouri & Al-Bakkar, 2023). Различни нива на фосфор върху растежните прояви на кореновата система и морфологичните и физиологични прояви на *Dianthus barbatus* проучват Chen, G. et al. (Chen et al., 2024). Изследването предоставя теоретична основа и практически насоки за производството на разсад от *D. barbatus*.

За някои сортове *Dianthus barbatus* L. третирането с ниски температури, дори за кратък период от време, води до по-ранен цъфтеж. Яровизацията увеличава продължителността на вегетацията на растенията и влияе положително върху периода на цъфтеж. Установено е, че по-дългите периоди на третиране с ниски температури намаляват размера на съцветието, но увеличават височината на стъблото (Dall'Agnes et al., 2014). Проучванията на Moe, R. (Moe, 1983) показват, че ниската температура стимулира развитието на странични издънки и началото на цъфтежа, но забавя скоростта на развитие на цветните пъпки и цветовете. Във връзка с наблюдаваните напоследък промени в агро-климатичната обстановка и проведените предварителни проучвания беше установено, че използването на някои от двугодишните цветя в продължение на няколко години последователно за озеленяване не само не влошава техните декоративни качества, но в някои случаи дори ги подобрява. Настоящото изследване има за цел да се проучат декоративните качества на *Dianthus barbatus* при многогодишно отглеждане.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследването беше проведено във фирма „Екзотика” ООД град Павликени през периода 2017-2022 година. Използван беше сорт Heart Attack от вида *Dianthus barbatus* L., принадлежащ към семейство Caryophyllaceae. Размножаването се извърши чрез семена. Сеитбата беше извършвана на открито, на високи лехи, в началото на месец юли. За определяне на различията между изпитаните варианти по отношение на настъпване на отделните фенофази на растенията през вегетационния период се проследи настъпването на следните фенофази: начало на бутонизация; масова бутонизация; начало на цъфтеж; масов цъфтеж; край на цъфтеж.

На база получените данни се определи продължителността на цъфтежа в дни. Настъпването на посочените фенофази се извърши при настъпването им в 10% от растенията в тази фаза (Dimova & Marinkov, 2012). В края на вегетацията се извършиха биометрични измервания на 10 растения от всеки вариант. С най-голяма стойност при декоративните растения са показателите, характеризиращи цветовете. Данните от биометричните характеристики на цветовете при *Dianthus barbatus* са представени на таблица 1.

Таблица 1. Биометрична характеристика на цветовете при *Dianthus barbatus* “Heart Attack”.

№ по ред	Цветове 2021			Цветове 2022			Цветове средно за периода		
	Брой цветове	Диаметър отделен цвят (cm)	Диаметър съцветие (cm)	Брой цветове	Диаметър отделен цвят (cm)	Диаметър съцветие (cm)	Брой цветове	Диаметър отделен цвят (cm)	Диаметър съцветие (cm)
К/1ва	93,7	1,2	9,4	108,7	1,3	10,8	101,2	1,2	10,1
2ра	145,7	1,3	14,5	162,5	1,4	16,9	154,1	1,3	15,7
3та	130,8	1,2	15,9	173,8	1,2	18,3	152,3	1,2	17,1
4та	62,5	1,1	6,7	52,8	1,0	5,4	57,6	1,0	6,1
LSDp=5%	1,36	0,26	0,50	0,89	0,18	0,54			

С най-голям брой цветове в съцветието са растенията, отглеждани в продължение на 2 последователни години за озеленяване – съответно 145,7 броя за 2021 година и 162,5 броя за

2022 година, или средно за периода на изследване 154,1 броя. С много близки резултати по отношение на този показател са растенията, отглеждани като декоративни в продължение на три последователни години – 130,8 броя за 2021 година; 173,8 броя за 2022 година или 152,3 броя средно за периода на изследване. С най-ниски резултати по отношение на този показател са растенията, отглеждани като декоративни най-дълъг период от време – четири последователни години. При тях броят на цветовете в съцветието е с 57,1% през 2021 година; 67,5% през 2022 година и 62,6% средно за периода на изследване по-малък в сравнение с най-добрия вариант – отглеждане в продължение на две последователни години за озеленяване.

По отношение диаметърът на отделния цвят в съцветието съществени различия между отделните варианти не се наблюдават. Цветовете през 2021 година варират от 1,1 cm (при растенията, отглеждани като декоративни в продължение на четири последователни години) до 1,8 cm (при растенията, отглеждани като декоративни в продължение на две последователни години). Подобна е тенденцията при този показател през 2022 година – 1 cm и 1,4 cm е диаметърът на отделния цвят съответно при растенията, отглеждани като декоративни в продължение на четири и две години непрекъснато като декоративни.

Диаметърът на съцветието при *Dianthus barbatus* е най-важният показател, характеризиращ декоративността на растенията. С най-голям диаметър на съцветието през 2021 година са растенията, отглеждани като декоративни в продължение на две и три последователни години, съответно 14,5 cm и 15,9 cm, като разликата между двата варианта е пренебрежимо малка – 1,4 cm. Подобна е ситуацията и през 2022 година, като диаметърът на съцветието в двата споменати по-горе варианта е съответно 16,9 cm и 18,3 cm с разлика между тях отново 1,4 cm. Впечатление правят изключително ниските стойности на този показател за растенията, използвани за озеленяване в продължение на четири последователни години – 6,7 cm за 2021 година и 5,4 cm за 2022 година. С близки до тези стойности, но по-високи от тях, са растенията от контролния вариант, с едногодишно отглеждане за озеленяване – съответно 9,4 cm и 10,8 cm за двете години на отглеждане.

Таблица 2. Фенологични наблюдения върху продължителността на цъфтеж при *Dianthus barbatus* “Heart Attack”.

№ по ред	Продължителност на цъфтежа		
	На отделния цвят	На цялото съцветие	На цялото растение
	Брой дни	Брой дни	Брой дни
К/1ва	9,3	18,9	46,5
2ра	14,7	29,7	93,8
3та	17,5	43,5	101,8
4та	3,8	10,4	36,4

Продължителността на цъфтежа е изключително важен показател за видовете, използвани за озеленяване на паркове и градини (табл. 2). При *Dianthus barbatus* продължителността на цъфтежа на отделния цвят варира от 3,8 дни при растенията, отглеждани в продължение на четири последователни години за озеленяване, до 17,5 дни, при растенията, отглеждани в продължение на три последователни години за озеленяване. Разликата е впечатляваща, този показател намалява с 13,7 дни само за една година.

Подобна тенденция се наблюдава и при продължителността на цъфтежа на цялото съцветие. С най-голяма продължителност на цъфтежа на съцветието са растенията от вариант 3, отглеждани 3 последователни години за озеленяване – 43,5 дни. С 13,8 дни по-кратък е периодът на цъфтежа на съцветието на растенията, отглеждани за озеленяване в продължение на две последователни години. Продължителността на цъфтежа на съцветието на растенията, отглеждани за озеленяване в продължение на четири или една последователни години е съответно 10,4 и 18,9 дни или с % и % по-малко от най-добрия вариант 3.

С най-голяма продължителност на цъфтежа на цялото растение са растенията от вариант 3, отглеждани за озеленяване 3 последователни години – 101,8 дни, които превишават останалите варианти – една, две и четири последователни години на отглеждане за озеленяване – съответно с 54,3%; 7,86% и 64,2%.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Броят на цветовете в съцветието е най-голям при растенията, отглеждани като декоративни в продължение на две години последователно. С много близки резултати са растенията, отглеждани за озеленяване в продължение на три последователни години. С най-ниски резултати по отношение на този показател са растенията, отглеждани за озеленяване в продължение на четири последователни години. Продължителността на отглеждане на растенията от *Dianthus barbatus* като декоративни не оказва съществено влияние върху диаметъра на отделния цвят. Диаметърът на съцветието при *Dianthus barbatus* нараства при многогодишно отглеждане на растението за озеленяване до трета последователна година. По-нататъшното отглеждане на растението не се препоръчва. Продължителността на цъфтежа на отделния цвят, цялото съцветие и на цялото растение е най-голяма при растенията, отглеждани за озеленяване в продължение на три поредни години, съответно 17,5 дни, 43,5 дни и 101,8 дни. За условията на България интерес представлява и двугодишното отглеждане на *Dianthus barbatus* за озеленяване, тъй като продължителността на цъфтежа на отделния цвят и цялото съцветие е също голяма – съответно 14,7 дни и 93,8 дни.

ЛИТЕРАТУРА

- Chen, G., Mao, Z., Yin, D., Liu, L., Bin, X., Qin, Y., & Huang, T. (2024). Effects of two substrates at different phosphorus levels on morphology and physiology of *Dianthus barbatus* Linn. *PLOS ONE*, 19(6), e0297215. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297215>
- Dall'Agnese, L., Petry, C., Backes, F. A. L., Schwab, N. T., Girard, L. B., & Bellé, R. A. (2014). Effects of vernalization on flowering of *Dianthus barbatus*. In *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)*: 1104 (pp. 191–196). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1104.28>
- Dimova, D., & Marinkov, E. (2012). *Experimental design and biometry* (pp. 65–79). Publish House of Agricultural University–Plovdiv.
- Moe, R. (1983). Temperature and daylength responses in *Dianthus carthusianorum* cv. Napoleon III. In *II International Symposium on Carnation Culture*, 141 (pp. 165–172). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1984.141.22>
- Nouri, M. S., & Al-Bakkar, A. H. A. Q. (2023). Effect of planting date, home garden direction, and fertilizing with compound fertilizer (Hortifeeds) on the number of days required for flowering and on the number of flowers in the middle of each month for hybrid carnation (*Dianthus chinensis* × *barbatus*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1252(1), 012093. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012093>
- Sharma, P., Gupta, Y. C., Dhiman, S. R., Sharma, P., & Bhargava, B. (2015). Effect of planting time on growth, flowering and seed yield in *Dianthus barbatus* L. *National Academy Science Letters*, 38, 189–192.
- Николова, Н. (1999). *Цветарство*. София: Дионис. ISBN 954-8496-23-2
- Тафраджийски, О., & Иванова, В. (1999). *Ръководство за упражнения по цветарство*. Пловдив: Виденов и син.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПРЯСНО ОКОСЕНА ТРЕВА КАТО ОРГАНИЧЕН ТОР ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ТРЕВЕН ЧИМ

Яна Миткова, Росен Соколов

Селскостопанска Академия, Институт по Декоративни и Лечебни
растения, София

USING FRESHLY CUT GRASS AS AN ORGANIC FERTILIZER IN TURF PRODUCTION

Yana Mitkova, Rosen Sokolov

Agricultural Academy, Institute of Ornamental and Medicinal Plants, Sofia

Abstract: In a pot trial with an ornamental grass mixture, the possibility of using freshly cut grass as an organic fertilizer was investigated. Cut grass is the main waste in the turf production, and the possibility of using it as a raw material in the production itself would reduce the production costs.

The grass was applied as a pre-sowing fertilizer at five different fertilizer rates, each twice as high as the previous one, namely 20, 40, 80, 160 and 360 t/ha. In addition, the possibility of using liquid fertilizer from fermented grass with or without the addition of mineral fertilizers at a fertilizer rate of 10 and 20 m³/ha per week was studied.

All tested variants showed a stimulating effect on the productivity and quality of the grass cover. No lasting suppressive effect was observed with any of the variants studied. The mowed grass used for soil pre-sowing fertilization showed a stimulating effect, as optimal results were recorded in the variant with 80 t/ha. Large grass fertilizer rates (160 and 320 t/ha) affected grass sprouting, probably due to degraded water regimes, which is why the grass cover of these variants was initially of low density.

Weekly fertilizing with the liquid fertilizer from fermented grass has shown better results than direct application of the grass as a soil fertilizer. In the present experiment, no significant difference was found between the version in which the grass was fermented with and without additional fertilizers. Only rich liquid fertilizer from the first fermentation was used in the study.

Keywords: turf production, grass, organic fertilizer

1. INTRODUCTION

Intensively managed lawns are a characteristic element of the urban landscape in affluent industrial societies. They are also indispensable for the areas where the majority of popular outdoor sports are conducted. Over the past two decades, Bulgaria's economic development has led to a consistently increasing demand for sod, both for athletic fields and private landscaping projects. The areas allocated for sod production have been progressively expanding. While the impact of this production on soil properties remains insufficiently studied, preliminary observations suggest an enrichment of organic matter and an increase in the concentrations of macroelements (Qu et al., 2024; Badra et al., 2005). Given that sod production is heavily reliant on the application of mineral fertilizers, it is of significant interest to explore and assess alternative approaches (Akdeniz et al., 2016; Yilmaz, 2019). High fertilizer application rates have been shown to have deleterious effects on the environment, primarily due to the contamination of groundwater (King et al., 2012). To reduce pollution, research is being conducted on the wider use of organic fertilizers and slow-release mineral fertilizers (Norrie & Gosselin, 1996; Vietor et al., 2002; Aamlid & Hanslin, 2009; Schnell

et al., 2009; Jankowski et al., 2011; Bilgili & Açıkgöz, 2011; Guertal & Green, 2012; Zere Taskin & Bilgili, 2023).

In addition, the mowed biomass from cultivated sod typically remains unused, constituting the primary waste product of this production. It is well-established that grass clippings are rich in nutrients, and returning them to the fields as fertilizer can reduce the need for external fertilization (Kauer et al., 2013; Grégoire et al., 2022). On the other hand, it is believed that the accumulation of mowed grass in the sod has a detrimental effect on its development and quality. For this reason, most farms remove the clippings from the fields. Kopp and Guillard (Kopp & Guillard, 2004) found that mowed grass releases over 90% of its nitrogen and carbon content within approximately four months, which is considerably faster than most other organic fertilizers.

This study examines the potential of using grass clippings as an organic fertilizer, incorporated into the soil before sowing the grass, and as a liquid fertilizer applied weekly to areas with existing grass cover.

2. MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted in polyethylene containers with a volume of 8 L, measuring 0.2×0.2 m with a height of 0.2 m. The substrate used was alluvial soil, typical of the experimental field at the Institute of Decorative and Medicinal Plants. The control and the variants fertilized with liquid manure were placed on pure soil. The variants where grass was applied as a pre-seeding organic fertilizer were established on a homogeneous mixture of soil and the corresponding amount of grass.

For the purposes of the experiment, fresh grass was used, mowed with a rotary mower, from an intensively maintained turfgrass production field. The biomass was collected immediately after mowing and placed in polyethylene bags. To ensure the reproducibility of the applied fertilizer rates from fresh grass, 10 samples of 1 kg each were taken for drying. The dry weight of the grass used for fertilization was determined to be $15.36\% \pm 2.38\%$ of its fresh weight. For all experimental variants, the fertilizer rates were recalculated for the experimental containers as follows: the area of 1 hectare ($10,000 \text{ m}^2$) was divided by the area of the experimental containers ($0.2 \times 0.2 \text{ m} = 0.04 \text{ m}^2$), which equals 250,000. The fertilizer rate, expressed in kilograms, was then divided by 250,000 to obtain the rate for each container. The applied fertilizer rates were 20, 40, 80, 160, and 360 t of grass per hectare. The corresponding fertilizer rates recalculated for the experimental containers were 0.08, 0.16, 0.32, 0.64, and 1.28 kg per container. To prepare the liquid fertilizers, 100 kg of fresh grass was placed into two metal barrels with a volume of 200 L each. The grass was then covered with water and 1 kg of hydrated lime was added to both barrels. To the second barrel, 1 kg of triple superphosphate, 1 kg of potassium sulfate, and 2 kg of urea were also added, equating to 460 g of P_2O_5 , 460 g of K_2O , and 1.05 kg of nitrogen. The liquid fertilizer was collected from the barrels after the fermentation process was complete. The collection was done once, the liquid was coarsely filtered, and stored in plastic bottles until the end of the experiment. The fertilizer application rates were 10 and 20 m^3 per hectare per week, corresponding to 0.04 and 0.08 L per container. During application, the liquid fertilizer was added to each container up to a total volume of 1 L, ensuring optimal distribution over the surface of the experimental containers. The first fertilization was carried out 10 days after germination, and the final fertilization occurred 2 days after the last mowing. Fertilization was performed every 7 days, for a total of 10 applications.

All experimental variants, including the control, were replicated three times (each experimental container representing one replicate). The experimental containers were seeded with a decorative grass mixture consisting of: 20% *Festuca arundinacea* 'Nebula', 20% *F. arundinacea* 'Starlett', 30% *F. rubra* 'Maxima', 20% *Lolium perenne* 'Fabian', and 10% *Poa pratensis* 'Yvette'. The seeding rate was 250 kg/ha, or 1 g of seed per container. After seeding, the seeds were covered with 0.5 L of sand per container to ensure optimal germination. The first mowing was performed 8 weeks after seed sowing, with subsequent mowings carried out at 7-day intervals. The mown biomass was collected and weighed both fresh and after drying. Grass stand density, expressed as the number of shoots per square meter, was assessed after the final mowing. Randomly selected areas of $10 \times 10 \text{ cm}$ were examined in three locations within each experimental container to count the shoots. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and compared using

Student's t-test at a significance level of 0.05 to determine the statistical significance of the observed differences.

3. RESULTS

The 4-month-long experiment demonstrated that this duration is sufficient for the formation of a dense turf cover, which can be successfully harvested as sod. The first germinating plants were observed on the 5th day after sowing, with mass germination occurring between the 8th and 14th day. Between weeks 4 and 8, the germinated grass began to tiller and reached a suitable height for the first mowing.

Measurements of the fresh and dry weight of the clippings indicated a trend of gradual increase in the clipping weight during the first 2-3 mowings, reaching a peak between the 3rd and 6th mowing, followed by a decline in biomass production by the final mowing. Although there were some variations in this trend across the different variants, it was observed in all treatments. The decrease in biomass productivity during the last three mowings can primarily be attributed to the climatic conditions in the second half of October. While it is possible that weaker growth is related to nutrient depletion in the substrates, this does not appear to be the primary cause, as similar growth reductions were observed in the variants fertilized regularly with liquid manure from fermented grass.

The average biomass yield varied considerably between variants, ranging from 3 g per container (0.75 t/ha) in the control to 14 g per container (3.5 t/ha) in some of the variants fertilized with liquid manure from fermented fresh grass. The highest overall productivity in terms of fresh biomass was recorded in the variants fertilized weekly with 20 m³/ha of liquid manure (both with and without additional fertilizer), yielding 110.91 g per container (27.73 t/ha) and 106.14 g per container (26.54 t/ha), respectively. The lowest productivity was observed in the control, with 24.63 g per container (6.16 t/ha). In terms of dry weight, the highest productivity was seen in the turf fertilized weekly with 20 m³/ha of liquid manure, further enriched with additional fertilizer, yielding 20.66 g per container (5.17 t/ha). The lowest productivity was again recorded in the control, with 7.01 g per container (1.75 t/ha). The highest dry matter content was observed in the control, where it comprised 28.46% of the fresh mown grass. The lowest dry matter content was recorded in the biomass from the variant fertilized with 40 t/ha of fresh grass, with a value of 17.77%. Regarding the dry-to-fresh weight ratio, all variants, except for the control, exhibited only slight differences, and no statistically significant differences were found between them.

In terms of shoot density, the highest shoot density was observed in the variants fertilized with liquid manure from fermented grass. No statistically significant differences were found between the four variants, with shoot densities ranging from 23,300 to 26,100 shoots per m². The lowest density was recorded in the control, at 16,900 shoots per m², but no statistically significant difference was observed between the control and the variants fertilized with direct application of grass as the primary fertilizer.

Table 1. Key Characteristics of the Grass Cover for Different Fertilization Variants.

Variant	Fertilizer application rate	Thousand shoots per m²	Average fresh weight of clippings (g/container)	Average dry weight of clippings (g/container)	Dry weight as a percentage of fresh weight
Control	(no fertilizer)	16,9 ± 4,3 ^a	3,08 ^a	0,88 ^a	28,46 ^b
Liquid fertilizer from grass	10m³/ha per week	23,3 ± 3,4 ^{ab}	8,43 ^b	1,69 ^b	20,33 ^a
	20m³/ha per week	24,1 ± 2,3 ^b	13,86 ^c	2,68 ^c	20,41 ^a
Liquid fertilizer from grass + 460 g P₂O₅, 460 g KNO₃, and	10m³/ha per week	25,7 ± 2,7 ^b	9,44 ^b	1,92 ^b	20,02 ^a
	20m³/ha per week	26,1 ± 3,6 ^b	13,27 ^c	2,71 ^c	19,37 ^a

1.05 kg N					
Fresh grass incorporated into the soil prior to seeding as a primary organic fertilizer	20 t/ha	16,1 ± 1,2 ^a	7,73 ^b	1,16 ^a	20,99 ^a
	40 t/ha	17,9 ± 2,1 ^a	6,56 ^b	1,63 ^{ab}	17,77 ^a
	80 t/ha	21,2 ± 1,9 ^{ab}	10,54 ^{bc}	1,91 ^b	18,18 ^a
	160 t/ha	20,6 ± 3,7 ^{ab}	8,76 ^b	1,87 ^b	21,39 ^a
	360 t/ha	19,8 ± 2,2 ^a	7,42 ^b	1,55 ^{ab}	20,81 ^a

Mean values within the same column for a given treatment, followed by the same letter, are not significantly different at the $P \leq 0.05$ level, as determined by the t-test.

4. CONCLUSION

The variants that were regularly fertilized with liquid manure derived from fermented grass demonstrated significantly better results, both in terms of fresh and dry biomass productivity and grass stand density.

Among the variants fertilized with grass incorporated into the soil before seeding, the most effective treatments were 80 and 160 t/ha. These treatments produced the highest results for both biomass productivity and grass density.

The results suggest that grass, either in its raw or processed form, can be effectively used as a fertilizer in turfgrass sod production. However, further research is needed to determine the optimal fertilization rates of fresh grass in combination with mineral fertilizers.

REFERENCES

- Aamlid, T. S., & Hanslin, H. M. (2009). Evaluation of organic fertilizers and biostimulants on sand-based golf greens and football pitches under Scandinavian climate conditions. *International Turfgrass Society Research Journal*, 11, 919–931.
- Akdeniz, H., Hosaflioglu, İ., & Zengin, S. (2016). Effects of nitrogen fertilization on some turfgrass characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 6, 226–237.
- Badra, A., Parent, L. E., Desjardins, Y., Allard, G., & Tremblay, N. (2005). Quantitative and qualitative responses of an established Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) turf to N, P, and K additions. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(1), 193–204.
- Bilgili, U., & Açıkgöz, E. (2011). Effects of slow-release fertilizers on turf quality in a turf mixture. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(2), 130–136.
- Grégoire, G., Benjannet, R., & Desjardins, Y. (2022). Contribution of grass clippings to turfgrass fertilization and soil water content under four nitrogen levels. *Science of The Total Environment*, 837, 155765. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155765>
- Guertal, E. A., & Green, B. D. (2012). Evaluation of organic fertilizer sources for south-eastern (USA) turfgrass maintenance. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 62(sup1), 130–138.
- Jankowski, K., Sosnowski, J., & Jankowska, J. (2011). Effect of hydrogel and different types of fertilizers on the number of turf shoots in lawns created by monocultures of red fescue (*Festuca rubra* L.) cultivars and its mixtures. *Acta Agrobotanica*, 64(3).
- Kauer, K., Laidna, T., Keres, I., Köster, T., Loit, E., Shanskiy, M., Parola, A., Selge, S., Viiralt, R., & Raave, H. (2013). Impact of returned clippings on turfgrass growth as affected by nitrogen fertilizer rate, time of return, and weather conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 63(7), 579–587.
- King, K. W., Balogh, J. C., Agrawal, S. G., Tritabaugh, C. J., & Ryan, J. A. (2012). Phosphorus concentration and loading reductions following changes in fertilizer application and formulation on managed turf. *Journal of Environmental Monitoring*, 14(11), 2929–2938.
- Kopp, K. L., & Guillard, K. (2004). Decomposition rates and nitrogen release of turf grass clippings. In *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, 26 September–1 October 2004*.

Norrie, J., & Gosselin, A. (1996). Paper sludge amendments for turfgrass. *HortScience*, 31(6), 957–960.

Qu, X., Li, Y., Wang, C., Qiao, J., Zhu, K., Sun, Y., & Hu, Q. (2024). Effect of sod production on physical, chemical, and biological properties of soils in North and South China. *Agriculture*, 14(10), 1786. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101786>

Schnell, R. W., Vietor, D. M., White, R. H., Provin, T. L., & Munster, C. L. (2009). Effects of composted biosolids and nitrogen on turfgrass establishment, sod properties, and nutrient export at harvest. *HortScience*, 44(6), 1746–1750.

Vietor, D. M., Griffith, E. N., White, R. H., Provin, T. L., Muir, J. P., & Read, J. C. (2002). Export of manure phosphorus and nitrogen in turfgrass sod. *Journal of Environmental Quality*, 31(5), 1731–1738.

Yilmaz, M. (2019). The effects of different combinations of combined fertilizer doses on some turfgrass performances of turf mixture. *Pakistan Journal of Botany*, 51(4), 1357–1364.

Zere Taskin, S., & Bilgili, U. (2023). Using sewage sludge as alternative fertilizer: Effects on turf performance of perennial ryegrass. *Sustainability*, 15(18), 13597. <https://doi.org/10.3390/su151813597>

ВЛИЯНИЕ НА ЛИСТНОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ДОБИВ БИОМАСА ПРИ НОВИ ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА (*ZEА MAYS L.*)

Георги Стоянов
Аграрен университет, Пловдив

INFLUENCE OF FOLIAR FERTILIZATION ON BIOMASS YIELD OF NEW CORN HYBRIDS (*ZEА MAYS L.*)

Georgi Stoyanov
Agricultural University, Plovdiv

Abstract: In the period 2022-2023, a field experiment was conducted with five maize hybrids. The influence of foliar feeding on the productivity of DKC 4416, LG 31.390, Premeo, Pioneer P9889 and Knezha-461 was investigated. For this purpose, three levels of fertilization were tested: 1. Control - no fertilization; 2. Fertilization with foliar fertilizers Aminoazol, Boron, Zinc 700SK and Nutriplant 36; 3. Fertilize with Kinsidro Grow and N-loc. Foliar feeding with the organic fertilizer Aminoazol in combination with the trace elements zinc and boron, and at a later stage with Nutriplant, leads to an increase in green mass yields from 31.4% (Premeo) to 45.4% (LG 31.390). Treatment with the organo-mineral fertilizer Kinsidro Grow and the nitrogen stimulator N-Lok, also contributes to an increase in productivity, respectively by 23.0% (Knezha-461) to 43.9% (LG 31.390). Linear regression models show a strong positive relationship between plant height and green mass yield, with the highest coefficient of determination being the Premeo corn hybrid ($R^2 = 0.913$). The regression analysis, characterizing the relationship between the number of leaves and green mass yield, found a strong positive relationship, with a coefficient of determination $R^2 = 0.938$ for DKC 4417. Based on the two-factor variance analysis, the degree of influence of the factor "variants of leaf nutrition" was established with a dominating influence of 24%.

Keywords: corn hybrids, foliar fertilizer, green mass yield, regression model, two-factor variance analysis

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Царевицата (*Zea mays L.*) е зърнено-фуражна култура със стратегическо значение, което се дължи на високата енергийна стойност на зърното. Културата е ценен източник и на обемист фураж (зелена маса и силаж) за селскостопанските животни. При селекцията на хибриди за силаж изборът се фокусира както върху високите нива на добивите, така и върху добрите агрономически и зоотехнологични характеристики на културата. Основните фактори, които влияят върху продуктивността на културата са агроклиматичните ресурси, нивото на агротехника, запасеност на почвата, генетичния потенциал хибридите царевица и други (Battisti & Naylor, 2009; Tsenov et al., 2009; Nelson et al., 2010; Valkova & Petrovska, 2022). Генетичното подобрение в добива на царевица, счита Tollenaar et al. (2002), не е свързано нито с потенциала за добив сам по себе си, нито с хетерозиса сам по себе си, но е свързано с повишена устойчивост на стрес, което е в съответствие с подобрението във взаимодействието генотип×управление.

Нивото на торене влияе върху биометричните показатели при царевицата (Petrovska & Valkova, 2010). Най-добрият метод за прилагане на микроелементи е листното торене установяват Kashyap et al. (Kashyap et al., 2022). Увеличаване височината на растенията, броя и ширината на листата, както и нивата на подземната биомаса при царевицните хибриди,

отчитат Chen et al. (Chen et al., 2023) след листно прилагане на микроелементи. Положителен ефект е регистриран при растежа на растенията, продуктивността и качеството под влияние на листно торене (Khalafi et al., 2021; Sarheed et al., 2022; Bagrintseva & Ivashenenko, 2023). Проучвания на Ivanova et al. (2023) също установяват положителния тренд на параметрите на биометричните показатели при хибриди царевица след прилагане на микроелементи.

Целта на разработката е да се проучи влиянието на листното торене върху продуктивността на зелена маса при проучваните хибриди царевица.

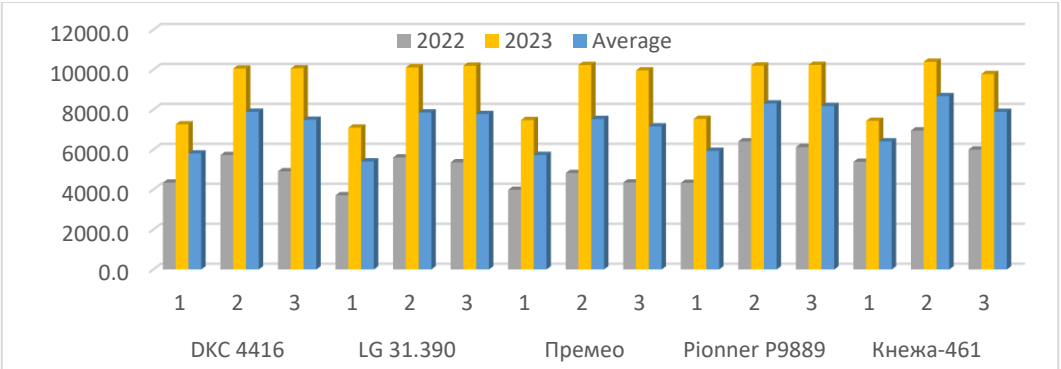
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За осъществяване на поставената цел през периода 2022-2023 г., в района на Стара Загора, е изведен полски експеримент с перспективни хибриди царевица. Обект на проучването са пет хибрида царевица: DKC 4416, LG 31.390, Премео, Pioneer P9889 и Кнежа-461. Проучваните хибриди са с различен произход и с различно ФАО, но са от групата на ранните и средноранните хибриди. Полският експеримент е заложен по метода на дробните парцели в 4 повторения с големина на опитната площ от 15 m². Вариантите на опита са следните: 1. Контрола–без торене; 2. Торене с листен тор (Аминозол, Бор, Цинк 700СК и Нутриплант); 3. Торене с листен тор (Кинсидро Гроу, N-lock). При всички варианти е извършено торене след сеитба, преди поникване, с N₁₄. При вар. 2 подхранването с Аминозол, Цинк 700СК и Бор се осъществи във фаза 4-6 лист, а с Нутриплант се третира във фенофаза 8-10 лист. При вар. 3 биостимулаторът Кинсидро гроу се приложи във фенофаза 2-8-ми лист, а азотния стимулатор N-lock през фенофаза 3-6 лист. Листните торове Аминозол (200 ml/da), Бор (200 ml/da), Цинк 700СК (100 ml/da) са внесени като резервоарна смес. С останалите продукти третирането е извършено самостоятелно в съответната доза Нутриплант 36 (1 l/da), Кинсидро Гроу (15 g/da) и N-lock (250 ml/da). Полският опит е проведен при поливни условия при поддържане на предполивна влажност 75-80 % ППВ за активен почвен слой 0 – 80 cm.

Получените експериментални данни са обработени статистически чрез софтуерен продукт MS Excel. Оценката за степента на влияние на факторите е изчислена по метода на Плехински (Лакин, 1990), като част от междугруповата вариация в общото вариране, а сумата от квадратите и се изчислява по формулата: $h_x^2 = \frac{D_x}{D_y}$, където D_x – сума от квадратите на фактора x , D_y – обща сума от квадратите (SS).

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Продуктивността на проучваните хибриди царевица варира по години и варианти на третиране. С най-високи стойности по отношение добив зелена маса, средно за периода на изследване се откроява Кнежа-461 с 7658,98 kg/da (фиг. 1). Хибридът е средно ранен, българска селекция и показва, че се адаптира добре към специфичните агроклиматични условия в района. Пролетното подхранване, след сеитба, с амониев нитрат (N₁₄) в комбинация с листното подхранване при вар. 2 е допринесло за увеличаване на добивите зелена маса с 35,3 % спрямо вар. 1, средно за проучвания период.



Фигура 1. Добив зелена маса за периода 2022-2023 г., kg/da.

Подобна тенденция е регистрирана и при останалите хибриди. Увеличението варира от 31,4% (Премео) до 45,4% (LG 31.390). Подхранването с органичния тор Аминозол в комбинация с микроелементите цинк и бор, а на по-късен етап с Нутриплант, осигурява формирането на по-голяма биомаса при отделните хибриди. Прилагането на подхранване с N₁₄ комбинирано с листното торене при вар. 3, с органо-минералния тор Кинсидро гроу и азотния стимулатор N-Лок, също допринася за увеличаване на продуктивността, съответно с 23,0% (Кнежа-461) до 43,9% (LG 31.390). Анализът показва, че с най-голяма отзивчивост към приложените листни торове изпъква хибриден LG 31.390.

Резултатите показват, че Кнежа-461 се очертава като високодобивен и екологично пластичен хибрид, отзивчив към листно подхранване. С добра екологична пластичност изпъква и Pioneer P9889, при който средно за периода, е отчетено намаление на добив биомаса с 2,4 % спрямо Кнежа-461. Значително по-нисък добив зелена маса е установен при Премео, с 11,12 % по-нисък спрямо Кнежа-461. Намалението на продуктивността по отношение на биомасата при DKC 4416 и LG 31.390 е по-малко, съответно с 7,79 % и 8,41 % спрямо хибриден от българската селекция.

Таблица 1. Сумарна статистика на показателя добив зелена маса при пет хибрида царевица за периода 2022-2023 г.

Хибриди царевица	DKC 4417	LG 31.390	Премео	Pioneer	Кнежа-461
Min	5805,78	5405,57	5732,05	5937,05	6412,58
Max	7890,64	7858,53	7529,71	8305,88	8674,72
Mean	7062,29	7014,86	6807,28	7475,19	7658,98
SE	638,79	804,96	548,10	769,89	663,13
SD	1106,41	1394,23	949,34	1333,50	1148,58
CV%	15,67	19,88	13,95	17,84	14,99

Високата устойчивост, на проучваните царевични хибрида на стресови фактори, осигурява устойчив добив. Вариабилността на добива, изразена чрез вариационния коефициент, дава информация за разсейването на признака и показва, че извадката е приблизително хомогенна (табл. 1).

Проведен е дисперсионен анализ за установяване степента на влияние на факторите „хибрид“, „варианти на листно подхранване“ и тяхното взаимодействие върху показателя добив зелена маса. С най-силно влияние върху проучвания показател изпъква факторът „варианти на листно подхранване“, с доминиращо влияние от 24% и с ясна достоверност $p \leq 0.05$ върху изменението на показателя. Статистически не е доказано влиянието на фактора „хибрид“, както и взаимодействието на двата фактора.

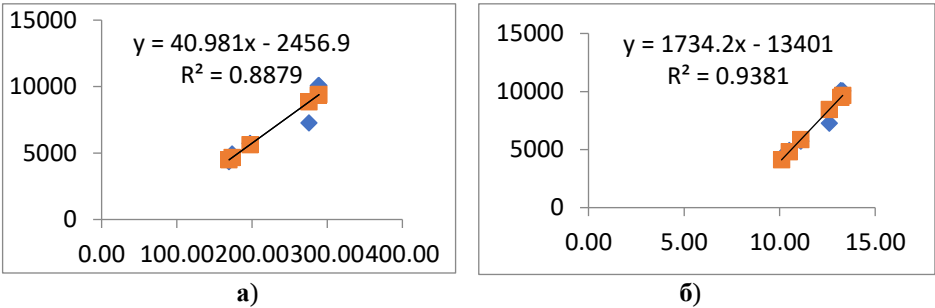
Таблица 2. Двухфакторен дисперсионен анализ за добив зелена маса.

Източник на вариация	Сила на влияние	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Хибрид (A) n.s.	3 %	4444186,676	4	1111046,67	0,263	0,900	2,690
Варианти на третиране (B) *	24 %	41635276,25	2	20817638,12	4,921	0,014	3,316
Взаимодействие(AxB) n.s.	1 %	1365005,117	8	170625,64	0,040	1,000	2,266
Грешки	72%	126899710,5	30	4229990,35			
***, **, * - доказано съответно при $p \leq 0.001$, $p \leq 0.01$ и $p \leq 0.05$; n.s. – недоказано							

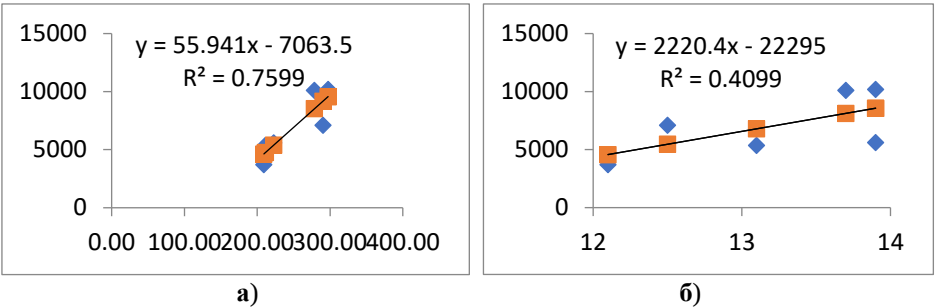
Линейната регресия е статистически метод за построяване на линейна връзка между група независими променливи и зависими променливи. Чрез регресионен анализ са установени зависимостите между проучваните показатели височина на растенията, брой листа на едно растение и добив зелена маса (фиг. 2, 3, 4, 5 и 6). Изчислени са коефициентите на детерминация (R^2), които показват процента от разсейването на резултативната променлива.

Анализът на регресионните модели, характеризиращи връзката между височина на растенията и добив зелена маса показва, че най-високи стойности на детерминационния коефициент са изчислени при Премео ($R^2 = 0,913$), Кнежа-461 ($R^2 = 0,892$) и DKC 4417 ($R^2 =$

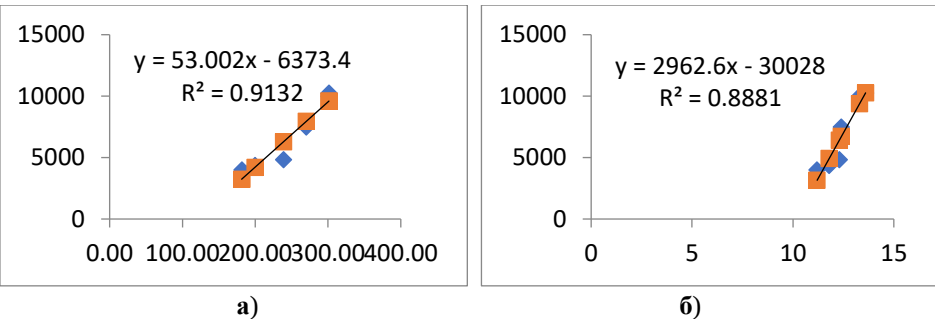
0,888). Докато при Pioneer P9889 коефициентът на детерминация има стойност 0,35, което показва, че приблизително 35% от варирането на зависимия признак (добив зелена маса) се обяснява чрез регресията.



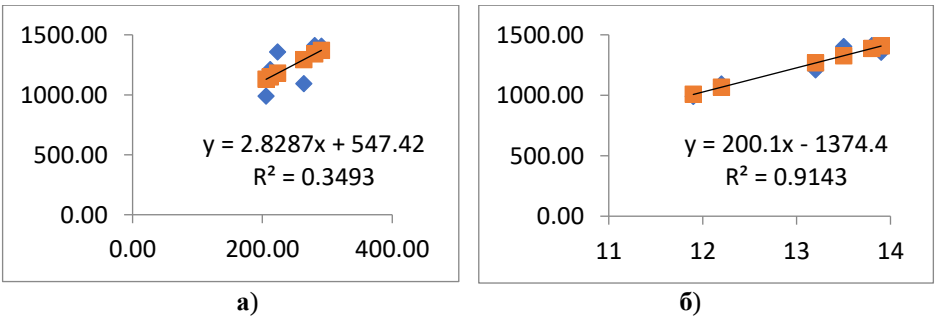
Фигура 2. Линеен регресионен модел между добив зелена маса и височина на растенията (а) и добив зелена маса и брой листа (б) при DKC 4417.



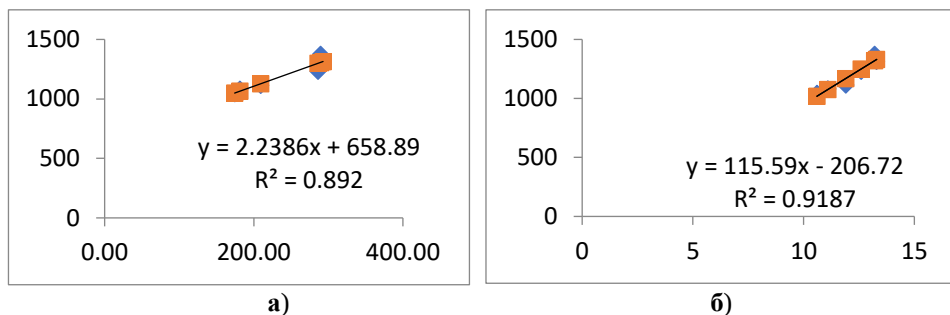
Фигура 3. Линеен регресионен модел между добив зелена маса и височина на растенията (а) и добив зелена маса и брой листа (б) при LG 31.390



Фигура 4. Линеен регресионен модел между добив зелена маса и височина на растенията (а) и добив зелена маса и брой листа (б) при Премео



Фигура 5. Линеен регресионен модел между добив зелена маса и височина на растенията (а) и добив зелена маса и брой листа (б) при Pioneer P9889



Фигура 6. Линеен регресионен модел между добив зелена маса и височина на растенията (а) и добив зелена маса и брой листа (б) при Кнежа-461.

От линейните модели, характеризиращи връзката между брой листа и добив зелена маса се вижда, че е установена силно изразена положителна зависимост, с коефициент на детерминация $R^2 = 0,938$ при DKC 4417. С високи стойности се характеризират и детерминационните коефициенти, установени при хибридите Кнежа-461 ($R^2 = 0,919$), Pioneer P9889 ($R^2 = 0,914$), Премео ($R^2 = 0,888$).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведеното полско изследване могат да се обособят следните изводи:

Листното подхранване с органичния тор Аминозол в комбинация с микроелементите цинк и бор, а на по-късен етап с Нутриплант, води до увеличаване на добивите зелена маса с 31,4% (Премео) до 45,4% (LG 31.390). Третирането с органо-минералния тор Кинсидро гроу и азотния стимулатор N-Лок, също допринася за увеличаване на продуктивността, съответно с 23,0% (Кнежа-461) до 43,9% (LG 31.390).

Линейните регресионни модели показват силно изразена положителна зависимост между проучваните показатели. Между показателите височина на растенията и добив зелена маса с най-висок коефициент на детерминация изпъква царевичния хибрид Премео ($R^2 = 0,913$). Регресионният анализ, характеризиращ връзката между брой листа и добив зелена маса установява силно изразена положителна зависимост, с коефициент на детерминация $R^2 = 0,938$ при DKC 4417.

На база на извършения двуфакторен дисперсионен анализ е установена степента на влияние на фактора „варианти на листно подхранване“, с доминиращо влияние от 24%.

ЛИТЕРАТУРА

Bagrintseva, V. N., & Ivashenko, I. N. (2023). The influence of foliar plants fertilized with Batr zinc fertilizer on the corn yield formation in Stavropol Krai. *Russian Agricultural Sciences*, 49(1), 28–31.

Battisti, D. S., & Naylor, R. L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323(5911), 240–244.

Chen, F. B., Feng, Y. C., & Huo, S. P. (2023). Seed coating with micronutrients improves germination, growth, yield and microelement nutrients of maize (*Zea mays* L.). *Biotechnic & Histochemistry*, 98(4), 230–242.

Kashyap, C., Bainade, S. P., Kumar, V., & Singh, A. (2022). Foliar application of macro and micronutrient in field crops and their effect on growth, yield, quality and economics. *The Pharma Innovation Journal*, SP11(5), 970–976.

Khalafi, A., Mohsenifar, K., Gholami, A., & Barzegari, M. (2021). Corn (*Zea mays* L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use. *International Journal of Plant Production*, 15(4), 589–597.

Lakin, G. (1990). *Biometrics*. Higher School, Moscow.

Nelson, G. C., van der Mensbrugghe, D., Ahammad, H., Blanc, E., Calvin, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Lotze-Campen, H., von Lampe, M., Mason d'Croz, D., van Meijl, H., Müller, C., Reilly, J., Robertson, R., Sands, R. D., Schmitz, C., Tabeau, A., ...

Willenbockel, D. (2014). Agriculture and climate change in global scenarios: Why don't the models agree? *Agricultural Economics*, 45(1), 85–101.

Petrovska, N., & Valkova, V. (2010). Correlation and regression dependences between grain yield, elements of yield and some biometric indicators in synthetic maize populations. *Scientific Works of Agricultural University–Plovdiv, LV*(16).

Sarheed, A. F., Hamza, M. A., & Abdulhussein, F. R. (2022). Effect of adding different concentrations of potassium and spraying microelements on the yield and components of corn and estimating the path coefficient. *International Journal of Agricultural & Statistical Sciences*, 18.

Tollenaar, M., & Lee, E. A. (2002). Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Research*, 75(2–3), 161–172.

Tsenov, N., Kostov, K., Todorov, I., Panayotov, I., Stoeva, I., Atanasova, D., Minkovski, I., & Chamurliyski, P. (2009). Problems, achievements and prospects in the selection of productivity in winter wheat. *Field Crops Studies*, 5(2), 261–273.

Valkova, V., & Petrovska, N. (2022). Inheritance of quantitative traits and biometric indexes of Kneja 560 hybrid. I. Ear length, number of rows per ear, grain row number. *Agricultural Sciences*, 14(33), 108–114.

ВЛИЯНИЕ НА ЛИСТНОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ДОБИВ ЗЪРНО ПРИ НОВИ ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА (*ZEА MAYS L.*)

Георги Стоянов, Атанас Севов

Аграрен университет, Пловдив

INFLUENCE OF FOLIAR FERTILIZATION ON GRAIN YIELD OF NEW CORN HYBRIDS (*ZEА MAYS L.*)

Georgi Stoyanov, Atanas Sevov

Agricultural University, Plovdiv

Abstract: A field experiment was conducted with five maize hybrids: DKC 4416, LG 31.390, Premeo, Pioneer P9889 and Knezha-461. The purpose of the experiment is to determine the influence of foliar nutrition on grain yield parameters. Variants of the study are: 1. Control - no fertilization; 2. Fertilization with foliar fertilizers Aminozol, Boron, Zinc 700SK and Nutriplant 36; 3. Fertilize with Kinsidro Grow and N-loc. Summary statistics of the grain yield indicator were carried out. The parameters of grain yield according to variants of foliar fertilization and hybrid were determined. By means of a two-factor variance analysis, the influence of the indicator "variants of foliar fertilization of 50% on the hybrid factor has been determined.

Keywords: corn hybrids, foliar fertilizer, yield, two-factor variance analysis

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Управлението и адаптацията могат до голяма степен да намалят потенциалните въздействия на изменението на климата и променливостта на климата върху добивите от културите и доходите на земеделските производители. Повишаването на средната температура води до променливост в продуктивността на всички земеделски култури, доказват Tigchelaar et al. (Tigchelaar et al., 2018) в свои изследвания. За всеки градус на повишаване на средната глобална температура добивите се очаква да намалят средно със 7,4% за царевица, 6,0% за пшеница, 3,2% за ориза и 3,1% за соята (Zhao et al., 2017). Царевицата е важна зърнено-фуражна и продоволствена култура. Има редица лимитиращи добивите от царевица фактори, които определят икономическата ефективност от отглеждането ѝ. Пазарът у нас предлага голямо разнообразие от хибридни сортове царевица. Подобреният продуктивен потенциал на съвременните хибриди царевица (*Zea mays L.*) се дължи на оптимизиране на популацията на растенията. Дължи се на характеристики, свързани с толерантност към различни стресови фактори (Tokatlidis & Koutroubas, 2004; Tigchelaar et al., 2018).

Необходимо е да се отчетат агроклиматичните ресурси на района, като температури (сума на ефективните температури), валежи (количество и разпределение на падналите валежи), запасеност на почвата с макро и микро елементи и др. Според Brzozowska (Brzozowska, 2008) едностранчивото прилагане на минералните торове води до нарушаване на екологичното равновесие и понижаване качеството на продукцията. Добавянето на хранителни микроелементи е проблем, който е признат от дълъг период от време (Blaziak & Chwil, 2003; Suwara et al 2007; Xue et al., 2023). Rafiq et al. (Rafiq et al., 2010) установяват по-ускорена поява на метлицата след прилагане на цинк. Извънкореновото торене подпомага за преодоляване на стресовите фактори (Jakab-Gábor et al., 2017; Racz et al., 2021; Haraga & Ion, 2023).

Целта на настоящото проучване е да се установи влиянието на листното торене върху параметрите на добив зърно от хибридите царевица.

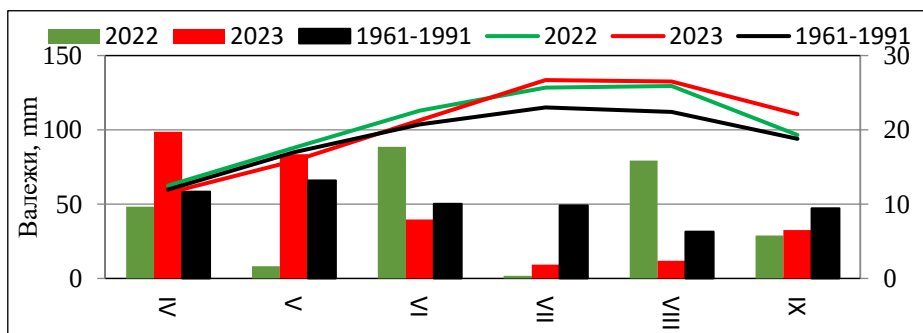
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът е изведен през периода 2022-2023 г. на почвен тип ливадно-канелена почва в Старозагорски регион. За целта са изпитани пет хибрида царевица, от групата на ранните и средно ранните хибриди по FAO: DKC 4416, LG 31.390, Premeo, Pioneer P9889 и Knezhа-461. Опитът е заложен по метода на дробните парцели, с големина на опитната парцелка 15 m². Вариантите на полското изследване са следните: Вар. 1. – Контрола (торене с N₁₄ (под формата на амониев нитрат); Вар. 2. – Торене с N₁₄ + листно подхранване с Аминозол, Бор, Цинк 700СК и Нутриплант 36; Вар. 3. – Торене с N₁₄ +плюс листно подхранване с Кинсидро Гроу и Н-лок.

За контрола се приема варианта, при който царевицата се отглежда при стандартна технология за района. Сеитбата е проведена в оптималния срок. След сеитбата е внесен почвен азотен тор (N₁₄) под формата на амониев нитрат. Листните торове са внесени като резервоарна смес или самостоятелно в зависимост от фазите на развитие на царевицата. Листното торене при вар. 2 е извършено с резервоарна смес от Аминозол (200 ml/da), Бор (200 ml/da), Цинк 700СК (100 ml/da) са внесени като резервоарна смес през фенофаза 4-5 лист. През фенофаза 8-10 лист е третирано с Нутриплант 36, в доза 1 l/da. При вар. 3 торенето е извършено с Кинсидро Гроу (15 g/da) през фенофаза 4-5 лист, а през 6-ти лист е третирано с Н-лок (250 ml/da). Опитът е проведен при поливни условия. Напояването е осъществено чрез капкова поливна система с вградени капкователи на 0,15 m.

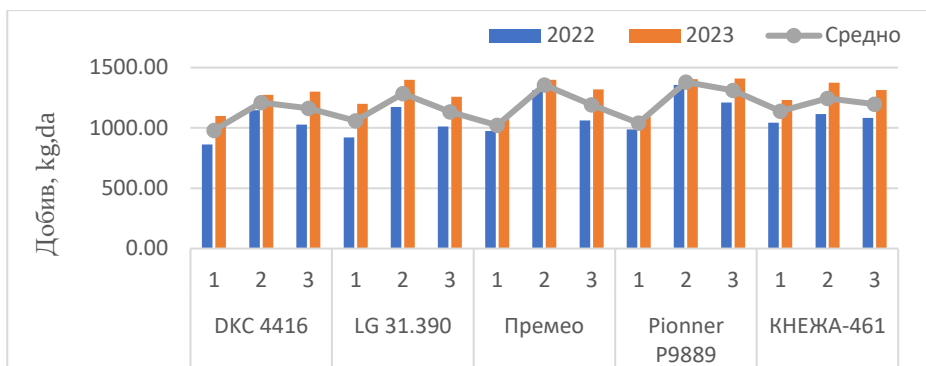
3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Годините, през които е проведен полският опит се характеризират с температурни суми по-високи спрямо нормата за периода (1961-1991 г.). През първите месеци от вегетацията на царевицата температури са близки до многогодишните (фиг. 1). През юли и август средномесечните температури са по-високи със съответно 2,7°С и 3,5°С (2022 г.) и с 3,7°С и 4,1°С (2023 г.). По отношение на регистрираните валежи се наблюдава изключително неравномерно разпределение. От приложената климатограма се вижда варирането на валежната сума по месеци.



Фигура 1. Климатограма за района на гр. Стара Загора, периода 2022-2023 г.

Количеството на падналите валежи през вегетацията на царевицата за периода на полското изследване е по-малко от нормата за периода. При норма 302,3 mm, сумарно за периода, са измерени 254,9 mm и 275,5 mm, т.е. с 15, 7% и 8,9% през 2022 и 2023 г. по-малко от валежната норма. В температурно отношение условията са сравнително благоприятни за развитието на посева, докато неустойчивото овлажнение създава условия за забавяне на растежа, скъсяване на фенофазите или цялостно изсъхване на растенията. С цел осигуряването на достатъчно лесно достъпна влага в почвата през двете години са реализирани различен брой поливки 4 през първата година и 6 през 2023 г.



Фигура 2. Добив на зърно по години и варианти, kg/da.

Резултатите показват, че през двете години на полското изследване добивите, получени при вар. 1 са най-ниски. Средно за периода варират от 980,6 kg/da, получени при DKC 4416 до 1138,0 kg/da при Кнежа-461. Благоприятният топлинен и воден режим, както и подхранването с азотен тор водят до формирането на тези резултати. Анализите показват, че прилагането на листното торене води до увеличение на продуктивността на културата. След комбинирано почвено и извънкореново торене с листни торове при Вар. 2 добивите нарастват и през двете години. Средно за периода добивите варират от 1209,9 kg/da (DKC 4416) до 1379,9 (Pioneer P9889). Нарастването на продуктивността спрямо контролата е в границите от 9,4 % (Кнежа-461) до 32,6 % (Премео и Pioneer P9889). При вар. 3 след внасяне на Кинсидро Гроу и азотния стабилизатор Н-лок също е регистрирано увеличение на добив зърно. Нарастването на продуктивността е най-високо при Pioneer P9889, с 25,9 % спрямо контролата. Средно за периода увеличението на добивите варира от 5,3 % при Кнежа-461 до 25,9 %.

Таблица 1. Сумарна статистика на показателя добив зърно при пет хибрида царевица за периода 2022-2023 г.

Хибриди царевица	DKC 4417	LG 31.390	Премео	Pioneer	Кнежа-461
Min	980,64	1059,87	1022,57	1040,46	1138,04
Max	1209,89	1286,09	1356,19	1379,87	1245,41
Mean	1118,00	1160,15	1190,02	1243,56	1193,80
SE	69,98	66,55	96,31	103,51	31,06
SD	121,20	115,27	166,81	179,29	53,81
CV%	11	10	14	14	5

Добивите на зърно варират от 980 до 1379 kg/da, средно за периода по варианти. Екологичната пластичност на хибридите осигурява постоянни добиви. Вариабилността на добива, изразена чрез вариационния коефициент, който дава информация за разсейването на признака, показва, че извадката е еднородна (табл. 1).

Таблица 2. Двухакторен дисперсионен анализ за добив зърно.

Източник на вариация	Сила на влияние	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Хибрид (A) n.s.	8 %	77059,10	4	19264,78	1,84	0,148	2,690
Варианти на третиране (B) ***	50 %	465836,81	2	232918,40	22,20	0,000	3,316
Взаимодействие(AxB) n.s.	8 %	79230,99	8	9903,87	0,94	0,496	2,266
Грешки	34 %	314694,28	30	10489,81			
***, **, * - доказано съответно при $p \leq 0.001$, $p \leq 0.01$ и $p \leq 0.05$; n.s. – недоказано							

Проведен е дисперсионен анализ за установяване степента на влияние на факторите „хибрид“, „варианти на листно торене“ и тяхното взаимодействие върху показателя добив

зърно. От показаните резултати при биометричен показател „добив зърно“ с най-силно влияние от 50 % върху изменението на показателя са „варианти на листно торене“, а факторът „хибрид“ и взаимодействието „хибрид – варианти на листно торене“ са статистически недоказани.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прилагането на листно торене води до увеличаване на добив зърно. След третиране с Аминозол, цинк и бор, а на по-късен етап с Нутриплант е установено увеличение на добивите 9,4 % (Кнежа-461) до 32,6 % (Премео и Pioneer P9889).

Прилагането на Кинсидро Гроу и азотния стабилизатор Н-лок водят до нарастване на добив зърно с 5,3 % при Кнежа-461 до 25,9 % при Pioneer P9889.

Двуфакторен дисперсионен анализ установява степента на влияние (50%) на показателя „варианти на листно торене“ върху фактора хибрид.

ЛИТЕРАТУРА

Battisti, D. S., & Naylor, R. L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323(5911), 240–244.

Blaziak, J., & Chwil, S. (2003). Effects of foliar application of various mineral fertilization on rates of microelement content in winter wheat. *Acta Agrophysica*, 3(85), 39–44.

Brzozowska, I. (2008). Macroelement content in winter wheat grain as affected by cultivation and nitrogen application methods. *Acta Agrophysica*, 11(1), 23–32.

Haraga, L. C., & Ion, V. (2023). Effects of foliar fertilisation in the production of hybrid seed maize. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 66(1).

Jakab-Gábor, P., Dávid, Z., & Komarek, F. L. (2017). Investigation of foliar fertilization in maize production. *Advanced Research in Life Sciences*, 1(1), 1–6.

Rácz, D., Szőke, L., Tóth, B., Kovács, B., Horváth, É., Zagyi, P., Duzs, L., & Széles, A. (2021). Examination of the productivity and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) to nitrapyrin and foliar fertilizer treatments. *Plants*, 10(11), 2426. <https://doi.org/10.3390/plants10112426>

Rafiq, M. A., Ali, A. A., Malik, M. A., & Hussain, M. H. (2010). Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize.

Suwara, I., Lenart, S., & Gawrońska-Kulesza, A. (2007). Growth and yield of winter wheat after 50 years of different fertilization and crop rotation. *Acta Agrophysica*, 10(3), 695–704.

Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Naylor, R. L., & Ray, D. K. (2018). Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(26), 6644–6649. <https://doi.org/10.1073/pnas.1718031115>

Tokatlidis, I. S., & Koutroubas, S. D. (2004). A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Research*, 88(2–3), 103–114.

Xue, Y. F., Li, X. J., Yan, W., Miao, Q., Zhang, C. Y., Huang, M., & Cui, Z. L. (2023). Biofortification of different maize cultivars with zinc, iron and selenium by foliar fertilizer applications. *Frontiers in Plant Science*, 14.

Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326–9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>

**ПОКЪЛВАНЕ НА СЕМЕНАТА НА *DOLICHOS LABLAB* L.
(*FABACEAE* L.) СЛЕД ПЕРИОД НА СЪХРАНЕНИЕ ОТ 48 ГОДИНИИ**

Мариела Маринова, Златка Кабатлийска

Лесотехнически университет, София

**GERMINATION OF SEEDS OF *DOLICHOS LABLAB* L.
(*FABACEAE* L.) AFTER A STORAGE PERIOD OF 48 YEARS**

Mariela Marinova, Zlatka Kabatliyska

University of Forestry, Sofia

Abstract: Seed germination tests of long-term stored seeds (for 48 years) of *Dolichos lablab* L. were carried out. The seeds were stored in a cold chamber (0-5 °C) in the hermetically sealed glass containers. The experiment was conducted in laboratory conditions, on filter-paper, in Sept/Oct. 2022, with and without hydro priming. On 21-th day from the beginning of the experiment, a germination of 25% was observed for the seeds without hydro priming. In 40% of the germinated seeds, a well developed primary root occurs. With hydro priming (24 hours in water) all seeds exceed their volume twice and a rupture of the seed coat occur, but no viable sprout was observed. For the storage conditions applied and the certain experimental plot, the period of 48 years is probably the limit for obtaining viable plants from long-term stored seeds of *Dolichos lablab* L.

Keywords: *Dolichos lablab*, *Fabaceae*, long-term stored seeds, germination, hydro priming

1. INTRODUCTION

The problem of maintaining efficient gene banks is a priority in contemporary studies to preserve the world's biodiversity. Of particular interest are the germination data of long-term stored seeds (Hay et al., 2021). As one of the most important plant families for human nutrition, *Fabaceae* and in particular the features of the biology and ecology of seed germination of its species are the subject of modern studies (Harissos et al., 2020; Meena et al., 2011). One of the important food resource species of this family is *Dolichos lablab* L. The species is a valuable technical crop and the subject of various ethnobotanical studies related to its use in phytotherapy and cooking (Gupta et al., 2005; Bijarnia et al., 2009; Jyothireddy et al., 2018; Jayaraman et al., 1994). Except as an independent technical crop, *Dolichos* has been used as an intermediate and secondary crop in grass agroecosystems, significantly influencing the yield of organic mass and other indicators of the harvest (Sistachs & Curbelo, 1992).

In Bulgaria, *Dolichos lablab* is used in vertical gardening, valued not only for its fragile essence but also for its inflorescence and colored, large and durable fruits. (Kabatliyska et al., 2005; Kabatliyska & Stoenchev, 2006).

In the literature, the germination process of long-term stored seeds is studied in several aspects: changes in the nutritional qualities of the seeds and the reduction of toxic effects in the process of their germination (Ramakrishna, 2005; Ramakrishna, 2006; Ramakrishna, 2007), as well as the mechanism of germination inhibition. The biochemical changes occurring in the seeds of *Dolichos lablab* during hydro priming, germination process and after germination stage are also studied (Ramakrishna, 2006; Pradeep et al., 2002; Singh, 1970; Shastry & John, 1991; Kumari et al., 2014). In addition to the occurring biochemical processes, the seed coat, air temperature and the influence of some metabolites of the soil mycoflora as factors affecting the germination process are also studied. The role of long-term seed storage (between 11 and 22 years) on seed coat degradation

is confirmed at six annual legumes, including *Dolichos* (Harissos et al., 2020), while the attempts to optimize the germination process of *Dolichos lablab* seeds by mixing them with zeolite has not given positive results (Crespo et al., 1993). Metabolites from root mycoflora have also been found to inhibit seed germination of the species (Meena et al., 2011). The relationship between temperatures and seed germination of the *Dolichos* seeds has been studied also in details (Labouriau & Pacheco, 1978). Modern methods for hermetically storing of the seeds of the species and protecting them from attack by enemies (Vanitha et al., 2021) rise the question of effective long-term storage of the seeds and preservation of their sowing qualities.

The purpose of this paper is to present the results of germination of long-term stored seeds of *Dolichos lablab* L. (same 1974 yield) by estimating the total germination rate.

2. MATERIALS AND METHODS

The tested *Dolichos lablab* seeds were stored in a cold chamber (0-5° C) in the period from collection (1974) to 2022 (48-year period) in hermetically sealed glass containers. The seeds have been collected from an experimental field of the University of Forestry-Sofia (at the time of gathering: Higher Institute of Forestry). The origin of the source plants at the time of seed collection has been unknown.

Totally 40 seeds were placed on filter paper in laboratory conditions (sample 1) and another 40 soaked in distilled water for 24 hours (hydro priming). The seeds were laid on a filter paper (16.09.2022). For a more accurate count, the germinated seeds (at stage of root tip appearance) were removed with the help of tweezers. The temperature and humidity of the air were monitored daily by an Electronic Temperature station (Meyer 2022). In the experimental period (16-09.-15.10.2022) the minimum temperature was 18.6° C, the maximum 28,4 respectively, the values for air humidity: 42 and 56%. The average values of these indicators for the period were 21,3° C and 47% respectively.

3. RESULTS

In our studies in 2005 on long-term stored *Dolichos lablab* seeds from a total of 15 stakes/ harvest 1974 (with or without hydro priming of seeds), the best germination rate after 31 years of storage was achieved in ISTA-rules based experiment after hydro priming: 64% (achieved at 11-th day after sowing) and 53% without hydropriming. In both tests, a viability of sprouts between 90 and 89% was recorded. (fig. 1) In greenhouse conditions (in soil substrate): 32% was achieved at 21-th day after sowing (Kabatliyska et al., 2005). A comparison between these results (from 2005- 31 years of storage) and newly obtained results (from 2022 – 48 years of storage) are presented on fig. 1.

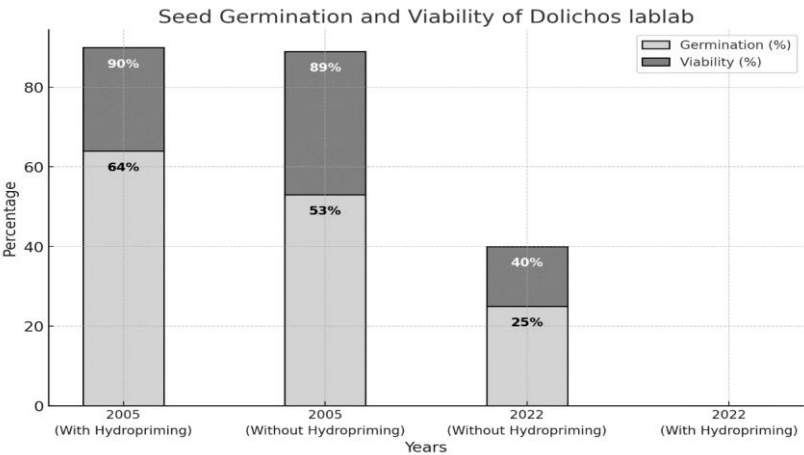


Figure 1. Percentage of seed germination and % of viable sprouts of *Dolichos lablab* (seed collection in 1974) according ISTA rules at different years of sowing (with and without hydropriming).

Concerning 2022 experiment, on 21-th day from the beginning of the experiment, a germination of 25% was observed for the seeds without hydro priming (fig. 2). In 40% of the germinated seeds, a well developed primary root occur, but without plumule. With hydropriming, all seeds exceed their volume twice and a rupture of the seed coat occur, but neither primary root, nor viable sprout was observed (fig. 3). A secondary contamination of seed coat occurred at the end of the experiment.



Figure 2. Seed samples of 40 seeds (without hydro priming) – 06.10.2022.

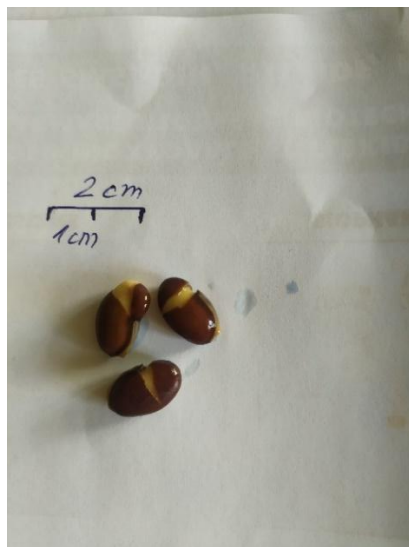


Figure 3. Seed samples of 40 seeds (with hydro priming) – 06.10.2022.

4. CONCLUSION

Compared to our previous results, it is obvious, that up to 31 years after storage the pretreatment as hydropriming was still effective in improving the seed germination and do not suspend the development of viable sprouts, with the highest results observed (64 and 90% respectively). Seventeen years later (in 2022), presoaking of seeds caused 0% of germination and viability sprouts, but more evidences are needed whether increased permeability of the seed testa, destruction of plumule and cotyledons or all of these are responsible for the obtained negative results. Regardless of the reason, for the storage conditions applied in the certain experimental plot, the period of 48 years is almost the limit for obtaining viable plants of long termed stored seeds of *Dolichos lablab* L.

REFERENCES

- Bijarnia, R. K., Kaur, T., & Tandon, C. (2009). A novel calcium oxalate crystal growth inhibitory protein from the seeds of *Dolichos biflorus* (L.). *Protein Journal*, 28(3–4), 161–168.
- Crespo, G., Febles, G., & Aguiar, M. (1993). Effect of zeolite on the performance of seeds during storage of *Dolichos* bean (*Lablab purpureus*), soybean (*Glycine max*) and forage sorghum (*Sorghum bicolor*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 27(2), 217–221.
- Gupta, S. K., Sharma, P. K., & Ansari, S. H. (2005). Standardization of seeds of *Dolichos biflorus* Linn. *Asian Journal of Chemistry*, 7(3), 1809–1812.
- Harrison, R. J., Howieson, J. G., Yates, R. J., & Nutt, B. J. (2020). Long-term storage of forage legumes greatly alters the hard seed breakdown pattern in situ. *Grass and Forage Science*, 76(1), 72–81.
- Hay, F. R., et al. (2021). CGIAR genebank viability data reveal inconsistencies in seed collection management. *Global Food Security*, 30, 100557. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100557>

Jayaraman, K. S., Dasgupta, D. K., & Rao, N. B. (1994). Studies on dehydration of the seeds of green field bean (*Dolichos lablab* var. *lignosus*). *Journal of Food Science and Technology – Mysore*, 31(5), 367–371.

Jyothireddy, K., Prabhakar, B. N., & Pandravada, S. R. (2018). Genetic divergence, variability, heritability and genetic advance for growth, pod quality and yield characters in *Dolichos* bean (*Dolichos lablab* L. var. *typicus* Praia) germplasm. *Legume Research*, 41(6), 804–809.

Kabatliyska, Zl., Dimitrova, M., & Petrova, M. (2005). Влияние на дългосрочното съхраняване на семена от декоративни растения върху посевните им качества. Кълняемост на семена на едногодишни видове след 26 и 30 години съхранение. *Конференция Balkanireko 05, София, 8–10 юни 2005 г.*, постер.

Kabatliyska, Zl., & Stoenchev, N. (2006). Влияние на дългосрочното съхранение на семена от някои многогодишни декоративни видове върху посевните им качества. *Plant Sciences*, XLIII(1), 36–43.

Kumari, R., Nath, A. K., & Sharma, S. (2014). Trypsin inhibitor activity in developing and germinating seeds of *Dolichos biflorus* L. *Journal of Food Legumes*, 27(3), 264–267.

Labouriau, L. G., & Pacheco, A. (1978). On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Plant and Cell Physiology*, 19(3), 507–512. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a075620>

Meena, S. S., & Agrawal, R. D. (2011). Effect of dominant rhizosphere mycoflora on seed germination of *Dolichos lablab* (L.). *Vegetos*, 24(2), 171–174.

Pradeep, K., Yadahalli, N. S., & Lalitha, R. G. (2002). Formation of Bowman–Birk inhibitors during the germination of horsegram (*Dolichos biflorus*). *Phytochemistry*, 60(6), 581–588.

Ramakrishna, V. (2005). Purification of acidic protease from the cotyledons of germinating Indian bean (*Dolichos lablab* L. var. *lignosus*) seeds. *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 703–707. <https://doi.org/10.5897/AJB2005.000-3130>

Ramakrishna, V. (2006). Anti-nutritional factors during germination in Indian bean (*Dolichos lablab* L.) seeds. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 1(1), 6–11.

Ramakrishna, V. (2007). Mobilization of albumins and globulins during germination of Indian bean (*Dolichos lablab* L. var. *lignosus*) seeds. *Acta Botanica Croatica*, 66(2), 117–124.

Shastri, M., & El. John. (1991). Biochemical changes and in-vitro protein digestibility of the endosperm of germinating *Dolichos lablab*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55(4), 471–475. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740550405>

Singh, M. M. (1970). Seed development and germination studies on Sem (*Dolichos lablab* Linn.). *Indian Journal of Horticulture*, 27(1–2).

Sistachs, M., & Curbelo, F. (1992). Spybean, *Dolichos* and *Amaranthus* intercropping as forages in star grass establishment (*Cynodon nlemfuensis*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 26(1), 85–89.

Vanitha, K., Saidaiah, P., Harikishan, S., Geetha, A., & Reddy, K. R. (2021). Effect of hermetic storage on seed quality maintenance of *Dolichos* bean (*Lablab purpureus* (L.) var. *typicus* Prain). *Legume Research*, 44(7), 803–810.

КАЧЕСТВО И ДОБИВ НА ПАТЛАДЖАН (*SOLANUM MELONGENA* L.) ПОД ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЧНОТО ТОРЕНЕ В ПОЛСКИ УСЛОВИЯ

Костадин Костадинов
Аграрен университет, Пловдив

QUALITY AND YIELD OF EGGPLANT (*SOLANUM MELONGENA* L.) AS INFLUENCED BY THE ORGANIC FERTILIZATION UNDER FIELD FARMING CONDITIONS

Kostadin Kostadinov
Agricultural University, Plovdiv

Abstract: After organic fertilization of eggplant, yields are obtained close to those obtained after using mineral fertilizers. Organic fertilization increases the quality of the fruits, as the crude protein content in the fruits is 14.74% higher than with conventional fertilization.

Keywords: organic fertilization, organic farming, eggplant, quality, yield

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Патладжанът (*Solanum melongena* L.) е световно значима зеленчукова култура, ценена заради своето хранително и икономическо значение.

Методите за органично торене, като компостиране, вермикомпостиране и прилагане на компост от биоотпадъци, са показали забележими ефекти върху продуктивността на културите и здравето на почвата. Изследвано е въздействието на компоста и вермикомпоста върху добива от патладжан, като се набляга на подобрената наличност на хранителни вещества в почвата и подобрената продуктивност на културите (Cantero et al., 2023). По същия начин, когато се сравняват органични и конвенционални методи на култивиране, се наблюдават значителни подобрения в качеството на състава на плодовете от патладжан при биологични практики (Raigón et al., 2010). Доказано е също, че включването на полезни почвени микроорганизми, като арбускуларни микоризни гъби, влияе положително върху добива от патладжан (Shaik & Singh, 2022). Управлението на азота и фосфора е от основно значение за оптимизиране на ефектите от органичното торене (López-Cantarero et al., 1998). Освен това използването на компост от биоотпадъци подобрява нивата на органичния въглерод в почвата и намалява извличането на нитрати, като допринася за устойчиви системи за производство на зеленчуци (Morra et al., 2021).

Въпреки че е известно, че органичното торене подкрепя екологичните цели, точното му влияние върху добива от патладжан и качествените параметри изисква допълнително проучване. Това изследване има за цел да изследва ефектите от органичното торене върху добива и качеството на патладжана.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За установяване влиянието на органичното торене върху качеството и добива на патладжана през периода 2020-2021 се изведе полски опит в с. Цалапица, обл. Пловдив с патладжан сорт “Petra F₁”, отглеждан като средно ранно полско производство със засаждане на 15 май върху лехо-браздова повърхност по схема 110+60х30 cm. Въз основа на предварителните анализи за запасеността на почвата с хранителни елементи и

съществуващите литературни данни за влиянието на торенето върху добива и качеството на плодовете се разработи схемата на опита за нивото и съотношението между азота, фосфора и калия, дозите и видовете торове (Ранков, 2006).

Изпитаха се следните варианти: 1. $N_0P_0K_0$ контрола-неторено; 2. $N_{24}P_{12}K_{12}$; 3. Витаорганик.

Фосфорът под формата на троен суперфосфат (с 46% активно вещество), калият под формата на калиев сулфат (50% а.в.) и Витаорганик се внесоха с пролетната обработка. Азотът под формата на амониева селитра – 34.4% амониев нитрат се внесе като подхранване в началото на цъфтеж и около 20 дни по-късно. Съгласно препоръките на производителя на декар се внесе 150 kg.da^{-1} Витаорганик – органична птича тор одобрена за биологично производство. Съдържа макроеlementи – N, P, K, Ca, Mg, и микроelementи – Zn, B, Mo, Cu, Fe, Mn.

През вегетацията се прилагаха агротехнически мероприятия, характерни за средно ранното полско производство.

Полският опит се изведе по блоковият метод в четири повторения на алувиално-ливадна почва или Eutric Fluvisol (Loamic, Ochric) WRB 2015 и Eutric Fluvisol FAO 1990 (Dimitrov & Shishkov, 2018). Преди залагане на опита от парцела се взеха проби за охарактеризиране на почвата в слоя 0-20 и 20-40 cm (табл. 1). В химична лаборатория в Аграрен университет – Пловдив се определи съдържанието на минерален азот в почвата с 1 % разтвор на KCl и количествено определяне на амониевия и нитратен азот чрез дестилация с апарата на Парнас-Вагнер (Томов et al., 2009), подвижния фосфор по двойно лактатния метод на Егнер-Рийм (Black et. al., 1965) и усвоимия калий в почвата с 2N HCl – чрез пламъчен фотометър (Томов et al., 2009). Резултатите охарактеризират почвата като ниско запасена с азот, фосфор и калий (Апостонова et al., 2014).

Таблица 1. Агрохимична характеристика на почвата.

Показатели	Минерален азот, mg на 1000 g почва						Подвижен P_2O_5 , mg на 100g почва		Обменен K_2O , mg на 100g почва	
	0 - 20 cm			20 - 40 cm			0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
	NH_4-N	NO_3-N	Минерален азот	NH_4-N	NO_3-N	Минерален азот	cm	cm	cm	cm
2020	11.7	12.7	24.4	13.4	10.8	24.2	13.9	9.2	5.5	6.5
2021	10.5	14.1	24.6	10.4	10.6	21.0	13.5	11.7	4.8	7.5

За установяване влиянието на торенето върху продуктивните прояви на растенията се определиха показателите: ран добив – сума от първите пет беритби в kg.da^{-1} и общ добив в kg.da^{-1} .

За определяне на качествените показатели се анализираха по 20 плода от вариант във фенофазите масово плододане и в края на вегетацията. Сухото вещество се отчете в химична лаборатория в Аграрен Университет-Пловдив в %, като се определи по тегловния метод в лабораторни сушилни, отначало при температура 60°C за 3 часа, а след това при 105°C до постоянно тегло (Томов et al., 2009). Общите захари се определиха като процент от сухото вещество – определиха се по метода на Хагедорн – Йенсен (Станчев & Бобошевска, 1968); соланин M – $\text{mg}/100\text{g}$ сухо вещество; съдържанието на гликоалкалоиди се определи по колориметричен метод на Birner (1969); съдържанието на суров протеин – $\text{mg}/100\text{g}$ сухо вещество (Станчев & Бобошевска, 1974).

Данните са обработени по методите на еднофакторния дисперсионен анализ с програма за статистическа обработка SPSS.

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Влиянието на изследваните торове върху ранния добив на патладжана се различава (табл. 2). Подхранването с органичния тор Витаорганик увеличава добива, като превишението спрямо контролата (неторено) е 11.37%. Осреднените резултати за периода на

изследването показват, че най-висок ран добив се получава след конвенционално торене с $N_{24}P_{12}K_{12}$ – 2761.57 kg.da⁻¹, като превишението спрямо контролата е с 27.14%. Разликата между минералното и органичното торене е 12.40%. Статистическата разлика между контролата и изследваните варианти е доказана.

Основен показател за определяне продуктивността на средно-ранния патладжан е общия добив (табл. 2). Вариантът с органично торене превишава контролата с 20.07% и се доближава по стойност до общия добив получен при минерално торене. Осреднените резултати за периода на изследването и за този показател дават предимство на варианта с приложение на минерално торене. Най-висок общ добив се получава при внасяне на $N_{24}P_{12}K_{12}$ – 5721.77 kg.da⁻¹, като превишава контролата с 27.90%. Разликата между минералното и органичното торене е 6.12%. Статистическата разлика между контролата и изследваните варианти е доказана.

Таблица 2. Сравнителна оценка и доказаност на разликите между общия добив от патладжан – средно за периода.

Вариант	Ран добив			Общ добив		
	kg/da	% спрямо контролата	Доказаност	kg/da	% спрямо контролата	Доказаност
1. $N_0P_0K_0$ - контрола	2171.93	100.00	n.s	4473.75	100.00	n.s
2. $N_{24}P_{12}K_{12}$ + фон	2761.57	127.14	*	5721.77	127.90	*
3. Витаорганик	2419.04	111.37	*	5371.41	120.07	*

* Статистически доказана разлика при ниво на значимост 95%=(+);(-)

Органичното и минералното торене оказват различно въздействие върху показателите определящи търговския вид и качеството на плодовете от патладжан (табл. 3). След торене с Витаорганик средната маса на плодовете е 484.6g и се повишава спрямо нетореният вариант с 17.42%. Масата на плода е най-висока при растенията отгледани след внасяне на $N_{24}P_{12}K_{12}$ – 408.9, което корелира с получения стандартен добив. Превишението спрямо контролата при минерално торене е с 26.76%.

В зависимост от приложеното торене се образуват плодове с различни биохимични показатели (сухо вещество, общи захари, суров протеин и соланин) определящи биологичната стойност и качеството на патладжана като суровина за преработка в консервната промишленост. Биологичната стойност на отгледаните след внасяне на органичен тор растения е по-висока. По съдържание на сухо вещество, общи захари и суров протеин след органично торене се формират плодове превишаващи по стойност както контролата, така и варианта с минерално торене. Торените с Витаорганик растения имат с 11.28% повече захари и с 14.74% повече суров протеин в плодовете спрямо торените с $N_{24}P_{12}K_{12}$. Растенията отгледани след внасяне на Витаорганик имат с 16.05% по-малко соланин от тези торени с минерални торове и с 6.98% по-малко от неторените растения.

Витаорганик вероятно създава по-благоприятна среда за растеж, което води до увеличаване на основните хранителни вещества и намаляване на нежеланите алкалоиди като соланин. Качествените характеристики на плодовете от патладжан определят тяхната оценка и от потребителите.

Таблица 3. Качествена характеристика на сортовете патладжан средно за периода.

Вариант	Среден добив, kg/da	Средна маса на плода, g	Съдържание на сухо вещество (%)	Общи захари (%)	Суров протеин (%)	Соланин (mg/ 100g сухо вещество)
1. $N_0P_0K_0$ - Контрола	4473.75	362.3	11.24	19.54	28.1	3.15
2. $N_{24}P_{12}K_{12}$	5721.77	484.6	12.36	25.89	31.48	3.49
3. Витаорганик	5371.41	428.9	12.54	28.81	36.12	2.93

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органичното и минералното торене имат различно въздействие върху продуктивността на патладжана. Най-висок ран и най-висок общ добив, съответно 2761.57

kg.da⁻¹ и 5721.77 kg.da⁻¹ се получава при торене с N₂₄P₁₂K₁₂.

С най-добри качествени характеристики са растенията торени с Витаорганик, при които суровия протеин е с 14.74% повече от торените с N₂₄P₁₂K₁₂.

ЛИТЕРАТУРА

Black, C. D., Evans, D., et al. (1965). *Methods of soil analysis* (Agronomy Series No. 9). American Society of Agronomy.

Cantero, R. J., Espitia, N. L., Cardona, A. C., Vergara, C. C., & Aramendiz, T. H. (2023). Effects of compost and vermicompost on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 56–67.

Dimitrov, E., & Shishkov, T. (2018). Diagnosis and classification of subsurface horizons according to national and World Reference Base classification systems for soils in Maritsa River Plain, Bulgaria. *Journal of Balkan Ecology*, 21(4), 357–369.

López-Cantarero, I., Ruiz, J. M., Hernández, J., & Romero, L. (1998). Phosphorus metabolism and yield response to increases in nitrogen–phosphorus fertilization: Improvement in greenhouse cultivation of eggplant (*Solanum melongena* Cv. Bonica). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(4).

Morra, L., Bilotto, M., Baldantoni, D., Alfani, A., & Baiano, S. (2021). A seven-year experiment in a vegetable crop sequence: Effects of replacing mineral fertilizers with biowaste compost on crop productivity, soil organic carbon, and nitrate concentrations. *Scientia Horticulturae*, 290, 110534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110534>

Raigón, M. D., Rodríguez-Burruezo, A., & Prohens, J. (2010). Effects of organic and conventional cultivation methods on composition of eggplant fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(11), 6833–6840. <https://doi.org/10.1021/jf904438n>

Shaik, A., & Singh, S. (2022). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on physiology and yield of eggplant in organic soilless production systems. *HortScience*, 57(7), 759–768. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16612-22>

Апостолова, М., Бистричанов, С., Вълева, Н., Йорданов, А., Йорданов, Я., Костадинова, С., Кутев, В., Манолов, Ив., Митова, Ив., Михалев, Д., Попов, К., Сталев, Б., Стаменов, Й., & Шабан, Н. (2014). *Добри практики за устойчиво управление на земеделските култури в България*. София: BMPSCN Bulgaria.

Ранков, В. (2006). Износът на хранителни елементи с добива като показател за определяне на торовите норми за зеленчуковите култури. В *Сборник на докладите от Първия международен симпозиум „Екологични подходи при производството на безопасни храни“* (стр. 190–199). Пловдив: Сдружение „Регионални научно-технически съюзи с ДНТ”.

Станчев, Л., & Бобошевска, Д. (1974). *Ръководство за лабораторни упражнения по агрохимия*. Пловдив: Издателство Христо Г. Данов.

Томов, Т., Рачовски, Г., Костадинова, С., & Манолов, И. (2009). *Ръководство за упражнения по агрохимия*. Пловдив: Академично издателство на Аграрния университет.

ЕФЕКТ НА ОРГАНИЧНОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ВЕГЕТАТИВНИТЕ ПРОЯВИ НА ПАТЛАДЖАНА (*SOLANUM MELONGENA* L.)

Костадин Костадинов
Аграрен университет, Пловдив

EFFECT OF ORGANIC FERTILIZATION ON THE VEGETATIVE BEHAVIOR OF EGGPLANT (*SOLANUM MELONGENA* L.)

Kostadin Kostadinov
Agricultural University, Plovdiv

Abstract: A field experiment to establish the influence of organic fertilization on the vegetative behavior of eggplant, was carried out in 2020-2021 year at the area of Tsalapitsa. Several variants have been tested: 1. $N_0P_0K_0$; 2. $N_{24}P_{12}K_{12}$; 3. Vitaorganic (N, P, K, Ca, Mg, C + ME). As a result, it was found that organic fertilization could to a great extend compensate the mineral fertilization.

Keywords: organic fertilization, organic farming, eggplant, growth

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Патладжанът (*Solanum melongena* L.) реагира значително на плодородието на почвата и органичните торове са устойчив вариант за подобряване на тяхната продуктивност. Чрез сравняване на органични и неорганични торове е установено, че органичните добавки подобряват растежа и качеството на плодовете, като същевременно поддържат здравето на околната среда (Suge et al., 2011). Нивата и честотата на прилагане на органични торове влияят върху растежа и биохимичния състав (Agbo et al., 2012). Органично отглежданите патладжани имат по-високо хранително качество поради повишеното съдържание на фенолни съединения и антиоксиданти (Raigón et al., 2010). Източниците на хранителни вещества и нивата на приложение влияят върху компонентите на добива и общата продуктивност, като допълнително потвърждават значението на органичните торове при отглеждането на патладжан (Ojewole et al., 2014). Докато неорганичните торове осигуряват незабавна наличност на хранителни вещества, органичните торове допринасят за устойчиво здраве на почвата и дългосрочна продуктивност (Munish et al., 2021). При изследване на ефектите от птичи тор и NPK торове върху пясъчливи почви е установено, че птичий тор дава по-добри резултати по отношение на растежа и добива в сравнение с NPK торовете, особено при неоптимални почвени условия (Khalid et al., 2014). Птичий тор е устойчива алтернатива на синтетичните торове, като повишава добива на патладжан и същевременно поддържа здравето на почвата (Adjei et al., 2023). Този тор подобрява и качеството на плодовете (Abbas et al., 2011). Проучванията показват, че източниците на органични хранителни вещества могат да имат сравними или дори по-добри ефекти върху растежа на културите в сравнение с неорганичните торове, като същевременно намаляват неблагоприятните въздействия върху околната среда на минералните торове. Тази статия разглежда ефектите от органичното торене върху вегетативните прояви на патладжана.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За установяване влиянието на органичното торене върху вегетативните прояви на патладжана през периода 2020-2021 се изведе полски опит в с. Цалапица с патладжан сорт

“Petra F₁”, отглеждан като средно ранно полско производство. Въз основа на предварителните анализи за запасеността на почвата с хранителни елементи и съществуващите литературни данни за влиянието на торенето върху добива и качеството на плодовете се разработи схемата на опита за нивото и съотношението между азота, фосфора и калия, дозите и видовете торове (Ранков, 2006).

Изпитаха се следните варианти: 1. N₀P₀K₀ – контрола; 2. N₂₄P₁₂K₁₂; 3. Витаорганик. Фосфорът под формата на троен суперфосфат (с 46% активно вещество), калият под формата на калиев сулфат (50% а.в.) и Витаорганик се внесоха с пролетната обработка. Азотът под формата на амониева селитра – 34.4% амониев нитрат се внесе като подхранване в началото на цъфтеж и около 20 дни по-късно. Съгласно препоръките на производителя на декар се внесе 150 kg Витаорганик – органична птича тор одобрена за биологично производство. Съдържа макроеlementи- N, P, K, Ca, Mg, и микроelementи- Zn, B, Mo, Cu, Fe, Mn.

Полският опит се изведе по блоковия метод в четири повторения на алувиално-ливадна почва. Данните са обработени по методите на еднофакторния дисперсионен анализ с програма за статистическа обработка SPSS.

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Растежът и развитието на патладжана се определя както от прилаганите агротехнически мероприятия, така и от агрометеорологичните условия по време на отглеждането. На табл. 1 са представени средните месечни стойности на основните метеорологични елементи през периода май-септември 2020-2021 г. взети с метеорологична станция Meteobot. Затоплянето се задържа през целия период на отглеждане на патладжана – от първата половина на месец май, когато е извършено разсаждането до края на септември. Наблюдават се устойчиви стойности на средната денонощна температура на въздуха над 15°C.

Таблица 1. Основни агрометеорологични показатели през 2020-2021 г.

Показател	V		VI		VII		VIII		IX	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Ср. мес. t (°C)	19.00	21.66	23.08	23.06	25.37	27.13	25.87	26.07	24.29	19.93
Отн. влажност (%)	62.01	56.00	63.53	67.26	57.73	54.96	57.88	57	49.40	61.70
Абсол. Max t (°C)	34.27	34.20	35.19	35.27	36.64	36.49	35.97	37.94	36.45	33.58
Абсол. Min t (°C)	6.27	5.90	12.5	5.89	14.40	5.90	14.04	5.9	8.27	5.9

Органичното и конвенционалното торене оказват диференцирано влияние по отношение на растежа на стъблото, листата, разклоненията и плодовете (табл. 2). Във фенофаза начало на цъфтеж влиянието на торенето е най-слабо изразено спрямо останалите фенофази. При органично торене стъблото е с височина 18.5 cm и е с 2.10% по-високо от това на контролния вариант. Най-силно влияние върху растежа на стъблото оказва внасянето на минерални торове. След внасяне на NPK височината на стъблото е 20 cm, като превишението спрямо неторените растения е 9.45%.

Таблица 2. Влияние на торенето върху вегетативните прояви на растенията 2020-2021.

Вариант	Стъбло		Листа		Разклонения		Маса
	H, cm	Маса, g	Брой	Маса, g	Брой	Маса, g	цяло раст.
Начало на цъфтеж							
1. N ₀ P ₀ K ₀	18.11	7.37	8.20	19.25	-	-	26.62
2. N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	20.00*	10.37*	13.37*	25.75*	-	-	36.12*
3. Витаорганик	18.50	7.50	10.37*	21.40*	-	-	28.90*
Масов цъфтеж							
1. N ₀ P ₀ K ₀	16.87	23.25	17.50	30.50	1.00	9.80	63.55
2. N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	25.25*	40.00*	21.25*	74.00*	2.25*	19.50*	133.50*
3. Витаорганик	17.80*	28.50*	17.75	63.50*	1.00	11.00*	103.00*

Начало на плододаване									
	Стъбла		Разклонения		Листа		Плодове		Маса цяло растение
	Височина, cm	Маса, g	Брой	Маса, g	Брой	Маса, g	Брой	Маса, g	
1. N ₆ P ₀ K ₀	26.00	30.25	1.00	9.25	22.75	87.80	1.00	4.53	131.83
2. N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	33.75*	41.50*	2.75*	24.75*	35.00*	136.25*	2.25*	12.00*	214.5*
3. Витаорганик	30.50*	34.50*	2.00*	11.20*	30.75*	105.25*	1.50*	5.28*	156.22*
Масово плододаване									
1. N ₆ P ₀ K ₀	48.70	52.40	3.50	45.10	57.20	85.20	0.50	43.50	226.20
2. N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	63.64*	97.50*	4.25*	115.00*	73.00*	165*	1.75*	352.50*	730.00*
3. Витаорганик	58.96*	61.25*	4.00*	57.60*	60.50*	122.5*	0.75*	88.20*	329.55*
* Статистически доказана разлика при ниво на значимост 95%=(+);(-)									

След минерално торене стъблото е нараснало с 7.50% повече от това на отгледаните след използване на Витаорганик растения от патладжан. Най-голяма разлика между органично и конвенционално торене по отношение на височината на стъблото се наблюдава в масов цъфтеж. В тази фенофаза стъблото след внасяне на NPK е с 29.50% по-високо от стъблото след внасяне на Витаорганик. В тази фенофаза е най-малка разликата между стимулиращия ефект на минерално и органично торене – 7.35%.

Броят на разклоненията се увеличава в хода на вегетацията, като най-много разклонения растенията формират в масово плододаване. В тази фенофаза увеличението под въздействие на органичното торене е с 12.50% спрямо контролата. Растенията отгледани след внасяне на минерални торове формират повече разклонения спрямо торените с органичен тор, като разликата е 5.88%.

Органичното торене влияе на процеса на формиране на фотосинтезираща повърхност, като увеличава броя и масата на листата спрямо неторените растения. В началото на плододаване превишението спрямо контролата за брой и масата на листата е съответно 12.14% и 22.75%, а в масово плододаване съответно 17.12% и 25.76%.

Органичното торене увеличава броя и масата на плодовете в условията на сухо и горещо лято, като в същото време стимулира формирането на по-едри плодове, което води до увеличаване на общия добив. Най-едри и повече на брой плодове се получават след торене с NPK.

Масата на цялото растение се променя в съответствие с хода на изменението на останалите органи. Масата на растенията след торене с Витаорганик е по-висока от контролата. Най-голяма е средната маса на растенията в масово плододаване при минерално торене.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органичното торене с Витаорганик има по-слаб ефект в сравнение с минералното торене по отношение на растежа на патладжана, тъй като стойностите на минералното торене значително го превишават. Въпреки това, то осигурява необходимите хранителни вещества за развитието на растенията. Плодове с най-голяма маса в технологична се получават след внасяне на минерални торове.

Броят и масата на плодовете са по-високи при варианта торен с NPK в сравнение с този торен с Витаорганик.

ЛИТЕРАТУРА

Abbas, M. A., Elamin, S. D. M., & Elamin, E. A. M. (2011). Effects of chicken manure on yield and quality of eggplant fruits. *Journal of Science and Technology*, 12(4).

Adjei, E., Santo, K. G., Poku, I. A., et al. (2023). Garden egg performance under different sources of animal manure. *Agricultural Sciences*, 14(8).

Agbo, C. U., Chukwudi, P. U., & Ogbu, A. N. (2012). Effects of rates and frequency of application of organic manure on growth, yield, and biochemical composition of *Solanum melongena* L. fruits. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 14(2), 1952–1960.

Khalid, A. A., Tuffour, H. O., Bonsu, M., et al. (2014). Effects of poultry manure and NPK

fertilizer on growth and yield of garden eggs in sandy soils in Ghana. *International Journal of Scientific Research in Knowledge*, 2(6), 257–264.

Munish, P., Saravanan, S., Prasad, V. M., et al. (2021). Effect of different levels of organic and inorganic fertilizers on brinjal. *Agricultural Science Digest*, 41(Special Issue).

Oyewole, C. I., Akogu, E. S., & Attah, E. S. (2014). Response of eggplant to nutrient sources and rates of application: Yield components and fruit yield. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 3(4), 166–172.

Raigón, M. D., Rodríguez-Burruezo, A., & Prohens, J. (2010). Effects of organic and conventional cultivation methods on the composition of eggplant fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(11).

Suge, J. K., Omunyin, M. E., & Omami, E. N. (2011). Effect of organic and inorganic sources of fertilizer on growth, yield, and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Archives of Applied Science Research*, 3(6), 470–479.

Ранков, В. (2006). Износът на хранителни елементи с добива като показател за определяне на торовите норми за зеленчуковите култури. В *Сборник на докладите от Първия международен симпозиум „Екологични подходи при производството на безопасни храни“* (стр. 190–199). Пловдив: Сдружение „Регионални научно-технически съюзи с ДНТ“.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Изграждане на целеви дигитални компетентности чрез програмиране и компютърно моделиране в средното училище – Ивайло Старибратов, Тодорка Глушкова	4
2. Преподаване на темата „Приложни програми“ в обучението по информационни технологии за 9. клас в облачна среда – Елена Тодорова, Мариана Лесева	9
3. Използване на конструктивистки подход в обучението по математика – Мария Борисова, Добринка Милушева-Бойкина	15
4. Един подход за преподаване на STEM роботика в 4. клас – Цанко Михов.....	20
5. Развиване на алгоритмични умения в обучението по компютърно моделиране и информационни технологии – Деляна Николова	36
6. Използване на интердисциплинарно проектно-базирано обучение в часовете по допълнителна подготовка по компютърно моделиране и информационни технологии в 6. клас – Петя Делчева	43
7. ChatGPT in the classroom: a study on the impact of artificial intelligence on the educational process in higher education institutions – Anna Bekyarova-Tokmakova	47
8. Персонализирано мобилно приложение за изучаване на английски език – Салих Молла Караахмед, Георги Пашев	52
9. Разработка на система за превод от говорим български език към анимиран български жестомимичен език с използване на машинно обучение и компютърно зрение – Симеон Николов, Георги Пашев	55
10. Използване на изкуствен интелект в образователни игри – ползи и рискове за учебния процес – Мария Горгорова, Силвия Гафтанджиева, Станка Хаджиколева	58
11. Отдалечени лаборатории и LMS – развитие и взаимодействие – Снежана Шотарова	67
12. Using artificial intelligence tools in teaching students on embedded microprocessor systems – Dilyana Kashokova.....	75
13. Динамична симулация на процеса за полиране на микролеца в среда на CAD/CAE софтуер – Валери Бакърджиев	84
14. Изследване влиянието на основните параметри за полиране на оптични детайли върху времето за полиране – Валери Бакърджиев	88
15. Key aspects of functional safety, digital twins, and verification & validation criteria in automotive and industrial systems: a literature overview – Nikola Mitov	92
16. Does interactive lecturing streamline or complicate EAP? A case study of healthcare students – Ivaylo Dagnev	97
17. Възгледите на Атанас Илиев и Александър Теодоров-Балан за падежите в две граматички от края на XIX век – Енчо Тилев.....	101
18. Стилистична функция на някои синтактични особености в творчеството на Теодора Димова – Мишел Казанджиева	105
19. Кратка езикова характеристика на говора на село Беден, Девинско – Велизара Мустанова	109

20. Модели за визуализация на акустичните параметри на вокалните алофони [è], [è̃] от родопски говори и тяхната фонологична интерпретация – Мирослав Михайлов	112
21. Мъртвото тяло (из „Страници от книгата за страданията на българския народ“ от Любен Каравелов) – Здравко Дечев.....	117
22. Elizabeth Barrett’s suffering children: five prominent instances – Yana Rowland.....	122
23. Единна разредна система за иглолистни и други дървесни видове – Румен Петрин	130
24. Проучване фенологичните прояви на <i>Dianthus barbatus</i> L. при многогодишно отглеждане – Валерия Иванова, Валентин Панчев, Станимир Шаламанов.....	138
25. Влияние на многогодишното отглеждане за озеленяване върху декоративните прояви на <i>Dianthus barbatus</i> L. – Валерия Иванова, Валентин Панчев, Станимир Шаламанов	142
26. Using freshly cut grass as an organic fertilizer in turf production – Yana Mitkova, Rosen Sokolov.....	146
27. Влияние на листното торене върху добив биомаса при нови хибриди царевица (<i>Zea mays</i> L.) – Георги Стоянов	151
28. Влияние на листното торене върху добив зърно при нови хибриди царевица (<i>Zea mays</i> L.) – Георги Стоянов, Атанас Севов.....	157
29. Germination of seeds of <i>Dolichos lablab</i> L. (<i>Fabaceae</i> L.) after a storage period of 48 years – Mariela Marinova, Zlatka Kabatliyska	161
30. Качество и добив на патладжан (<i>Solanum melongena</i> L.) под влияние на органичното торене в полски условия – Костадин Костадинов	165
31. Ефект на органичното торене върху вегетативните прояви на патладжана (<i>Solanum melongena</i> L.) – Костадин Костадинов.....	169

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

**СЕРИЯ Б. ЕСТЕСТВЕНИ И ХУМАНИТАРНИ
НАУКИ, ТОМ XXVI**

**ISSN 1311-9192 (PRINT)
ISSN 2534-9376 (ON-LINE)**

2025

ДОМ НА УЧЕНИТЕ, ПЛОВДИВ

**ОТГОВОРЕН РЕДАКТОР:
ПРОФ. Д-Р ВЛАДИМИР АНДОНОВ, ДМ**

**ТЕХНИЧЕСКИ РЕДАКТОР:
МАРИЯ ГОРГОРОВА**

ISSN 1311-9192 (Print)
ISSN 2534-9376 (On-line)



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