

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ



**Научни трудове
на**



**Съюза на учените
Пловдив**

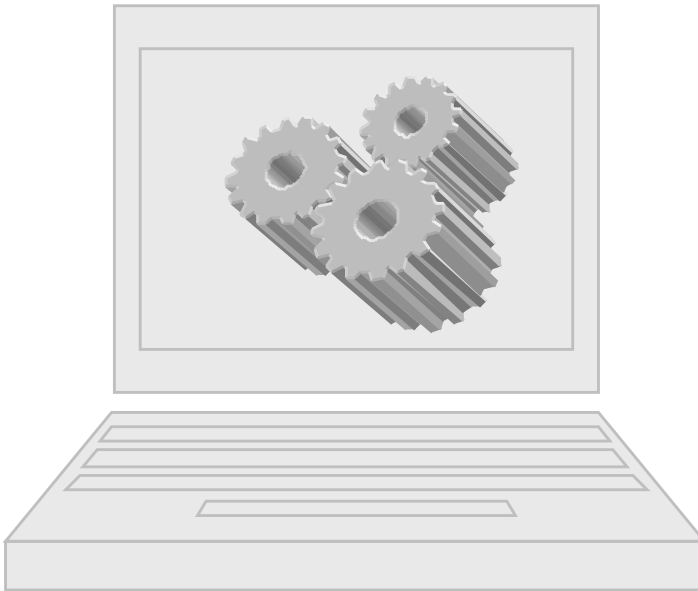


**Серия В. Техника и технологии,
том. XX**

**2022г.
Пловдив**

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

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



2022

ПЛОВДИВ

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ

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

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

2022

Дом на учените, Пловдив

UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA – PLOVDIV

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

Series C. Technics and Technologies, Vol. XX

2022

House of Scientists, Plovdiv

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Основните параметри на всяка страница са:

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

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

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

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

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

4. Шрифт – Times New Roman C (кирилик)

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

Текст на доклада и резюмето – Size 10, Normal.

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

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

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

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

Празен ред

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

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

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

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

9. Ключови думи (**на английски език**).

Празен ред

10. Следва текстът на доклада.

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

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

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

Пример: (Ivanov, 2014).

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

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

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

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

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

Материали, които не са оформени според гореизложените изисквания, няма да бъдат разглеждани.

Хартиени отпечатащи и дискове не се връщат. Хонорари не се изплащат.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ: доц. 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. Симеон Василев; проф. Цанка Андреева; доц. Атанас Арnaudов; доц. Красимира Чакърова; доц. Тодорка Димитрова;

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

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ: проф. Георги Тотков; проф. Николай Панайотов; проф. Симеон Василев; доц. Атанаска Босакова – Арденска; доц. Златко Златанов; доц. Димитър Токмаков; доц. Стела Статкова – Абегхе, доц. Станка Хаджиколева, гл. ас. Стоян Черешаров.

EDITORIAL COUNCIL: Prof. Georgi Totkov; Prof. Nikolay Panayotov; Prof. Simeon Vasilev; Assoc. Prof. Atanaska Bosakova – Ardenska; Assoc. Prof. Zlatko Zlatanov; Assoc. prof. Dimitar Tokmakov; Assoc. prof. Stela Statkova – Abeghe, Assoc. prof. Stanka Hadjikoleva; Assist prof. Stoyan Cherescharov.

АНАЛИЗ НА СВОЙСТВА НА ПРОДУКТИ, ПОЛУЧЕНИ ОТ КАРТОФЕНО, ТАПИОКА И АРАРУТ НИШЕСТЕ

Георги Лазаров, Мина Дживодерова-Зарчева

Университет по хранителни технологии – град Пловдив

ANALYSIS OF PROPERTIES OF PRODUCTS OBTAINED FROM POTATOES, TAPIOCA AND ARROWROOT STARCH

Georgi Lazarov, Mina Dzhivoderova-Zarcheva

University of Food Technology-Plovdiv

Abstract

The properties of starch products from different sources were analyzed. It can be helpful to choose the most suitable type of starch for a particular product. For the purpose of the analysis, the strength of jelly and the rheological properties of caramel sauce were compared, in the composition of which potato, tapioca and arrowroot starch were used. The results showed that the jelly obtained with macaroni starch had the highest strength. The analyzes of the structural and mechanical properties of the products obtained with potato, tapioca and arrowroot starch showed that they had almost similar characteristics. After preparation of caramel sauces with the three types of starch with the highest viscosity, the one with potato starch was characterized, followed by tapioca starch and arrowroot starch.

Key words: starch products, properties, potato, tapioca and arrowroot starch

Въведение

Нишестето е суровина, използвана в производството на много хранителни и нехранителни продукти. Пазарното търсене на нишесте е широко застъпено, поради ниската си себестойност (Santana, 2014).

Основните физико-химични и функционални свойства на нишестето, поради които е широко използвано в хранителната индустрия, както и в други промишлени приложения са желатинизация, ретроградация, разтворимост, водопоглътща способност, синерезис и тяхното реологично поведение в пасти и гелове. Тези физико-химични и функционални свойства се влияят от формата, молекулярната структура и ботаническия източник на нативните нишестета, от които са получени те (Núñez-Santiago and al., 2004, Rondán-Sanabria and Finardi-Filho, 2009, Wang and al., 2011).

С цел търсене на алтернативни решения за използване на нишестета в хранителната индустрия, са извършени анализи на продукти, в чийто състав фигурира нишестето от клубеноплодни ботанически видове (картофено, тапиока и арарут) и сравняване на свойствата им. По този начин е възможно да се направят изводи, кой вид нишесте е най-подходящ за влагане в различни продукти. Анализирани са желе и моделен карамелен сос.

Материали и методи

Сравнени са свойствата на два вида готов продукт, желе и сладък десертен сос, в чийто състав са използвани клубеноплодни нативни нишестета, закупени от търговската мрежа: картофено нишесте, произход: Латвия, нишесте от биотапиока, произход: Камбоджа и нишесте от арарут, произход: Индия.

Приготвеният продукт желе и извършеният анализ е по описан метод (Lurie, 1978). След получаване на готовия продукт е измерена здравината му чрез пенетрометър, през

различен интервал от време, на 1 h, 24 h и 48 h. Получените резултати са в пенетрационни единици, показател обратнопропорционален на здравината на желето и получените резултати са изразени на графика.

За получаване на моделен карамелен сос е използвана рецептура описана от Sikora and al., 2012. Сваряването е извършено в продължение на 30 min при температура 95 °C

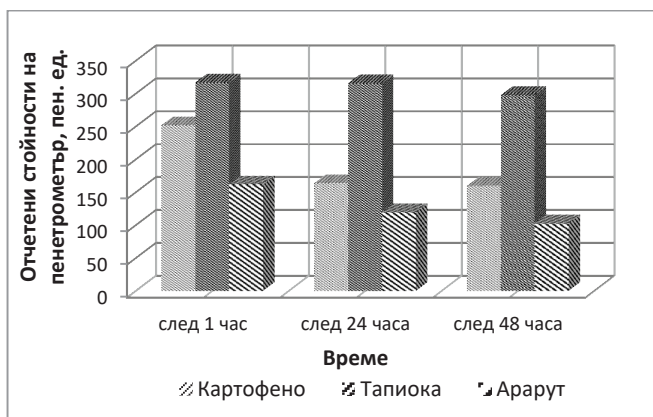
Реологичните характеристики са определяни на ротационен вискозиметър „Reotest 2” (Germany). Отчитат се данните от индикатора и се записват. Реологичните измервания са проведени при 27 °C и скоростен градиент в диапазон от 0,17 до 72,9 s⁻¹ (Rao, 2014).

Резултати и дискусия

От технологична гледна точка едно от най-важните свойства на нишестето, са неговите желиращи свойства и характеристиките на получените гелове. Здравината на желетата определя видовете продукти, за които може да се използват различните нишестета.

За целта на изследването е използван пенетрометър, като показанията му отчитат здравината на получените желета, измерена през различни интервали от тяхното приготвяне. По този начин, получените резултати могат да се дискутират и да се обобщат, кое от трите вида нишестета от кореноплодни образува желе с най-голяма здравина. На база на получените резултати при измерванията, които са през определен интервал от време, може да се направи извод дали желето заздравява или отхлабва своята структура при продължително съхранение.

На фигура 1. са показани стойностите отчетени на пенетрометъра.



Фигура. 1. Измерени стойности за определяне здравината на желета

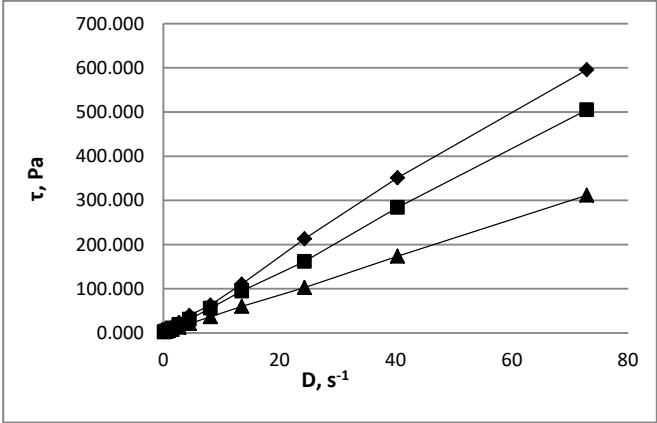
От получените стойности, изразени на графиките е видно, че с времето получените желета заздравяват структурата си и тяхната здравина се повишава, но при продължително съхранение настъпва процес на ретроградация. Тези отрицателни характеристики са анализирани предварително за всяко нишесте. Част от поетата вода от нишестените гранули се изпуска и се отделя на повърхността на желето. Това е нежелан процес при производството на желета в хранителните продукти.

С най-голяма здравина на желето се характеризира нишестето от арарут, наблюдавани и за трите периода на съхранение, измервани на пенетрометър, като с увеличаване на периода на съхранение се наблюдава по-здрава структура на полученото желе. Картофеното нишесте също показва здрава структура на желето, която с времето се заздравява. Тапиока нишестето е с най-слаби показатели от гледна точка на здравината на полученото желе. Въпреки че с течение на времето полученото желе също се заздравява до някаква степен, тя е доста по-слаба, в сравнение с желетата получени от картофено и арарут нишестета.

Определянето на структурно-механичните свойства е важна характеристика на получените сосове. За целта на изследването са получени моделни карамелни сосове. Вискозитета се измерва, за да се определи течливостта на получените продукти при дадена

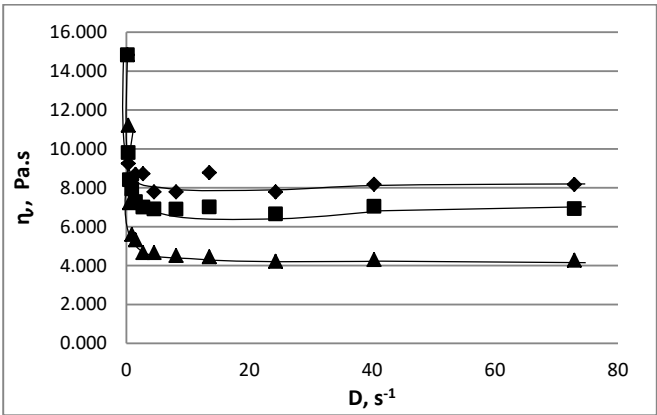
температура. Това спомага за правилния избор на обработка и опаковка на продукта, при която сосовете ще са най-добри за употреба.

За да се определят структурно-механичните свойства на получените сосове се използва реовискозиметър Reotest 2. На база получените резултати след изчисляване на вискозитета (η) и тангенциалното напрежение (τ) са построени две графики, които показват промяната в тези показатели, в зависимост от скоростния градиент (D).



Фигура 2. Реограми на карамелени сосове получени от три вида нишесте.
♦ - Картофено нишесте, ■ – Тапиока нишесте, ▲- Арагут нишесте

Показани са реограмите на анализиранияте проби на фигура 3. Очевидно е, че пробите се характеризират като ненютонови течности. От фигурата се вижда, че с увеличаване на скоростния градиент (D) стойността на тангенциалното напрежение се увеличава. В началото, при по-ниски стойности на D , то расте по-плавно, а при по-високите стойности на скоростния градиент D , се наблюдава по-голям скок в тангенциалното напрежение. От получените резултати, на база на които са построени графиките, се вижда, че с най-висока стойност за тангенциалното напрежение (τ) е карамеления сос, получен с картофено нишесте. При него τ достига до 595 Pa. При соса получен с участието на тапиока нишесте тангенциалното напрежение достига до 505 Pa. С най-ниска стойност е карамеления сос, при който е използвано нишесте от арагут. В този случай, получения резултат за τ е 311 Pa



Фигура 3. Вискозитет на карамелни сосове
♦ - Картофено нишесте, ■ – Тапиока нишесте, ▲- Арагут нишесте

Вискозитетът на сосовете е показател, който в значителна степен определя тяхното качество. От графиката е видно, че с увеличаване на скоростния градиент вискозитетите намаляват. При по-ниски стойности на скоростния градиент (D), вискозитета (η) намалява в по-голяма степен и при трите проби. С увеличаване на стойността на D , намаляването на вискозитета става по-плавно. В началото на измерването при първата стойност на D , която е $0,17 \text{ s}^{-1}$ получените стойности и за трите вида сосове са еднакви. С увеличаване на D , започват да се наблюдават разлики в показанията на измервателния уред. В края на измерванията вискозитета е намалял с почти 50%, а при пробата с арарут нишесте намаляването е с почти 65%. С най-нисък вискозитет се характеризира соса с участието на нишесте от арарут, следван от тапиока нишесте. Най- висок вискозитет запазва соса, при който е добавено картофено нишесте. Все пак получените стойности на вискозитетите са сравнително ниски, това се дължи на малкото количество нишесте, добавено към рецептурния състав. Това потвърждава ненютоновия тип реологично поведение.

Заключение

С най-голяма здравина на желето се характеризира нишестето от арарут. От получените графики се вижда, че с увеличаване на механичното въздействие върху приготвените карамелени сосове вискозитета намалява. При първите промени на D , намаляването на стойностите на η са по-резки, докато към края на измерването вискозитетите запазват почти еднакви стойности и се изменят по-плавно. Тангенциалното напрежение и при трите вида сосове достига своят максимум при измерване с най-висока степен на скоростния градиент. Това се дължи на най-голямото механично въздействие върху сосовете при тази стойност на D .

Литература

- Lurie, I. S., Confectionery Technological Control Guide, Food industry (1978).
- Núñez-Santiago, M.C., L.A., Bello-Pérez, A., Tecante, Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behavior of banana (*Musa paradisiaca*) starch, Carbohydrate Polymers, Volume 56, Issue 1 (2004) 65-75.
- Rao, A. M., Rheology of fluid and semisolid fluids: principles and applications. Third edition. Springer (2014).
- Rondán-Sanabria, G.G., F., Finardi-Filho, Physical-chemical and functional properties of maca root starch (*Lepidium meyenii* Walpers), Food Chemistry, Volume 114, Issue 2, (2009) 492-498.
- Santana, Á. L., M. Angela A. Meireles, New Starches are the Trend for Industry Applications: A Review, Food and Public Health, 4(5), (2014) 229-241.
- Sikora M. , Adamczyk G. , Tomasik P. , Kristijyan M. , Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum, Journal of Food Engineering, Volume 112, Issues 1–2 (2012) 22-28.
- Wang, S., P., Sharp, L., Copeland, Structural and functional properties of starches from field peas, Food Chemistry, Volume 126, Issue 4 (2011) 1546-1552.

СРАВНИТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА КЛУБЕНОПЛОДНИ НИШЕСТЕТА

Георги Лазаров, Мина Дживодерова-Зарчева
Университет по хранителни технологии – град Пловдив

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ROOT STARCHES

Georgi Lazarov, Mina Dzhivoderova-Zarcheva
University of Food Technology-Plovdiv

Abstract

Comparing the characteristics of starches from different sources can give information under which processing conditions the best results are observed for a different type of technology. A comparison of the main characteristics of three types of tuberous starch, potato, tapioca and arrowroot was performed. After the performed analyzes, the potato starch was characterized by the highest humidity and the largest sizes of starch granules. The significantly higher content of sulfur dioxide in the starch of arrowroot was most likely due to differences in the technologies used to obtain the respective starch. The water absorption capacity of potato starch and arrowroot starch was significantly higher than that of tapioca starch. Potato starch was characterized by the greatest resistance to the unwanted process of retrogradation during storage.

Key words: characteristics, potato, tapioca and arrowroot starch, food technology

Въведение

Нишестето в амилопластите на растителните клетки се синтезира под формата на полукристални гранули с различни размери, форма, състав и структура, в зависимост от различните ботанически източници (Blazek and Gilbert, 2011; Emmambux and Taylor, 2013; Wickramasinghe et al., 2009). Нишестето е важен въглехидрат в човешката и животинска храна, а също така е основна съставка в различни индустрии, включително химическа и фармацевтична (Barbi et al., 2018). Нишестетата от различни ботанически източници имат широко приложение, поради различните си физико-химични свойства (Emmambux and Taylor, 2013, Wickramasinghe et al., 2009, Lindeboom et al., 2004).

Целта на настоящото изследване е да се извърши сравнителна характеристика на три вида клубеноплодни нишестета. Анализирани са основните свойства на картофено, тапиока и арарут нишесте, а резултатите биха могли да се използват като технологично решение при избора на нишесте, в зависимост от спецификата на производство.

Материали и методи

За извършването на сравнителна характеристика на нишестета от кореноплодни са използвани закупени от търговската мрежа: картофено нишесте, с произход Латвия, нишесте от биотапиока - Камбоджа и нишесте от арарут - Индия.

Анализа на сухо вещество на нишестетата се извършва чрез сушене, при температура 130 °C, в продължение на 40 min. Показателят рН на пробите е извършен с помощта на рН-метър- Bante instruments-920. Количеството SO₂ е определен титриметрично с 0,01n I₂. Размерът на нишестените гранули е измерен със софтуерна програма за анализ на микроскопски изображения, UTHSCSA ImageTools – Version 3.0, при увеличение 40x.

Дигиталните изображения са заснети с микроскоп Воесо (Germany), камера Videocamera ocular 5MP, USB 2.0 и програма Scope Photo.

За определяне водопоглътящите способности на анализираниите нишестета е използван модифициран метод използван за първи път от Richter, 1968. Получените нишестени суспензии се нагряват при температури 55, 75 и 95°C, като след това е извършено центрофугиране с центрофуга Janetzki T23.

За анализа на ретроградните свойства е използван метод описан от Gupta and al., 2009, а пробите са обработени на центрофуга Hettich Zentrifugen EBA 200 S (Germany).

Извършено е трикратно повторение на анализите и е посочено стандартното отклонение.

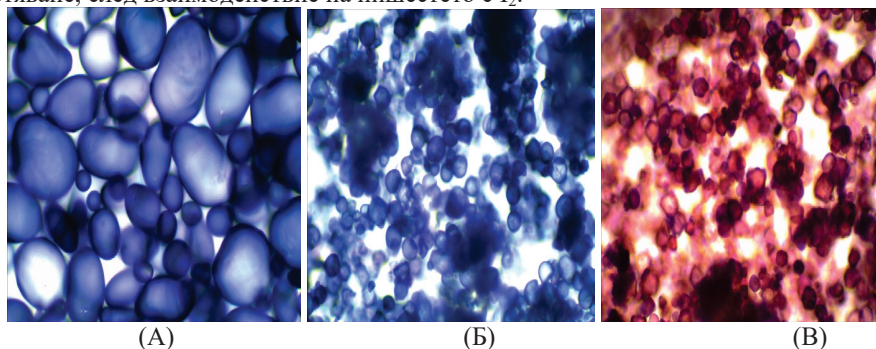
Резултати и дискусия

Провеждането на анализи, с цел сравнителна характеристика на дадена суровина е основен момент при окачествяването на дадената партида нишесте в производствена среда. На табл. 1 са представени основните физико-химични показатели на анализираниите клубеноплодни нишестета.

Таблица 1. Общи характеристики на анализираниите нишестета от кореноплодни

Показатели	Вид нишесте		
	Картофено нишесте	Тапиока нишесте	Арарут нишесте
Влажност, %	17,45 ± 0,33	11,97 ± 0,69	12,14 ± 0,09
pH	7,47 ± 0,12	6,25 ± 0,64	5,23 ± 0,71
Количество SO ₂ , mg/kg	6,39 ± 0,04	8,96 ± 0,06	51,05 ± 0,1
Размер на нишестените гранули, μm	29,96 ± 9,28	17,23 ± 1,73	13,49 ± 1,49

От получените резултати е видно, че тапиока нишестето и нишестето от арарут са с близки влажности, докато картофеното нишесте има значително по-висока влажност, отговарящи на технологичните изисквания. С най-висока стойност на pH е картофеното нишесте, следвано от тапиока и арарут нишестетата. На база проведените анализи, с най-голямо съдържание на SO₂, се отличава нишестето от арарут, това най-вероятно се дължи на различните технологии на получаване и различното количество на добавена сериста киселина (H₂SO₃). От получените размери на нишестените гранули, на база микроскопски снимки (Фиг. 1) се вижда, че с най-големи размери са тези на картофеното нишесте. На второ и трето място със значително по-малки размери са тапиока нишестето и нишестето от арарут. В зависимост от строежа на нишестените гранули се установява и различно оцветяване, след взаимодействие на нишестето с I₂.

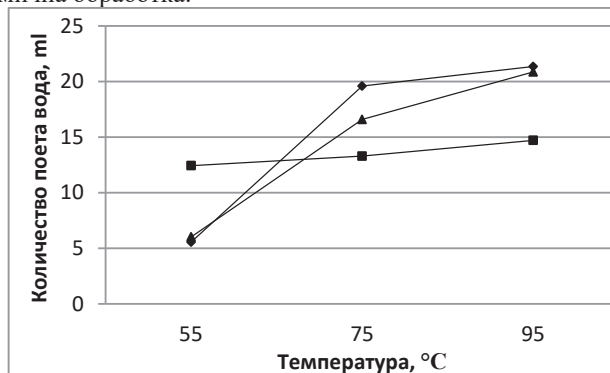


Фигура 1. Микроскопски снимки на картофено (А), тапиока (Б) и арарут (В) нишесте.

Видно е, че гранулите на картофеното нишесте са с елипсовидна форма, а тези на тапиока нишестето и нишестето от арарут са с овална форма. Получените стойности влизат в диапазона на цитираните (BeMiller and Whistler, 2009; Charles and al., 2016). От полученото оцветяване на нишестените гранули е видно, че количеството на амилозата в състава на картофеното и тапиока нишестето е по-голямо, от това, при арарут нишестето, за сметка на амилопектина, което ще повлияе и на свойствата им.

Свойството на нишестените гранули да клейстеризират при нагряване, в присъствие на вода е едно от основните свойства, поради което се използва в хранително-вкусовата промишленост и зависи от температурата и от вида на нишестето.

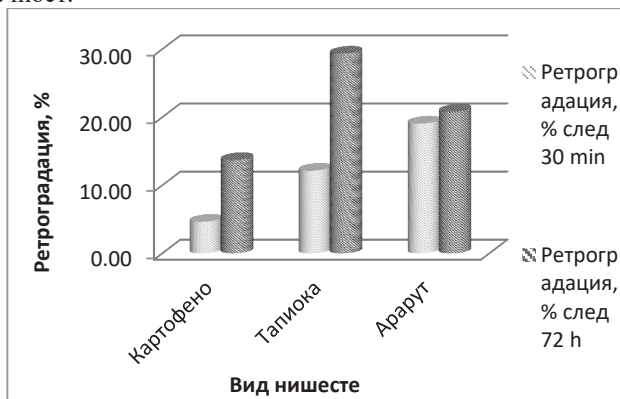
Влагопоглъщането е важно свойство на нишестетата, което се изразява в количеството вода, поето след термична обработка.



Фигура 2. Влагопоглъщане на трите вида нишестета (♦ - картофено нишесте, ■ – тапиока нишесте, ▲ - арарут нишесте) при различни температури на обработка

След извършената обработка при температура 55°C, с най-голямо водопоглъщане се характеризира тапиока нишестето, следвано от арарут и картофеното нишесте, което също е показател за хигроскопичните им свойства. При ниски температури под 60 °C не се наблюдават желиращи свойства на нишестето и при изсушаване нишестените зърна възвръщат първоначалния си вид. С повишаване температурата на обработка на пробите до 75°C и 95°C се наблюдава завишаване на стойностите на поетата вода от нишестените гранули. С най-високо водопоглъщане се характеризира картофеното нишесте, следвано от нишестето от арарут, което показва близки стойности с картофеното. Малко по-ниско е количеството поета вода от тапиока нишестето в сравнение с останалите два вида нишесте.

Ретроградацията е процес, който се наблюдава в продукти, в които нишестето е част от състава им. При него се наблюдава отделяне, на повърхността, на част от поетата от нишестения гел течност.



Фигура 3. Количество на отделената вода след центрофугиране.

От графиката, която представя отделената вода след центрофугиране на първия ден от приготвянето на нишестената суспензия, съхранявана при 4 °C, се наблюдава най-голяма устойчивост на ретроградация при картофеното нишесте, следвано от тапиока нишестето и нишесте от арарут. След продължителното съхранение на пробите, количеството отделена вода нараства и това се дължи на процеса ретроградация, който се засилва с течение на времето. На графиката е видно, също така, че след центрофугирането на пробите, след съхранение в продължение на 72 часа, отново с най-голяма устойчивост се характеризира картофеното нишесте, но тук арарут нишестето е с по-ниско изразени ретроградни свойства, в сравнение с тапиока нишестето. Видно е също така, че в най-малка степен изменения се отчитат при арарут нишестето, в по-голяма степен при картофеното, а в най-голяма степен при тапиока нишестето.

Заклучение

С най-висока влажност и най-големи размери на нишестените гранули се характеризира картофеното нишесте. Картофеното нишесте има най-висока влагопоглъщаща способност, следвано от нишестето от арарут и тапиока нишестето. Най-висока устойчивост към процеса на ретроградация проявява картофеното нишесте.

От проведеното изследване е установено, че най-голяма устойчивост към процеса ретроградация се отчита при пробата с картофено нишесте. След продължително съхранение в хладилни условия от суспензията получена с картофено нишесте отново се наблюдава най-малко отделена вода след центрофугиране.

Литература

Barbi, R.C.T., G.L., Teixeira, P.S., Hornung, S., Ávila, R., Hoffmann-Ribani, Eriobotrya japonica seed as a new source of starch: assessment of phenolic compounds, antioxidant activity, thermal, rheological and morphological properties, Food Hydrocoll. 77 (2018) 646–658.

Blazek, J., E.P., Gilbert, Application of small-angle X-ray and neutron scattering techniques to the characterisation of starch structure: a review, Carbohydr. Polym. 85 (2011) 281–293.

BeMiller, J., R., Whistler, Starch: Chemistry and Technology, Third Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier, USA (2009).

Charles, A. L., K. Cato, T.-C., Huang, Y. H., Chang, J. Y., Ciou, J. S., Chang, H.-H., Lin. Functional properties of arrowroot starch in cassava and sweet potato composite starches. Food Hydrocolloids, 53 (2016) 187–191.

Emmambux, M.N., J.R.N., Taylor, Morphology, physical, chemical, and functional properties of starches from cereals, legumes, and tubers cultivated in Africa: a review, Starch 65 (2013) 715–729.

Gupta, M., A., Bawa, A., Semwal, Morphological, thermal, pasting, and rheological properties of barley starch and their blends. International Journal of Food Properties, 12 (3), (2009) 587-604.

Lindeboom, N., P.R., Chang, R.T., Tyler, Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review, Starch 56 (2004) 89–99.

Richter M., S., Augustat, F., Schierbaum, Ausgewählte Methoden der Stärkechemie: Isolierung, Charakterisierung und Analytik von Stärkopolysacchariden (1968).

Wickramasinghe, H.A.M., S., Takigawa, C., Matsuura-Endo, H., Yamauchi, T., Noda, Comparative analysis of starch properties of different root and tuber crops of Sri Lanka, Food Chem. 112 (2009) 98–103.

ЗВУКОВ СПЕКТЪР НА ВОКАЛНИ КОМПОНЕНТИ

Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

SOUND SPECTRUM OF VOCAL COMPONENTS

Lachezar Mihaylov, Miroslav Mihaylov
Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract. In the article we analyze the formant structure in the spectrum of the vocal components in speech. We emphasize the question of how stationary the spectral picture in vocals really is. We pay significant attention to the variability of the formants of the vocal in the process of their duration. The topic of the variation of the sound spectrum of the vocal components in different speakers is also briefly touched upon.

Key words: sound, formants, vocal spectrum, stationary sound, dynamic sound

В статията анализираме формантната структура в спектъра на вокалните компоненти от речта. Акцентираме върху стационарността на формантната спектрална картина при вокалите. Изтъкваме променливостта на формантите при вокалните компоненти в процеса на тяхното времетраене. Бегло се засяга темата за варирането на звуковия спектър на вокалните компоненти при различни говорещи лица.

Звуковият спектър на речта се представя чрез спектрограми. Спектрограмите набират популярност от средата на миналия век, като тогава се ползва уред, наричан динамичен спектрограф. Чрез тях се визуализира спектралната картина на речта като се показват честотите на звуковата вълна и нейното изменението в потока на речта. Спектралната картина на звука включва няколко форманта, представяни с буквата F като формантите се определят като първи, втори трети и се обозначават като F₁, F₂, F₃ и т. н. През миналия век на самите сонаграми се отчитат формантите по вертикалната ос от 80 до 8000 Hz, а по хоризонталата се отчита времевото изменение. Тъй като формантите се отчитат въз основа прегарянето на хартията на сонаграфа, тогава се е приемало, че по-силното прегаряне показва форманта, но и по-голяма значимост на самия формант.

Тъй като в този диапазон – от 80 до 8000 Hz – прегарянето е по-изразено в честотите на първите три форманта, се постулира, че именно те са по-важни за диференцирането на речта, а другите са незначителни. От това по-силно прегаряне на сонаграмата са направени редица изводи за ролята на формантите, които от съвременна гледна точка се оказват неверни. Съвременните софтуерни продукти за спектрален анализ отчитат много по-точно формантите на речевия спектър.

¹ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект ФП21-Ф-СМ-003 „Теоретични, експериментални и емпирични изследвания на антропогенни, природни и информационни ресурси“ и проект „Интерактивна лингвистична карта на Родопите (в акустичен аспект) СР21-Ф-СМ-003 към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

На спектрограмата всяка фонема се отличава със свой собствен уникален модел. За вокалните фонемите се посочват големи концентрации на енергия, наречени форманти. Този цикличен модел се причинява от повтарящото се отваряне и затваряне на гласните струни, което се случва средно 125 пъти в секунда при средния възрастен мъж и приблизително два пъти по-бързо (250 Hz) при възрастната жена. Гласът е относително дълготраен феномен в речта; по време на озвучаването спектралните или честотните характеристики на форманта се променят и по този начин фонемите се разгръщат и следват една друга. Форманти, които са относително неизменни във времето, се срещат при вокалите. Форманти, които са променливи във времето, се намират при дифтонгите и глайдовете, но във всички случаи скоростта на промяна е относително бавна. Формантните стойности могат да варират значително от човек на човек, но четецът на спектрограма се научава да разпознава модели, които са независими от определени честоти и които идентифицират различните фонемите.

Вокалите обикновено могат лесно да бъдат разграничени по честотните стойности на първите два или три форманта – F_1 , F_2 и F_3 . Поради тези причини спектралната картина на вокалния тракт често се използва за илюстриране на концепцията за форманти. При гласните F_1 може да варира от 300 Hz до 1000 Hz. По-малките стойности на F_1 съответстват на по-високо издигане на езика в устната кухина. Гласната [ù] има една от най-ниските стойности на F_1 – около 300 Hz; за разлика от нея гласната [à] има най-висока стойност на F_1 – около 950 Hz. F_2 може да варира от 850 Hz до 2500. F_3 също е важен за определяне на фонематичното качество на даден звук на речта, а по-високите форманти като F_4 и F_5 се смятат за значими при определянето на качеството на гласа. Формантите F_1 – F_4 са първите четири най-ниски резонансни честоти на вокалния тракт.

Честотата на F_1 варира обратно на височината на гласната, така че ниските гласни имат високи стойности на F_1 (до 1000 Hz или повече), а високите гласни имат ниски стойности на F_1 (до 250 Hz или по-малко). F_2 варира в зависимост от предната част на гласната, така че задните гласни имат F_2 честоти до 1000 Hz или по-малко.

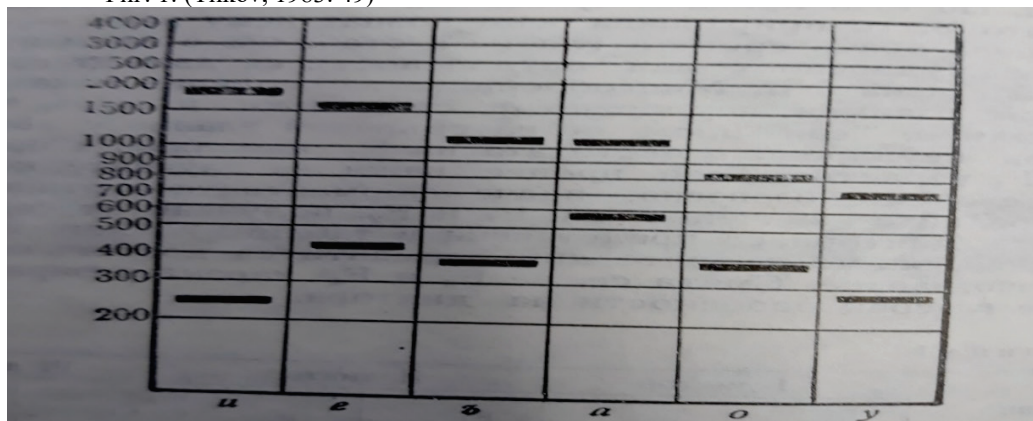
Спектрограмата може да бъде дефинирана като графика на интензитета (обикновено в логаритмична скала, като dB) на величината на кратковременната трансформация на Фурие (STFT). STFT е просто последователност от FFT от сегменти от данни с прозорец, където прозорците обикновено се оставят да се припокриват във времето, обикновено с 25-50%. Спектрограма се създава чрез показване на всички спектри, изчислени от формата на вълната на речта. Вертикалната ос в спектрограмата представлява честота с 0 Hz в долната част. Всички спектри, изчислени чрез преобразуването на Фурие, се показват успоредно на тази вертикална ос. Хоризонталната ос представлява времето докато се движим надясно по оста x , ние се изместваме напред във времето, преминавайки един след друг спектър. Спектрограмите обикновено се изчисляват и съхраняват в паметта на компютъра като двуизмерен масив от стойности на акустична енергия. За дадена спектрограма S силата на даден честотен компонент f в даден момент t в речевия сигнал се представя от тъмнината или цвета на съответната точка $S(t, f)$.

Лингвистите класифицират звуците на речта в редица абстрактни категории, наречени фонемите. Американският английски има около 41 фонемите. Фонемите са абстрактни категории, които ни позволяват да групираме заедно подмножества от звуци на речта. Въпреки че няма два идентични звука на речта, класифицираните в една категория фонемите са достатъчно сходни, така че да предават едно и също значение.

В тази статия се спираме върху спектралната картина на вокалите. Във всички изследвания от миналия век се посочва, че спектралната картина на вокалите е относително стабилна. Тоест спектърът на вокалите е постоянен в своите формантни честоти, като се посочват точни стойности за F_1 , F_2 , F_3 . С презумпцията, че тези три форманти честоти са достатъчни за идентификацията на вокалите. В световната наука от миналия век се популяризират визуализации за мястото на вокалите в системата на кардиналните гласни на Международната фонетична асоциация, които са въз основа на стойностите за F_1 , F_2 , а в

България добива изключителна популярност една фигура на Димитър Тилков, препечатвана и до ден днешен.

Фиг. 1: (Tilkov, 1983: 49)

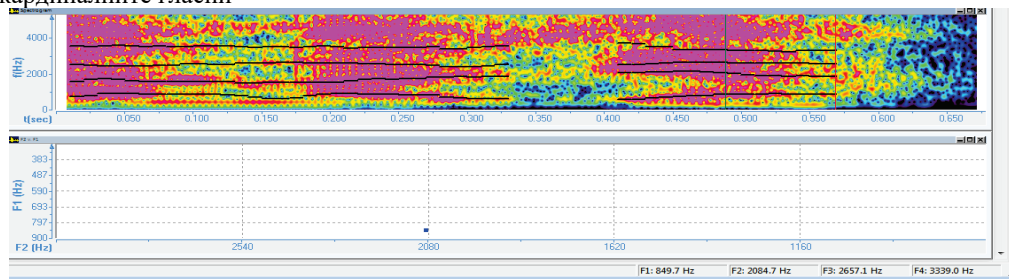


На тази фигура са посочени първите два форманта на вокалите в българския език, като тези два форманта имат постоянни стойности, визуализирано с тези дебели хоризонтални черни линии. И в тази статия, и в няколко други наши публикации прилагаме графики, изготвени въз основа на многократни измервания на точните стойности на първите четири форманта. По този метод чрез обективни математически данни, визуализирани чрез графики на Microsoft Excel, показваме, че формантите на вокалите в българския език не са постоянна хоризонтална права.

Съвременните софтуерни продукти дават съвсем точни стойности за спектралната картина на звука във всеки един миг. В нашите графики се използват по шест стойности за първите четири форманта за само една артикулация на гласна, като смятаме, че те достатъчно ясно показват варирането. Според Д. Тилков дисперсията във вокалния тракт /изменението на формантните стойности/ се дължи на индивидуални особености при изговора на отделните говорещи лица. Ние посочваме вариращи формантни стойности в рамките само на една артикулирана гласна.

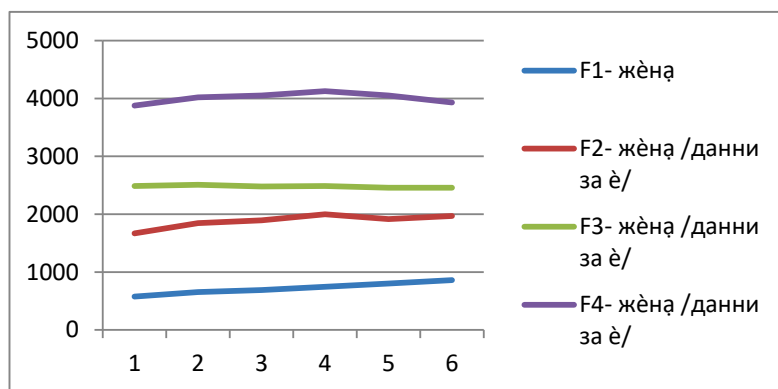
В серия наши публикации доказваме, че особено по отношение на F_1 и F_2 стойностите варират, зоните на дисперсия при вокалите значително се припокриват. В следващите страници се дават акустичните измерения и съответно формантната структура на само една гласна [ѐ]. В тази статия основната цел е да покажем варирането на формантите на гласните в рамките на само едно времетраене. Даваме пример за гласна [ѐ] като рефлекс на стб. вокал ѐ в словоформата **жена**.

Спектрограма на фразата [анѐ жѐна] I, с мястото на [ѐ], в системата на кардиналните гласни



Точката най-ниско на спектрограмата показва мястото на регистрирания фон в системата на кардиналните гласни. Това е много широка средна гласна със стойности на F_1 – 849.7 Hz. В споменатите изследвания на Димитър Тилков стойностите на F_1 за гласна [ѐ]

Графика 1 Визуализация на F_1, F_2, F_3, F_4 за [è] в [ан³ жèна]



На
графиката ясно се
вижда, че
стойностите на
първите четири
форманта не са
постоянни, линиите
съвсем не са
хоризонтални,
напротив
стойностите на
формантите се
променят
значително. Тази
графика е получена

Таблица 1 Формантни стойности за F_1, F_2, F_3, F_4 за [è] в [анъ жèна]

F ₁ - жёна	F ₂ - жёна /данни за ё/	F ₃ - жёна /данни за ё/	F ₄ - жёна /данни за ё/
577 Hz	1669,6 Hz	2487,1 Hz	3875,9 Hz
654,3 Hz	1846,4 Hz	2508,3 Hz	4018 Hz
688,1 Hz	1894,4 Hz	2479,2 Hz	4052,2 Hz
745,6 Hz	1997,8 Hz	2485,8 Hz	4126,6 Hz
801 Hz	1915,3 Hz	2458,6 Hz	4052,4 Hz
860,5 Hz	1968,7 Hz	2457,5 Hz	3931,1 Hz

Литература

Автори: Л. Михайлов, М. Михайлов mirosmolyan76@abv.bg

ФОРМАНТНИ ПРЕХОДИ В СПЕКТРАЛНАТА КАРТИНА НА РЕЧТА

Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

S SPECTRAL ANALYSIS OF FORMANT TRANSITIONS IN SPEECH

Lachezar Mihaylov, Miroslav Mihaylov
Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract. In this article we focus on the question of changes in the in frequency of a formant for a vowel immediately before or after a consonant known as a formant transition. We distinguish the spectral image of the consonant-transition-vocal combination. We analyze the boundary between the two types of sounds and in view of transition in the discrete transformation of the sound.

Key words: sound, formants, transition, spectral image, discrete transformation

В статията се спираме на въпроса за промените в спектъра на речта при прехода от консонанти към вокали. Разграничаваме спектралната картина на съчетанието консонант-преход-вокал. Анализираме разликата в спектралните картини на двата типа звукове – чисти вокали и звукове с бързо и значително променящи се форманти, наричани формантни преходи. Много звуци на речта изискват движения на гласовия тракт; те могат да се нарекат динамични или непродължителни звуци. На спектрограмите се вижда значителна промяна на формантните честоти в кратковременен интервал – това е визуализирано и на приложената по-долу фиг. 2. Тези звукове имат различна класификация и се определят като дифтонги, апроксиманти и др. В статията разглеждаме спецификата на формантния преход, като даваме спектрограма на формантни преходи релевантна за българския език.

Дифтонгите са най-простите динамични звуци, за които може да се мисли, че произлизат от жест на езика, който започва и спира при различни артикулации на гласни. В българския език засега не се приема наличието на дифтонги, но такива динамични промени са налични във формантните преходи при така наречените палатални съгласни фонemi и при [й] и затова нашият пример е именно от такъв случай. В българския език се допуска наличие на апроксимант, като това е [й]. Апроксимантите се описват за английския език, в българската фонетика терминът по-често е глайд /това е [й]/, понякога наричан и апроксимант. Като цяло апроксимантите се различават от дифтонгите по скоростта на артикулационните движения и последващите от тях формантни преходи.

В материалите по българска фонетика се отделя значително внимание на звуковата стойност на самото [й], но по-голям интерес представлява акустичната перцепция и

¹ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект ФП21–Ф–СМ–003 „Теоретични, експериментални и емпирични изследвания на антропогенни, природни и информационни ресурси“ и проект „Интерактивна лингвистична карта на Родопите (в акустичен аспект) СП21–Ф–СМ–003 към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

фонологична интерпретация на така наречените „палатални съгласни фонemi“. Така например се казва, че в българския език словоформата **ял**, съдържа три звука, съответно три фонemi [й-а-л] и също така словоформата **пял**, която също се състои от три звука и три фонemi [п'-а-л]. В статията се спираме на формантния преход, който в българската езиковедска литература се отбелязва с тази ['], а за нас това е глайд [й]. В българския език звуковата стойност на формантния преход, който сигнализира глайд [й] и това ['], се предава с няколко буквени знака – **я, ю, ъ**. На фонологично равнище се твърди, че формантният преход, който сигнализира глайд [й] и тази ['], представлява различни фонemi. Ние се спираме на частичния случай, когато наличният на спектрограмите формантен преход се приписва на беззвучни съгласни, които изобщо нямат и не могат да имат форманти, а и нямат никаква акустична стойност под 3000 Hz, където са въпросните F₁, F₂ и F₃. Така постулираните в българската фонетика „беззвучни палатални съгласни звукове“ /и съответно фонemi/ нямат основание от акустична гледна точка.

В акустиката е ясно, че точната форма на формантните преходи варира в зависимост от съседната гласна. Формантните преходи започват от формантните честоти за предходната гласна и трябва да завършват на честотите на форманта за следващата гласна. Най-известното име от миналия век е Питър Ладефогед с неговия труд „Елементи на акустичната фонетика“. След неговия труд съществуват много езиковедски изследвания относно това как фонетичната информация е вградена в речевите сигнали и как да се анализират спектрално. За нас е важно това, че в неговите трудове се приема, че стационарната част на спектрограмите сигнализира вокали, а по-особените преходи се сигнализират от формантните преходи. Формантните преходи варират по форма в зависимост от формантните честоти, характерни за съседната гласна и от мястото и начина на артикулация на съгласната. Човешките слухови органи могат да използват тези формантни преходи, за да идентифицират мястото и начина на артикулация на съгласната, дори когато други аспекти на спектрографския модел на съгласната липсват.

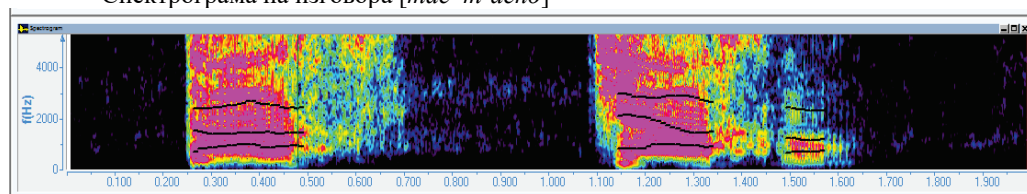
В българския език анализираме формантните преходи при звукосъчетанието „**йа**“, което сме склонни да определим като дифтонг. От старогръцки буквалното значение на думата дифтонг е „с два звука“ или „с два тона“. Дифтонгът е комбинация на два съседни вокални звука, произнесени в една сричка без никакво прекъсване. Учленението тук е сложно, говорните органи заемат положение за една гласна, а завършват с положение за друга, но така, че преходът от едното положение към другото не е рязък, а постепенен, въпреки че трае много кратко време. В българския език евентуалният дифтонг е „**йа**“, изписван с буквата **я**. В състава на дифтонгите единият от компонентите е сричкообразуващ. Ако това е първият компонент, тогава дифтонгът се нарича изходящ, ако е вторият – възходящ. В българския език звукосъчетанието е от втория тип. Двете гласни, които образуват даден дифтонг, могат да се намират в различно съотношение с оглед на напрежението и ролята си при образуването на сричката. Те могат да бъдат еднакво напрегнати, еднакви по трайност и равностойни елементи в строежа на сричката. Този вид дифтонги можем да наречем равновзвучащи или равновесни. Те са сравнително редки в езиците. По-често в езиците се срещат дифтонгите от втори вид, които се наричат неравновзвучащи или неравновесни. При тях съотношението между двата звукови елемента е неравноправно – единият елемент е по-напрегнат, по-отчетлив и изпъква като носител на сричката, поради което може да бъде определен като основен, а другият по-малко напрегнат и не така ясен по тембър. Като слаб елемент се срещат най-често гласните *i* и *u*, според което различаваме *i*-дифтонги и *u*-дифтонги, а по-рядко полувисоките гласни *e*, *o* и други.

В английския език дифтонгът е неделим звук, формиращ се в комбинация от два гласни звука. Един от тях се счита за „ядро“, образува сричка, а другото – само „ехо“. В английски език има 8 дифтонга: [ai], [au], [ei], [eə], [əu], [iə], [ʊə], [ɪi]. По време на произнасянето на дифтонг говорните органи не променят позицията си, две гласни се произнасят като една, а не се разделят на срички.

В тази статия прилагаме спектрограма и анализираме случай, когато формантния преход и гласната са в позиция между две беззвучни съгласни. Този частен случай на форматни преходи ни води към важния въпрос за класификацията на звуковете в българския език особено по отношение на постулираните „палатални съгласни“. На дадената спектрограма са визуализирани формантите при звучене на чист вокал и на формантен преход. В конкретния случай е произнесена думата [màc] и след нея на същата спектрограма думата [m'àsno] /тясно/. И в двете позиции вокалът е в позиция между две беззвучни съгласни. Важно е да отчетем, че в този случай изведените на спектрограмата стойности за F₁, F₂ и F₃ не могат да се свържат с беззвучната съгласна [m] или [m']. И в двете думи формантите се отнасят за вокалния тракт [à] /думата [màc]/, в първата част на спектрограмата, и за формантния преход, сигнализиращ [’à] /думата [m'àsno] /тясно/, втората част на спектрограмата. Дължината за вокалния тракт [à] /думата [màc]/ е 227 m/s, а на [’à] /думата [m'àsno] /тясно/ е 201 m/s, разликата между [à] и [’à] е незначителна.

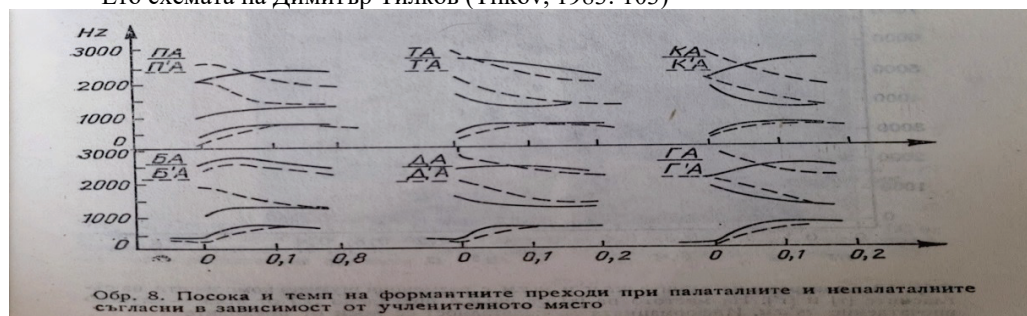
В българската фонетика е общоприето, че произношението [’à], с което се транскрибира [я] в **тясно**, е звукосъчетание от формантен преход, който сигнализира „мекост на предходната съгласна“ и „постоянни формантни стойности“, които да предават звученето за гласна [à]. Спектрограмата ясно показва, че подобно твърдение е неоснователно, тъй като не може да се посочи разграничението между формантния преход и стационарната част на формантите, затова сме склонни да твърдим, че и в **тясно** се произнася дифтонг **я**. На спектрограмата формантите са визуализирани с черните линии.

Спектрограма на изговора [màc m'àsno]



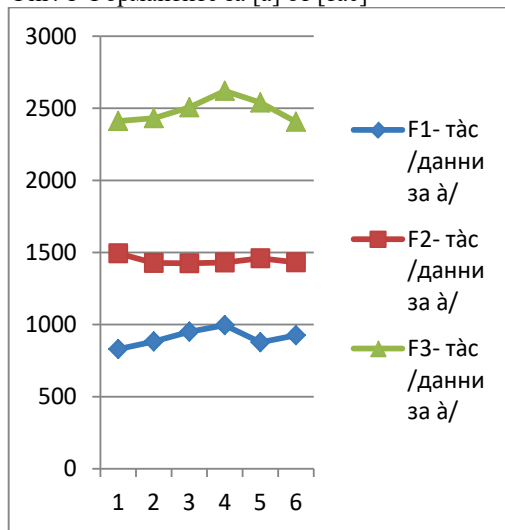
В литературата за звуковете в българския език през цялата втора половина на миналия век доминират Димитър Тилков и Стойко Стойков, които имат и основна заслуга за постулирането на „палаталните съгласни фонемите“ в българския език. Но дори при Д. Тилков също е видна непрекъснатостта на формантния преход, който писмено се отбелязва с буквата **я**, както и еднаквото времетраене на формантите на гласна [à] и постулираното [’à]. Но тогава този формантен преход фонологично се интерпретира като „мекост на предходната съгласна и гласна à“ и се транскрибира като [’à].

Ето схемата на Димитър Тилков (Tilkov, 1983: 103)

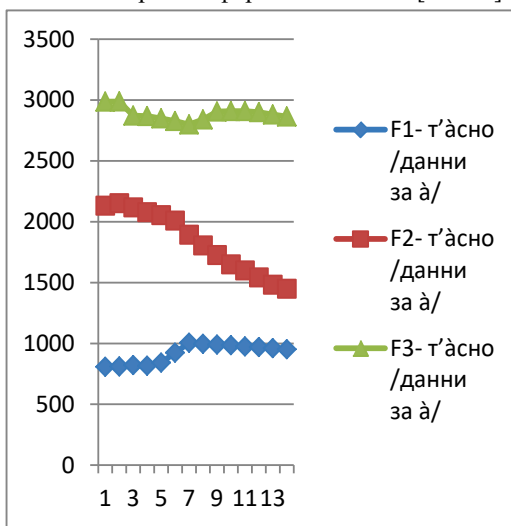


На тази фигура непрекъснатите линии показват F₁, F₂, F₃ за гласна [à], а прекъснатите линии показват F₁, F₂, F₃ за съчетанието [’à], писано с **я**. Зависимостите на българското езикознание през 60^{те} и 70^{те} години на миналия век, както и техническите възможности за акустичен анализ на речта не са дали възможност да бъде констатирано нещо, което е прекрасно онагледено на нашата спектрограма, че съгласната [m] в [tàs] и съгласната [m] в **тясно** е една и съща, а отчитаните на спектрограмата форманти не се

Фиг. 1 Формантите за [à] от [tàs]



Фиг. 2 Форма на формантите за а в [т'асно]



Извод. Представените на Фиг. 1 и Фиг. 2 визуализации на честотите на F_1 , F_2 , F_3 за звученето на гласна [à] и звученето на това [’à] в [т’àсно], показват, че особено по отношение на [’à] не може да се определи, да се диференцира, къде е така нареченият формантен преход на предходната палатална съгласна, отбелязван като [’] и къде е стационарната част във вокалния спектър, която да сигнализира звученето на [à]. На фиг. 2 са налични непрекъснати формантни преходи, което показва цялостно звукосъчетание, което предлагаме да бъде фонологично определяно като дифтонг [йà]. Най-динамичен е формантният преход на F_2 .

С оглед дискретизацията на формантния преход за съчетанието консонант-преход-вокал получените чрез математически изчисления фигури категорично показват, че стойностите на формантите не са хоризонтална права и никога не са постоянни. Напротив, варирането на формантите е значително. Изборът на дискретни стойности за чистите вокали може да бъде и през по-големи интервали, докато броят на дискретните стойности за формантните преходи на съчетанието консонант-преход-вокал следва да бъде увеличен. Така например визуализацията на F_1, F_2, F_3 на Фиг. 1 е получена въз основа на 6 дискретни стойности, а визуализацията на F_1, F_2, F_3 на Фиг. 2, която показва формантен преход, е изведена въз основа на 13 дискретни стойности.

В следващи статии следва да опишем конкретните механизми за дискретизации на чист вокален тракт и дискретизации на звукосъчетанието консонат-преход-вокал, тоест на формантните преходи в спектралната картина на речта. Да се покаже в какви граници се извършва формантния преход и доколко може да бъдат намалявани дискретните стойности при цифровите преобразувания на звуковия сигнал.

Литература

Tilkov, D. (1983). *Izsledvania varhu balgarskia ezik*. Sofia, 1983.

Автори: Л. Михайлов, М. Михайлов mirosmolyan76@abv.bg

Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия В. Техника и технологии. Том XX, ISSN 1311 -9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online), 2022. Scientific Works of the Union of Scientists in Bulgaria - Plovdiv. Series C. Technics and Technologies. Vol. XX, ISSN 1311 -9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online), 2022.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВРЪЗКАТА МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРАТА НА ОСНОВАТА НА 3Д ПРИНТЕРА И ДЕФОРМАЦИЯТА НА 3Д МОДЕЛА ПРИ ПОЛИМЕРА ABS.

Валери Бакърджиев

Технически университет – София, филиал Пловдив

RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE TEMPERATURE OF THE 3D PRINTER HEATED BED AND ABS WARPING DEFORMATION IN 3D PRINTING

Valeri Bakardzhiev

Technical University - Sofia, Plovdiv Branch

Abstract

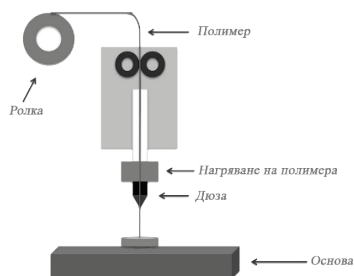
3D printing is widely used in many scientific fields to complete a number of tasks. This article discusses the 3D printing technology by fusing deposition modeling and the defects in printed objects related to the effect of temperature of the 3D printer heated bed. The aim of this paper is to define the relationship between the temperature of the 3D printer heated bed and ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) warping deformation in 3D printing. A single-factor regression model is used to determine the impact factor, in this case the temperature of 3D print warping deformation.

Key words: 3D print, Fused Deposition Modeling, Acrylonitrile butadiene styrene, 3D print warping deformation

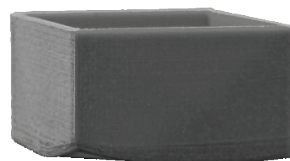
Въведение

С развитието на технологиите за 3Д печат се увеличава и обема от задачите, които могат да се реализират чрез него. Широко разпространена е технологията чрез отлагане на материал. Същността на технологията се изразява в разтопяването на полимер PLA, ABS, HIPS или друг и изграждането на модела слой по слой. На фигура 1 (Konta, García-Piña, Serrano, 2017) е показана принципна схема на 3Д принтер чрез метода на отлагане на материал. В статията се разглежда печат с полимера ABS (Акрилонитрил-бутадиен-стирен), който има температура на екструдирание 230-245°C. Материалът предварително се изработва във вид на нишка (филамент) с диаметър 1,75мм или 3мм, след което се навива на ролка с определена дължина. Процесът на печат се осъществява чрез нагряване на нишката до

температура на топене. За да се осъществи адхезия към основата на принтера е необходимо основата да се нагрее до определена температура. На фигура 2 (Simplify3d.com, 2021) е показана деформацията на модела от лоша адхезия към основата. Моделът е с нарушена геометрия и не може да се използва функционално.



Фиг.1 Принципна схема на 3Д принтер, използващ технологията с отлагане на материал



Фиг.2 Изкривяване на модела

Цели и задачи на изследването

Целта на настоящото изследване е да се определи връзката между температурата на основата на 3Д принтера и деформацията на 3Д модела при полимера ABS. За постигането на целта сме формулирали следните задачи:

1. Да се проектира 3Д модел за изследване в подходяща CAD среда.
2. Да се създаде опитна постановка за измерване на деформацията при опитните образци.
3. Да се състави еднофакторен регресионен модел.

При изпълнението на първата задача съм използвал CAD софтуер и е реализиран модел с размери $0,03 \times 0,04 \times 0,03$ м. За нуждите на настоящото изследване са отпечатани 10 полезни модела при различна температура на основата. Като базови параметри всички модели са с температура на екструдирание на материала от 235°C , скорост на печат $0,04\text{m/s}$ и при всички модели е използван полимер ABS от една ролка с нишка. За изпълнението на втората задача използваме шублер, показан на фигура 3, с който отчитаме изкривяването спрямо една вярна страна. За вярна страна определяме горния ръб на модела.



Фиг.3 Измерване на изкривяването на модела

Обработка на опитните резултати

Нелинейните по форма еднофакторни регресионни модели представляват нелинейни зависимости на резултативното явление по отношение на определен фактор. В нашия случай факторът се определя на базата на изменението на температурата на основата на 3Д принтера. Нелинейните по форма регресионни модели могат да бъдат оценявани с помощта на метода на най-малките квадрати при наличие на останалите изисквания на метода. Общият вид на полиномните модели е (Чипева, Бошнаков, 2015):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_n X^n + \varepsilon$$

където:

Y – зависимата променлива;

X – факторната променлива;

β_n – параметрите на модела;

n – степента на модела.

Таблица 1. Изходни данни

Номер i	Деформация % Yi	Температура °C Xi	Xi^2	Xi^3	Xi^4	XiY	Xi^2Y
1	32,6	65,00	4225,00	274625,00	17850625,00	2119	137735
2	23,4	70,00	4900,00	343000,00	24010000,00	1638	114660
3	11,43	75,00	5625,00	421875,00	31640625,00	857,25	64293,75
4	6,91	80,00	6400,00	512000,00	40960000,00	552,8	44224
5	4,16	85,00	7225,00	614125,00	52200625,00	353,6	30056
6	3,71	90,00	8100,00	729000,00	65610000,00	333,9	30051
7	3,52	95,00	9025,00	857375,00	81450625,00	334,4	31768
8	2,36	100,00	10000,00	1000000,00	100000000,00	236	23600
9	1,82	105,00	11025,00	1157625,00	121550625,00	191,1	20065,5
10	1,35	110,00	12100,00	1331000,00	146410000,00	148,5	16335
Сума	91,26	875,00	78625,00	7240625,00	681683125,00	6764,55	512788,25

Таблица 2. Регресионен анализ в MSExcel

SUMMARY OUTPUT							
<i>Regression Statistics</i>							
Multiple R	0,975613						
R Square	0,951821						
Adjusted R	0,938055						
Standard Error	2,63664						
Observations	10						
ANOVA							
	df	SS	MS	F	Significance F		
Regression	2	961,3758	480,6879	69,14513	2,4548E-05		
Residual	7	48,66308	6,951869				
Total	9	1010,039					
<i>Coefficients and Standard Error</i>							
			t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%
Intercept	261,3634	34,57936	7,558365	0,000131	179,5962346	343,1306	179,5962
X Variable	-5,30042	0,805311	-6,58183	0,000309	-7,204672077	-3,39616	-7,20467
X Variable	0,026906	0,00459	5,862141	0,000623	0,016052907	0,037759	0,016053

За оценка на параметрите на квадратичния модел се провежда трикратно диференциране на остатъчната функция $\Sigma(Y_i - \hat{Y}_i)^2$, в резултат на което се получава система от три нормални уравнения:

$$\begin{cases} \Sigma Y_i = nb_0 + b_1 \Sigma X_i + b_2 \Sigma X_i^2 \\ \Sigma X_i Y_i = b_0 \Sigma X_i + b_1 \Sigma X_i^2 + b_2 \Sigma X_i^3 \\ \Sigma X_i^2 Y_i = b_0 \Sigma X_i^2 + b_1 \Sigma X_i^3 + b_2 \Sigma X_i^4 \end{cases}$$

За моделиране и анализ на деформацията на модела, в зависимост от температурата на основата използваме натрупани статистически данни, събрани чрез метода на наблюдение и измерване, представени в таблица 1. Променливата Y представлява деформацията на модела, оценена визуално и измерена с шублер. Променливата X е коефициентът на изменението на температурата на основата. Изчисленията се извършват в работната среда на програмата MS Excel.

Заклучение

От таблица 2 можем да направим следните изводи.

Първо, от стойността на *Multiple R* или така нареченият „корелационен коефициент на Пирсън“, можем да заключим каква е силата или връзката между двете променливи. При стойност 0,97 числото е близко до единица, от което следва, че връзката между температурата на основата на 3Д принтера и деформацията на 3Д модела е много силна.

Във втората колонка стойността на *R Square* или коефициентът на детерминация на модела показва, че 95% от стойностите на изменението на температурата на основата на 3Д принтера влияят пряко върху деформацията на получения модел.

За да определим дали анализът е статически значим поглеждаме стойността на *Significance F*, която в случая е много малко число – $2,45 \cdot 10^{-5}$. Числото е много по-малко от $\alpha=0,05$, т.е. съответният параметър отхвърля нулевата хипотеза и регресионният анализ е статистически значим.

Също така от таблица 2 можем да определим и коефициентите на съответното регресионно уравнение.

$$b_0 = 261.36 \quad b_1 = -5.3 \quad b_2 = 0.03$$

За да определим кой коефициент е статистически значим взимаме стойността в полето *P-value*. При $P\text{-value} \leq \alpha$ се отхвърля 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 3 се вижда, че статистически значим е само коефициентът b_2 .

Можем да запишем квадратичния регресионен модел в следния вид:

$$\hat{Y}_i = 261.36 - 5.3X_i + 0.03X_i^2$$

От горното уравнение става ясно, че при относително увеличение на температурата на основата с 1°C , качеството на печат ще се повиши с 5.3%.

На базата на изложеното в доклада можем да твърдим, че температурата на основата влияе върху деформацията на модела. С изложената в доклада методика може да се получат предвидими резултати при 3Д печата.

Литература

Konta A., García-Piña M., Serrano D., (2017) Personalised 3D Printed Medicines: Which Techniques and Polymers Are More Successful?, Basel 2017, Bioengineering, Electronic ISSN 2306-5354,

Simplify3d.com (2021) web: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>

Чипева, С., Бошнаков, В., (2015) Въведение в иконометрията, Издателски комплекс-УНСС, 2015, София, ISBN 978-954-644-760-9

СИСТЕМА ЗА НЕПРЕКЪСНАТ МОНИТОРИНГ НА ШУМ В ОКОЛНА СРЕДА

Светослав Хаджигенчев
Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

CONTINUOUS NOISE MONITORING SYSTEM

Svetoslav Hadzhigenchev
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria
Faculty of Physics and Engineering Technologies

Abstract

A continuous environmental noise monitoring system has been developed. The system uses budget class 2 noise meters placed in special weatherproof cages. The analogue signal from the noise meters is digitised and processed by a microcontroller to obtain the equivalent noise levels. The data is transmitted over an Ethernet controller to ThingSpeak, an IoT application and API for data storage and retrieval using HTTP protocols.

Key words: ambient noise, street noise, noise meter, noise spectrum

1. Въведение

Шумът в околната среда представлява значителен екологичен риск и заплаха за общественото здраве. Излагането на населението в Европа на въздействие на шум се увеличава, в сравнение с други стресови фактори на средата. Контролът и управлението на шума в урбанизираната среда са дефинирани в Директива 2002/49/ЕО „като част от политиката на Общността да постигне високо равнище на здравеопазването и защита на околната среда“ [1].

За осъществяване профилактика на неблагоприятните здравно - екологични ефекти от разпространението и въздействието на фактора шум от 2006 г. в България функционира Национална система за мониторинг на шума в околната среда. Регионалните здравни инспекции (РЗИ) в страната провеждат системни наблюдения за определяне на шумовото натоварване в градовете съгласно изискванията на специална методика утвърдена от Министерството на здравеопазването. При нея, измерванията на шума в урбанизираните територии се извършват в определени пунктове, един път годишно, в периода септември - октомври.

Най-силно влияние върху акустичната обстановка оказва транспортният шум – неговият дял е 80-85% от общото шумово натоварване в градовете [5]. Непрекъснатото увеличаване броя на моторните превозни средства в движение и неправилното градоустройствено планиране са основните причини за оформянето на урбанизирана среда с неблагоприятен за човешкото здраве акустичен режим.

Еднократното годишно измерване на еквивалентното ниво на шума за дадена точка, макар и усреднено за два различни дни не дава ясна представа за шумовото натоварване в мястото на измерване. Абсолютно неизвестни остават нощните нива, които влияят върху съня а от там и върху здравето и благополучието на човека.

Затова, възниква необходимостта от непрекъснат мониторинг на шум в урбанизираните територии. В България такива системи са изградени само само в гр. Пловдив и гр. Бургас във връзка с изготвянето на стратегическите карти за шум от общините. В гр. Пловдив работят 5 мониторингови станции за измерване на шум със сървър и софтуер за управление [2]. В гр. Бургас работи подобна система от 3 мониторингови станции [3]. Апаратурата е на датската фирма Brüel & Kjær. Стойността на тези системи е висока.

В тази статия е направен опит за създаване на евтина система за непрекъсната регистрация на шум.

2. Материали и методи

2.1 Избор на шумомер

Предвид ограничения бюджет с който разполагах и желанието за проучване на шума в повече места (направа на повече станции), използването на скъпи шумомери - от Клас 1 или специализирани такива за измервания в околна среда беше неприемливо.

Класът на измерителя на звуково ниво описва неговата точност, определена от съответните международни стандарти. Измервателите на нивото на шума се определят от международни стандарти като IEC 61672-1: 2013 или BS EN61672-1: 2003. Тези стандарти дефинират широк спектър от критерии за точност, производителност и калибриране, на които приборите трябва да отговарят, за да бъдат годни за целта. В рамките на стандарта има две допустими нива на толерантност и те са известни като Клас 1 и Клас 2.

Измервателите на звуково ниво от Клас 1 се наричат „прецизни“, а тези от Клас 2 - „общ клас“, основно поради различните нива на допуск при различни честоти, дефинирани в стандарта – Табл. 1.

Критерии за изпълнение - граници на толеранс при референтни честоти (стандарт IEC61672-1:2013)	Class 1	Class 2
16Hz	+2.5dB, -4.5dB	+5.5dB, -∞dB
20Hz	+/- 2.5dB	+/- 3.5dB
1kHz	+/- 1.1dB	+/- 1.4dB
10kHz	+2.6dB, -3.6dB	+5.6dB, -∞dB
16kHz	+3.5dB, -17dB	+6.0dB, -∞dB

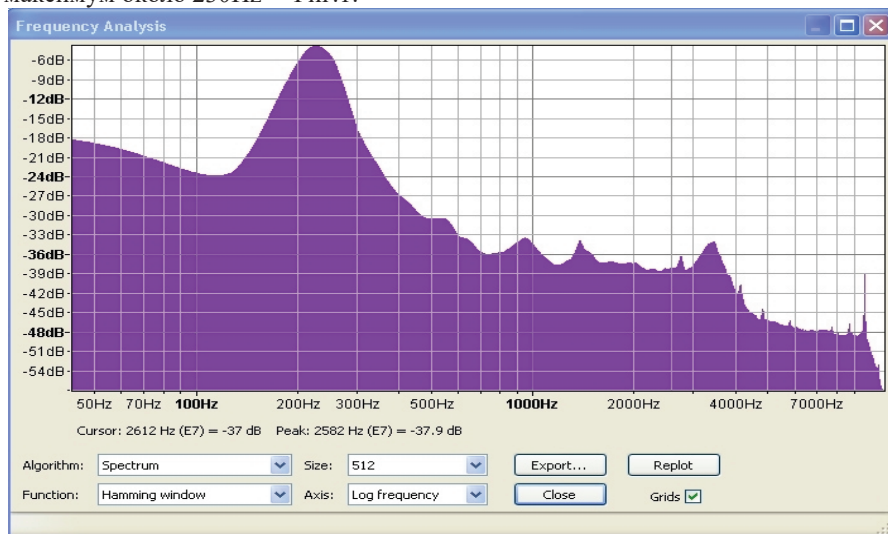
Табл. 1

По-големите разлики между двата класа са в долните и горните граници на звуковия честотен диапазон където шумомерите от Клас 1 имат по - тесни допуски и следователно са по-точни. На честота 1 kHz разликата в изискванията към точността между двата класа е 0.3 dB. Вземайки предвид тези разлики, естествено възниква въпросът за честотния спектър на уличния шум.

Шумът от пътното движение има два основни източника: двигател и задвижването на автомобила и взаимодействието между гумите и пътя. Шумът от двигателя и трансмисиите е доминиран от нискочестотни компоненти с максимум в диапазона 50 - 100 Hz. Шумът от гумите има максимум около 1 kHz, който в общия спектър се изглажда с отдалечаване от източника поради честотната зависимост на затихването при разпространение на звуковите вълни [4]. Друг възможен източник на звукова енергия във високочестотната част на

спектъра е аеродинамичният шум от превозните средства при високи скорости [5], но той не е характерен за движение в градски условия.

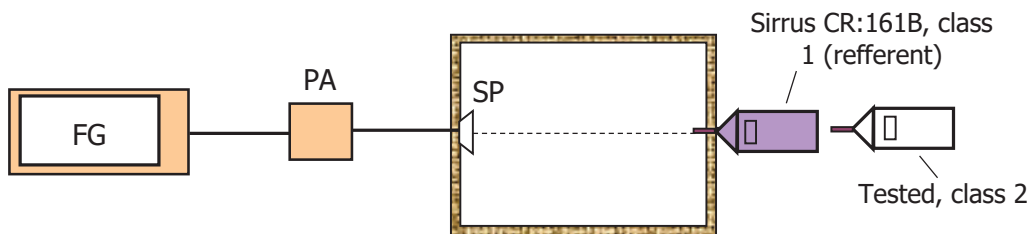
За потвърждение на това направих запис със широколентов микрофон и усилвател и след това анализирах спектъра на шума на главната улица в гр. Смолян през деня и нормален автомобилен трафик. Оказа се, че енергията на шума е съсредоточена в диапазона 50Hz-4kHz с максимум около 230Hz – Фиг.1.



Фиг.1

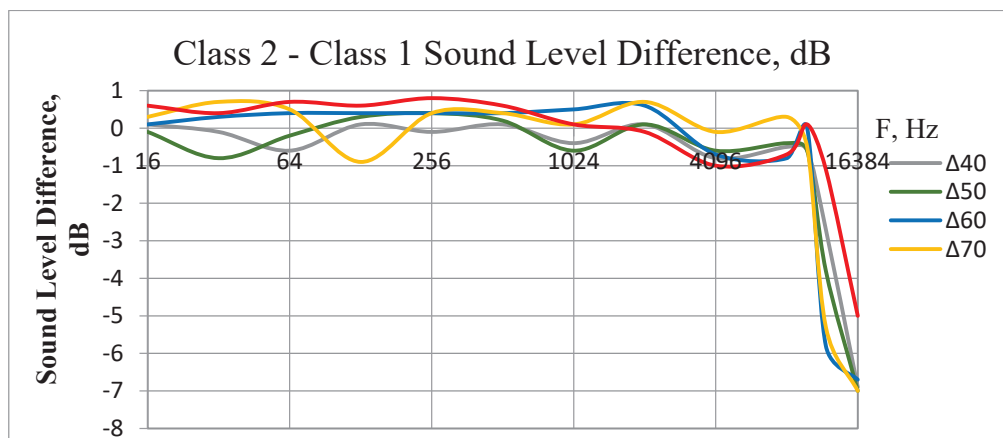
Следователно за измерване на уличния шум може да се използва шумомер от клас 2, ако естествено отговаря на стандарта. За да проверя доколко един евтин, произволно взет шумомер като GM1357 отговаря на Клас 2 направих следната установка - Фиг. 2.

Изпитваният и еталонният шумомери са разположени в центъра на две вратички на едната стена на кутия с форма на паралелепипед. Кутията е изработена от ПДЧ с дебелина 18mm и облицовани с вата вътрешни стени. При последователно (едно след друго) затваряне на вратичките, микрофонът на съответния шумомер се позиционира точно срещу поставен в центъра на срещуположната основа малък кръгов широколентов високоговорител (SP), възбуден от широколентов звуков усилвател с малка мощност и нисък коефициент на нелинейни изкривявания (PA). Като референтен уред използвах интегриращ шумомер SIRRUS CR:161B, Англия, клас 1, преминал метрологична проверка.



Фиг.2

При различни честоти и различни нива на изходния сигнал на синусоидалния генератор (FG) бяха изчислени разликите в показанията на тествания и еталонния шумомери – Фиг.3. От графиката се вижда, че в диапазона от 16Hz до 10000Hz разликата в показанията на тествания и референтния шумомери не надхвърля ± 1.0 dB. Следователно изпитвания GM1357 отговаря на Клас 2. Нещо повече, в този честотен диапазон, в който е съсредоточена енергията на уличния шум, той покрива и изискванията за Клас 1.



Фиг. 3

Следователно, в честотно отношение, в една разпределена система за измерване на шума в околна среда можем с еднакъв успех да се използват много по-евтините шумомери от Клас 2. Друго различие между двата класа е наличието на интегриращи функции при повечето шумомери от Клас 1 за изчисляване на еквивалентните нива. Стойностите в нормативните документи се дават именно за тях. При наличието на аналогов изход, както е при повечето шумомери от Клас 2, изчисляването им не е проблем за съвременните микроконтролери.

2.2 Определяне на еквивалентно ниво на шума

За определяне на еквивалентното ниво на шума и изпращането му заедно с метеорологичните данни по IoT технология се използва микроконтролер ATME1328 като част от платформата Arduino. Изходният аналогов сигнал от шумомера е пропорционален на звуковото ниво - $U_{Dout} [V] = 0.01L[dB]$ и при промяна на звукоовото ниво между 30 и 90 dB се мени от 0.300 до 0.900V. Тук $L[dB]$ е звуковото ниво в dB.

През зададен интервал от време микроконтролерът дигитализира аналоговият сигнал от шумомера и през зададени интервали изчислява еквивалентните нива по формулата:

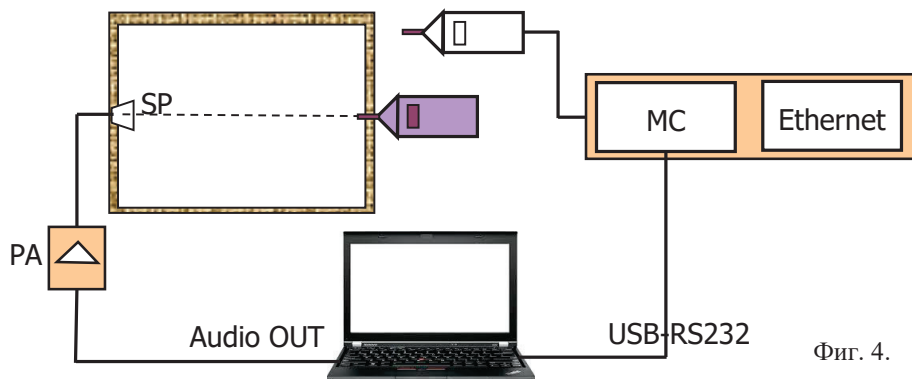
$$Leqv = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 Li} \right], \quad (1)$$

където n е броят на измерванията за дадения интервал от време, а L_i е стойността на измереното ниво на шума при i -тото измерване.

3. Резултати

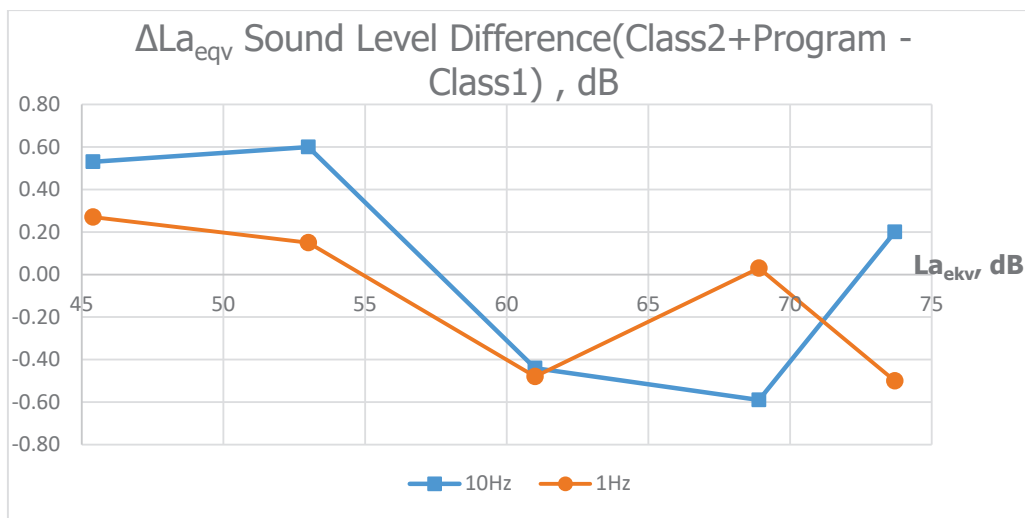
3.1 Тест

За проверка на работата на системата шумомер Class2 + микроконтролер използвах следната лабораторна установка - Фиг. 4.



Фиг. 4.

Този път, вместо генератор, компютърът възпроизвежда 5 минутен запис на уличен шум. Микроконтролерът (МC) дигитализира аналоговият сигнал от шумомера и на 30 и 300s изчислява еквивалентните нива L_{30} и L_{300} по формула (1) и ги предава по RS232-USB към компютъра.



Фиг. 5

На Фиг. 5 е показана разликата между еквивалентните нива на шума от записа, измерени от системата шумомер клас 2 и микроконтролер и референтния шумомер за 300s при различни нива и две различни честоти на дискретизация 1 и 10 Hz. От графиките се вижда, че разликите са в рамките на ± 0.6 dB и че използването на по-висока честота на дискретизация (10Hz) не води до повишаване на точността.

3.2 Конструкция

С цел защита от метеорологични влияния, шумомерната клетка беше направена по подобие на щитовете на метеорологичните клетки. Те защитават термометрите и хигрометрите от валежи и слънчева радиация и същевременно осигуряват безпрепятствена циркулация на околния въздух. Така и тук, освен защита на шумомера от валежи и слънчева радиация, се осигурява достъп на звуковите вълни до него без значими затихвания и изкривявания. Освен това тази конструкция позволява монтирането на други датчици като такива за температурата, влажност и атмосферно налягане, скорост на вятъра и т.н...

Механичната устойчивост е осигурена от 4 поцинковани шпилки. Чрез дистанционни втулки те държат 9 полипропиленови купички с прорязани дъна. В така образуваното вътрешно пространство се закрепва шумомерът и датчикът за температура-влажност (SHT11)..Шумомерът предварително се подготвя за непрекъсната работа като се преработва, за да се премахне автоматичното изключване на захранването при работа на батерии.

Захранването на шумомера и микроконтролера се осъществява от маломощен 6V адаптер по Ethernet кабела.

3.3 Вътрешен изглед

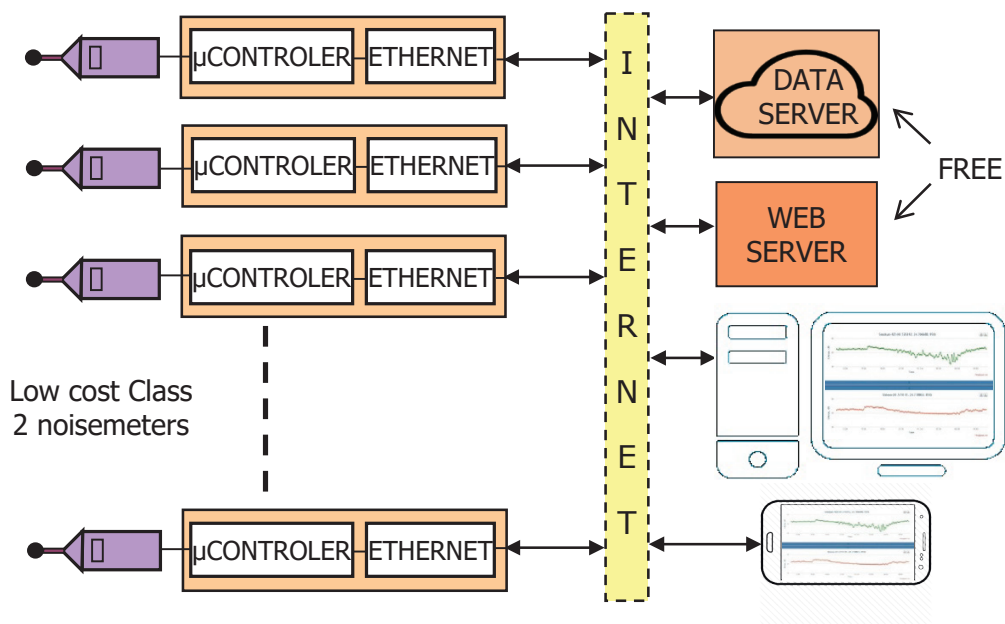
На Фиг. 6 е показан вътрешния изглед на шумомерната клетка.



Фиг. 6

3.4 Системата

Микроконтролерът дигитализира изходното напрежение от шумомера, изчислява еквивалентните нива на шума и заедно с получените по I2C шина данни от термохигрометъра, ги изпраща чрез управлявания по SPI интерфейс Ethernet контролер към Thing Speak - Фиг. 7.



Фиг.7

Общият вид на монтираната станция е показан на Фиг. 8.



Фиг. 8

По същата формула, от еквивалентните нива, изчислени за 30s или 300s периоди от време, могат да се определят еквивалентните нива за произволен по-голям период – например за Лден, Лвечер и Лнощ.

4. Заключение

В статията се разглежда възможността за изграждане на система за мониторинг на шум в околна среда чрез използване на бюджетни шумомери.

Разработена е тестова установка, в която шумомерите от клас 2 се сравняват с калибрирани такива от клас 1.

Резултатите от сравненията показват, че използването на шумомери от Клас 2 може да даде добра оценка на шума в околна среда, при това на много по-ниска цена.

Изработен е прототип на шумомерна клетка защитена от метеорологични влияния.

5. Литература

1. EU Directive 2002/49/EC of 25 June 2002 of the European Parliament and Council relating to the assessment and management of environmental noise.
2. Спектри разработи и внедри система за постоянен мониторинг на шума в околната среда в град Пловдив, <https://инженер.bg/mashini/implementations/спектри-разработи-и-внедри-система-за-постоянен-мониторинг-на-шума-в-околната-среда-в-град-пловдив>, 29.11.2021г.
3. Информация за мониторинговата система за шум на Община Бургас. http://www.burgas.webnoise.eu/about_system.php, 29.11.2021г.
4. Truls Gjestland. Background noise levels in Europe. SINTEF REPORT:A6631
5. D.A. Jiménez-Urbea, D. Danielsa, Á. González-Álvarezb, A.M. Vélez-Pereirac Influence of vehicular traffic on environmental noise spectrum in the tourist route of Santa Marta City. The 6th International Conference on Energy and Environment Research, ICEER 2019, 22–25 July, University of Aveiro, Portugal

ПРОМЕНИ НА ПРИВИДНОТО СЪПРОТИВЛЕНИЕ В РАЙОНА НА СТРАЖИЦА СЛЕД ЗЕМЕТРЕСЕНИЯТА ПРЕЗ 1986г.

Светослав Хаджигенчев
Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

CHANGES IN THE APPARENT RESISTANCE IN THE STRAZHNICA AREA AFTER THE EARTHQUAKES OF 1986

Svetoslav Hadzhigenchev
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria
Faculty of Physics and Engineering Technologies

Abstract

Apparatus for measuring the apparent earth electrical resistivity, constructed by the author in the "Rozhen" seismic station and installed in the area of Strazhitsa after the destructive earthquake of December 1986, is described. The records are compared to the declining seismic activity in the area. A 14% apparent resistance anomaly was registered. It is presumed to be related to the local earthquake of magnitude 3.6 which followed 4 weeks after the anomaly's start.

Keywords: earthquake precursors, geoelectrical resistivity, apparent resistivity

1. Въведение

Изследването на изменението на електрическите свойства на земната кора, свързано с процеса на подготовка на земетресенията започват в СССР, Япония и Китай през 60-те години на миналия век, а в САЩ - в началото на 70-те години.

Това, че земното съпротивление понякога намалява, предхождайки земетресенията, е наблюдавано за първи път в района на Гарм, Република Таджикистан от Барсуков през 1968г. [1]. Предполага се, че намаляването на съпротивлението се причинява от промени във физическите свойства във фокалната област, предхождащи земетресенията. Както е обобщено от Rikitake (1976) и Yamazaki (1977), подобни промени на съпротивлението, предшествващи земетресенията са докладвани в Япония, Китай и САЩ.

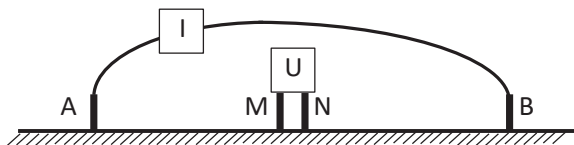
Методите за измерване на пространствени и времеви вариации на аномалиите на геоелектричното съпротивление, предхождащи земетресенията са подобни на съпротивителните методи при търсене и проучване водни хоризонти, рудни и нерудни полезни изкопаеми [2]. Те се основават на измерването на специфичното електрическо съпротивление на скалите или свързания с него параметър, наречен *привидно съпротивление*, характерен за нееднородни среди, каквито са повечето полеви структури. Привидното съпротивление е числено равно на истинското специфично електрическо съпротивление на еднородно полупространство, в което при зададени разстояния между

електродите и захранващ ток възниква същата потенциална разлика, както и при измервания в реална нееднородна среда.

Оборудването за измерване на геоелектрическото съпротивление, предлагано от доставчиците на геофизична апаратура е скъпо и не е предвидено за непрекъсната работа.

2. Материали и методи

За измерване на вариациите на земното електросъпротивление е избран четири електродния метод, при който се измерва силата на тока I , който протича в земята през захранващите електроди и потенциалната разлика ΔU между приемните. Измежду различните измервателни схеми [3], е избрана тази на Шлюмберже - Фиг.1, като най-подходяща за конкретните условия.



Фиг.1

Установката е разположена в местността Тасладжа, на около 4.2km, от град Стражица, където беше базирана и временната сеизмичната станция Strazhitsa (STZ), и е ориентирана в посока E-W - Фиг.2. Всички електроди са

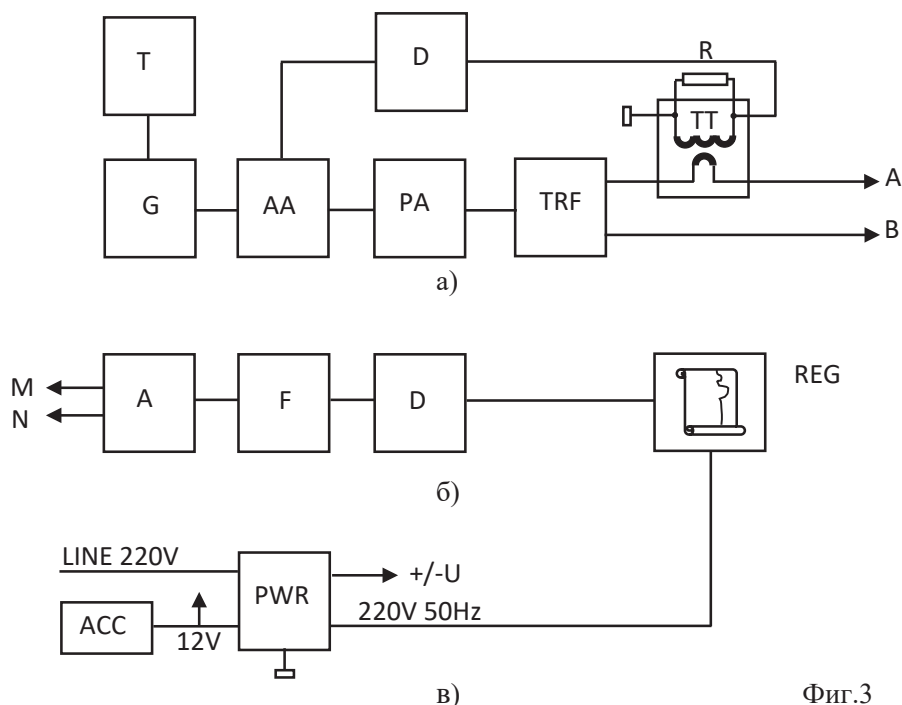
пръти от неръждаема стомана с диаметър 16mm и дължина 1 m. Разстоянието между захранващите (токовите) електроди A и B е около 400 метра. Разстоянието между приемните електроди M и N е 20 м. С цел намаляване до минимум на токовете на утечка, проводниците към захранващите и приемните електроди са с PVC изолация и обвивка.



Фиг. 2

За избягване влиянието на поляризацията на приемните електроди, апаратурата работи на променливо напрежение с честота 22Hz, като стабилизира тока в захранващите електроди на 200mA. По този начин напрежението в приемните електроди е пропорционално на привидното съпротивление. Максималното напрежение между захранващите електроди е 300V. Очакваната дълбочина на изследване според различни автори е различна - от около 1/8 до 1/2 от разстоянието между захранващите електроди, т.е. около 50 - 200m [4]. Измерванията се извършват автоматично през 3 минути.

Блоковата схема на апаратурата е показана на Фиг.3.



Фиг.3

T – таймер, G – генератор, AA – управляем усилвател, PA – усилвател на мощност, TRF – трансформатор, R – токов датчик, GI – галваничен изолатор, A – усилвател, F – филтър, R – изправител, REG – регистратор

Таймерът (T) задава интервала между измерванията – 3 min. Продължителността на едно измерване е 15s. С цел избягване на смущенията от електрическата мрежа, работната честота е 22Hz и се задава от синусоидалния генератор (G). Обратната връзка по ток се взема чрез токовия трансформатор (TT), включен последователно на захранващите електроди A и B. Токът във вторичната му намотка се преобразува в напрежение чрез резистора R което се подава към регулируемия усилвател (AA). По този начин входното напрежение на усилвателя на мощност (PA) се отрегутира така, че токът в захранващите електроди A и B да остава постоянен.

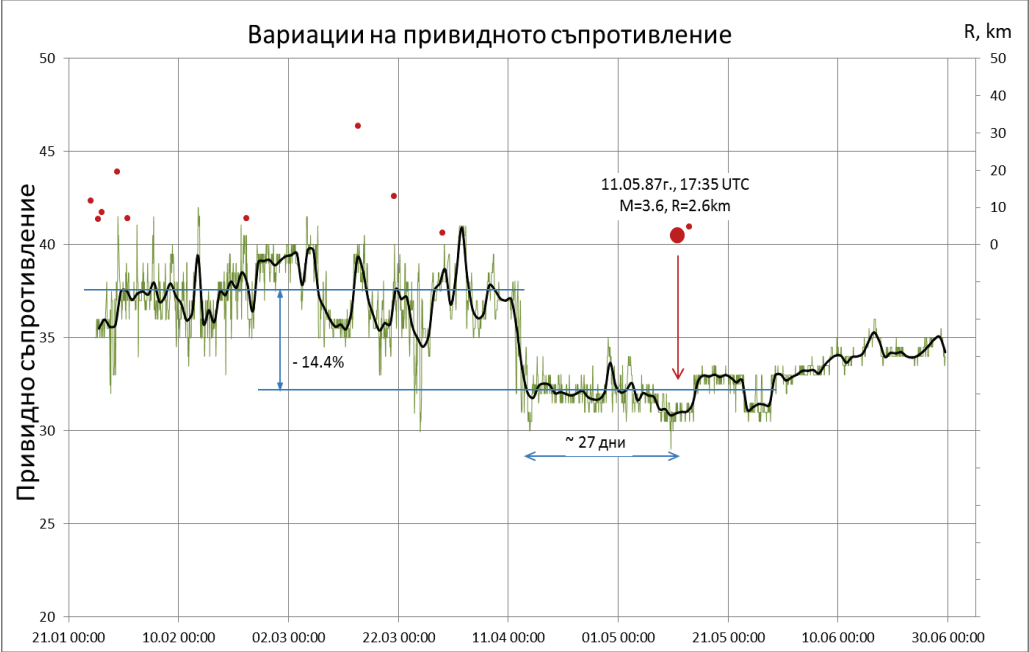
Напрежението от приемните електроди се усилва от диференциалния усилвател (A) с висок коефициент на потискане на синфазните сигнали, след което постъпва на режекторен филтър на 50 Hz с висок Q-фактор. След това сигналът се изправя от преобразувателя (R), изходният сигнал на който се записва от регистратора (REG).

Захранващия блок (PWR) е показан на Фиг.3в. Той осигурява подзаряд на 12 волтовия акумулатор (ACC), двуполярно стабилизирано напрежение за захранване на генераторната и приемната части и променливотоково захранване за регистратора (REG).

3. Резултати

След разрушителното (80% от сградите негодни за живеене) земетресение на 07.12.1986г. с магнитуд 5.7 в района на Стражица, до края на годината (за по-малко от месец), станаха още 5 земетресения с магнитуд между 4.0 и 4.5. Това насърчи автора да разположи

новопостроената апаратура за измерване на привидното съпротивление в епицентралната зона и да запише вариациите му в условията на повишена сеизмична активност. “За съжаление”, след монтирането на апаратурата през февруари 1987г., сеизмичната активност в района затихна, и до края на 1987г. се реализира само едно земетресение с магнитуд > 3 – това на 11.05.1987г. в 17ч. и 35 мин. UTC с магнитуд 3.6 и дълбочина на огнището 9.9 km.



Фиг. 4

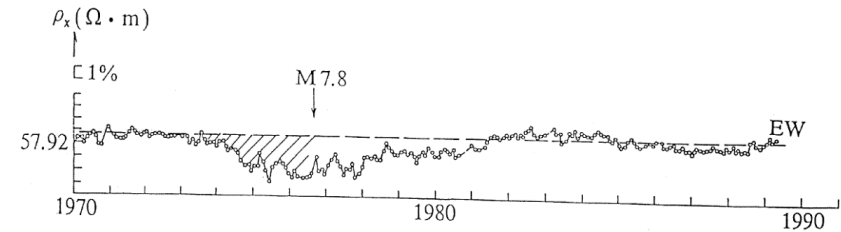
Промяната е от тип „бухта“ с непрекъснато намаляване на съпротивлението, което според проучванията е преобладаващия модел [5]. Изменението на средните дневни стойности е -14.4%, а времето на предварение е около 4 седмици - Фиг. 4. С червени малки точки над графиката са означени по-слаби земетресения, за магнитуда на които няма данни. На вторичната вертикална ос са показани епицентралните разстояния до станция STZ.

Наблюдаваните промени на привидното съпротивление са свързани със сеизмичната активност защото:

- = Наблюдаваната аномалия (~14.4%) на привидното съпротивление е 7 пъти по-голяма от стандартната девиация (~2%) преди началото ѝ и следователно е статистически значима.
- = Моментът на минимума на аномалията съвпада с момента на земетресението.
- = Моделът на аномалията при по-голямото земетресение е подобен на моделът на аномалиите при по-слабите земетресения.

Формата на кривата на изменение на привидното съпротивление е подобна на тази от Тангшанското земетресение в Китай с магнитуд 7.6 през 1976 г. [6] – Фиг. 5. Разбира се, това земетресение е много по-мощно и промяната на привидното съпротивление започва

много по-рано - около две години преди него.



Фиг.5

4. Заключение

В тази работа е описана апаратура за регистриране на вариациите на привидното съпротивление и са представени някои резултати, получени с нея в района на гр. Стражица, северна България по време на затихващата сеизмична активност след разрушителното земетресение на 07.12.1986г. с магнитуд 5.7.

Показани са записите на промени в привидното съпротивление преди, по време и след най-голямото местно земетресение за периода на наблюдение, това от 11.05.1987г. с магнитуд 3.6.

Наблюдаваната аномалия на привидното съпротивление е свързана със сеизмичната активност. Промените са с непрекъснато намаляване на съпротивлението и започват да се случват от няколко часа до около месец преди земетресението.

Натрупването на данни за вариациите на привидното съпротивление в даден район за продължителен период от време и техният статистически анализ би направило възможно използването им за целите на прогноза на земетресения в този район.

Препоръки към бъдещи разработки:

- = наблюдения за по-продължителни периоди от време с цел получаване на данни за сезонните вариации.

- = изработване на критерии за изглаждане на суровите данни и отчитане на сезонните вариации.

- = измервания в две взаимно перпендикулярни направления и в повече пунктове

- = разработване на методика за калибриране на апаратурата

- = сравнение на вариациите на привидното съпротивление с тези на геоелектрическите потенциали, нискочестотните електромагнитни излъчвания и др. в региона.

Авторът се надява, че тази статия е постигнала целта си, ако е вдъхнала увереност както в младите геофизици и инженери за продължаване на изследванията със съвременни методи и технологии, така и в хората, които финансират тези изследвания. Разбира се, наблюденията на вариациите на привидното съпротивление предхождащи земетресенията трябва да се разглеждат като част от голямата съвкупност от несеизмични електромагнитни предвестници.

Литература

1. Barsukov O.M. Variations of electric resistivity of mountain rocks connected with tectonic changes. Tectonophysics. 1972. V. 14, N 3/4. P.273-277.
2. Ernstson K, Kirsch R (2006): Geoelectrical methods, basic principles. – In Kirsch R (ed): Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrology, p. 85–108. Springer.
3. Seidel K., Lange G. (2007) Direct Current Resistivity Methods. In: Environmental Geology. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. K.K Roy, H.M Elliot Some observations regarding depth of exploration in D.C. electrical methods, Geoexploration, Volume 19, Issue 1, 1981, Pages 1-13
5. Qian Fu-Ye, Zhao Yu-Lin hr. 1980: Ten examples of changes in Earth-resistivity prior to strong earthquakes. Acta Seismologica Sinica, 2(2): 186-197.
6. Qian F, Zhao B, Lu F. Georesistivity precursors to the Tangshan earthquake of 1976. Ann. Geophys. [Internet]. 1997Nov.25

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРУДОВИЯ ТРАВМАТИЗЪМ В ЕЛЕКТРОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНО ПРЕДПРИЯТИЕ

Илко Търпов, ТУ-София, филиал Пловдив

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL INJURY IN AN ELECTRICITY DISTRIBUTION ENTERPRISE Ilko Tarpov, Technical University of Sofia, Plovdiv branch

Abstract: The report examines and analyzes the retrospective method of occupational injuries based on statistical information from an electricity distribution company for the period 2016 ÷ 2020. In order to examine the data in detail, it was split into two parts – the Electricity Distribution Company and the rest of the organizations in the group. The first group is responsible for the construction and exploitation of electricity networks and installations, and the second for energy supply and energy services, operation of district heating / cogeneration plants and a center for general services of the company. The results of the review are presented graphically and based on them conclusions are drawn.

Keywords: electrical injuries, accidents, technical safety

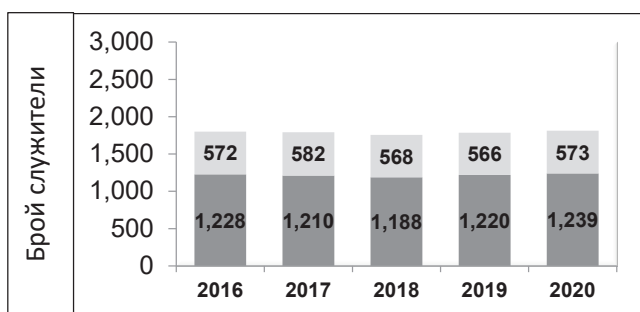
Увод

Електроразпределителните дружества са икономически структури с много на брой и различни по характер длъжности. Условията на труд за персонала от електроразпределителното дружество, който е през по-голямата част от работното време на открито, предполагат неблагоприятно въздействие върху здравето на персонала, поради което е необходимо да се направи детайлен анализ на трудовия травматизъм и заболяемост в този вид икономическа дейност. Тези съображения очертават значимостта на проблемите по осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд. От своя страна подробният анализ ще подпомогне вземането на решения за приемане и осъществяване на програми за подобряване на здравословните и безопасни условия на труд в дружеството.

Исходни данни

В дружеството са работели общо 1789 души, като по-голямата част от тях е в електроразпределителното дружество. Средно за отчетния период осигурените лица в електроразпределителното дружество са 1217, а в останалите организации от групата на дружеството те са 572 души. Точният брой на служителите в двете структури по години е представен на фигура 1 за периода 2016÷2020 г.

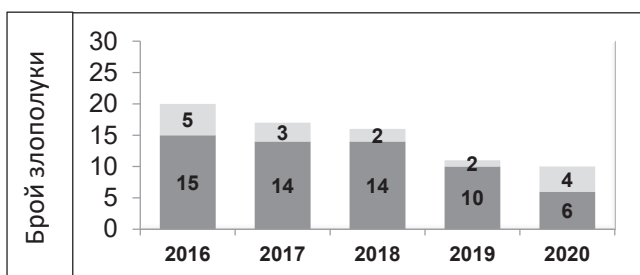
От диаграмата показана на фигура 1 се вижда, че броят служителите за представения период варира в порядъка не по-голям от 3,09 %.



Фиг. 1. Брой служители по години за периода 2016÷2020 г.

■ Останалите организации от групата на дружеството
 ■ Електроразпределително дружество

На фигура 2 е показан броя инциденти и трудови злоупотреки за периода 2016÷2020 г.

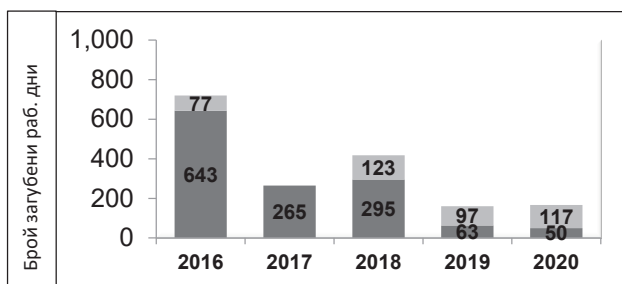


Фиг. 2. Брой инциденти и трудови злоупотреки по години за периода 2016÷2020 г.

■ Останалите организации от групата на дружеството
 ■ Електроразпределително дружество

От хистограмите на фигура 2 се вижда, че броя на инцидентите и трудовите злоупотреки за отчетения период варира от 20 до 10, което оформя трайна тенденция на драстично намаляване на трудовите злоупотреки два пъти. При служителите на електроразпределителното дружество се наблюдава, че броя им с всяка следваща година намалява и за отчетния период представлява 60 %.

Броя загубени работни дни поради отпуск по болест за периода 2016÷2020 г. е представен на фигура 3.



Фиг. 3. Брой дни поради отпуск по болест за периода 2016÷2020 г.

■ Останалите организации от групата на дружеството
 ■ Електроразпределително дружество

От диаграмата на фигура 3 се наблюдава, че броя на дните в отпуск по болест в цялото дружество за отчетен период е 346 дни средно за година. За 2020 г. дните в отпуск по болест са намалели със 77 % спрямо отчетната 2016 г., а спрямо средногодишната стойност намалението е с 52 %. Този факт се дължи, както на взетите организационни мерки, по отношение на безопасните условия на труд, така и на промените в нормативната база касаещи бонусите и заплащането на дните в болнични.

Анализ

За отчитане на трудовите злополуки ще се използват регламентирани в чл.17 от [Наредбата за установяване, разследване, регистриране и отчитане на трудовите злополуки, 2017], показатели, които представляват статистически метод за анализ. Той „се основава на статистически данни от обработката на отчетите за трудовите злополуки и професионални заболявания, от които се правят заключения за честотата, степента на поражение или причините за злополуки“ [Valchev, 1990].

Коефициент на честота (Кч), съгласно формула 1 представлява отношението на броя трудови злополуки, регистрирани през отчетния период, към средно списъчния брой на персонала умножено по 10^3 .

$$Кч = \frac{n}{N_{cp}} \cdot 1000, \quad (1)$$

където n е брой трудови злополуки, регистрирани през отчетния период;

N_{cp} – средносписъчен брой на осигурените лица за трудова злополука и професионална болест за отчетния период.

➤ Индекс на честотата на трудовите злополуки

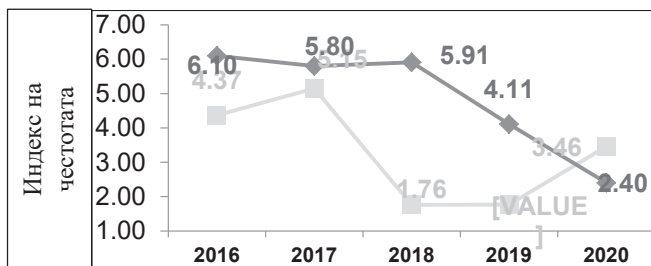
Индекс на честотата на трудовите злополуки - $I_{ч}$ представлява отношението на броя трудови злополуки, станали през отчетния период, към общият брой на отработените часове за отчетния период, умножено по 10^6 .

$$Ич = \frac{n}{M} \cdot 10^6, \quad (2)$$

където n е брой трудови злополуки, регистрирани през отчетния период;

M – общ брой отработени човекочасове за отчетния период.

Графичния вид на изменението на честотата на трудовите злополуки за периода на анализа е представен на фигура 5.



Фиг. 5. Индекс на честотата на трудовите злополуки за периода 2016÷2020г.

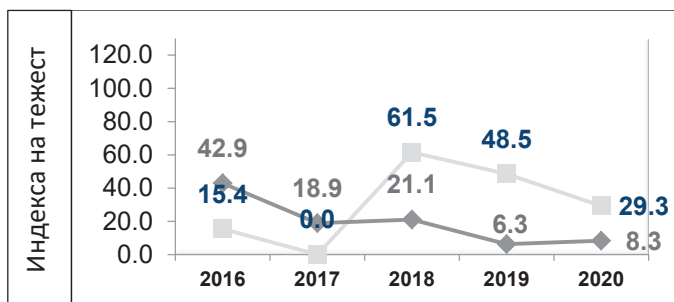
■ Останалите организации от групата на дружеството

■ Електроразпределително дружество

Индекс на тежест (Ит), съгласно формула 3 – Това е отношението на загубени дни от трудови злополуки станали през отчетния период към общия брой отработени човекочасове за отчетния период, умножено по 10^6 .

$$\text{Ит} = \frac{Z_p}{M} \cdot 10^6, \quad (3)$$

където Z_p е загубени дни от трудови злополуки, регистрирани през отчетния период;
 M – общ брой отработени човекочасове за отчетния период.



Фиг. 4. Индекс на тежест за периода 2016÷2020г.

■ Останалите организации от групата на дружеството

■ Електроразпределително дружество

За 2016 г. Индекса на тежест на трудови злополуки в електроразпределително дружество е най-висока, приблизително в двоен размер спрямо периода 2017÷2018 г. За жалост обаче при останалите организации от групата на дружеството се наблюдава, че след ниските стойности за тежест на трудови злополуки през 2016 г., както и отчетената нулева за 2017 г. има рязко покачване с индекс 61,5 за 2018 г., след което и тук се наблюдава двоен спад на индекса на тежест за 2020 г.

Заклучение

✓ За отчетния период се констатира по-голяма честота на трудовите злополуки в електроразпределителното дружество в сранение с останалите организации, но пък при анализ на индекса на тежест се констатира по-голям индекс в останалите организации поради завишеният брой болнични дни на служителите.

✓ Извършената оценка на трудовия травматизъм ни дава възможност да оценим правилно трудовите злополуки и да насочим усилия и средства към подобряване на подготовката на служителите и повишаване знанията им по ЗБУТ;

✓ Направения анализ очертава тенденция към намаляване на трудовия травматизъм в дружеството. За продължаване на тази тенденцията са необходими усилията на всеки служители.

Използвана литература:

1. Наредба за установяване, разследване, регистриране и отчитане на трудовите злополуки, Приета с ПМС № 263 от 30.12.1999 г., обн., ДВ, бр. 6 от 21.01.2000 г., в сила от 1.01.2017 г. ;
2. Вълчев М., Охрана на труда, Техника, София, 1990.

**ИЗХОДНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕВЕРСИВЕН
РЕЗОНАНСЕН DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ
ПРИ УПРАВЛЕНИЕ С ПРОМЕНЛИВА ЧЕСТОТА**

Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

**OUTPUT CHARACTERISTICS OF A BIDIRECTIONAL SERIES
RESONANT DC-DC CONVERTER WITH
A VARIABLE FREQUENCY CONTROL**

Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: This paper presents a series resonant DC-DC converter operating above its resonant frequency. Variable frequency control method is used and the dependencies of the output current and the output voltage at different values of the control parameter are derived.

Key words: Variable frequency control, Resonant converters, Efficiency

Въведение

В различните държави, конкретните мерки за стимулиране на инвестициите в зелена енергия имат своя специфика и не винаги се отразяват благоприятно върху енергийната система на съответната страна в дългосрочен план. Това обаче ни най-малко не намалява интереса към възобновяемите енергийни източници. Дори напротив – секторът продължава да се развива със завидни темпове, което не рядко води и до предприемане на частични ограничения от някои правителства.

Възможността за изграждане на централи както за малки, така и за големи мощности, сравнително не високите първоначални инвестиционни разходи и достъпността на слънцето като ресурс, са едни от предпоставките за непрестанно нарастващия брой фотоволтаични паркове (Kumar, 2020).

Основен проблем при този вид централи е невъзможността за прогнозиране на произвежданото количество енергия. Именно за това, в редица случаи се налага поставянето на устройство за съхранение на енергията. Това от своя страна, неминуемо изисква използването на преобразувател за управление на енергийните потоци. Голямото разнообразие от схеми на преобразуватели дава редица възможности при проектирането на съответните системи. В тази връзка трябва да се отбележи, че от години използването на резонансни вериги е предпоставка за повишаване на ефективността на съответните преобразователни устройства.

В голяма степен, определящо за поведението на преобразувателя е изборът на метод на управление. Известни са редица техники, които най-общо могат да се разделят на управление при постоянна честота и управление при променлива честота (Cheron, 1986, Dixneuf, 1988).

Подходът с изменение на честотата, от една страна затруднява инженерите в процеса на проектиране и изграждане на изглаждащи филтри, а от друга страна е предпоставка за възникване на електромагнитни смущения. Методът с променлива честота, обаче дава възможност за прецизиране на управлението и използване на техники за контрол като този по оптимална траектория например.

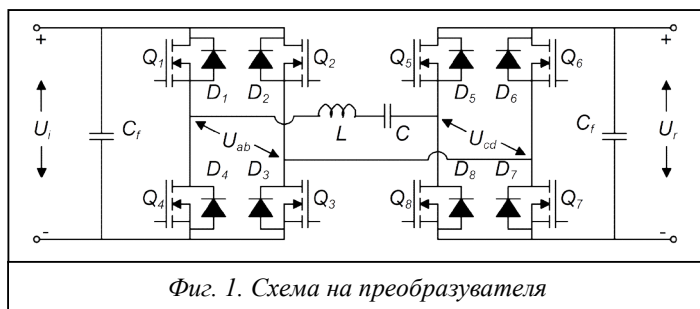
В зависимост от това дали силовите прибори работят с честота над или под резонансната се определят и условията за мека комутация, т.е. дали ще превключват при нулево напрежение или нулев ток.

В (Lichev, 2018) е разгледан резонансен преобразувател, работещ при честота над резонансната, която се изменя в определени граници. Чрез избрания метод на управление са постигнати не само повишаване на ефективността, но и линеаризация на регулировъчните характеристики.

Целта на настоящия труд е да се изследва поведението на съответния преобразувател при различни стойности на управляващия параметър като се построят изходните му характеристики.

Принцип на работа на преобразувателя

Схемата на преобразувателя (фиг. 1) се състои от два мостови инвертора, свързани посредством трансформатор, капацитивни филтри на „входа“ и на „изхода“ и резонансна верига.

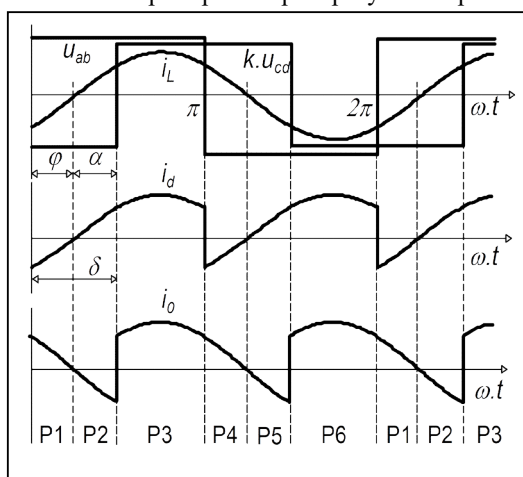


Фиг. 1. Схема на преобразувателя

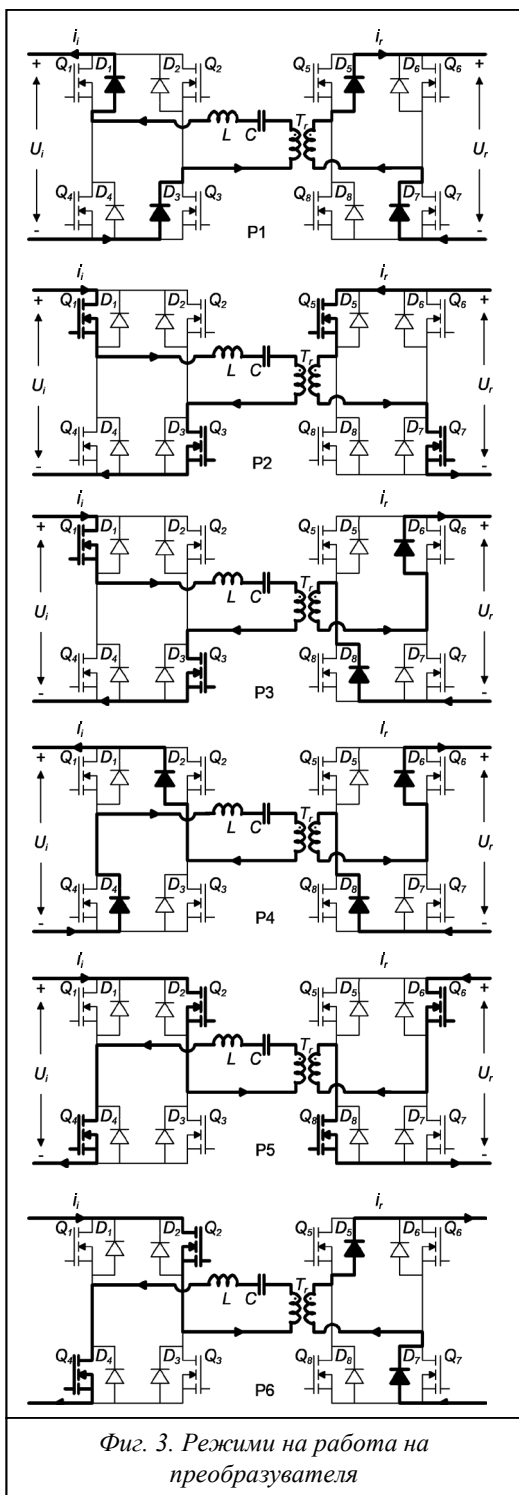
За удобство при анализа, инверторът с ключове Q_1-Q_4 е определен като „входен“, а този с ключове Q_5-Q_8 – като „изходен“. Към тях са приложени съответно постоянните напрежения U_i и U_r . Напреженията на входния u_{ab} и на изходния u_{cd} инвертори са с почти правоъгълна форма. Посредством антипаралелните диоди D_1-D_8 се осигурява пренос на енергията и в двете посоки.

Силовите прибори на преобразувателя работят при честота над резонансната. Поради тази причина токът през индуктивния елемент на резонансната верига i_L изостава от напрежението на входния инвертор u_{ab} на ъгъл φ . Когато този ток достигне нулева стойност се отпушват транзисторите на изходния инвертор. По този начин се осигурява възможност за работа на полупроводниковите ключове в условия на мека комутация. Транзисторите на изходния инвертор изключват след тези на входния след време, съответстващо на ъгъл δ . По този начин, чрез дефазирание на напреженията u_{ab} и u_{cd} (изменение на ъгъл δ) се осъществява управлението на преобразувателя.

Ъгъл δ се определя от сбора на ъглите α и φ , които изразяват съответно: времето на провеждане на транзисторите на изходното стъпало и времето на



Фиг. 2. Времедиаграми на основни величини



провеждане на диодите на входния инвертор.

Комутацията на ключовете на преобразувателя може да се онагледява чрез обособяване на следните шест режима на работа:

Режим 1: Диодите D_1 , D_3 на входния инвертор и D_5 , D_7 на изходния са отпушени и провеждат. Напрежението върху транзисторите Q_1 , Q_3 и Q_5 , Q_7 е почти нула и са налице условия за отпушването им при нулево напрежение.

Режим 2: Резонансният ток преминава през нулата и сменя посоката си. В този момент диодите които са провеждали се запущват и се отпушват съответните силови ключове. В случая това са Q_1 , Q_3 и Q_5 , Q_7 .

Режим 3: Транзисторите на изходния инвертор Q_5 , Q_7 се запущват след време, съответстващо на ъгъл α като в следствие започват да провеждат антипаралелните диоди от другия диагонал на инверторния мост и изходният ток i_o е с положителен знак.

Режим 4: Транзисторите Q_1 , Q_3 се запущват и започват да провеждат обратните диоди на срещуположните ключове. Напрежението на входния инвертор u_{ab} сменя поляритета си.

Режим 5: Токът през резонансната верига променя знака си. Транзисторите Q_2 , Q_4 и Q_6 , Q_8 включват при нулево напрежение.

Режим 6: След запущване на полупроводниковите ключове Q_6 , Q_8 , започват да провеждат антипаралелните им диоди. Изходният ток отново е с положителна стойност.

Управление и изходни характеристики на преобразувателя

В (Lichev, 2018) беше описан начин на управление, според който отношението между резонансната и работната честоти ν се изменя в определени граници за съответния диапазон на регулиране. В случая от 1,15 до 1,27.

По този начин се установи, че се постига линеаризация на регулировъчните характеристики и се повишава ефективността на преобразувателя.

В основата на съответния подход на управление стои зависимостта на изходния ток от изменението на работната честота (при повишаването и – изходният ток намалява).

В случая, обаче управляващ параметър се явява не ъгъл δ , а променливата σ , която се определя по следния начин:

$$\delta = (1 + 2\sigma)\pi/2 \quad (1)$$

$$v = v_{min} + 2\sigma(v_{max} - v_{min}) \quad (2)$$

където: v_{min} и v_{max} са съответно минималната и максималната стойност на отношението между работната и резонансната честоти.

След направения в (Lichev, 2018) анализ, за нормализираните стойности на изходното напрежение и изходния ток бяха получени изразите:

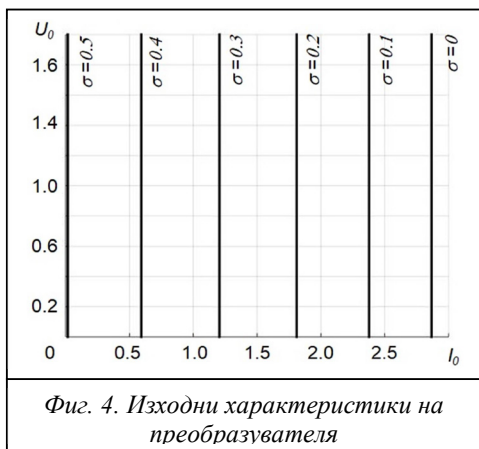
$$U_0 = \frac{1}{k} \frac{\sin\left(\frac{\pi-\varphi}{V}\right) - \sin\left(\frac{\varphi}{V}\right)}{\sin\left(\frac{\pi-\delta+\varphi}{V}\right) - \sin\left(\frac{\delta-\varphi}{V}\right)} \quad (3)$$

$$I_0 = 2(I_{DR} + I_{QR}) \quad (4)$$

където:

k – коефициент на трансформация

I_{DR} , I_{QR} – средни стойности на токовете през диодите и транзисторите на изходния инвертор.



На база уравнения 3) и 4) са построени изходните характеристики на преобразувателя при изменение на управляващия параметър от 0 до 0.5. Вижда се, че избраният метод за контрол осигурява широк диапазон на изменение на изходните величини. Освен това преобразувателят има поведение на идеален източник на ток.

Заклучение

Избраният метод на управление осигурява широк диапазон на изменение на изходните величини. Освен това реверсивният резонансен DC-DC преобразувател има поведение на идеален източник на ток.

Литература

1. Kumar, H., Chopra, C., Chand, A., Elavarasan, P. and Shafiullah, G. "Hybrid Renewable Energy Microgrid for a Residential Community: A Techno-Economic and Enviromental Perspective in the Context of the SDG7", Sustainability, 2020, 12(10), 3944, <https://doi.org/10.3390/su12103944>
2. Cheron, Y., Foch, H. and Roux, J. (1986) Power Transfer Control Methods in High Frequency Resonant Converters. In: PCI Proceedings, June 1986, Munich, pp. 92-103
3. Dixneuf, D. (1988) Etud d'un variateur de vitesse à résonance pour machine asynchrone triphasée. PhD thesis
4. A. Lichev, "Bidirectional Resonant Power Converters". PhD Thesis, University of Food Technologies - Plovdiv, 2018

ОЦЕНКА НА ТОЧНОСТТА НА МЕТОДА НА ПЪРВАТА ХАРМОНИЧНА ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ НА РЕЗОНАНСЕН ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ

Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

EVALUATION OF THE ACCURACY OF THE FIRST HARMONIC ANALYSIS FOR A STUDY OF A RESONANT CONVERTER

Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: A first harmonic analysis of a series resonant DC-DC converter is realized. For higher accuracy, a mathematical model of the converter is built. Based on the load characteristics derived, an assessment of the accuracy of the first harmonic analysis is carried out.

Key words: Variable frequency control, Resonant converters, Efficiency

Въведение

От години методът на първата хармонична се използва за анализ на процесите при резонансните преобразователни. Той се основава на допускането, че само първата хармонична на дадена величина (ток, напрежение и т.н.) оказва влияние на енергийния обмен между компонентите на преобразувателя (Smeets, 2014, Cheron, 1986, Dixneuf, 1988).

Предимство на съответния метод са сравнително малкия брой изчислителни процедури, необходими за достигане до определен краен резултат, удовлетворяващ целите на анализа. (Bankov, 2015).

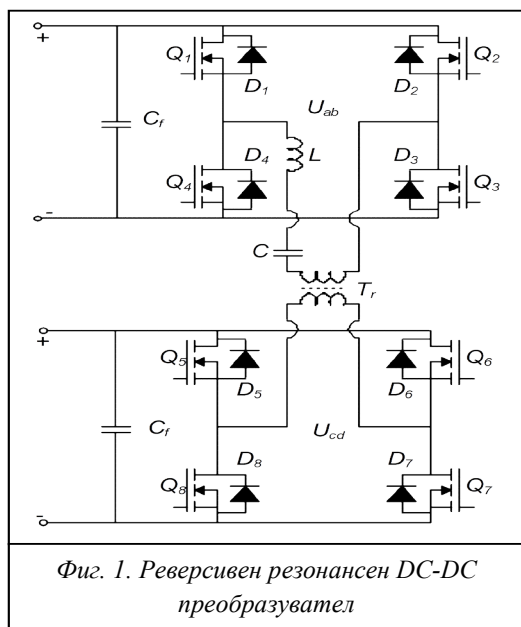
Пренебрегването на целия спектър от хармонични съставки, като се отчита въздействието само на първата хармонична, обаче води до определени неточности в изследването.

За определяне степента на съответните отклонения, в настоящия труд е направена съпоставка на резултатите, получени чрез хармоничен анализ на процесите в реверсивен резонансен DC-DC преобразувател с такива базирани на метода на математическото моделиране (Vutchev, 2015).

Принцип на работа на реверсивния резонансен DC-DC преобразувател

Схемата на изследвания преобразувател е представена на фиг. 1. Съставен е от два мостови инвертора (Q_1 - Q_4 и Q_5 - Q_8), свързващ трансформатор T_r и резонансна верига LC . За ограничаване на пулсациите, към изводите на преобразувателя са свързани изглаждащи филтри C_f .

Напрежението u_{ab} , създавано от инвертора с транзистори Q_1 - Q_4 има почти правоъгълна форма. Тъй като комутацията на съответните ключове се извършва при надрезонансна честота, токът през резонансната верига изостава от напрежението u_{ab} . При преминаването на този ток през нулата, започват да провеждат транзисторите Q_5 - Q_8 на другия инвертор, чието напрежение u_{cd} също е с почти правоъгълна форма. В случая, чрез изменение времето на провеждане на Q_5 - Q_8 , а по този начин и посоката на напрежението u_{cd} се осъществява управление на изходната мощност. Посредством антипаралелните диоди D_1 - D_8 се осъществява пренос на енергия и в двете посоки.



Фиг. 1. Реверсивен резонансен DC-DC преобразувател

Анализ на преобразувателя по метода на първата хармонична

При направения в (Bankov, 2015) хармоничен анализ е прието, че в изследваната схема действат само първите хармонични на напреженията u_{ab} , u_{cd} и тока през резонансната верига i_r . По този начин за средната стойност на изходния ток е изведен изразът:

$$I_0 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} k I_1 \cos \alpha \quad (1)$$

където:

k – коефициент на трансформация

I_1 – ефективна стойност на първата хармонична на тока през резонансната верига

α – времето на провеждане на транзисторите Q_5 – Q_8

След редица преобразувания в (Lichev, 2018) са получени изрази за стойностите

на тока през полупроводниковите ключове на преобразувателя. По този начин са построени и зависимостите на съответните токове от средната стойност на изходния ток. На фиг. 2 и фиг. 3 те са изобразени с прекъсната линия.

Анализ на преобразувателя по метода на математическото моделиране

В (Vutchev, 2015) е приет подход, според който даден полупериод от работата на преобразувателя може да се раздели на три интервала, за всеки от които се прилага еквивалентно напрежение u_{EQ} върху резонансната верига, определено от големините на напреженията на двата инвертора u_{ab} , u_{cd} . По този начин могат да се изследват единствено процесите в резонансната верига. Така в (Vutchev, 2015) е определено, че стойностите на тока през бобината i_L и напрежението върху кондензатора u_C се получават според изразите:

$$i_{Lj} = I_{Lj} \cos \theta - \frac{U_{Cj} - U_{EQj}}{\rho_0} \sin \theta \quad (2)$$

$$u_{Cj} = \rho_0 I_{Lj} \sin \theta - (U_{Cj} - U_{EQj}) \cos \theta + U_{EQj} \quad (3)$$

където:

j – номер на съответния интервал

I_{Lj} – ток през бобината в началото на интервала

U_{Cj} – напрежение върху кондензатора

θ – ъгъл на интервала

ρ_0 – характеристично съпротивление

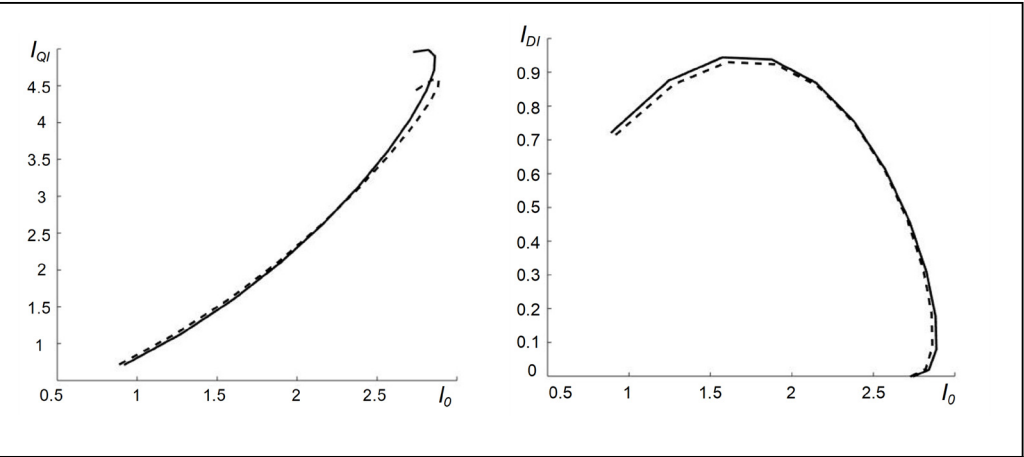
След съответните изчислителни процедури за средната стойност на изходния ток се получава:

$$I_0 = 2(I_{DR} + I_{QR}) \quad (4)$$

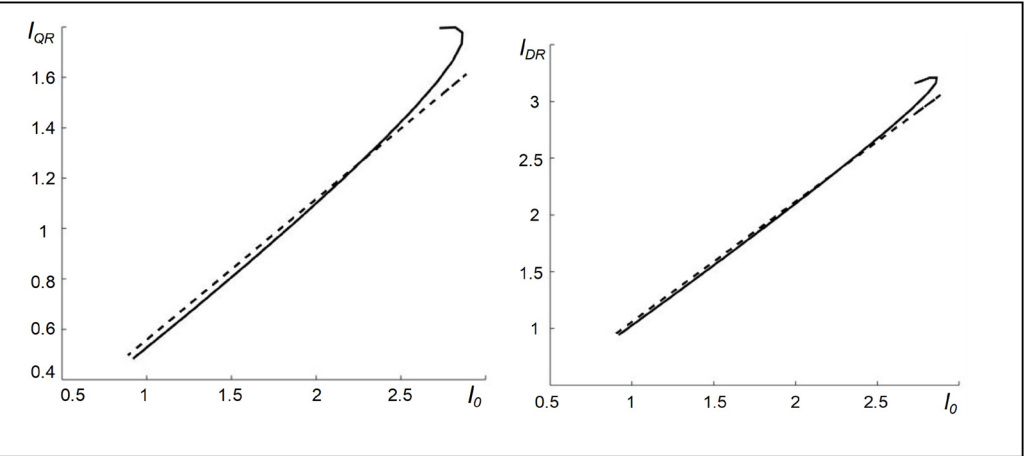
където: I_{DR} , I_{QR} – средни стойности на токовете през диодите и транзисторите на втория инвертор (Q_5 – Q_8).

След като са изведени изрази (Lichev, 2018) за натоварването на ключовете на инверторите, са построени и съответните зависимости на токовете през транзисторите и диодите от средната стойност на изходния ток (фиг. 2 и фиг. 3 с плътна линия).

Очевидно, на места се получават сериозни разминавания в стойностите, получени при двата вида анализ. Това е особено силно изразено по отношение на характеристиките от фиг. 3, където за по-големите стойности на токовете при хармоничния анализ дори се забелязва изменение на формата на характеристиката, която наподобява по-скоро права линия.



Фиг. 2. Зависимости на токовете през транзисторите Q_1 - Q_4 и антипаралелните им диоди от изходния ток



Фиг. 3. Зависимости на токовете през транзисторите Q_5 - Q_8 и антипаралелните им диоди от изходния ток

В табл. 3 е направено сравнение на стойностите, получени при двата вида анализ именно за зависимостите на токовете през транзисторите Q_5 - Q_8 от изходния ток.

От таблицата става ясно, че по отношение на стойностите на изходния ток разминаването при двата вида анализ не е голямо (грешката d не надвишава 3,3%). Не може да се твърди същото, обаче за токовете през транзисторите. Вижда се, че в случая грешката достига стойности от 14%.

Табл. 3

I_o	I_o	d	I_{QR}	I_{QR}	d
A	A	%	A	A	%
Точен анализ	Хармоничен анализ	Грешка	Точен анализ	Хармоничен анализ	Грешка
2,732833	2,748936	0,589262	1,796133	1,536702	-14,4439
2,820678	2,842003	0,756017	1,798464	1,588728	-11,662
2,862542	2,886442	0,834923	1,777519	1,61357	-9,2235
2,857882	2,881493	0,826158	1,733569	1,610803	-7,08167
2,80676	2,827241	0,729703	1,667182	1,580475	-5,2008
2,709836	2,724614	0,545339	1,579218	1,523105	-3,55321
2,568365	2,575368	0,272646	1,470815	1,439674	-2,11727
2,384179	2,382057	-0,08901	1,343377	1,33161	-0,87591
2,15966	2,147988	-0,54047	1,198552	1,200762	0,184367
1,897715	1,877166	-1,08282	1,038215	1,049368	1,074247
1,601734	1,574226	-1,7174	0,864441	0,880019	1,802112
1,275548	1,24435	-2,4458	0,679479	0,695613	2,374453
0,923378	0,893184	-3,26996	0,485723	0,499305	2,796149

Заклучение

Значителните отклонения в стойностите, получени при хармоничния анализ водят до извода, че съответният не е препоръчително да се използва в случаи, изискващи по-голяма прецизност. Освен това, при анализ на дадена величина посредством графики, не винаги се регистрират съответните изменения.

Литература

1. Smeets, P. (2014) First Harmonic Approximation – Power Transfer Deviation for Resonant LLC Converters, Technical report, Zeon powertec
2. Cheron, Y., Foch, H. and Roux, J. (1986) Power Transfer Control Methods in High Frequency Resonant Converters. In: PCI Proceedings, June 1986, Munich, pp. 92-103
3. Dixneuf, D. (1988) Etud d'un variateur de vitesse à résonance pour machine asynchrone triphasée. PhD thesis
4. Bankov, N. and Vutchev, A. (2015), Analysis of a bidirectional resonant DC/DC converter, National forum „Electronics 2015”, Sofia, 2015, ISSN 1314-8605, p.p.110 - 115
5. Vutchev, A., Bankov, N., Madankov, Y. and Lichev, A. (2016) Analytical Modeling of a ZVS Bidirectional Series Resonant DC-DC Converter, ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, 28-30 June 2016, , pp. 273-276, ISBN: 978-9989-786-78-5
6. A. Lichev, “Bidirectional Resonant Power Converters”. PhD Thesis, University of Food Technologies - Plovdiv, 2018

МОНИТОРИНГ НА ЧЕРВЕНИ ВИНА ЧРЕЗ ARM АРХИТЕКТУРНО БАЗИРАН STM32F769NIH6 МИКРОКОНТРОЛЕР

Красимир Колев, Ивайло Драгнев
Университет по Хранителни Технологии – Пловдив

MONITORING OF RED WINES BY STM32F769NIH6 MICROCONTROLLER BASED ON ARM ARCHITECTURE

Krassimir Kolev, Ivaylo Dragnev
University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: This paper presents an author's solution for express objective grading of red wine via a smart system based on the STM32F769NIH6 microcontroller. In the present publication, a hardware structure is synthesized that allows the examination of red wines using a digital sensor TCS34725, pH subsystem and an ultrasonic module with a frequency of 40 kHz. A special sensor ultrasonic subsystem with independent amplification channels for transmission and reception of packet signals has been built, allowing to objectively determine the density of the factory-produced red wines. Subsystem for pH analysis is build. An analysis of the color, pH and density of red wines was made, and the obtained results were displayed on an LCD display and transmitted for building databases. An algorithmic diagram of the algorithm serving the proposed hardware structure is implemented. Nine different brands of factory-produced red wines are analyzed and their main characteristics are presented. A program-technical system for sensory data fusion for complex diagnostic of basic parameters of red wines has been built. A functional and price analysis of the proposed computer smart mobile system has been made.

Key words: computer smart system, mobile embedded system, microcontroller, red wine, STM32F769NIH6, sensor fusion, ultrasonic grading

Въведение

Червеното вино е напитка, която се консумира по целия свят от хиляди години. То е особено богато на хранителни вещества и химични съединения.

Цветът и плътността на виното са важни показатели определящи характера на виното. По цвета може да се съди за качеството на гроздето и технологичните методи на преработката му. Цветът на виното е пряко свързан с различните сортове грозде, от които е направено виното, също така е показателен и за неговата възраст. Червеното вино може да има следните цветове: лилаво, бордо, розово. Отклонението на цвета към кафяво, отклонението на рН и плътността, са показатели за некачествено червено вино.

Целта на настоящата статия е да се приложи нов метод за експресна квалификация на червено вино в нелабораторни условия с използването на нова архитектура на ARM микроконтролер, чрез извършване на съвместяване на сензори за цвят, ултразвук и рН.

Методи и материали

Ултразвуково измерване

Използването на ултразвук за мониторинг на хранителни продукти е перспективен метод за оценяване на храни. Ултразвукът се състои от поредица звукови вълни с

високи честоти, които започват от 16 kHz. Чрез ултразвуковите вълни, преминаващи през даден хранителен продукт, може да се определят характеристиките и плътността на този продукт. Предимствата на ултразвуковите методи за окачествяване се изразяват в това, че те са бързодействащи, точни и неразрушителни.

При прилагането на ултразвук се използва излъчвател, който преобразува електрическия сигнал в акустични вълни с висока честота и ги излъчва към обекта за изследване. След преминаването на вълните през изследвания продукт те се приемат от приемник на ултразвукови вълни, който от своя страна ги преобразува в електрически сигнали. По този начин ултразвуковите сигнали могат лесно да бъдат цифровизирани и изпратени до компютър за по-нататъшна обработка. Излъчвателят и приемникът представляват ултразвукови пиезоелектрични преобразуватели. След като премине през определена среда интензитетът на ултразвука намаля и по този начин той отслабва. Отслабването на ултразвуковата енергия зависи от свойствата на средата, през която преминава както и от честотата на ултразвуковите вълни. Така ултразвуковият сигнал носи информация за характеристиките на изследвания обект между излъчвателя и приемника.

Измерването на механичния импеданс на ултразвуковите вълни се основава на анализа на амплитудата на вълната. Този параметър заедно с измерването на скоростта на звука предоставя информация за плътността на средата (Villamiel et al, 2017).

Плътността на средата на течни храни може да се изрази чрез уравнение (1):

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1-w_1}{\rho_0} + \frac{w_1-w_2}{\rho_1} + \dots + \frac{w_{n-1}-w_n}{\rho_{n-1}} + \frac{w_n}{\rho_n} \quad (1)$$

където w е масовата концентрация на изследвания продукт, $w_1, w_2, \dots, w_n$ е масовата концентрация на съставките, от които е изграден течният хранителен продукт. В уравнението ρ е плътността на изследвания продукт, а $\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_n$ представляват плътността на всяка от съответните съставки.

Скоростта на разпространение на звуковите вълни във флуиди зависи от тяхната свиваемост – в среди, които се деформират лесно скоростта на звука е ниска и обратно. Свиваемостта на течните храни може да си изчисли чрез уравнение (2):

$$\beta = \rho \left(\frac{1-w_1}{\rho_0} \beta_0 + \frac{w_1-w_2}{\rho_1} \beta_1 + \dots + \frac{w_{n-1}-w_n}{\rho_{n-1}} \beta_{n-1} + \frac{w_n}{\rho_n} \beta_n \right) \quad (2)$$

където β е свиваемостта на изследвания продукт, а $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ е свиваемостта на съставките, от които е изграден течният хранителен продукт.

Скоростта на звука c се изчислява чрез уравнение (3):

$$c = \frac{\frac{1-w_1}{\rho_0} + \frac{w_1-w_2}{\rho_1} + \dots + \frac{w_{n-1}-w_n}{\rho_{n-1}} + \frac{w_n}{\rho_n}}{\sqrt{\frac{1-w_1}{\rho_0} \beta_0 + \frac{w_1-w_2}{\rho_1} \beta_1 + \dots + \frac{w_{n-1}-w_n}{\rho_{n-1}} \beta_{n-1} + \frac{w_n}{\rho_n} \beta_n}} \quad (3)$$

До момента няма разработки за експресен мониторинг на червени вина, комбинирайки цвят, pH и плътност.

Измерване на цвят

С развитието на хранителната наука и технологии един от основните методи за обективно определяне на качеството на хранителните продукти е измерването на цвета (Baycheva, 2016). Всеки човек има уникално усещане за цвят, което се дължи на индивидуалните светлинни рецептори на човешкото око. Поради тази причина когато става въпрос за точното определяне на цвят е необходимо измерването му да се направи по количествени критерии за усещане на различните цветове посредством технически средства. По този начин се получава тяхното точно дефиниране и възпроизвеждане. За да се представят цветовете с техните количествени характеристики съществуват абстрактни цветови модели, които представят всеки цвят като поредица от числа – цветови компоненти. Така на всяка точка с конкретни цветови компоненти съответства точно определен цвят. Основният цветови модел, който се използва в нашата публикация за количествено определяне на цвят е RGB.

Цветовият модел RGB се използва за количествено определяне на цвят, получен от източник, излъчващ светлина. При този модел се използва комбинацията от червена (R –

Red), зелена (G – Green) и синя (B – Blue) светлини. Цетовите стойности за всеки цвят могат да бъдат от 0 до 255. Чрез различното им яркостно съотношение може да се получи всеки цвят от техния спектър. При припокриване на трите основни цвята, т.е. когато всички стойности са 255, се получава бял цвят. RGB моделът е близък до човешкото възприятие, поради факта, че в човешкото око има рецептори, които реагират точно на тези цвятове.

Измерване на pH

Степента на алкалност или киселинност на хранителните продукти се изразява чрез тяхното pH. Измерванията на pH на хранителните продукти са важни за определяне на редица техни качества.

Измерването и контрола на pH на виното е важно, защото неговата стойност се отразява на качеството на продукта по отношение на вкус, цвят, окисляване, устойчивост на химически и други фактори (Cubanfoodla, 2021).

Хардуерна система

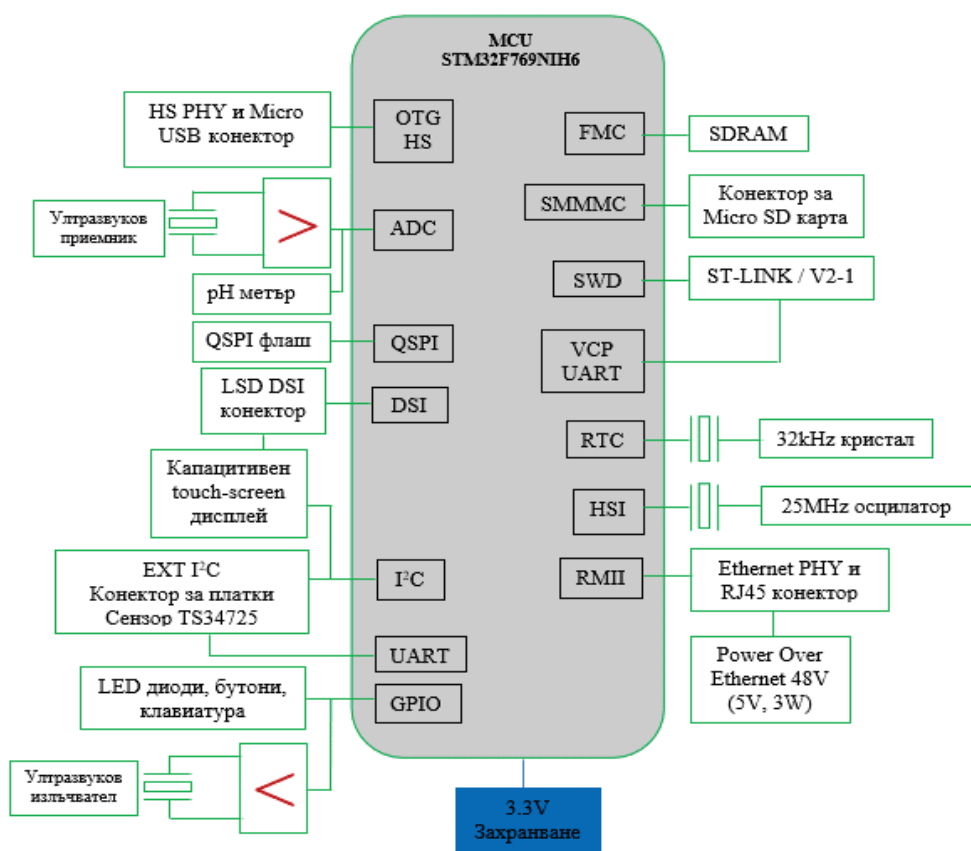
За експресното определяне на качеството на червено вино се използва вградена мобилна система STM32F769IDISCOVERY с допълнителен 4-инчов дисплей. Вградената система е изградена с помощта на модерен 32-битов микроконтролер STM32F769NIIH6, базиран на ARM Cortex-M7 ядро. Този микроконтролер разполага с 2 MB вградена флаш памет и 512 KB вътрешна RAM (STM32F769IDISCOVERY datasheet, 2021).

Платката STM32F769IDISCOVERY с допълнителния 4-инчов дисплей е показана на Фигура 1.



Фиг. 1. Вградена мобилна система STM32F769IDISCOVERY

Блокова диаграма на връзките между микроконтролера STM32F769NIIH6 и периферните устройства на вградената мобилна система е показана на Фигура 2.

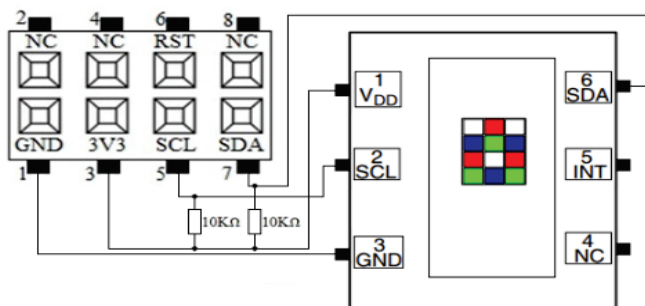


Фиг. 2. Хардуерна блокова схема на платката STM32F769I DISCOVERY

Сензорът за цвят TCS34725 има цифров I²C интерфейс, който поддържа 7-битов I²C протокол за адресиране (TCS34725 color sensor datasheet, 2021).

Връзката между сензора TCS34725 и вградената система се осъществява чрез I²C шината, използвайки конектора CN2 на платката.

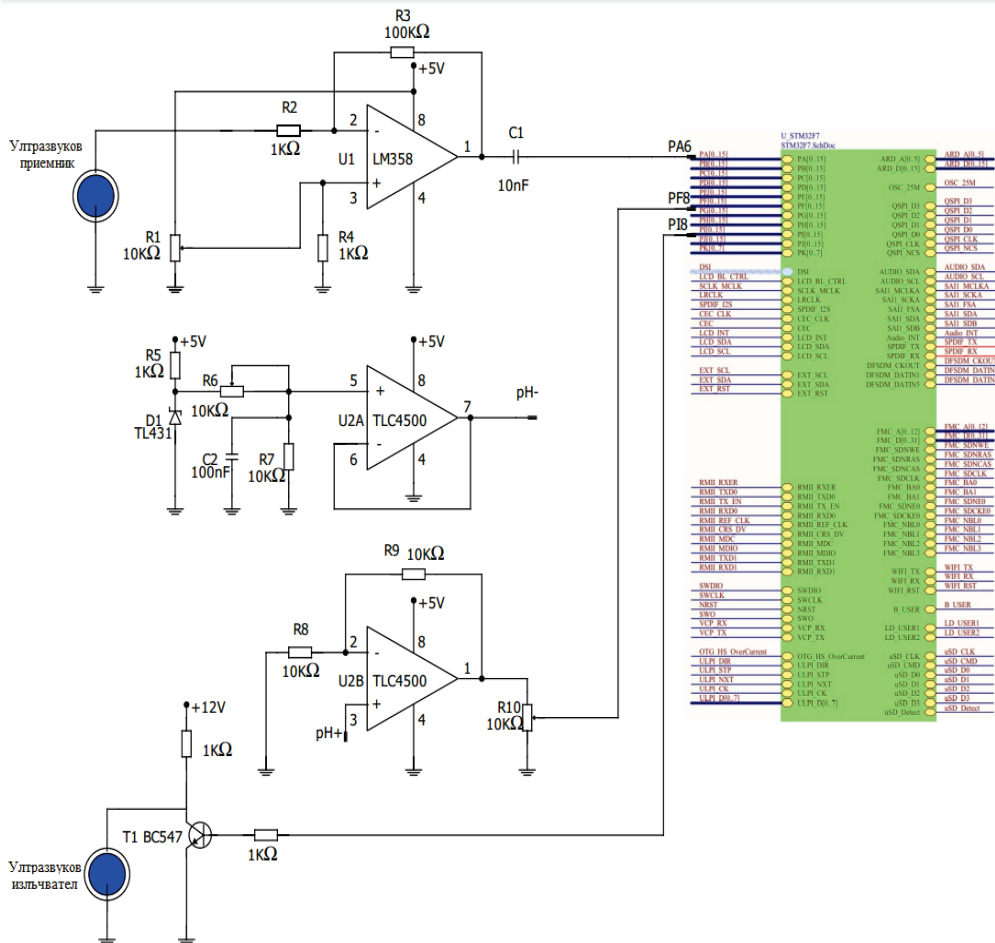
Схемата на свързване на сензора към I²C шината на вградената система е показана на Фигура 3.



Фиг. 3. Схема на свързване на сензора за цвят към конектора CN2 на вградената система

В ултразвуковия модул се използват пиезоелектрични преобразуватели SMUTF40TR18A. За измерването на pH на червено вино е синтезиран модул за контактно

измерване. Принципната схема на свързване на разработения ултразвуков модул и рН метър е показана на Фигура 4.



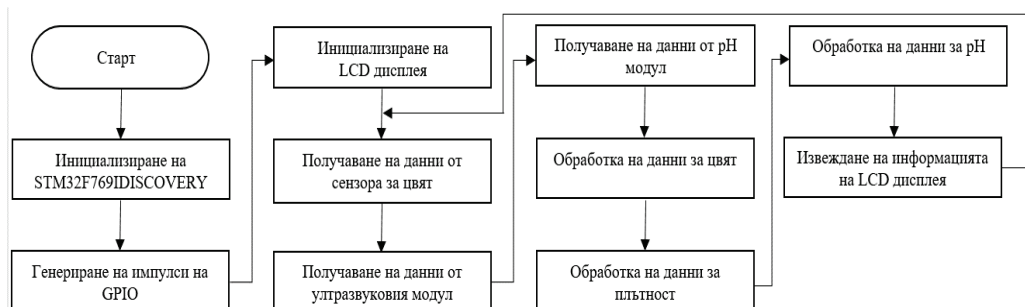
Фиг. 4. Принципна схема на ултразвуковия модул и рН метър

Системата измерва средноквадратичното (root mean square – RMS) напрежение на променлив ток (alternating current – AC) на приетия ултразвуков сигнал според уравнение (4):

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [v(t)]^2 dt} \quad (4).$$

Софтуерна система

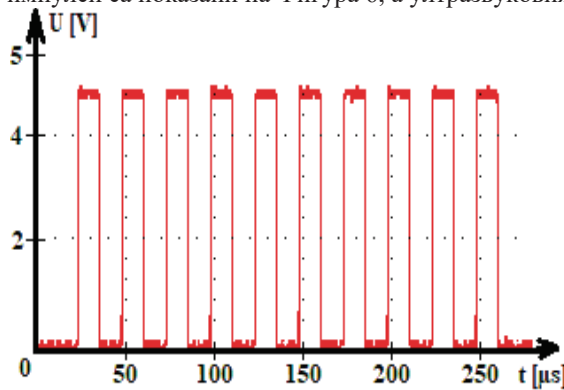
За софтуерната част се използва безплатната платформа за разработка STM32 CubeIDE с периферна конфигурация, компилиране на код, генериране на код и функции за отстраняване на грешки за микропроцесори и микроконтролери STM32 (Ibrahim, 2020. Mazidi et al, 2018). Като алтернатива може да се използва Mbed Compiler – безплатният онлайн компилатор на STMicroelectronics за вградени системи. Алгоритъмът за работа на вградената система е показан на Фигура 5.



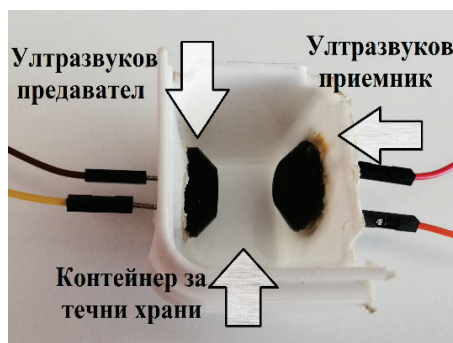
Фиг. 5. Алгоритъм за работа на вградената система за окачествяване

Резултати и обсъждане

Приложено е измерване на базата на пакетно предаване на ултразвукови вълни чрез тестови проби от червено вино. Този модулиран импулсно възбуждащ сигнал се приема от софтуер на изхода на микроконтролера STM32F769N1H6. По време на изследването пакети от десет правоъгълни импулса с честота 40 kHz се подават към ултразвуковия предавател, като следващото предаване на пакети започва след 20 ms. Тези пакети с правоъгълни импулси са показани на Фигура 6, а ултразвуковият модул е показан на Фигура 7.



Фиг. 6. Пакети от правоъгълни импулси, подавани към ултразвуковия предавател



Фиг. 7. Ултразвуков модул за тест на червено вино

Киселинността във вината варира от свръх-кисело – около 2.5 pH (висока киселинност) до много изчистено от киселини, около 4.5 pH (ниска киселинност). Ниските стойности на pH запазват свежестта на виното за по-дълъг период, в това число първоначалния цвят и аромат. За червените вина оптималното pH е между 3.5-4.0.

Червеното вино има широка гама от цветове. Таблица 1 показва основните цветове на най-популярните червени вина в България – Мерло, Каберне Совиньон и Мавруд (OIV, 2009).

Табл. 1. Количествени стойности на цвета на червени вина

Вина	Стойност на Червения цвят - R (0-255)	Стойност на Зеления цвят - G (0-255)	Стойност на Синия цвят - B (0-255)
Мерло	75 ±5	45 ±3	55 ±1
Каберне Совиньон	70 ±5	50 ±1	55 ±1
Мавруд	80 ±5	50 ±1	55 ±1

Използвани са девет проби от най-популярните червени вина в България – Мерло, Каберне Совиньон и Мавруд, закупени от търговската мрежа. За всеки вид вино са използвани по три бутилки от различни производители. Всички бутилки червено вино са бутилирани през 2019 г. Получените резултати са показани таблично и графично отделно за различните видове червено вино. За всеки от тях е направено описание по изследваните параметри. Към всяка проба от червено вино се прилага ултразвуков сигнал, за да се определи неговата плътност. Всички измервания са направени при една и съща температура 30 °C. Получените резултати за цвят, рН и плътност (U) за Каберне Совиньон, Мерло и Мавруд са показани съответно в Таблица 2, Таблица 3 и Таблица 4.

Табл. 2. Измерени показатели на червено вино Каберне Совиньон

Проби №	Стойност на Червения цвят - R (0-255)	Стойност на Зеления цвят - G (0-255)	Стойност на Синия цвят - B (0-255)	pH	U (V)
1	67	48	55	3,65	0,08
2	59	50	56	3,91	0,33
3	70	47	56	3,63	0,12

Табл. 3. Измерени показатели на червено вино Мерло

Проби №	Стойност на Червения цвят - R (0-255)	Стойност на Зеления цвят - G (0-255)	Стойност на Синия цвят - B (0-255)	pH	U (V)
4	71	48	55	3,94	0,34
5	65	49	55	3,83	0,18
6	75	46	55	3,82	0,2

Табл. 4. Измерени показатели за червено вино Мавруд

Проби №	Стойност на Червения цвят - R (0-255)	Стойност на Зеления цвят - G (0-255)	Стойност на Синия цвят - B (0-255)	pH	U (V)
7	62	47	56	3,77	0,33
8	85	51	51	3,48	0,34
9	78	48	54	3,52	0,11

От получените резултати за цвят се вижда, че изследваните вина са близки до средните стойности за цвят на различните видове червени вина. Резултатите за червено вино Каберне Совиньон показват, че Проба 1 и Проба 3 от този вид имат сходни стойности на цвят, докато Проба 2 се различава от тях по отношение на червения цвят.

Резултатите за червено вино Мерло показват, че Проба 4 и Проба 6 от този вид имат сходни стойности за цвят, докато Проба 5 се различава от тях по отношение на червения цвят.

Резултатите за червено вино Мавруд показват повече разлики в стойностите на цветовете. Проба 8 и Проба 9 от този вид имат сходни цветови стойности, докато Проба 7 се различава от тях по отношение на червения цвят.

Проба 2, Проба 5 и Проба 7, които се различават по цветови стойности от останалите от разглеждания вид, са от един и същ производител.

От получените резултати за киселинност на червените вина се вижда, че Проба 8, се отклонява от нормата за червени вина.

Чрез цветовата характеристика направена от мобилната вградена система може да се определи качеството на червено вино на първо ниво. Системата е реализирана на основата на съвременна елементна база с микроконтролери с ARM архитектура, предлагащи инженерни решения на ниска цена. Ориентиловъчната цена на предложената мобилна система е около 200 Евро.

Заключение

Обединяване на сензори за различни технологични величини позволява по комплексна оценка на качеството на червени вина. Използване на съвременен мобилен STM32F769N1H6 микроконтролер, позволи да се извърши каскадно съвместяване на сензорна информация и експресно да се следи качеството на червени вина. Системата е изпитана и показва, че открива отклонения от стандартите за червено вино. Приложният софтуер може да се развива според нужните на производителите и потребителите на червено вино, като отразява специфики в други сортове и региони. Предимство е, че системата позволява надграждане и с други сензори. Използването на програмно осигуряване с отворен код спомага за мултиплициране на технологичното решение и за други хранителни продукти.

Литература

1. Villamiel M., J. V. Garcia-Perez, A. Montilla, J. A. Carcel, J. Benedito, 2017, Ultrasound in food processing recent advances, United Kingdom: Wiley Blackwell.
2. Baycheva S., 2016, Application of devices of measurement of color in analysis of food products, Journal of Innovation and entrepreneurship, 4 (4), pp. 43-59. ISSN 1314-9180.
3. Cubanfoodla, Какво представлява киселинността във виното, <https://bg.cubanfoodla.com/what-is-acidity-wine>, (достъпно на 10.10.2021 г.)
4. STM32F769IDISCOVERY datasheet – <https://www.st.com/en/evaluation-tools/32f769idiscovery.html> (last visited: 10 June 2021).
5. TCS34725 color sensor datasheet – <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TCS34725.pdf> (достъпно на 10.10.2021 г.).
6. Ibrahim D., 2020, Nucleo boards programming with the STM32CubeIDE, Elektor Digital.
7. Mazidi M, S. Chen, E. Ghaemi, 2018, STM32 programming for embedded systems, MicroDigitalEd.
8. OIV, Compendium of International Analysis of Methods – OIV Chromatic Characteristics, IV-MA-AS2-07B : R2009, International Organisation of Vine and Wine, 2009.

SMART FOOD УЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ

Красимир Колев, Росица Максимова

Университет по хранителни технологии – Пловдив

SMART FOOD WEB APPLICATIONS

Krassimir Kolev, Rositsa Maksimova

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: The present development presents modern aspects for implementation of web applications. A prototype of an intelligent electronic system with different sensors for food analysis is proposed. A compatible modern controller and digital sensors are selected for continuous acquisition and processing of technological information from different types of food. A model for the hardware architecture of the system is presented. A web application for interactive visualization and processing of technological data collected from food has been developed. Fragments of the system's source code and a block diagram are provided. Dash framework based programming techniques have been used to build the data web application with a custom user interface in pure Python.

Keywords: Web application, Python, Dash, Smart food, microcontrollers.

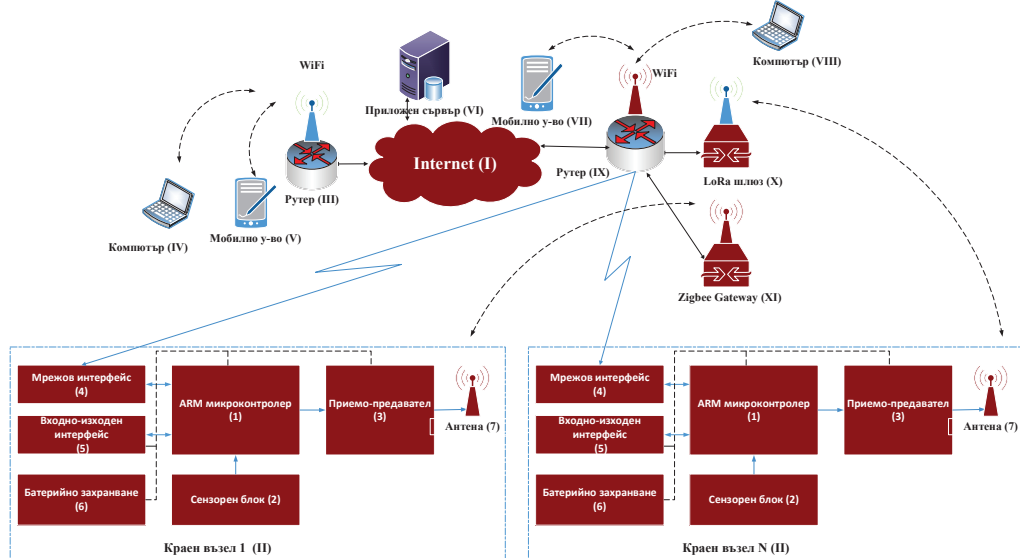
Въведение

Интернетът на уеб услугите, проектирането, създаването на прототипи и визуализацията на данни в реално време, както и готовите интеграции за персонализирано програмиране са модел на съвременния свят, в който живеем днес. За по-гъвкаво внедряване на дадена целева система обаче е добре да навлезем в света на програмирането, например чрез разработване на някое персонализирано уеб приложение. Като подходяща рамка за разработка на уеб приложения относно настоящата публикация е рамката Dash, предоставяща възможност за програмиране на персонализирани приложения за данни основно чрез Python. От друг аспект, контролът на качеството на храните винаги е бил, ще бъде и понастоящем е важен фактор за качеството на живот, както и за предотвратяването на хранително отравяне. През последните години особено внимание се отделя на проследимостта на вложените материали в хранително-вкусовата промишленост. Всички предприятия за преработка на храни са длъжни да изграждат и поддържат системи за анализ на опасностите и контрол на критичните точки чрез HACCP (Система за анализ на опасностите и критичните контролни точки) (Montet and Ray, 2018). Контролът на храните все повече се дигитализира и превръща в нарастваща загриженост за потребителите и учените по целия свят. Наложително е въвеждане на системи за анализ на храни, за да се сведе до минимум производството и разпространението на опасни или некачествени храни. Еволюцията на компютърните технологии изисква преминаване към анализ в реално време. Подходът, по който се реализира подобен анализ е чрез събиране на обективна машинна информация за основните параметри на храните. Гамата от софтуерни и технологични инструменти за осъществяване на активен и мобилен анализ на храната е разнообразна. Главна роля при всички предлагани решения играе подборът на сензорна хардуерна система, която е ключов елемент във всяка активна система за мониторинг на качеството на

храни. Сензорната система е в директен достъп до суровини и крайни продукти и определя какви технологични параметри ще бъдат наблюдавани и архивирани. Събираните данни от една такава система се нуждаят от мониторинг, който в нашия случай представлява персонализирано уеб приложение - уеб мониторинг. Тази публикация предоставя примерно решение за бърз анализ на различни храни, в нашия случай лютеница, като се вземат предвид и текущите тенденции за мрежова свързаност между обекти, базирани на съвременни компютърни системи и технологии.

Хардуер - интелигентна компютърна система за анализ на храни

Предложената хардуерна структура на интелигентна компютърна система за анализ на храни е мрежово свързана посредством глобалната мрежа Internet (I) както е показано на фиг. 1. Основни компоненти на системата крайни възли (II), Рутери (III и IX), Шлюзове (X и XI), Приложен сървър (VI), мобилни устройства (V и VII) и компютри (IV и VIII).



Фиг.1. Хардуерна структура на интелигентна компютърна платформа за анализ на храни

За хардуерната реализация са избрани съвременни модули. За маршрутизатори са избрани тип Cisco RV340W, за LoRa шлюз LAIRD RG186 (поддържа Wi-Fi/Bluetooth/Ethernet), за Zigbee шлюз Raspberry Pi3+CC2530 и крайни възли на база на собствено разработени модули (Kolev and Maksimova, 2021). Всеки краен възел е изграден върху платформа на микроконтролер STM32, позволяваща използвайки предимствата на 32 битова архитектура ARM да се интегрират желани от потребителя сензорни модули. Сензорните модули към хранителните продукти са тип интегрален за даден вид параметър. Входният интерфейс на крайните възли поддържа цифрови и аналогови сензорни входове, така че сензорите могат да бъдат с различни изходни интерфейсни сигнали. Например за мониторинг на лютеница могат да се използват - за цвят: TCS34725; - комбиниран за температура, влажност и налягане: BME280; - за киселинност pH: MA920 или др. аналози, а за измерване на плътност е ползван специално синтезиран ултразвуков модул.

Крайните възли позволяват комуникация по различни технологии (USB, Ethernet, LoRa и Zigbee) в зависимост от конфигурацията им. Предложената функционална структура е в състояние да изпълнява интелигентни функции (като наблюдение на определен обект, събиране и анализ на данни за храни и др.). Функционалните възможности на разработената

структура на компютърна smart сензорна система за храни се определят от съвместната работа на всички компоненти – сензори, крайни възли, шлюзове (gateways) и наета мрежова услуга.

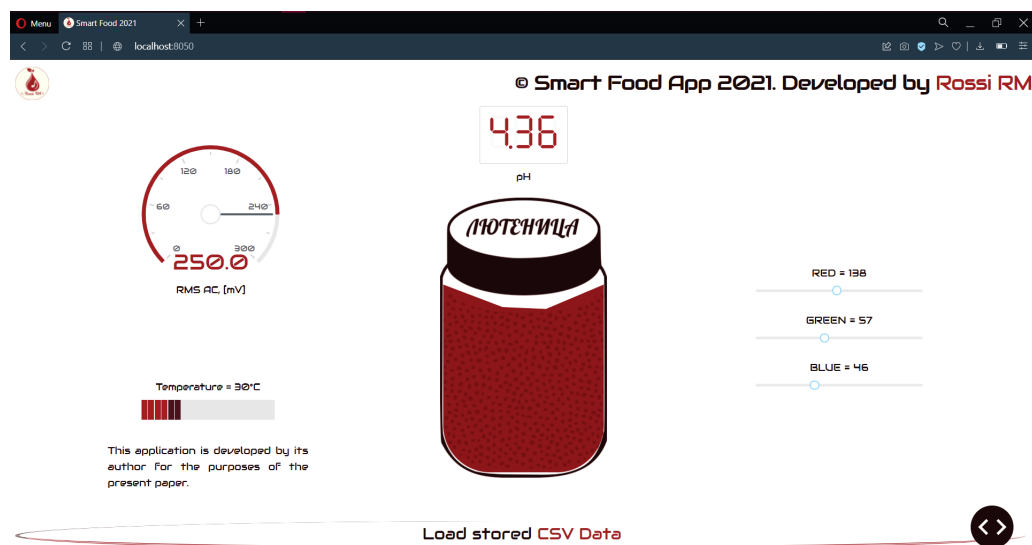
Софтуер - SmartFood WEB Application

Dash е платформа на Python с отворен код за изграждане на персонализирани уеб приложения, разработена от Plotly и лицензирана под лиценза на MIT. Въз основа на Flask, Plotly.js и

React.js, Dash е подходяща за изграждане на приложения за визуализация и обработка на данни от високо ниво с персонализиран потребителски интерфейс (UI) на чист Python. Приложенията на Dash се изобразяват в уеб браузър. Създадени, приложенията могат да се качват на сървъри и да се споделят чрез URL адреси. Тъй като Dash приложенията се прегледват в уеб браузър, Dash всъщност е междуплатформена и мобилна (**Dash Documentation, 2021**). Инсталира се бързо за Python чрез командата:

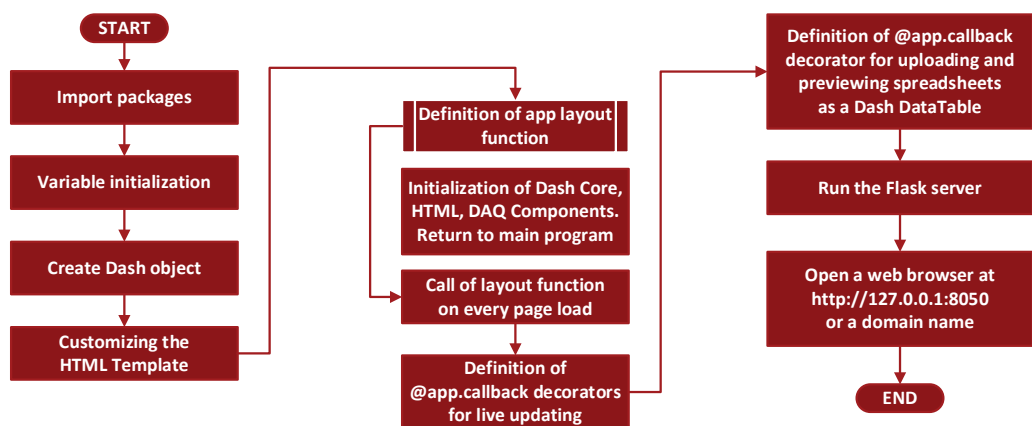
```
$ pip install dash
```

Има и няколко библиотеки с добавки за рамката Dash, които са с отворен код и са достъпни за инсталиране от официалния сайт на Dash чрез командата `pip`. Екранна снимка на нашето основно разработено WEB приложение, работещо на локален хост на наше устройство с адрес <http://localhost:8050> е представена на фиг. 2.



Фиг.2. Екранна снимка на уеб приложението ни в действие през уеб браузър

Приложенията на Dash дават възможност за извличане на данни на живо от бази данни (Maksimova and Kolev, 2020). Параметри като температура, цвят на продукта, плътност и киселинност (pH) се актуализират на дисплея на панела през предварително зададен и достатъчно кратък период от време, т.е. постига се мониторинг в реално време на данните. Освен възможността за наблюдение в реално време на сензорни данни, уеб приложението може, както да съхранява данните в CSV файлове, така и да отваря и визуализира такива с цел справка или други. Блокова диаграма, описваща основните моменти от програмния код, базиран на Dash-платформата, е представена на фиг.3. Тя преглежда основните етапи, през които се минава при създаване на уеб приложения от този тип.



Фиг.3. Блокова диаграма от програмния код на Уеб приложението

При въпроси относно пълният програмен код на системата, може да се свържете с автора й чрез имейл rossirm@abv.bg. Фрагменти от кода на системата изглеждат по следния начин:

```

...
@app.callback(Output(component_id='my-gauge', component_property='value'),
              [Input(component_id='interval-component', component_property='n_intervals')])
def update_gauge(n):
    global rms
    rms = kolev_sensor
    return rms
  
```

Заклучение

Така предложената разработка представлява съвременно и гъвкаво решение при реализиране на анализ на храни - лютеница. Демонстрира се възможността за интеграция на различни хардуерни компоненти с мощното съдействие на уеб приложенията, в частност на Python. Така синтезираният хардуерен комплекс позволява мобилен и дистанционен мониторинг на храни. Системата е разширяема и може да интегрира различни мрежови технологии за обмен на данни. Софтуерното решение е адаптивно с възможност за добавяне на различни функционалности, както по брой на сензори, така и по форма на представяне на данните. Системата е с отворен код и може да се мултиплицира и за други приложения и решения. При изграждане на инфраструктура за интелигентен мониторинг на храни следва да се обърне внимание на избора на крайните устройства. При бъдещото проектиране на инфраструктура е необходимо да се отчита и развитието на новопоявили се безжични технологии, както и стандарти, насочени по-тясно към облачни технологии за събиране и обработка на данни.

Библиография

1. Montet D. and R. Ray, Food Traceability and Authenticity, CRC Press, 2018
2. Kolev K. and R. Maksimova, Novel techniques for food traceability system, Journal of Hygienic Engineering and Design, v. 33, p. 48-54, 2021.
3. Dash Documentation & User Guide | Plotly, <https://dash.plotly.com/>, последно достъпен на 02.12.2021;
4. Maksimova R. and K. Kolev, IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol Vol. 878, Iss. 1, 2020

EVALUATION THE MELTING PROPERTY OF ICE CREAM USING METHODS OF COMPUTER VISION

Angel Danev¹, Petya Boyanova², Atanaska Bosakova-Ardenska¹,
Peter Panayotov²

¹Department of Computer Systems and Technologies,
University of Food Technologies, Maritza blv. 26, 4000 Plovdiv, Bulgaria

²Department of Milk and Dairy products Technology,
University of Food Technologies, Maritza blv. 26, 4000 Plovdiv, Bulgaria

Abstract

Melting characteristics of ice-cream are one of quality indicators describing the water holding capacity and internal structure of the ice-cream mixture. The aim of current research is to propose a computer based approach for analysis the melting property of ice cream. The images of samples of ice cream supplemented with *Spirulina plantensis* powder at concentrations 0,5%, 1% and 1,5% are processed in ImageJ with specially developed macro in order to measure wet areas at 10min, 25min and 40min. The melting property of samples is measured using method of Reid and Painter and the results are compared with results of computer analysis. A correlation analysis shows strong relation between values for melting property measured by Reid and Painter and trough images processing (Pearsons' coefficient is about 0,8). The results are promising and the future work will continue with developing a computer based method for melting property analysis of ice-cream.

Keywords: images processing, ImageJ, ice cream, melting

Introduction

Ice cream, as a kind of dairy product, is highly consumer appreciated and is children and adults friendly (Cruz et al., 2009). This make it an excellent potential vector for functional ingredients in human organism. Ice cream is composed of a mixture of milk products and range of ingredients such as sweetening materials, stabilizers, flavors, coloring agents and etc. Due to this wide variety of ingredients used different kinds of ice cream may be produced. The specific production, processing and post processing storage also considerably affect the kind and quality of the final product. The technology of production includes the following basic stages: initial preparation of raw materials, pasteurization and homogenization, cooling and maturation, freezing of the mixture, formation of ice cream, hardening and storage at - 18°C (Marshall et al., 2003). In physicochemical term, the ice cream is a complex multiphase system of dispersed air, fat globules, ice crystals, and a continuous aqueous phase in which lactose and mineral salts are dissolved and proteins and polysaccharides are suspended (Akalın et al., 2018).

As a part of every computer vision system (CVS), image processing uses different morphological and arithmetic operations on images, in order to enhance their features, extract useful information from them or analyze graphic information (Gonzalez, 2008).

The aim of this research is to present an approach for evaluation the melting property of ice cream using modern methods of computer vision. A group of ice cream samples is used to analyze the melting effect in four different time stages – in $t_0 = 0$, $t_1 = 10$ min., $t_2 = 25$ min. and $t_3 = 40$ min. At each time stage raw image of current sample is taken by a digital camera. Special open-source software called ImageJ is used and a macro is developed. The macro is used for segmenting the images, measuring the wet areas obtained as a result of the melting effect and calculating the ratio between the dense part of the ice cream and the wet areas.

Materials and methods

A group of four ice cream samples supplemented with *Spirulina plantensis* powder with different concentration (Control sample with 0%, Sample 1 with 0.5%, Sample 2 - 1% and Sample 3 - 1.5%) is used for conducting the analyzes. Each ice cream sample is placed on a filter paper and the melting process leads to the appearance of wet areas on paper around the dense part of the ice cream. This occurrence is based on the water content of the ice cream that transudes into the filter paper. Figure 1 shows an example of the melting effect.

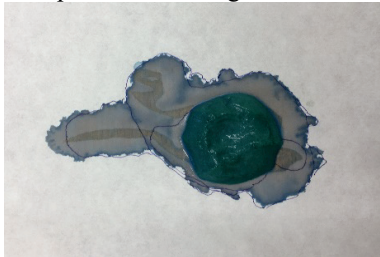


Figure 1. Melting effect of ice cream

Each ice cream sample is captured with a digital camera at four different time stages – in the zero minute (at the time of placing the dense ice cream part on the filter paper), at the 10th minute, the 25th minute and the 40th minute. The initial images are shown in Table 1.

Table 1. Initial images obtained at different time stages

Time Samples	0 min.	10 th min.	25 th min.	40 th min.
Sample 0				
Sample 1				
Sample 2				
Sample 3				

The melting property of the ice cream is evaluated by two approaches. The first approach is used as a reference method and it performs manual analysis, conducted by an expert group, based on measuring the wet areas using method of Reid and Painter (W.H.E Reid et al. 1993) with some modifications. Melting properties were manually analyzed at 30 °C after 10, 25 and 40. Ice cream samples (10 g) are placed on filter paper with a diameter of 90 mm, weight 80 ÷ 103 g/m2 and thickness 0,20 mm.

The second approach is based on modern computer techniques for digital image processing.

For the purpose of this research an open-source software for digital image processing is used in order to process the initial images. ImageJ is a software that provides a wide range of algorithms and tools for digital image processing such as: image enhancement; geometric operations; selections and object recognition techniques; arithmetical and logical operations; calibrations; measurement and other. It is implemented using the objective language - Java and it is developed at the National Institutes of Health and the Laboratory for Optical and Computational Instrumentation at University of Wisconsin (Schneider CA et al. 2012). The program is widely used in different aspects of scientific fields such as radiological image processing (Barboriak D. et al. 2015), microbiological (Collins TJ. 2007), biomedical (Schindelin J. et al. 2015), automated hematology systems (Gering E, Atkinson C., 2004) and others. It is designed with an open architecture and its capabilities can be extended using Java plugins, macros and/or scripts.

The initial images of the dense part of the ice cream samples and the images with different wet areas are processed using a special developed macro program for the software ImageJ. The purpose of the developed macro is to use several effective tools for image processing implemented in ImageJ and to segment the original images in order to separate the object of interest from the background. Than the macro measures the area of the object of interest (in pixels) and calculates the ratio between the dense part of the ice cream and the wet part. The workflow of the macro is shown in Figure 2 using a block diagram and its GUI is shown in Figure 3.

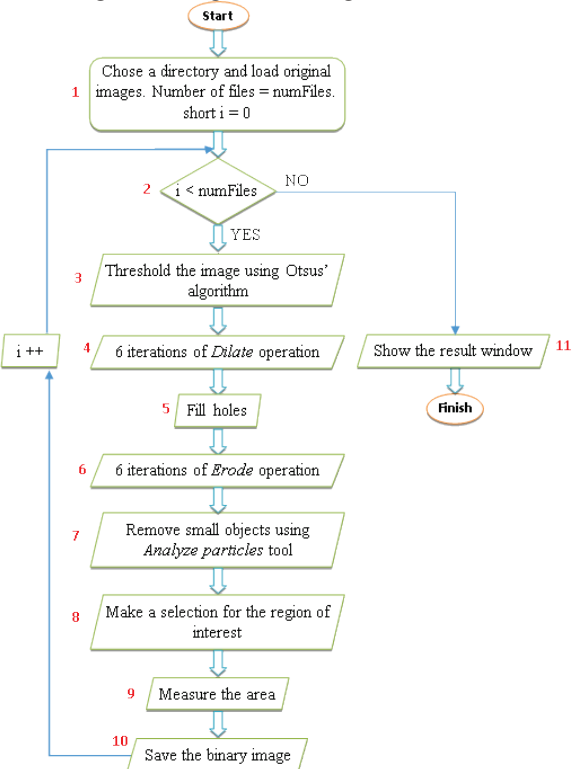


Figure 2. Workflow of the macro

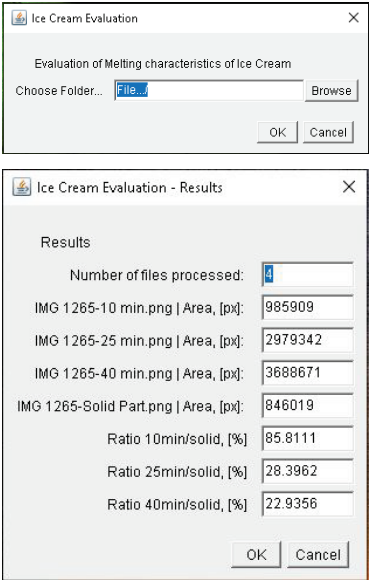


Figure 3. GUI of the macro

The workflow of the macro consists of several important steps. At the beginning the user is directed to a file directory selection window and the macro loads all the images from selected directory (step 1). Steps 3 to 10 are applied for each image and a result window is shown at the end of the process. The macro uses Otsus' thresholding algorithm (Nobuyuki Otsu, 1979) to segment the current image. Than the *Delate*, *Fill holes* and *Erode* operations are applied onto the binary image (Step 4 - 6). A tool called *Analyze particles* implemented in ImageJ is used for removing the small objects around the region of interest (ROI) (Step 7). A selection of the ROI (Step 8) is created in order to measure the wet area (Step 9). Than the binary image is locally saved. The macro finishes his work with showing the result window (Step 11) which presents the measured wet areas for each image and the calculated ratios between the dense part of the ice cream and the wet areas.

Results and discussion

The results after performing the manual approach for measuring the wet areas are shown in Table 2. The wet areas are calculated in square centimeters.

Table 2. Results for the wet area after performing manual evaluation

	Melting resistance, cm ²		
	10 min	25 min	40 min
Sample 0	99	129	135
Sample 1	23,5	82	99
Sample 2	22,5	59,5	68
Sample 3	25,5	47,5	57,7

From the obtained results it is observed that the wet areas measured at 10th min., 25th min. and 40th for the control sample (Sample 0 – with 0% of *Spirulina plantensis* powder) are significantly bigger then the wet areas measured in the other samples of ice cream supplemented with *Spirulina plantensis* powder. The smallest wet areas are measured in Sample 3 (with addition of 1.5% of *Spirulina plantensis* powder). This is evidence of a significant improvement in the melting resistance of the ice cream with the addition of *Spirulina* powder. Graphical representation of the obtained results is shown in Figure 4.

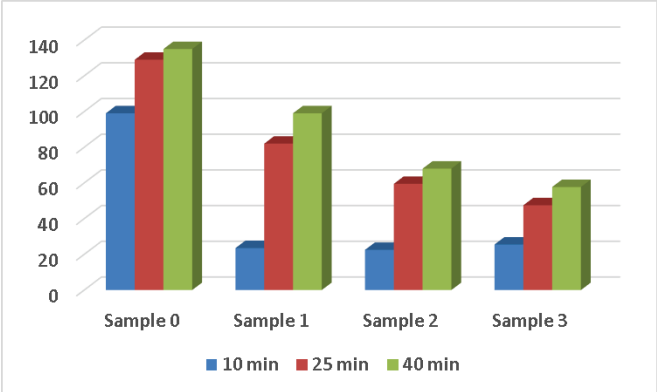


Figure 4. Wet area measured by method of Reid and Painter

The computer based approach for evaluation the melting property is based on calculating the ratio between the dense part of the ice cream and the wet areas captured with digital camera and measured by implementing image processing techniques in an ImageJ macro. The results are shown in Table 3.

Table 3. Results after performing computer evaluation using the ImageJ macro.

	Ratio in %		
	10 min.	25 min.	40 min.
Sample 0	77,69	29,03	23,86
Sample 1	85,81	28,40	22,94
Sample 2	91,68	35,77	31,12
Sample 3	73,43	37,27	30,09

The results after performing computer analysis are graphically presented in Figure 5.

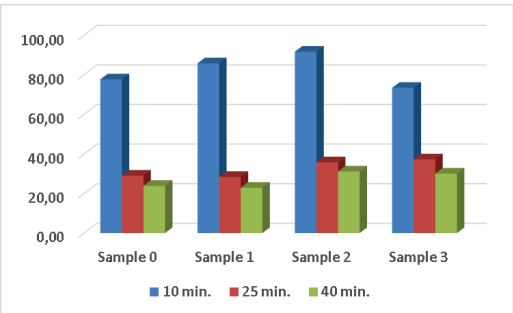


Figure 5. Ratio between dense part of the ice cream and the wet areas. Computer evaluation.

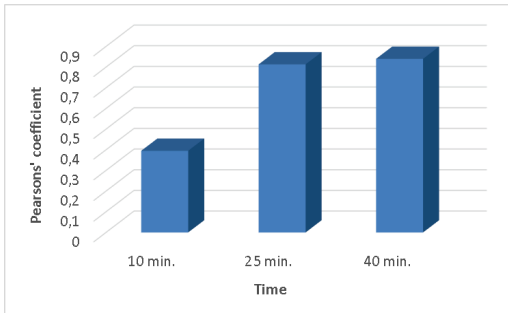


Figure 6. Correlation analysis.

In order to evaluate the efficiency of the computer approach presented in this paper an additional data analysis is made between values for melting property measured by Reid and Painter and trough images processing by the computer approach. Figure 6 shows the results.

A correlation analysis shows strong relation between two approaches (Pearsons' coefficient is about 0,8). The obtained results are promising and the future work will continue with developing a computer based program for evaluating the melting property of ice-cream.

References

- Akalın A, Kesenkaş H, Dinkçi N, Unal G, Ozer E, Kinik O, 2018, Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability, *J Dairy Sci*, vol.101(1), pp 37–46, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13468>.
- Barboriak D, Padua A, York G, Macfall J, 2005, Creation of DICOM-Aware Applications Using ImageJ, *J Digit Imaging*, vol. 18(2), pp 91-9, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10278-004-1879-4>.
- Collins TJ, 2007, ImageJ for microscopy, *BioTechniques*, vol. 43 (1 Suppl), pp 25–30, DOI: <https://doi.org/10.2144/000112517>.
- Cruz AG, Antunes AEC, Lúcia A, Sousa OP, Faria JAF, Saad SMI, 2009, Ice-cream as a probiotic food carrier, *Food Res Int*, vol. 42(9), pp 1233–1239, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.020>.
- Gering E, Atkinson C, 2004, A rapid method for counting nucleated erythrocytes on stained blood smears by digital image analysis, *J Parasitol*, vol. 90 (4), pp 879-81, DOI: <https://doi.org/10.1645/GE-222R>.
- Gonzalez R. and R. Woods, *Digital Image Processing*, (Third Edition), 2008, Prentice-Hall.
- Marshall RT, Goff HD, Hartel RW, The Chapters 2, 5, 6, and 13. In: *Ice Cream*. Springer, Boston, MA, 2003, pp 371, <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0163-3>.
- Nobuyuki Otsu (1979). "A threshold selection method from gray-level histograms". *IEEE Trans. Sys. Man. Cyber.* 9 (1): 62–66. doi:10.1109/TSMC.1979.4310076
- Schindelin J., C. T. Rueden, M. C. Hiner, K. W. Eliceiri, 2015, The ImageJ Ecosystem: An Open Platform for Biomedical Image Analysis, *Molecular Reproduction & Development*, vol. 82 (7-8), pp 518-529, ISSN: 1098-2795 (Online), DOI: <https://doi.org/10.1002/mrd.22489>.
- Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW, 2012, NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis, *Nat Methods*, vol. 9, issue 7, pp 671–675, DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>.
- W.H.E Reid, W. E. Painter, *Agric. Exp. Sta Bull*, 185 (1993).

corresponding author: angel_danev_bg@abv.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЛНОВОДИ ОТ РАЗЛИЧНИ МАТЕРИАЛИ ЗА 5G ПРИЛОЖЕНИЯ

Тихомир Ловчалиев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

INVESTIGATION OF WAVEGUIDES FROM DIFFERENT MATERIALS FOR 5G APPLICATIONS

Tihomir Lovchaliev

Plovdiv Univesrsity „Paisii Hilendarski“

Abstract - In this paper there are presented the results from the investigation of the depth of penetration of the electromagnetic waves in 5G range relative to the material from which the waveguide is made. As the 5G mobile communications are the newest generation of mobile information systems they are driving substantial amounts of research around the world. MmWave frequencies are the core tenet of the fifth generation of wireless communications. For frequencies above 20 GHz, waveguide is the most appropriate solution for transferring electromagnetic waves with a low loss.

Keywords: 5G, waveguide, materials, wavelength.

1. Въведение

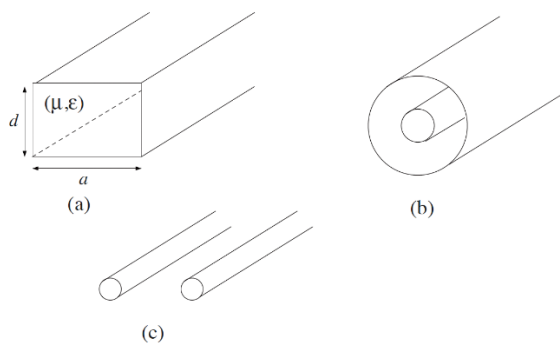
Вълноводът се използва за ограничаване на разпространението на вълната в едно измерение, така че при идеални условия вълната губи много малко мощност по време на разпространение, тъй като ако е насочена, тя отслабва с разстоянието от източника. Проводимите метали, използвани при създаването на вълноводи, имат малка дълбочина на обшивката, за да осигурят голяма повърхностна проводимост и поради отражението по стените на вълновода вълните се ограничават във вътрешността на вълновода. Вълноводите са по същество всяка структура, която позволява разпространението на вълни.

От друга страна, антените могат да се разглеждат като структури с насочени вълни, тъй като някои от тях имат силно насочен модел. Не е необходимо да се издига конструкция на голямо разстояние, което служи като предимство на антената. За съжаление, дори най-добрите антенни системи не са в състояние да постигнат наистина добра степен на „насочване“ и в резултат на това може да се загубят стотици dB сигнал. Една от причините е, че няма действителна антена, която да насочва сигнал само в една посока и е необходима междинна структура, която да насочва сигнала към местоназначението му. Ако споменатата структура нямаше материални загуби, тя би могла да насочва цялата енергия от източника в посока към приемника. Вълноводите представляват точно такива структури. Те се използват, когато използването на коаксиален кабел не е подходящо – той е с твърде големи загуби, скъп и крехък [2]. Вълноводите се използват при честоти в mmWave диапазон за 5G и водят до значителни количествени изследвания по целия свят. Повечето вълноводни приложения днес са обект на тестове и измервания. Те се използват в радарни и електронни системи, връзки от точка до точка, сателитни терминали, предаватели за излъчване, медицински системи и линейни ускорители и други системи, главно поради техния размер.

За честоти над 20 GHz вълноводът е най-подходящото решение за пренос на електромагнитна вълна с ниска загуба. В бъдеще той притежава голям потенциал и за mmWave антени. Честотите в MmWave обхват са основният принцип на петото поколение безжични комуникации. Те са необходими за адаптиране на изключително широките честотни ленти на канала. Това се изисква от видео стрийминг с висока разделителна способност и други приложения с интензивно използване на данни, както и ниската латентност, изисквана от приложения като автономни превозни средства, телехирургия, игри и много индустриални приложения. За да се направи възможна работата в тази спектрална област е от решаващо значение използването на усъвършенствани антенни архитектури.

2. Методология

В практиката най – често се използват вълноводи с правоъгълно сечение и по рядко с кръгло. Основно изискване към конструкцията и технологичното изпълнение на вълновода е той да бъде много точно изработен, а вътрешната му повърхност – шлифована. Недобре шлифованата му повърхност води до силно повишаване на загубите в стените на вълновода. За намаляване на загубите от повърхностното съпротивление вълноводите обикновено се посребряват или позлатяват от вътрешната страна. Влагата също увеличава загубите във вълновода и затова се вземат мерки за нейното остраняване.



Фигура 1. (а) правоъгълен метален вълновод; (б) кръгъл коаксиален вълновод; (с) двупроводна преносна линия.

При условие, че $\lambda < \lambda_{кр}$, разпространението на вълната във вълновод, запълнен с въздух ($\epsilon = 1$), става без затихване (с изключение загубите в стените на вълновода) и дължината й вълновода е

$$\lambda_B = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}} \quad (1)$$

λ – дължината на вълната в свободното пространство;

λ_B – дължината на вълната във вълновода;

$\lambda_{кр}$ - критичната дължина на вълната;

За правоъгълен вълновод - $\lambda_{кр} = 2a$ (2)

Тази вълна се нарича още основна вълна. Освен нея във вълновода могат да съществуват и други неосновни вълни, ако

$$\lambda_{кр} = \frac{2a}{m} \quad (3)$$

където m е цяло число. При $m=1$ $\lambda_{кр}$ е най-дългата вълна, която може да мине през вълновода. Вълните отговарящи на $m=2,3$ и т.н. се наричат вълни от по-висш порядък или обертонове. Основната вълна ще бъде единствената вълна, която се предава само ако е изпълнено условието

$$2a > \lambda > a \quad (4)$$

В практиката най-често е желателно да се работи с такава стойност на λ , за да се избегне появата на вълни от по-висш порядък.

Уравнение $\lambda_B = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}$, пререшено по отношение на λ , дава връзката между

вълната в свободно пространство и дължината на вълната във вълновода λ_B ;

$$\lambda_B = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}} \quad (5)$$

В таблицата са дадени стойностите на критичната вълна за най-употребяваните типове вълни в правоъгълен и кръгъл вълновод.

Затихване на вълновода. Както вече се спомена, затихването на вълновода в областта на пропусканите честоти се определя основно от съпротивлението в стените му и от загубите в диелектрика. При идеална гладка повърхност на вълновода повърхностното съпротивление се определя от използвания материал и от проникването на високочестотни токове в повърхността на метала. За различните видове материали тези величини са дадени в таблица 2.

Във формулите λ следва да се вземе в см, а f – МНHz. Тук може да се види защо е необходима идеално гладка повърхност на вълновода. Например, ако $\lambda=10$ см, проникването е около 1 μ м. Следователно токът се разпространява по повърхността на метала на дълбочина 1 μ м и ако в тази повърхност има грапавини, по-големи от 1 μ м, пътят на тока се увеличава и съпротивлението рязко нараства. На второ място, както се вижда затихването зависи от размера b на вълновода. Понежа размера a не може да се варира, то колкото b е по-голямо, толкова загубите са по-малки.

Обикновено с нарастване на честотата затихването расте по-бързо или по-бавно в зависимост от типа на вълната и вълновода. Характерно е обаче едно изключение при кръгли вълноводи, специално за колебания тип H_{01} . За този вид вълни с увеличаване на честотата затихването намалява непрекъснато. Това се обяснява с наличието само на кръгови токове в стените на вълновода. Тези токове създават надлъжно магнитно поле, големината на което с увеличаване на честотата намалява в сравнение с напречната компонента. При това вълната H_{01} като че ли откъсва от стената и става напречна. С увеличаване на диаметъра на вълновода затихването за тази вълна също може да намалее. Ето защо при предаване енергия на голямо разстояние кръглият вълновод е по-подходящ от правоъгълния. Например за меден проводник с диаметър 5 см и $\lambda=3$ см затихването е 20 dB/km, а за вълна $\lambda=0,8$ см – само 1,8 dB/km. Ако се увеличи диаметърът на вълновода на 12,5 см, затихването за вълна $\lambda=10$ см става 0,8 dB/m, а за дължина 0,8 см – 0,1 dB/km, което е твърде малко и практически енергията може да се предаде няколко десетки или стотици километри с много малки загуби.

Горните разсъждения се отнасят до вълновод с безкрайна дължина, т.е. за съгласуван вълновод. При несъгласуване, т.е. при наличие на отражение се появяват допълнителни загуби – загуби от отражение и затихването се увеличава.

Таблица 1. Стойностите на критичната вълна за най-често използваните видове вълни в правоъгълни и кръгли вълноводи

Правоъгълен вълновод		Кръгъл вълновод	
Тип вълна	$\lambda_{кр}$	Тип вълна	$\lambda_{кр}$
H_{10}	$2a$	H_{11}	$3,41 R$
H_{01}	$2a$	E_{01}	$2,62 R$
H_{20}	a	H_{21}	$2,05R$
H_{11}	$\frac{2a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$	H_{01}	$1,64R$
E_{11}	$\frac{2a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$	E_{11}	$1,64R$

Таблица 2. Стойности на вълновода спрямо изработката на материала, относителна проводимост и дълбочина на проникването

Материал	Повърхностно съпротивление на 1 см дължина r_s, Ω	Относителна проводимост σ, Ω^{-1}	Дълбочина на проникването $\delta, \mu m$
Сребро	$\frac{0,044}{\sqrt{\lambda}} = 0,261\sqrt{f} \cdot 10^{-3}$	$6,1 \times 10^7$	$0,37\sqrt{\lambda}$
Мед	$\frac{0,047}{\sqrt{\lambda}} = 0,252\sqrt{f} \cdot 10^{-3}$	$5,5 \times 10^7$	$0,39\sqrt{\lambda}$
Алуминий	$\frac{0,061}{\sqrt{\lambda}} = 0,326\sqrt{f} \cdot 10^{-3}$	$3,2 \times 10^7$	$0,51\sqrt{\lambda}$
Месинг	$\frac{0,084}{\sqrt{\lambda}} = 0,5\sqrt{f} \cdot 10^{-3}$	$1,6 \times 10^7$	$0,73\sqrt{\lambda}$
Злато	$\frac{0,054}{\sqrt{\lambda}} = 0,31\sqrt{f} \cdot 10^{-3}$	$4,1 \times 10^7$	$0,45\sqrt{\lambda}$

3. Използване на кръгъл вълновод с вълна H_{01} за предаване на сигнали на дълги разстояния

Уникалният ход на затихването с увеличаване на честотата ни навежда на мисълта, че една цилиндрична вълноводна линия с вълна H_{01} е целесъобразно да се използва за предаване на сигнали на големи разстояния за по-късите сантиметрови и милиметрови вълни. Тогава затихването има малки стойности – около $1 \div 2$ dB/km . Например по вълновод с диаметър $2a=60\text{mm}$ могат да се предават едновременно електромагнитни вълни с честоти от 35 до 100 GHz ($\lambda=8,6 \div 3\text{mm}$), т.е. работният честотен обхват на такава линия за пренасяне на сигнали е 65GHz. Ако се използва импулсно-кодова модулация за един телевизионен канал е необходима честотна лента с ширина 270 MHz. Следователно по кръгла вълноводна линия могат едновременно да се предават с малко затихване около 240 телевизионни програми или 300 000 телефонни разговора.

На практика при използването на такива вълноводни линии съществуват определени ограничения. При радиус на вълновода $a \geq 3 \div 4\lambda$ в кръглата цилиндрична вълноводна линия освен H_{01} могат да се разпространяват и повече от 100 други висши типове вълни. При наличие на нееднородности по дължината на вълновода вълната H_{01} може да се преобразува в друг тип вълна, характеризираща се с по-голямо затихване. И така, ако сигналът се предава не само чрез вълна H_{01} , а се носи едновременно от няколко типа вълни, затихването

многократно нараства. В същото време многомодово разпространение дисперсията е силно изразена и се получават шумове и недопустими изкривявания на предаваната информация.

4. Данни и резултати

Извършени са изследвания на дълбочината на проникване при кръгъл вълновод с вълни от следните типове: H_{01} , E_{11} , E_{01} , H_{11} , H_{21} . Изчисленията са направени при дължини на вълните в следните три диапазона: от 28GHz до 30GHz; от 37GHz до 40GHz; от 67,5GHz до 70GHz за вълноводи, изработени от следните материали: сребро, мед, алуминий, месинг и злато. Резултатите са представени в табличен вид. В Таблица 3 е изчислен вътрешният радиус на вълновода спрямо видовете вълни: H_{01} , E_{11} , E_{01} , H_{11} , H_{21} .

Таблица 3. Вътрешен радиус на вълновода относно видовете вълни: H_{01} , E_{11} , E_{01} , H_{11} , H_{21}

f, GHz	λ , mm	(R, m) $E_{11}=H_{01}$	(R, m) E_{01}	(R, m) H_{11}	(R, m) H_{21}
28	10,71	0,0065331	0,00408942	0,00314202	0,00522648
29	10,34	0,00630782	0,00394841	0,00303367	0,00504626
29,5	10,17	0,00620091	0,00388149	0,00298226	0,00496073
30	10	0,00609756	0,00381679	0,00293255	0,00487805
37	8,1	0,00494397	0,0030947	0,00237774	0,00395517
38	7,9	0,00481386	0,00301326	0,00231517	0,00385109
39	7,7	0,00469043	0,002936	0,00225581	0,00375235
40	7,5	0,00457317	0,0028626	0,00219941	0,00365854
67,5	4,4	0,00271003	0,00169635	0,00130336	0,00216802
68	4,4	0,0026901	0,00168388	0,00129377	0,00215208
69	4,3	0,00265111	0,00165948	0,00127502	0,00212089
70	4,9	0,00261324	0,00163577	0,00125681	0,00209059

В Таблица 4 е изчислена дълбочината на проникване спрямо производството на материалите: в сребърен (Ag) вълновод, в mm се поставя в колона 3, в мед (Cu) дълбочината на проникване вълноводът в mm се поставя в колона 4 ; дълбочината на проникване в алуминиев (Al) вълновод в mm е в колона 5; дълбочината на проникване в месинговия вълновод се поставя в колона 6, а дълбочината на проникване в златния (Au) вълновод в mm е в колона 7.

Таблица 4. Дълбочина на проникване относно материала на вълновода

f, GHz	λ , mm	3	4	5	6	7
28	10,71	38,3	40,4	52,8	833	46,6
29	10,34	37,6	39,7	51,9	831	45,8
29,5	10,17	37,3	39,3	51,4	830	45,3
30	10	37	39	51	830	45
37	8,1	33,3	35,1	46	820	40,5
38	7,9	32,9	34,7	45,3	819	39,9
39	7,7	32,5	34,2	44,7	818	39,5
40	7,5	32	33,8	44,2	817	38,9
67,5	4,4	24,7	30	34	967	30
68	4,4	24,6	26	33,8	796	29,9

69	4,3	24,4	25,7	33,6	796	29,7
70	4,9	24,2	25,5	33,4	795	29,5

5. Заключение и анализ на получените данни

Проведени са изследвания на дълбочината на проникване на кръгъл вълновод с вълни от следните типове: H_{01} , E_{11} , E_{01} , H_{11} , H_{21} . Изчисленията се правят при дължини на вълните в следните три диапазона: от 28GHz до 30GHz; от 37GHz до 40GHz; от 67,5GHz до 70GHz за вълноводи, изработени от следните материали: сребро, мед, алуминий, месинг и злато. От изчисленията можем да кажем, че колкото по-висока е честотата, толкова по-малък е вътрешният радиус на вълновода. За да може такъв вълновод да се предлага на пазара, най-добрият материал, който можем да използваме спрямо вид качество и цена е кръгъл вълновод с посребрени нишки. Важно е да се отбележи, че при достигане на по-високи честоти от моментните, едва ли ще е възможно да се изработи много малък кръгъл вълновод.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. F. Kuester and D. C. Chang, "THEORY OF WAVEGUIDES AND TRANSMISSION," pp. 1–15, (references)
2. Спас Димитров и Александър Маринов, Пасивни СВЧ елементи, София
3. Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, p. 301, 1982].
4. N. Kafadarova, S. Stoyanova-Petrova, A. Andonova. (2012). "Performance Support System for Thermal Management Engineers Workplace Learning," Scientific journal „Electrotechnica & Electronica“ - E+E, 3-4/2012, pp.44-49, 2012.
5. M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

CONTROL OF SINGLE-PHASE VOLTAGE INVERTER WITH PHOTO VOLTAGE ISOLATORS

Yanka Nikolova Ivanova, Svetoslav Cvetanov Ivanov

Technical University of Sofia, branch Plovdiv
Faculty of Electronics and Automation, 25 Tsanko Dyustabanov
Plovdiv 4000

e-mail: yankakiss777@abv.bv

e-mail : etehsv@gmail.com

Abstract

The article presents the research of a single-phase resonant inverter designed to convert the voltage from a photovoltaic panel into alternating voltage with a frequency of 50Hz and an amplitude value of 5kV. The control of MOSFET in inverter is performed with photo voltage isolators. They in turn are controlled by a generator of two-polar current pulses. The output voltage of inverter is obtained from the capacitor included in series resonant circuit. Studies of the change in voltage across the capacitor as a function of the frequency of control pulses for the inverter have been performed. A scheme for generating two-polar current pulses designed to control photo voltage isolators has been studied.

Keywords: photovoltaic insulator, series resonant inverter, DC-AC converter

1. Introduction

High-voltage DC-AC converters are often used to power sensors in measuring technology, as well as to power pulsed lamps in laser devices [1]. When powering mobile devices as low voltage sources with low output power, photovoltaic panels with 24V output voltage can be used [2]. Photo voltage isolators (PVI) generate electrically isolated DC voltage after the input DC signal [3]. The PVI input is an LED that is optically connected but is electrically isolated from the output.

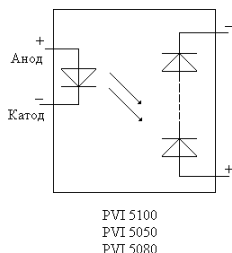


Fig.1. Principle scheme and designation of PVI

They are produced in an integrated version in four or five terminal housing, respectively with 5 volt output or with two 5 volt outputs. Two DC sources can be connected in series in order to obtain a voltage of 10V. The photo voltage isolator can be used as an insulator between the input and output electrical circuits, as an optocoupler or as an isolated voltage source [4]. As an insulator PVI can be used as a switch element in relay circuits. The permissible insulation voltage between

the input and output is equal to 2500V [5]. The values of elements of the substitution scheme for the element PVI 5110 used in simulation research are shown in Table 1.

Table 1

	I_1	I_2	r_o	R_0	C_g	C_1
PVI 5110	20 mA	28 μA	30 kΩ	100 MΩ	100 pF	1 pF

The purpose of this paper is to be designed and investigated a circuit of a series resonant inverter powered by low volt power sources operating at low resonant frequency with high output voltage obtained on the capacitor of the resonant circuit, MOFSFET will be controlled by photo voltage isolators.

2. Designed and investigated circuit of the series resonant inverter

The following figure 2 shows the designed and investigated circuit of a series resonant inverter for generating high voltage with a value of 5 kV, powered by solar batteries with DC voltage of 24V.

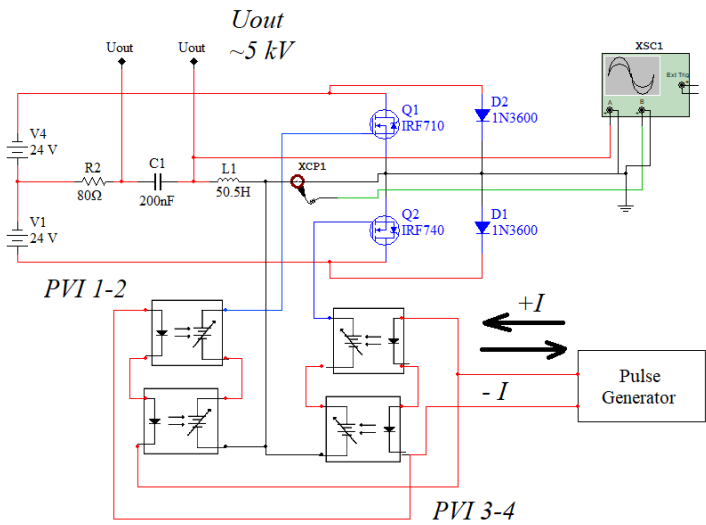


Fig.2. Series resonant inverter

The load of inverter is a series resonant circuit with resonant frequency $f_0 = 50\text{Hz}$. The substitution scheme of the photo voltage isolator used for the simulation research of the inverter is shown in Figure 3.

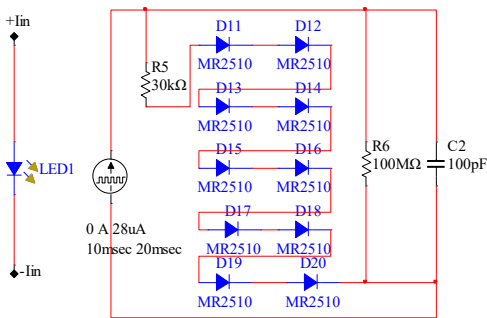


Fig. 3. Substitution scheme for simulation research of PVI

3. Experimental results

The following figures show oscillograms of the simulation research of the resonant inverter. The research was performed in the software environment "NI Multisim". The change of current in [mA] in the resonant circuit and of the voltage on the capacitor C1 in [kV] are shown in Fig.4. The voltage reaches a maximum value of 4.98 kV and the current reaches a maximum value of 315mA.

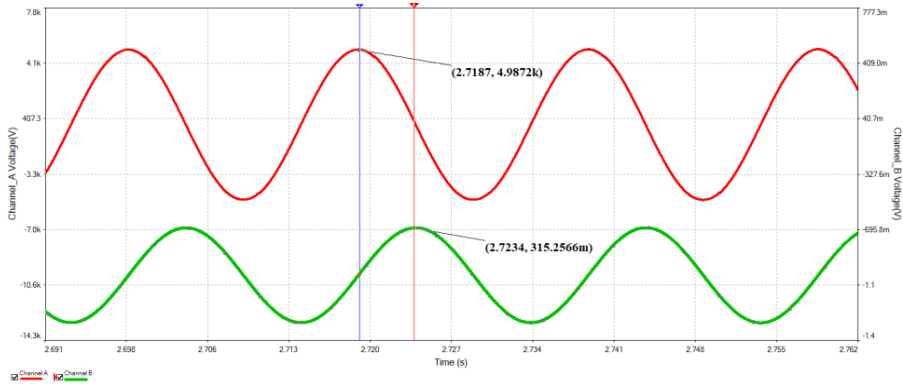
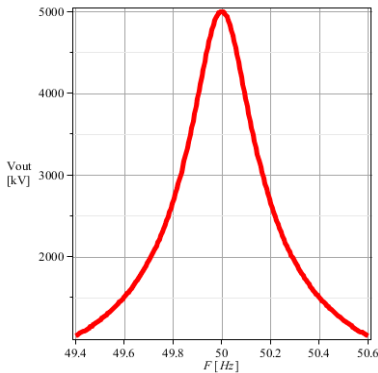


Fig. 4. Change of current and voltage in the power circuit of inverter

The quality factor Q_0 of the series resonant circuit has a high value:

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot 50,5}{80} = 198.2 \quad (1)$$

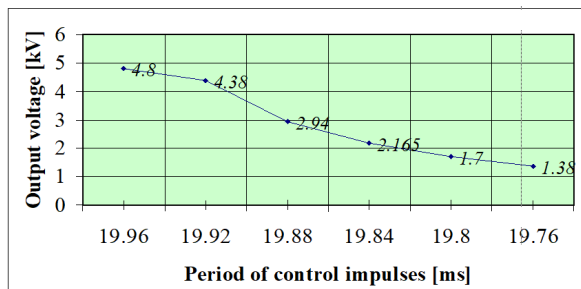


The resonant curve of voltage change as a function of the frequency of control pulses for the inverter is shown in Figure 5, after the graphical solution of equation (2) in the software environment "Maple".

$$plot\left(\frac{5000}{\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot (f - 50)}{50} \cdot 198\right)^2}}, f = 49.4 \dots 50.6\right) \quad (2)$$

Fig 5. Resonant voltage curve

The control characteristic of the output voltage of the inverter obtained on the capacitor C1 with a change of the period of the control pulses in the range from 19.76 ms to 20ms is shown in Fig.6.



A scheme for generating two-polar current pulses for PVI control has been designed (Fig.7).

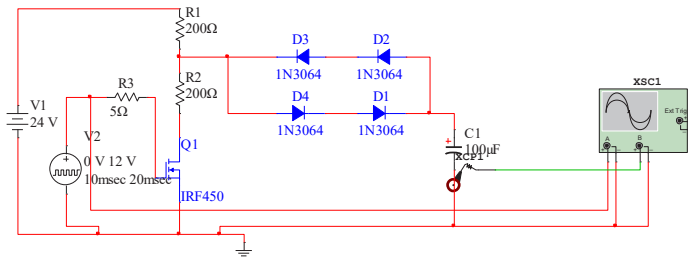


Fig. 7. Scheme for control of photo voltage isolators

The oscillogram of two-ipolar current pulses for controlling the photo voltage isolators is shown in Figure 8.

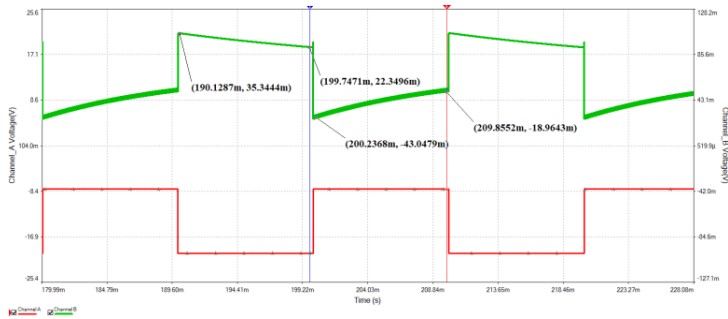


Fig. 8. Shape of current through the LEDs of the photo voltage isolators

The magnitude of the current through the LEDs of PVI varies between 19 and 43 mA. These values are sufficient to generate a voltage of +5V at their terminals.

4. Conclusion

The proposed and studied circuit solution of a series resonant inverter allows generating a sinusoidal voltage with a high amplitude value and is suitable for powering high voltage loads. The control is completely digital and a complete galvanic separation of the power circuit from the control circuit is realized with the use of photo voltage isolators. The circuit can be powered by photovoltaic panels with low output power.

References:

- [1] Zaharatos BR, Campanelli M, Tenorio L. On the estimability of the PV single-diode model parameters. *Stat Anal Data Min: ASA Data Sci J* 2015.
- [2] Dash SK, Raj RA, Nema S, Nema R. Development of photovoltaic (PV) cell/module/array and non-uniform irradiance effect based on two-diode model by using PSPICE simulator, (ICNTE2015). IEEE; 2015. p.1–6.
- [3] Vergura S. Scalable model of PV cell in variable environment condition based on the manufacturer datasheet for circuit simulation. (EEEIC 2015). IEEE; 2015. p.1481–85.
- [4] Rajabi, M., Hosseini, S.M.H. Maximum power point tracking in photovoltaic systems under different operational conditions by using ZA-INC algorithm. *SN Appl. Sci.* **1**, 1535 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1536-7>.
- [5] Bill Collins, Choosing an input resistor for a Microelectronic Relay, International Rectifier, AN-101a, www.irf.com

INVESTIGATION OF AN ADJUSTABLE RECTIFIER WITH MOSFET CONTROLLED BY PHOTO VOLTAGE ISOLATOR

Yanka Nikolova Ivanova, Svetoslav Cvetanov Ivanov

Technical University of Sofia, branch Plovdiv

Faculty of Electronics and Automation, 25,
Tsanko Dyustabanov
Plovdiv 4000

Abstract

In this article, a study of a new circuit of an adjustable single-phase rectifier with the possibility of changing the polarity of the output voltage is made. The value of the output voltage is regulated by the method of pulse width modulation (PWM). The switch MOSFET is controlled by a photo voltage isolator (PVI). The mode of operation of the rectifier with active and active-inductive load is studied. A complete galvanic separation between the control system and the rectifier is made by the photo voltage isolator. A complete substitution circuit of the rectifier has been made with two photo voltage isolators included for simulation research.

Keywords: photovoltaic insulator, single-phase rectifier, AC-DC converter

1. Introduction

Complete galvanic separation between the control circuit for one adjustable rectifier and the power circuit increases the reliability of the operation and improves the stability of the control system [1]. Photo voltage isolators (PVI) allow the series or parallel connection of their output photovoltaic sources in order to obtain a higher voltage or generate higher current [2].

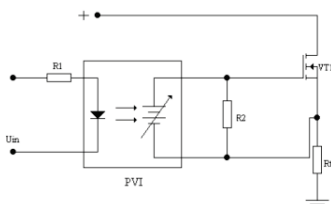


Fig.1. MOSFET control application scheme

Photo voltage isolators are used as drivers for control of MOSFET and IGBT transistors, (Fig.1) [3]. The PVI elements transmit energy through an insulating layer and directly generate a

voltage of 5V at their output, and 10V when the two elements are connected in series [4]. The permissible insulation voltage between the input and output is equal to 2500V [5,6]. The substitution circuit of the photo voltage isolator can be represented as follows, (Fig.2). This scheme is suitable for simulation research.

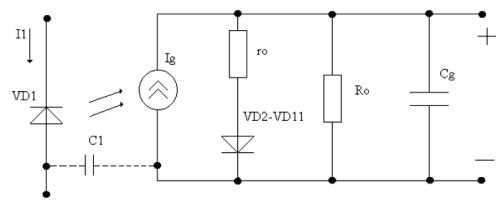


Fig.2. Equivalent PVI substitution scheme

The values of the elements of substitution scheme for the element PVI 5110 used in simulation research in the performed tests are shown in Table 1.

Table 1

	I_1	I_2	r_o	R_0	C_g	C_1
PVI 5110	20 mA	28 μ A	30 k Ω	100 M Ω	100 pF	1 pF

The purpose of this article is to design and study a circuit of a one-and-a-half-cycle rectifier with a two-operation switch element consisting of two series-connected MOFSFETs controlled by photo voltage isolators.

2. Designed and researched circuit of an adjustable one-and-a-half-cycle rectifier

A circuit of an adjustable rectifier with switch elements, two MOSFET transistors Q1 and Q2, has been proposed and studied. These transistors perform the function of a two-operation switch in an AC circuit powered by a single-phase voltage $U_{rms} = 230V, 50Hz$, (Fig.3).

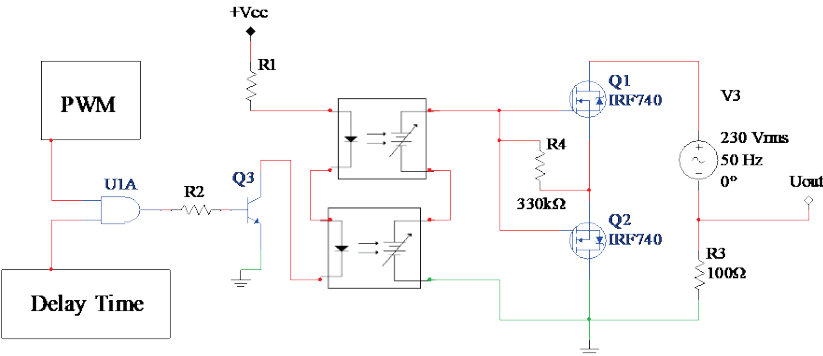


Fig. 3. Scheme of the designed single-phase adjustable rectifier

The regulation of the average value of the DC voltage is carried out by the method of pulse width modulation. The control pulses for controlling the field-effect transistors are passed during one of the mains voltage half-cycles. The polarity of the DC voltage is set with the time delay circuit. This circuit is synchronized with the zero voltage of the mains voltage and allows the inclusion of field-effect transistors during the positive or negative half-cycle of the voltage.

Substitution scheme for simulation research

The circuit for simulation studies of the adjustable rectifier includes a current pulse generator with the possibility of width - pulse modulation of their duration with a repetition period of $2\mu\text{s}$, (Fig.4). With a series-connected PVI, a control voltage of 10V is provided for the input circuits of the field-effect transistors.

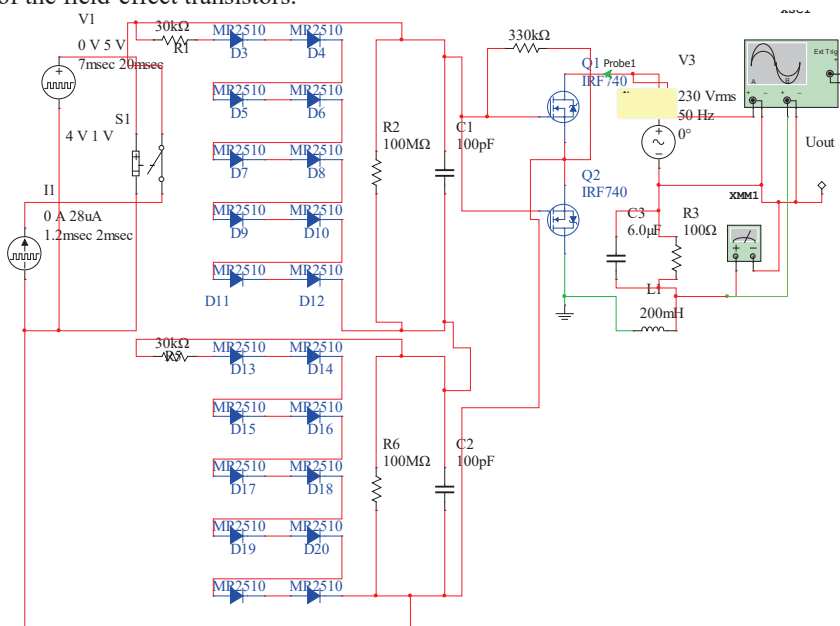


Fig. 4. Substitution scheme for simulation study of the adjustable rectifier

In the substitution scheme PWM is realized with the current source I1, and the delay circuit with the voltage source V1. To improve the shape of the DC voltage on the active load R3 (100Ω), as well as the power factor, a passive low-pass filter L1, C3 has been added.

3. Experimental results

The following figures show oscillograms from the simulation studies of the rectifier. Figure 5 shows the shape of the voltage on the active load without the low-frequency LC filter. The duty cycle is $D = 50\%$, with zero value of the time delay (TD) as the duration of the time for supplying control pulses for field-effect transistors $t_c = 9\text{ ms}$ during the positive half-cycle of the mains voltage.



Fig.5. Shape of the voltage on the active load without the low-frequency LC filter

Figure 6 shows the shape of DC voltage on the active load at the duty cycle of the control pulses $D = 60\%$, zero value of the time delay (TD) and the duration of the time for the supply of control pulses $t_c = 7$ ms for the positive half-life of mains voltage with included low-pass filter L1, C3.

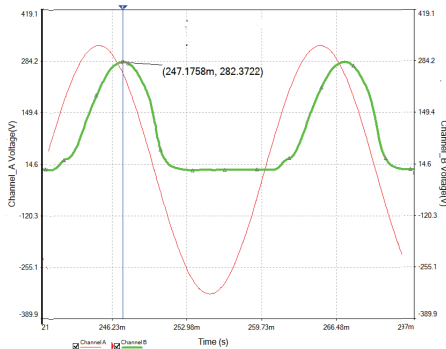


Fig.6. Shape of DC voltage on the active load with included low-pass filter L1, C3

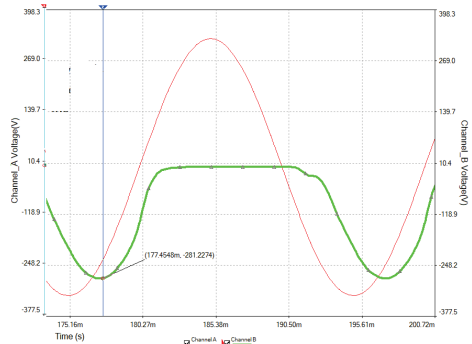


Fig. 7. Obtaining negative DC voltage on the active load

Figure 7 shows the shape of DC voltage measured on the active load at the duty cycle of the control pulses $D=60\%$, with added time delay $TD=10$ ms and duration of the time for applying the control pulses $t_c=7$ ms for the time of the negative half-cycle of the mains voltage. In this way, the polarity of DC voltage on the active load R3 can be changed.

4. Conclusion

The proposed and researched circuit solution of a rectifier allows for smooth regulation of the output voltage, as well as for changing the polarity of the voltage. The control is completely digital and a complete galvanic separation of the power circuit from the control circuit is realized with the use of photo voltage isolators. The circuit has an improved power factor compared to the phase control method.

References:

- [1] Trejos, A., Gonzalez, D. and Ramos-Paja, C. A., "Modeling of step-up grid-connected photovoltaic systems for control purposes," *Energies*, vol. 5, pp. 1900-1926, 2012.
- [2] Shivalkar R, Jadhav H, Deo P. Feasibility study for the net metering implementation in rooftop solar PV installations across reliance energy consumers. In: proceedings of international conference on circuit, power and computing technologies (ICCPCT2015). IEEE;2015.p.1–6.
- [3] Reca J, Torrente C, López-Luque R, Martínez J. Feasibility analysis of a standalone direct pumping photovoltaic system for irrigation in Mediterranean greenhouses. *Renew Energy* 2016; 85: 1143–54.
- [4] Farivar G, Asaei B. Photovoltaic module single diode model parameters extraction based on manufacturer datasheet parameters. In: proceedings of IEEE international conference on Power and energy (PECon 2010). IEEE; 2010. p.929–34.
- [5] Analog Isolation in the 21st Century, Arlie Stonestreet II, Chief Design Engineer at Ultra Electronics - ICE Corporation -September 04, 2014, Information on the Dionics 8A100-2 High Current PVI refer to www.Dionics-USA.com
- [6] Photovoltaic Isolator Single and Dual Channel 5-10 Volt Output, Edition 2016-04-19. Published by Infineon Technologies AG 81726 Munich, Germany, 2017-12-05.

e-mail: yankakiss777@abv.bv

e-mail : etehsv@gmail.com

МОДЕЛИРАНЕ НА ЕМПИРИЧНИ ДАННИ ЗА НИСКОЛЕГИРАНИ СТОМАНИ С АНСАМБЛОВИ МЕТОДИ

Мариана Колева-Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”,

Факултет по математика и информатика

MODELING OF EMPIRICAL DATA FOR LOW ALLOY STEEL USING ASSEMBLE METHODS

Mariana Koleva-Petrova

University of Plovdiv Paisii Hilendarski,

Faculty of Mathematics and Informatics

Abstract Knowing the relationships between mechanical, electrical and thermal properties of low-alloy steels depending on their chemical composition is an important practical task to improve their performance parameters. In this work, the dependence of the mechanical property tensile strength on a large number of chemical elements and the length of the test specimens is investigated. For this purpose, regression models with high performance machine learning method CART-ensemble and bagging are built and studied. The model predicted data fit the measured ones with up to 92%.

Keywords: machine learning, Classification and regression tree ensemble, bagging, predictive model, ensemble method

1. Въведение

Стоманата е един от най-често използваните материали, с широко приложение в строителството, машиностроенето, приборостроенето и други инженерни области. Известни са над 3500 типа стомани с разнообразни свойства (Black and Kohser, 2019). Малки количества от други метали, освен желязо и въглерод, добавени към стоманите, променят техните свойства по благоприятни за определени промишлени приложения начини. Елементите, целенасочено включени в състава на стоманите, се наричат легиращи. Най-често използваните легиращи елементи са: манган, никел, хром, молибден, бор, титан, ванадий и др. Видът и количеството на легиращите елементи в стоманите променят техните механичните свойства, някои от които са пластичност, крехкост, чупливост, ковкост, твърдост, издръжливост и др. Развитието на нови технологии за получаването и обработката на стомани, на нови методи за проектиране и за разширяване на приложенията им, са силно актуални както в научен, така и в практически аспект (Lo et al., 2009). Едновременно с това, машинното обучение (МО) все повече навлиза в металознанието и металургията. Според (Ramprasad et al., 2017) то води до модели, които позволяват бързи прогнози, базирани само на минали данни, вместо на нови експерименти. Моделите, получени от МО са полезни за определяне свойства на материалите, които са трудни за измерване или изчисляване с помощта на традиционни методи поради необходимите за

целта разходи, време или усилия. С цел проектиране, изследване на зависимости и изучаване свойствата на стоманите се прилагат и различни класически статистически методи. За предсказване якостта на опън, границата на провлачване и процентното удължение на стомани със съдържание на алуминий, в (Achebo, 2015) се използва множествена линейна регресия. В (Golodnikov et al., 2005) е разработен модел на множествена регресия за предсказване границата на провлачване на високоякостна нисколегирани стомана въз основа на нейния химичен състав и параметри на обработка. В (Elangovan et al., 2009) е използвана полиномна регресия за прогнозиране на якостта на опън на алуминиева сплав, заварена чрез триене, чрез включване на параметрите на процеса. Факторен и клъстерен анализ по експериментални данни за оценка на влиянието на химическия състав върху якостта на опън на нисколегирани стомани е приложен в (Dobrev and Iliev, 2020).

МО е застъпено също в множество публикации. В (Emadi and Mahfoud, 2011) са сравнени моделите от нелинеен регресионен анализ и изкуствена невронна мрежа (ANN) за прогнозиране на механичните свойства на стоманени отливки въз основа на химичния им състав и променливите за обработка. Показано е, че големият брой контролиращи параметри и сложните взаимодействия между тях, силно затрудняват прилагането на конвенционални техники, докато ANN може да опрости процеса на моделиране и даде по-ефективни резултати. В (Saoudi et al., 2019) се разработва ефективен модел на изкуствена невронна мрежа за изчисляване на крайната якост на опън като функция от химичния състав и границата на провлачване на високоякостни нисколегирани стомани. В (Xiong et al., 2020) са описани пет алгоритъма с МО за предсказване механичните свойства якост на умора, якост на опън, якост на счупване и твърдост на нисколегирани стомани. С метода Random Forest е постигната най-добра прогнозна ефективност. В статията (Agrawal et al., 2014) се използват невронни мрежи, дървета на решения и многовариантна полиномна регресия за моделиране и прогнозиране на якостта на умора на стоманите. Показва се че методите с МО са особено ефективни, при прогнозиране на екстремни стойности, като например циклична умора, където експериментите, дори при най-съвременни условия, имат сериозни ограничения. Резултати от разработването и внедряването на ансамблови прогнозни модели за якост на умора на стоманени сплави в зависимост от нейния състав и начина за обработка са публикувани в (Agrawal and Choudhary, 2018). Идентифицирани са и параметрите за обработка и състав, които имат най-голямо влияние върху свойството якост на умора.

Целта на настоящото изследване е да се моделират емпирични данни за нисколегирани стомани и се определи зависимостта между механичното свойство якост на опън, химичния състав и диаметъра на тестовия образец. За целта се използва високоефективния ансамблов метод на Класификационните и регресионни дървета с багинг (CART-ensembles and bagging), съкратено CART-EB.

2. Данни и методи

2.1. Описание на използваните емпирични данни

В изследването се използват данни за 60 вида нисколегирани стомани, публикувани в (Bringas, 2007; Atlas, 2005). Описателните статистики на променливите са дадени в Таблица 1.

Таблица 1. Описателна статистика на данните, използвани в статистическите анализи

Променлива	Средна стойност	Медиана	Станд. откл. s	Дисперсия	Минимум	Максимум
σ , МПа	738.133	681.5	279.69	78224.66	370	1375
C, %	0.220	0.175	0.108	0.012	0.03	0.47

Cr, %	2.614	0.5	5.705	32.545	0	25
Mn, %	0.858	0.6	0.473	0.223	0.45	2
Mo, %	0.229	0	0.41	0.168	0	2.4
Ni, %	1.643	0	2.743	7.523	0	9.25
P, %	0.081	0.04	0.1	0.01	0.02	0.35
S, %	0.138	0.04	0.349	0.122	0	2.35
Si, %	0.42	0.375	0.238	0.057	0.1	1
Al, %	0.009	0	0.049	0.002	0	0.375
d, mm	94.7	50	112.75	12712.25	3	500

Зависимата променлива якост на опън е означена със σ (в МПа). Процентното съдържание на деветте химични елемента (C, Cr, Mn, Mo, Ni, P, S, Si и Al) в легираните стомани и диаметърът d (mm) на опитния образец се считат за независими променливи.

За изследваните стомани извадковото средно на якостта на опън е 738,133 МПа, със стандартно отклонение 279,69 МПа. Размахът на σ е над 1000 МПа и се променя от 370 до 1375 МПа. Диаметърът на опитния образец варира от 3 до 500 mm. От Таблица 1 се вижда, че средното процентно съдържание на никел в изследваните стомани е най-голямо.

2.2. Кратко описание на метода CART-EB

Методът CART-EB е надежден инструмент за взимане на решения чрез статистическа обработка на данни, изследване на зависимости и прогнозно моделиране. Може да се използва за класификация и регресия с всички видове данни – непрекъснати числови, ординални и категорични. Методът не поставя изисквания към разпределението на променливите. Автоматично намира модели и зависимости, като разкрива скрита структура и нелинейни локални връзки дори в много сложни данни. CART-EB е ансамблов метод с МО, в който като „слаби“ класификатори се използват дървета, построени с метода CART. Дърветата CART могат да се използват за генериране на точни и надеждни прогнозни модели за широк спектър от приложения. Алгоритъмът на CART включва мощен подход за търсене с двоично разделяне и автоматични процедури за самотестване, базирани на МО (Breiman et al., 1984).

Методът CART-EB включва ансамбъл от независими едно от друго CART дървета, които използват различни подмножества от данни. Стандартно началната извадка от данни се разделя по случаен начин на 2/3 към 1/3, от които по-голямата част е за обучение, а другата част – за тестване. Обучителната извадка се допълва до пълния обем данни чрез случаен избор с връщане от нейните случаи. т.е. в получената пълна обучителна извадка има множество повтарящи се записи. По-този начин всяко CART дърво от ансамбъла се построява с различна обучителна извадка. Този подход в МО се нарича баггинг (Breiman, 1996). Друга особеност на метода е, че подобно на метода на случайните гори (Random forest), при всяко разделяне на клон (възел) на дървото класифицирането се извършва по избрани по случаен начин фиксиран брой предикторни променливи от всички налични, стандартно 3 променливи (Breiman, 1996; Steinberg and Golovnya, 2007). Предсказаните стойности на ансамбъла са средноаритметично от предсказанията на всички негови дървета.

Хиперпараметри на CART-EB са: брой дървета в ансамбъла (m), минимум случаи в родителски възел ($m1$) и минимум случай в наследствен възел ($m2$), брой предиктори Q за случаен избор, тип крос-валидация и др.

2.3. Статистически мерки за оценка на качеството на моделите

За оценка на моделите използваме общоприетите мерки: коефициент на детерминация R^2 , корен квадратен от средноквадратичната грешка (Root mean square error, RMSE, която е стандартно отклонение на остатъците), средно абсолютно отклонение (Mean absolute deviation, MAD), средна абсолютна процентна грешка (Mean absolute percentage error, MAPE), зададени с формулите:

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{k=1}^n (P_k - \bar{P})(Y_k - \bar{Y})}{\sum_{k=1}^n (P_k - \bar{P})^2 \cdot \sum_{k=1}^n (Y_k - \bar{Y})^2} \right\}^2, \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (P_k - Y_k)^2}, \quad (1)$$

$$\text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |P_k - Y_k|, \quad \text{MAPE} = \frac{100}{n} \sum_{k=1}^n \left| \frac{P_k - Y_k}{Y_k} \right|.$$

Тук Y_k са стойностите на зависимата променлива Y , получени от експеримента, $\bar{Y}$ е нейното средно, P_k се предсказаните стойности, $\bar{P}$ - средно аритметично на P_k , n е дължина на извадката. Най-добрите модели имат по-малки грешки RMSE, MAD и MAPE, и по-голямо R^2 .

Коефициентът на детерминация показва какъв процент от дисперсията на изследваната величина може да се обясни с влиянието на независимите променливи в модела. Той отразява до каква степен моделът определя или прогнозира стойността на зависимата променлива като линейна зависимост. Общата абсолютна грешка (MAD) показва с колко средно се различават прогнозните стойности от модела с действителните. Предимството ѝ е в това, че резултатите, които се получават, са в същите единици като зависимата променлива и не се влияе толкова много от наличието на екстремни стойности в извадката. MAPE показва относителната стойност на отклонението на прогнозните от действителните стойности.

3. Построяване и оценка на моделите

Описаните данни се моделират с помощта на софтуера Salford Predictive Modeler 8.2 (SPM, 2021). Приложен е ансамбловият метод CART-EB за регресионен анализ със зависима променлива σ и независими променливи деветте химични елемента, и диаметъра на изпитвания образец от Таблица 1. Построени бяха множество EBag-модели с различни хиперпараметри. От тях ще представим някои избрани модели и техните статистики. Моделите са построени за различни ограничителни стойности на хиперпараметрите: брой дървета в ансамбъла (m), минимален брой наблюдения в родителски възел ($m1$), минимален брой наблюдения в наследствен възел ($m2$), тип на кросвалидацията и др.

Представените в Таблица 2 EBag-модели са построени със зададени съответно стойности на $m = 10, 15, 20, 25$ и 30 , при $m1=10$ и $m2=5$. Избрана е 10-разделна кросвалидация. Статистиките (1) на моделите са дадени в Таблица 2.

Таблица 2. Статистики на избраните CART-EB модели.

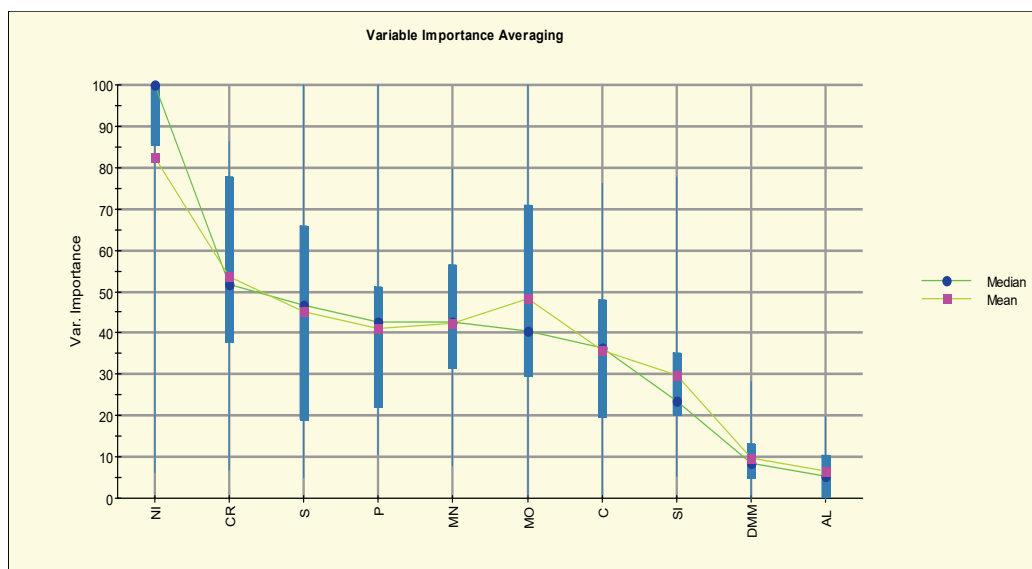
Модел	RMSE	MSE	MAD	MAPE	R-Sq Norm
EBag_10	88.27343	7792.19871	67.06844	0.09198	0.90245
EBag_15	82.22471	6760.90327	63.10558	0.08703	0.91944
EBag_20	81.33644	6615.61624	63.35931	0.08781	0.92043
EBag_25	83.73561	7011.65305	64.68657	0.09045	0.91588
EBag_30	85.22089	7262.60026	65.53346	0.09167	0.91090

От Таблица 2 се вижда, че с нарастване броя на дърветата в ансамбъла показателите се подобряват, след което слабо намаляват. Това означава, че методът CART-EB, при фиксирани хиперпараметри, автоматично определя най-добрия модел. От представените модели с най-добри статистики е EBag_20, който достига максимален коефициент на детерминация 92.04% и минимална RMSE 81.33644. Можем да приемем, че предсказанията на EBag_20 обясняват над 92% от експерименталните измервания. Този модел ще опишем по-подробно.

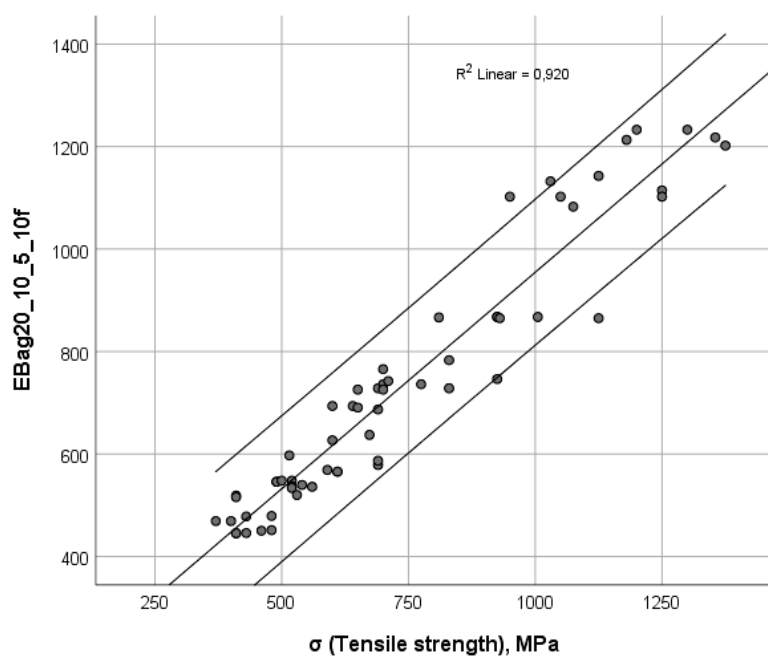
Относителният принос на влиянието на предикторите върху якостта е показан на Фигура 1. Спрямо стойностите на средната стойност, най-силно влияние върху якостта на опън има съдържанието на никел в стоманите от изследваната извадка, следвано от съдържанието на хром, молибден, сяра, манган, фосфор, въглерод и т.н.

Сравнителна графика на наблюдаваните срещу предсказаните от модела стойности е представена на Фигура 2. От фигурата се вижда, че разпределението на остатъците е в рамките на 5% доверителен интервал.

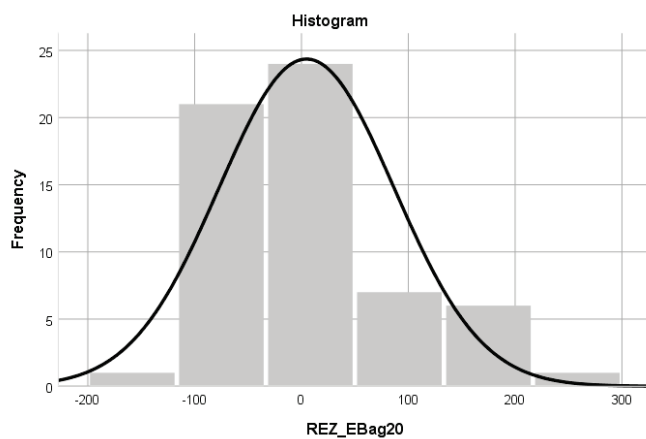
На Фигура 3 е построена хистограмата на остатъците $\varepsilon_i = \sigma_i - EBag_20_i, i = 1, 2, \dots, n$. Може да се заключи, че разпределението на остатъците е близко до нормалното.



Фигура 1. Относителен принос на влиянието на химичните елементи и диаметъра на опитния образец върху якостта на опън.

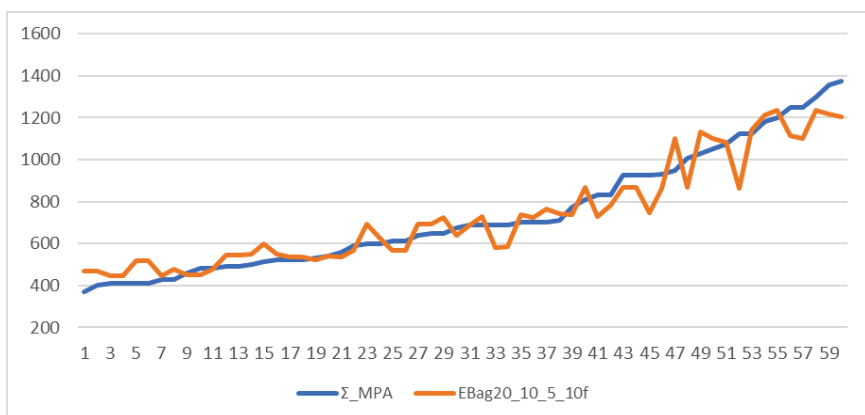


Фигура 2. Наблюдавани и предсказани от модела EBag_20 стойности на якостта на опън σ с 5%-ен доверителен интервал.



Фигура 3. Хистограма на остатъците на избрания най-добър ансамблов модел EBag_20.

На Фигура 4 са изобразени наблюдаваните и предсказаните от модела стойности.



Фигура 4. Линеина графика за сравнение на измерените и предсказаните от модел EBag_20 стойности.

4. Заключение и бъдеща работа

Получените резултати показаха, че методът CART-EB е ефективна техника за изследване на механичните свойства на стоманата. Въз основа на неголяма извадка данни от литературни източници е демонстрирано построяването на модели, които отчитат локалното влияние на предикторите в многомерното пространство на всички предиктори и предсказват якостта им на опън.

С използвания ансамблов метод е построен модел, който обяснява над 92% от изменението на механичното свойство якост на опън на нисколегирани стомани от девет химични елемента и диаметъра на тръбата. Установено беше, че най-значимото влияние има никела, следван от хрома и молибдена.

Планира се изследване с ансамблови методи на различни механични, електрични и други свойства за голяма емпирична извадка от промишлени нисколегирани стомани.

Благодарности

Това изследване е проведено с финансовата подкрепа на проект МУ21-ФМИ-015 към НПД на Пловдивския университет “Паисий Хилендарски”.

Цитирана литература

- Achebo J. (2015), Development of a predictive model for determining mechanical properties of AA 6061 using regression analysis, Production and Manufacturing Research 3(1), pp. 169–184. DOI: 10.1080/21693277.2015.1025447
- Agrawal A. and A. Choudhary (2018) An online tool for predicting fatigue strength of steel alloys based on ensemble data mining, International Journal of Fatigue 113, pp. 389–400.
- Agrawal A., Deshpande P.D., Cecen A., Basavarsu G.P., Choudhary A.N., and Kalidindi S.R. (2014), Exploration of data science techniques to predict fatigue strength of steel from composition and processing parameters, Integrating Materials and Manufacturing Innovation 3(1), pp. 90–108.
- Atlas Specialty Metals Technical Handbook of Bar Products, Atlas Specialty Metals (2005) Mowbray. Retrieved from: <http://www.atlassteels.com.au/documents/Atlas%20Engineering%20Bar%20Handbook%20rev%20Jan%202005-Oct%202011.pdf>
- Black J.T. and Kohser R.A. (2019), DeGarmo’s Materials and Processes in Manufacturing, 13th ed., Wiley, Hoboken.

- Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A., and Stone C.J. (1984), *Classification and Regression Trees*, Monterey, CA, US: Wadsworth and Brooks.
- Breiman, L. (1996), Bagging predictors, *Mach. Learn.*, 24(2), pp. 123–140. DOI: 10.1007/bf00058655
- Bringas J. E. (Ed.) (2007) *Handbook of Comparative World Steel Standards*, 4th ed., ASTM DS 67B, West Conshohocken, ASTM International. Retrieved from: <https://falatghareh.ir/wp-content/uploads/2019/10/ASTM-DS67C-Handbook-of-Comparative-World-Steel-Standards-4th-Edition-840pages.pdf>
- Dobrev G.L. and Iliev I.P. (2020), Classification analysis of tensile strength of alloyed steels, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 878(1), 012066. DOI: 10.1088/1757-899X/878/1/012066
- Elangovan K., Balasubramanian V., and Babu S. (2009), Predicting tensile strength of friction stir welded AA6061 aluminium alloy joints by a mathematical model, *Materials and Design* 30(1), pp. 188–193. DOI: 10.1016/j.matdes.2008.04.037
- Emadi D. and Mahfoud M. (2011), Comparison of artificial neural network and multiple regression analysis techniques in predicting the mechanical properties of A356 alloy, *Procedia Engineering* 10, pp. 589–594. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.04.098
- Golodnikov A., Macheret Y., Trindade A., Uryasev S., and Zrazhevsky G. (2005), Statistical modelling of composition and processing parameters for alloy development, *IOP Publishing Modelling Simul. Mater. Sci. Eng.* 13, pp. 633–644. DOI:10.1088/0965-0393/13/4/013
- Lo K.H., She C.H., and Lai J.K.L. (2009), Recent developments in stainless steels, *Materials Science and Engineering R*, 65(4-6), pp. 39–104. DOI: 10.1016/j.mser.2009.03.001
- Ramprasad R., Batra R., Pilani G., Mannodi-Kanakkithodi A., and C. Kim (2017), Machine learning in materials informatics: Recent applications and prospects, *npj Comput Mater* 3, Art. number 54. DOI: 10.1038/s41524-017-0056-5
- Saoudi A., Lerari D., Khamouli F., Atoui L., and Bachari K. (2019), Prediction of the ultimate tensile strength in API x70 line pipe steel using an artificial neural network model, *Solid State Phenomena*, 297, pp. 71–81.
- SPM (Salford Predictive Modeler), *Machine Learning and Predictive Analytics Software* (2021), San Diego, Minitab Ltd. Retrieved from: <https://www.minitab.com/en-us/products/spm/>
- Steinberg D., M. Golovnya (2007), *CART 6.0 User's Guide*. Retrieved from: https://kupdf.net/download/cart_5b02984de2b6f5c03630e09f_pdf
- Xiong J., Zhang T.Y., and Shi S.Q. (2020), Machine learning of mechanical properties of steels, *Science China Technological Sciences* 63(7), pp. 1247–1255. DOI: 10.1007/s11431-020-1599-5.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА СПЕЦИАЛИЗИРАНА СОФТУЕРНА СРЕДА ЗА
ЕЛЕКТРОННО ОБУЧЕНИЕ НА ДЕЦА С РАЗСТРОЙСТВО
ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР**

**Величка Косева, Генчо Стоицов
ОУ "Панайот Волов", Пловдив
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**SUGGESTED SPECIALIZED SOFTWARE ENVIRONMENT FOR
DISTANCE EDUCATION OF CHILDREN
WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER**

**Velichka Koseva, Gencho Stoitsov
PS “Panayot Volov”, Plovdiv, Bulgaria
University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Bulgaria**

Abstract: A review was made on the main problems of children with autism spectrum disorder in this article. The classification of autistic children in four main groups allows the development of specific software products for each group. Additionally, criteria for the software quality are suggested. A project for the development of a specialized software environment which aims the achievement of a set of pedagogical goals by taking into account the specific needs of autistic children and benefitting the teachers, resource teachers and school psychologists who work with a given autistic kid is suggested.

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

Увод

Аутистичният спектър има няколко подкатегории, но всички те имат общи симптоми, свързани със затруднения във взаимодействието с околния свят. Поведенческите проблеми, свързани с аутизма, могат да се проявят под различни форми: социализиране, следване на инструкции, затруднения при разбирането на дадени задания, участие в игри и др. Това прави обучението на деца с аутизъм затруднено. Но с помощта на индивидуална програма, помощни средства и технологии, приобщаването им в обкръжаващата ги среда може да бъде успешно.

В днешно време информационните и комуникационни технологии са често използвани в методите на преподаване и преодоляване на част от затрудненията, с които се сблъскват децата с РАС в обучението. Създават се специални обучителни игри, чрез които децата могат да тренират различни умения.

Този статия има за задача да предостави проект за образователен софтуер за обучение в електронна среда, който е насочен към постигане на определени педагогически цели, съобразени със специфичните особености на децата с РАС в начален етап.

Аутизъм – дефиниции и симптоматика

Понятието аутизъм е с гръцки произход и се превежда „съществуване сам за себе си“. За пръв път американският психиатър Leo Kanner, въвежда диагнозата – детски аутизъм. Терминът генерализирано (первазивно) разстройство на развитието (PDD) или разстройство от аутистичния спектър (РАС) се използва и е въведено в диагностичния и статистически наръчник на психичните разстройства - III (DSM) и по-късно, включени в Международната класификация на болестите - 10 (МКБ, ICD) (Popov et al., 2015). Категорията аутизъм включва няколко подкатегории, като: Генерализирано разстройство на развитието, Разстройство от аутистичния спектър, Ранен детски аутизъм, Атипичен аутизъм и Синдром на Рет.

Според автори като Атанасова (Atanasova, 2011) и Матанова (Matanova, 2008) все още има затрудняване в категоризацията и точната диагностика, тъй като в изброените по-горе класификации на аутизма имат разнообразни състояния и прояви, неясни граници и неуточнени диагностични критерии.

Аутизмът е широкоспектърно разстройство, чиито симптоми се проявяват в различни комбинации. През последните години в диагностичната практика се използва т. нар. триада на Wing (Matanova, 2008):

- нарушения на социалните взаимодействия;
- нарушения на социалната комуникация;
- нарушения на социалното разбиране и представяне.

При децата с нарушения от аутистичния спектър се наблюдава (Motzinova-Brachkova, 2004): непоносимост към физически контакт; много силна или намалена чувствителност към миризми, вкус, светлина, докосване и болка; липса на емпатия; стереотипни движения, ритуализация на поведението, самостимулация и свръхценни увлечения; проява на агресия и самоагресия; хиперактивност или обратно- изключителна пасивност; нарушения на съня и храненето. Като цяло при аутистичните деца речевите нарушения могат да бъдат изключително разнообразни. От пълно отсъствие на реч до изпреварващо езиково развитие. При някои речта не служи като средство за комуникация, а други изобщо не проговарят. Има деца с аутизъм, които говорят добре, но имат проблем с абстрактните понятия. Съществуват особености и при развитието на играта на децата с РАС. Те обичат да играят с предмети, които задържат тяхната концентрация със своите привлекателни сензорни свойства: ярки цветове, звукове, повърхност. Аутистичното дете почти не се интересува от играчки за сюжетно-ролеви игри. Но пък сензорните игри може да дадат нови чувствени усещания, които подпомагат развитието на зрителните, слуховите, двигателните, обонятелните и вкусови сетива.

Тъй като аутизмът се проявява по различни начини спрямо тежестта на аутистичните проблеми и степента на нарушаване на умственото развитие Еремеева (Еремеева, 2019) категоризира децата с РАС в четири групи.

Група 1: В тази група се наблюдава липса на интерес към околната среда и хората, не използват реч или невербални средства за комуникация. Моторната и визуална координация не е добре развита.

Група 2: Обхваща социализирани деца, които могат да се справят с ежедневието си. Моторните им умения са добре развити, речта се развива в рамките на стереотипа. С помощ от екип, който да работи с тези деца, дори може да се справят с обучението в масовите училища.

Група 3: Включва деца, които трудно се адаптират към промените. Съсредоточени са върху собствените си интереси и са неспособни да участват в диалог. Проявяват интерес към абстрактни знания и имат напредък в развитието на интелектуалното и речевото развитие. При децата от тази група се наблюдава по-слаби двигателни умения. Тези деца могат да са част от обучението в масовите училища, но им е нужна специална подкрепа за формиране на уменията за социално поведение.

Група 4: В тази група при децата се наблюдава слаба двигателни умения, некоординирани движения, забавяне в интелектуалната дейност, късно появяване на речта. Тези деца са по-зависими от другите, търсят помощ от близките, но в същия момент се опитват да влязат в диалог, макар с огромни трудности.

С годините характерните черти на аутизма се променят, но те продължават да бъдат трудност за развитието на уменията в социализацията, комуникацията и начина на живот.

Класификация на основни критерии, на които трябва да отговарят софтуерните продукти за деца с разстройство от аутистичния спектър

Съвременното информационно общество се опитват да осигурят равен достъп до образованието за всички деца. Развитието на информационните и комуникационните технологии (ИКТ) дават възможността на интеграция и прилагане на иновативни подходи в обучението на деца с аутизъм. ИКТ са средство, което подпомага преодоляването на социалните бариери и влияят на интегрирането в заобикалящия ги свят. Те им помагат да имат контрол върху средата, в която живеят.

Епидемичната обстановка в последните години допринася за по-бързото развитие на този тип образователни софтуери, които са средство за обучение от разстояние в електронна среда (ОРЕС).

При обучението и комуникацията на деца с РАС все по-често се използват софтуери с компютърно базирани подходи, като мултисензорен и игрови (Koseva et al., 2021). Чрез мултисензорния подход се включва използването на два или повече сетива, така се засилва концентрацията и подпомага за по-цялостно възприемане на учебния материал. Чрез дейностите и тяхното повторения на игровия подход децата „незабелязано“ тренират уменията си, събуждат у себе си любопитство, което довежда до усвояването на знания и умения.

Помощните образователни софтуера за деца със специални потребности могат да бъдат класифицирани спрямо начина им на използване в процеса на обучение. Примерно деление ни представя Зафирова-Малчева:

- упражнение и практика (Drill and Practice);
- инструктор, самоучител (Tutorial);
- решаване на проблеми (Problem Solving);
- симулации (Simulation);
- образователни игри (Games) (Malcheva-Zafirova, 2015)

Всички по-горе описани образователни софтуера, могат да се използват в обучението на деца с разстройство от аутистичния спектър. Децата от този сектор са склонни към разсейване и липса на мотивация, както споменахме по-рано, което налага необходимостта от повторения и практически задачи. В такъв случай образователни софтуери от типа упражнение и практика (Drill and Practice) могат да бъдат благоприятни в овладяването на умения и концепции. Образователните игри и симулациите са другите образователни софтуери, които може да бъдат изключително полезни в образованието на децата с РАС, защото чрез зададените ситуации те въздействат върху мотивацията им и уменията, подпомагащи за приобщаването в околния свят.

За успешно постигане на целите на обучение чрез използването на компютърните дидактически игри от значение е техния дизайн. Необходимо е спазването и на определени критерии, за да бъдат педагогически ефективни (Turanova et al., 2018). Някои от тях са:

- играта трябва да е проектирана с ясно конкретизирани образователни цели;
- обхват на играта – за формиране и усвояване на нови знания и умения, за затвърдяване на знанията и уменията, за проверка (самопроверка) и оценка на знанията и уменията или обединява повече предназначения;
- да използва подходяща платформа, отговаряща на критериите за потребност на учениците, съдържанието на учебния материал;

- да осигурява интерактивна среда;
- играта трябва да включва модул за оценяване, позволяващ събиране на данни по време на всяка сесия (Georgieva-Lazarova, 2012).

Изключително трудно е разработването на стандарт в даден софтуер, защото хората с аутизъм преживяват различни степени на увреждане. Подходите при разработването му следва да бъдат гъвкави, така че да се постигне баланс между компетентностите внедрени в разработения софтуер и индивидуалните възможности на ученика. За да бъде приложим даден софтуерен продукт трябва да се обърне внимание на описаните по-горе критерии още при неговото създаване.

Проект за специализирана софтуерна среда за електронно обучение на деца с разстройство от аутистичния спектър „Бъди в час“

„Бъди в час“ е проект за уеб базирана система, подпомагаща обучението на ученици от аутистичния спектър в I-IV клас. Образователният софтуер цели да интегрира и подобри компетентността на учениците от аутистичния спектър по учебните предмети с помощта на приложените образователни игри. Планирано е софтуерът да се състои от пет модула - „Български език и литература“, „Математика“, „Околен свят“, „Музика“ и „Изобразително изкуство“ (Таблица 1) с функционален:

- административен панел – служещ за вътрешна комуникация, за управление на игрови модели, за съхранение на база данни, за наблюдение върху успеваемостта на ученика.
- игрови панел – част от системата, която е набор от образователни задачи на учениците по дадените учебни предмети.

Игрите са разпределени в пет основни групи:

- игри свързани с четене и писане;
- игри свързани с броене, пресмятане, сравняване на числа и геометрични фигури;
- игри за запознаване с околния свят;
- игри за запознаване с цветовете, рисуване и оцветяване;
- игри за запознаване с музиката и нейното темпо и музикалните инструменти.

Всяка от тях ще поддържа няколко нива на трудност, подходящи за описаните по-горе групи. Предвиден е опростен и разбираем за децата дизайн, персонализация и запазване на напредъка на детето. Достъп до събраните данни и възможността за анализ е планиран за педагога, ресурсния учител и психолога, които работят с даденото дете. Очакваното въздействие е върху: краткосрочна оперативна памет; дългосрочна памет; вниманието; скоростта на обработка на информацията; мисловните процеси; фината моторика и графични умения.

Таблица 1 Модули на софтуера

Модул „Български език и литература“	
Цели	• Изграждане на мотивация за комуникация и общуване, формиране на интерес и положителна нагласа за участие в уроците. • Формиране на умения за слушане и умения според индивидуалните възможности да говорят и четат правилно и изразително, да пишат грамотно. • Формиране на уменията за прочитане на художествения текст с разбиране на конкретното съдържание. • Формиране на уменията за устно разказване на преживени и наблюдавани случки, на изобразени случки в картини или серии от картини; • Развитие на мисленето, въображението, паметта и вниманието.
Игри и приложение	• „Букви“ - предназначена е за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за буквите.

	• „Думички“ - децата развиват своите умения за съставяне на думи и изречения. • „Вълшебен свят“ - предназначена е за придобиване на начални знания и представи за литературата. • „Загадки“ - децата се забавляват да открият правилните отговори.
Модул „Математика“	
Цели	• Усвояването на умения за формиране на математически представи за количествените, пространствените и времевите отношения на обектите от околната действителност и понятия; • Усвояване на умения за различаване и сравняване на количества. • Формиране на умения за аритметичните действия събиране и изваждане на числата до 20 и на по-висок етап – до 100. • Формиране на умения за решаване на текстови задачи с едно пресмятане; • Разпознаване на геометрични фигури и усвояване на умения за чертането им: линия, отсечка, кръг, триъгълник, квадрат, правоъгълник. • Понятия за мерни единици за дължина, време, маса, цена, количество и др. • Формиране на социални умения, свързани с общуване, работа в екип, боравене с информация.
Игри и приложение	• „Кубче“ – състои се от няколко нива, които са предназначена за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за пространствена и времева организация и ориентация; последователност и поредност; количествени представи и сметни операции.
Модул „Околен свят“	
Цели	• Овладяване на базисни знания (умения и отношения), свързани с природната и обществената среда. • Формиране на социални умения, свързани с развитие на комуникативните способности и общуването, спазване на правила и отговорности, толерантност към чуждото мнение, здравословен начин на живот.
Игри и приложение	• „Лаборатория“ - предназначена е за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за природната среда; • „Магазинче“, „На пътя“, „В училище“ и „У дома“ - предназначена са за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за обществената среда .
Модул „Музика“	
Цели	• Да въздейства на емоционалното, езиково-говорното и двигателното развитие. • Да формира умения за пеене според възможностите си песни, изучавани в училище. • Да формира умения, подпомагащи различаването на песни, мелодии без текст – марш, танц, хоро, ръченица и др. • Да формира слушателски умения. • Да формира умения да различава по външен вид и звучене музикалните инструменти – китара, гъдулка, флейта, кавал.
Игри и приложение	• „Пияно“ - състои се от няколко нива, които са предназначена за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за музикалните инструменти – китара, гъдулка, флейта, кавал; песни и мелодии.
Модул „Изобразително изкуство“	
Цели	• Да въздейства емоционално, да развие двигателните им качества и да развива въображението и процеса на мислене.

	• Овладяване на базисни знания за основни изобразителни средства и технологии. • Предизвикване на интерес към изобразителните дейности. • Формиране на умения за възприятията и представите за големина, форма, цвят, пространство. • Развиване на практически умения за изпълнение изобразителни дейности.
Игри и приложение	• „Палитра“ - състои се от няколко нива, които са предназначена за придобиване на практическо равнище, начални знания и представи за цветовете, основни изобразителни средства и технологии.

Заклучение

Иновативните технологии подпомагат обучението на различни умения като комуникация, двигателни умения и други. Компютърът е предпочитано средство за терапевтични и образователни цели за хора с разстройство от аутистичния спектър, защото е предвидим партньор без социални изисквания.

Чрез всички компютърно базирани приложения те могат да тренират своите социални умения, да работят със своето темпо, да подобрят моторния си контрол и уменията си в различните предметни области.

Целта на този проект е да се реализира работата със софтуера „Бъди в час“ в класните стаи и в електронна среда, за да подпомогне обучението на децата с разстройство от аутистичния спектър да придобият в спокойна среда за тях умения и компетенции от изучаваните предметни области. Да развият умения, които им помагат да се справят с трудностите в ежедневието им. Да открият лесен и приятен начин за комуникация с външния свят.

Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект МУ21-ФМИ-011 „Машинното зрение в интелигентна среда и организация на работата в учебна среда – експериментални подходи при обучението на ученици и студенти“ към Фонд Научни изследвания на ПУ „Пансий Хилендарски“ за частичното финансиране на настоящата работа.

Използвана литература

Atanasova, An. (2011). Therapeutic Goals in Autism Spectrum Disorders. *Yearbook of the Sofia university "St. Kliment Ohridski"*, Psychology, Vol 101, pp 105-130

Georgieva-Lazarova, S. (2012). Digital Computer Games. *Pedagogical almanac*, vol. 1, pp. 161–196

Koseva, V., Stoitsov, G., Dimitrov, I. (2021). Additional Digital Resources and Technologies to Support the Education of Children with Special Educational Needs, *Proceedings INTELLIGENT INNOVATIVE ICT IN RESEARCH IN MATHEMATICS, INFORMATICS, AND PEDAGOGY OF EDUCATION of the Anniversary International Scientific Conference RESEARCH AND EDUCATION IN MATHEMATICS, INFORMATICS AND THEIR APPLICATIONS (REMIA'2021)*, 22-24 October 2021, Plovdiv, Bulgaria, PUBLISHER: Paisii Hilendarski University Press, ISBN 978-619-202-712-4

Malcheva-Zafirova, T. (2015). Specialized software environment for computer education of children with cerebral palsy. *PhD thesis*, Sofia university "St. Kliment Ohridski"

Matanova, V. (2008). *AUTISM. DIFFERENTIAL DIAGNOSIS*, Sofi-R, ISBN: 978-954-638-150-7

Motzinova-Brachkova, M. (2004). AUTISTIC DISORDERS OF CHILDREN, "St. Cyril and St. Methodius" University of Veliko Tarnovo, *Pedagogical almanac*, Vol 12(1), pp 87-103

Popov, N., Ivanov, Hr., Stoyanova, V. & Vachev, T. (2015). *Autism spectrum disorder - clinical-diagnostic and research aspects*. Pediatrics.

development of educational computer games for primary school. *XI National Conference "Education and Research in the Information Society"*, pp. 47-56, ISSN 1314-0752

Еремеева, О., И. (2019). Организация инклюзивного образования обучающихся с расстройствами аутистического спектра. *Методические рекомендации, Организация инклюзивного образования обучающихся с расстройствами аутистического спектра. Дайджест. [Рукопись]*

JAVASCRIPT - БАЗИРАНА СРЕДА ЗА РАЗПРЕДЕЛЕ НА ОБРАБОТКА НА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Емил Ангелов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

JAVASCRIPT - BASED ENVIRONMENT FOR DISTRIBUTED PROCESSING OF IMAGES

Emil Angelov

Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

Abstract: The article discusses the stages of reaching the idea from the distribution of tasks between client and server, to their distribution among multiple clients. The path passes from JavaScript technologies for image processing and organization, through load balancing between client and server in JS environment, to research a distributed processing technology in the case of images. The factors that affect the efficiency of distribution and processing are studied, such as network environment and switching technologies, traffic optimization, as well as ways to dynamically optimize solutions.

Keywords: distributed processing, JavaScript, JS, client-server processing, image processing

ВЪВЕДЕНИЕ

В статията е представено изследване на система за разпределена обработка на изображения, базирана на JavaScript технологията node.js. В [1] е направен обзор на развитието на езика JavaScript и технологии и техники за обработка и организация на изображения. В [2] са разгледани необходимите при реални условия технологии за свързаност при клиент-сървърни приложения в Интернет. Възможностите за оптимизация на взаимодействието между клиент и сървър, при идеални условия на свързаност са изследвани в [3]. В настоящата статия са изследвани възможностите за разпределяне на натоварването при мрежа от клиенти. Проведени са експерименти за извършване на разпределена обработка и паралелни изчисления върху множество машини, споделящи изчислителната си мощност.

ПОСТАНОВКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

За разлика от предишни експерименти с един клиент и един сървър [3], в настоящия експеримент е реализирана децентрализирана (безсървърна) технология за обработка на фото изображения. При това имаме множество клиенти, всеки от които може да изпълнява и сървърни услуги за останалите. Клиентът, който изисква обработка на изображенията наричаме **Заявител на обработката**. Той управлява изпълнението на изискваните действия от останалите машини, наречени условно **Клиентски машини** или **участници**. Заявителят още контролира резултатите и достъпа до тях.

Изследваните в експеримента параметри са:

- Операции за обработка на изображения;
- Клиентски машини/Участници;

- Връзки.

Популярни автоматизирани поточни **обработки** (PASP), по-подробно описани в [3], са:

- Общи корекции на тон, цвят, острота (AutoTone, AutoColor, SmartSharpening);
- Преоразмеряване (Resize) към два размера, в посока минимизиране -DownSampling;
- Записване (съхраняване) в различни размери и файлови формати - JPG, PNG, TIF.

Клиентски машини (Участници) – Всяка от тях при регистрацията си в системата получава уникален идентификатор, състоящ се от три части. Първата е неизменна, хеширана с датата и часа на първата регистрация и добавени контролни символи, с цел унификация. Втората се инициализира при всяко включване на системата от специален модул, който определя мощността на отдадените ресурси, в сравнение с предното включване и при промяна се актуализира. Третата е свързана със система за реализиране на бонус точки за участие.

Връзки – Приложението инициализира пакетна връзка и мултиплексира, с оглед получаване на максимална стабилна скорост. Използват се всички възможни, изброени в [2] свързки, чрез **TTS модула**, описан в [3].

Заявителят на обработката разпространява съобщение до всички потенциални участници. За експеримента, това се прави еднократно, в реална среда може да се извършва периодично, както и при вписване на нов участник. Това се прави от специализиран **модул за Инициализиране на средата** за обработка. Според тежестта на задачите се определя минималната допустима мощност, необходима за включване на даден участник. Участник, който не удовлетворява изискванията не се включва в текущия процес на обработка на изображения.

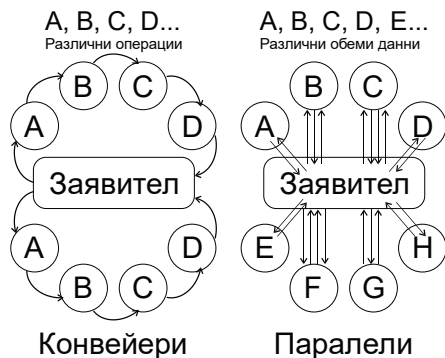
След **инициализиране на средата** се стартира процеса на обработка. Проведените експерименти са в две насоки – **Последователни (конвейерни)** и **Паралелни обработки** (фиг. 1).

Последователното обработване е подходящо при сравнително хомогенна среда – ако участниците са със съизмерими мощности. Операциите се разпределят така, че данните минават поточно и операциите се изпълняват последователно, като всеки участник изпълнява отделно една или повече операции, като резултатите се връщат при **заявителя** след приключване на изпълнението на последната операция. Тук **аналитичният модул** се грижи за разпределяне на задачите към конкретните участници. Според броя им, обработките може да протекат в един или повече кръгове – започващи и завършващи при **Заявителя**.

Паралелната обработка дава по-добри резултати в нехомогенна среда, при разлики в мощностите на отделните участници. На участниците с по-високи параметри за процесорна мощ и памет се разпределят повече изображения за обработка. Всеки участник изпълнява едни и същи обработки, но над различно количество данни.

Като част от разработката е създаден и самостоятелен сървър за данните, наречен **Облак**, предоставящ възможности за качване и съхранение на началните, междинните и финалните данни. Проведените експерименти са извършени върху двата начина за обработка - конвейерна и паралелна – и със и без участието на сървъра за данни.

В [3] показваме, че обработките могат да бъдат дискретизирани до краен брой, еднозначно определени операции, със съответните параметри. Това множество образува един естествен **речник на операциите**. **Заявителят** интерактивно конструира



Фигура 1. Видове процеси на обработка

последователности от наредени речникови единици. Те се изпращат към съответния участник заедно с данните, съдържащи и компресираните папки. При наличието на сървър за данните, към участника се изпращат само сървърните адреси на вече качените изображения.

За изследването са използвани 100 изображения в папка, със следните характеристики - JPG формат, 6000x4000 пиксела (24 мегапиксела), от различни фотографски жанрове – портрети, пейзажи, репортажи, хаотично разпределени, със среден обем от по над 10 мегабайта всяка (около 1Гб общ обем). Модулите, извършващи всички последователни елементарни операции, са написани на node.js v14.xx, като части от JS среда за обработка на изображения.

Пакетната поточна обработка използва на входа гореописаната папка, като на изхода генерира 5 папки, както е показано на фиг. 2:

В папката MIDs подпапките са три, както следва:

- **JPGs** – форсирано конвертирани към sRGB профил с компресия 10/12 (със загуби), на размер 3000x2000, с общ обем около 100Mb;
- **PNGs** – за Фейсбук – също с конверсия към sRGB, оптимизирани (компресия без загуби), на размер 2048x1365, с общ обем над 360Mb;
- **TIFs** – за печат – конверсия към AdobeRGB профил, с LZW компресия без загуби, на размер 3000x2000, с общ обем около 800Mb.

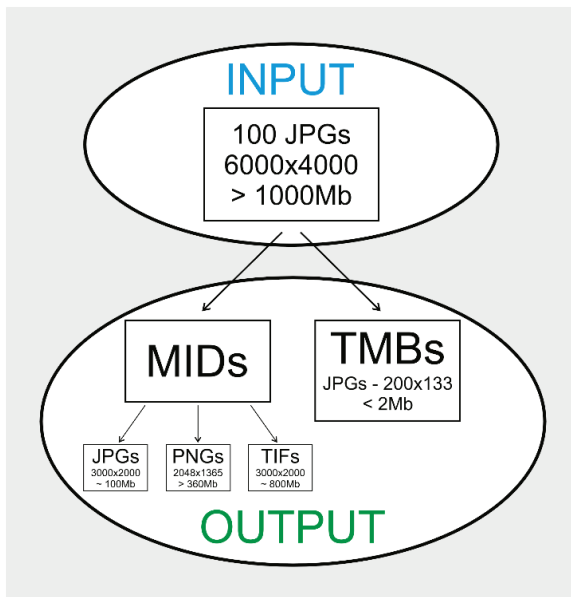
В папката TMBs

миниатюрите са получени от JPGs, с компресия 5/12 (със загуби), на размер 200x133, с обем под 2Mb общо.

При определяне на фактора **клиентска машина** са проучени множество конкретни машини, от които са избрани три, с различни по вид и количество RAM и различни по мощност процесори. За статията ги определяме качествено като – силна, средна и слаба. **Слабата клиентска машина** е лаптоп HP ProBook 450 G3 Base Model Notebook PC със Intel Core i5-6200U 2.30 GHz (3 MB), 8 GB DDR4 SO-DIMM, 128 GB SATA SSD. **Средната машина** е отново лаптоп Lenovo Workstation W541 с 16 GB DDR3, Intel Core i7-4810MQ 2.80 GHz, 256 GB SATA SSD. **Силната клиентска машина** е настолен компютър - HP Z2 G5, Intel Core i7-10700 (2.9/4.8 GHz, 16M), 32 GB DDR4 3200 MHz, 512 GB SSD M.2 NVMe.

Изборът на клиентски машини за провежданото изследване бе продиктуван от стремежа факторът скорост на обработките да бъде чувствително различен. В случая с избраните клиентски машини имаме приблизително следните времена за изпълнение на гореописаната обработка:

- Слаба машина – около 8 минути;
- Средна машина – около 3.5 минути;
- Силна машина – около 1.5 минути.



Фиг. 2. Схема на входни и изходни данни

РЕЗУЛТАТИ

При подготвени данни, като за **Клиент / Сървър** модела от [3] и параметри като на **Силен Трафик / Силна машина**, / също от [3] / и за **Заявителя и за Участниците** имаме следните резултати:

Конвейерен	1 кръг	2 кръга	3 кръга
Облак - НЕ	02:30	02:20	02:10
Облак - ДА	02:00	01:50	01:40

Паралелен	2	4	8
Облак - НЕ	02:00	01:45	01:30
Облак - ДА	01:30	01:15	01:00

Стойностите са в mm:ss (минути:секунди)

При **Конвейерния – Участниците са по 4 в кръг** или съответно 4, 8, 12.

При **Паралелния – Съответно 2, 4, 8 Участника** поемат обработката като цяло.

За сравнение – на самостоятелна **Силна машина** времето за обработка е 1:30 мин.

В случай на **Заявител** със **Средна** или по-**Слаба** машина, същият ще получава сериозна икономия на време. Ако **Заявителят** е със **силна машина**, може да получи сравними резултати, при подходящи **Участници**.

Двете таблици по-долу показват резултатите при клиент-сървърната обработка, подробно представена в [3], като в лявата е отчетено и времето на трафика за качване на входните данни.

Трафик \ Машина	Слаба	Средна	Силна
Слаб	10:10	10:00	09:50
Среден	05:05	05:00	04:50
Силен	01:20	01:20	01:20

Трафик \ Машина	Слаба	Средна	Силна
Слаб	00:50	00:48	00:44
Среден	00:38	00:35	00:33
Силен	00:30	00:30	00:30

От представените резултати се виждат предимствата на новия подход спрямо клиент-сървър технологията. Очакванията са, че при големи данни и при подобряване на качеството и количеството на **Участниците**, времето за обработка на изображенията да се намалява.

Следва да се отбележи, че **Средата** използва само езици, базирани на JS, благодарение на развитието на node.js [3] и NPM [4], успоредно с развитието на стандарта на JS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е изследван пътя от клиент-сървър подход при разпределяне на обработка на изображения, към променливо многофакторно разпределяне на обработки между участници. Обработките в реалния живот могат да бъдат от всякакъв род, като например намиране на криптоключове, задачи от астрономия, физика, медицинска генетика и още много други области и задачи.

И така от статия [1] – JavaScript технологии за организация и обработка на (фото) изображения, постепенно достигнахме до поетапна трансформация на идеята в **Организация на обработките в разпределена среда** за ефективното им изпълнение.

Благодарности: Работата е подкрепена от проект МУ21-ФМИ-004, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ангелов, Е., Javascript технологии за организация и обработка на изображения, Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия В. Техника и технологии. Том XIX, ISSN 2534-9384, 2021, стр. 114-118.

- [2] Енков, Св., Ангелов, Е., Интернет свързки в реално време. Технологии, приложения, сигурност. Science and technologies: Volume XI, 2021, Number 2: Natural and mathematical science, стр. 27-32.
- [3] Ангелов, Е., Разпределяне на натоварването между сървър и клиент в Javascript платформа за обработка на изображения, Science and technologies: Volume XI, 2021, Number 2: Natural and mathematical science, стр. 33-39.
- [4] Naming Prosecution Migrator, <https://www.npmjs.com/>
- [5] Node.js [<https://nodejs.org/en/>]

За контакт:

Емил Ангелов – фотограф и преподавател по програмиране и информатични дисциплини
Докторант в катедра „Компютърна информатика“ при ПУ „П. Хилендарски“
e-mail: emil.angelov@gmail.com

**ТЕХНИКИ И ПРАКТИКИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ
НА ИЗГЛЕДИ И СЪДЪРЖАНИЕ НА УЕБ СТРАНИЦИ**

Николай Чочев, Христо Христов
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”, България

**DESIGN TECHNIQUES AND PRACTICES
OF GRID LAYOUTS AND CONTENT OF WEB PAGES**

Nikolay Chochev, Hristo Hristov
Plovdiv University Paisii Hilendarski (BULGARIA)

Abstract

This paper presents the perspectives of popular web page layout design techniques and practices. Applications of basic approaches to view design are considered: from tabular design using fixed size units, through frame, fluid and elastic design by applying relative size units, to responsive design by combining different techniques and practices for adaptability. The article pays attention to current trends in which the overall look of adaptive web pages is designed through the approaches of the cascading style sheets (CSS - cascading style sheets): grid view (Grid Layout), view from flexible areas (FlexBox Layout) and Multiple Column Layout or the application of a developed framework, while the design of web page containers and their layout preserves the trend of applying techniques used in the original specifications of CSS technology. The paper analyzes some of the popular practices in designing modern adaptive web design which are important for quality search engine optimization (SEO - Search Engine Optimization), improving productivity and ease of operation of the server machine (Performance Improvement), reducing the cost and fast loading of resources on the web page in the browser of the client machine (Cost Reduction), etc.

Keywords: *web design, layouts, grid layouts, flexbox, multiple column*

1. Introduction.

The design of a web page can be realized through various approaches, techniques and practices in web design. Their common feature is the structure of the HyperText Markup Language (HTML) language on the web page and the basic properties of the cascading style sheet (CSS), which determine the type, positioning, size, etc. of the main containers of the page view. This design is divided into two parts: designing a web page view structure composed of basic containers and designing web content containers. In the first officially specified design documents, in Standard Generalized Markup Language (SGML) and HTML 2.0 (Keith, 2010), the main containers of page views as well as their content could not be adapted to the screen on which they are displayed. In this approach, the view containers and their contents had fixed dimensions measured in pixels. With the development of web technologies, the looks and content of web

pages gradually become responsive to resolution, screen size, device orientation, media type (screen, print, speech) of the device that displays the page, hardware characteristics of the physical device and etc.

Thus, depending on certain features of the page layout and its containers, when designing websites, we talk about adaptive and responsive web design. In the specialized literature during this transition, different approaches to designing a web page layout known as tabular, frame, fluid, elastic, adaptive and responsive approach have emerged. In this article we look at current trends in which the overall look of adaptive web pages is designed using the CSS approaches Grid Layout, FlexBox Layout and Multiple Column Layout or the application of a developed framework, while the design of web page view containers and their layout preserves the trend of applying techniques used in the original specifications of CSS technology.

Some of the popular practices in designing modern adaptive web design are analyzed, which are important for quality search engine optimization, improving productivity and ease of operation of the server machine (Performance Improvement), reducing costs and fast loading of resources on the web page in the browser of the client machine (Cost Reduction), etc.

2. Design grid views of web pages before and after the advent of HTML5.

Building a web page preview before entering the HTML5 specification was designed using a tables, frame, fluid, or elastic approach that uses the HTML elements table, frame, iFrame, div, fixed, and relative size units such as pixel (px), percentage (%), typographic relative unit of measure for font size (em, rem) and layout properties of elements such as float and position. With the publication of the HTML5 specification, a number of CSS properties are being developed in parallel, such as Transforms, Transitions, Animation, the concept of media queries, etc. A significant leap in the design of the web page view is the emergence of the concepts of Grid Layout, FlexBox Layout and Multiple Column Layout, through which the so-called Grid Layout is built. System) for individual pages, frameworks design pages such as Bootstrap, foundation, skeleton, w3 and others. and website theme templates for content management systems (CMS). In this sea of technologies and concepts, modern web pages required adaptation to different devices, which leads to the need to develop responsive web design. (Moreno, 2011)

3. Changes in the design of pages with the advent of HTML5..

With the publication of the HTML5 specification, there has been a significant change in the way web pages are designed, and in particular in the design of their views. In HTML4 and earlier versions, the container structure of web page views was built using the <div> element. Because containers built with the <div> element have no semantics, search engine optimization on the web page has been less effective. For this reason, HTML5 develops and publishes the so-called semantic structural markers of elements such as <section>, <article>, <header>, <aside>, <footer>, <nav>, <video>, <figure> , and others. The new HTML5 tags have a semantic meaning and a well-developed Application Programming Interface (API). In parallel with the development of new semantic structural markers in HTML5, changes occur in animated elements, elements intended for video and audio streaming, the operation of players and the implementation of plug-ins. Also, often mentioned in the literature is how FLASH technology remains in history, starting a new era in dynamic elements. In HTML5, the methods of session storage, local storage and database storage allow the client to save data locally, which is accessible from web applications even when the client is turned off for a short period of time (The Smashing Newsletter Team, 2009). W3C standards have been developed for all these changes, which improves the efficiency of the libraries and add-ons used. HTML5 aimed to make web pages more interactive and offer a better User Experience, which was achieved in less than a decade and exceeded initial expectations. However, a special change in the design of web page views occurred widely with the introduction and use of so-called media queries. Combining modern Grid Layout, FlexBox Layout and Multiple Column Layout lay the foundations of modern responsive web design.

4. Design grid views using FlexBox, Grid, Multiple Column Layout..

4.1. Designing pages using FlexBox Layout

Historically, the first modern concept for designing web page layouts was FlexBox Layout. It is designed as a model for the layout of elements, using a one-dimensional method of alignment according to the direction defined as rows or columns. The FlexBox Layout model for aligning elements is called one-dimensional, because it can be used to control and model either rows or columns. In contrast, the CSS Grid Layout system is defined as two-dimensional, as rows and columns are simultaneously controlled and modeled. The FlexBox Layout concept is based on the relationship between two main types of HTML elements. One type is a FlexBox Container of elements, while the other type consists of FlexBox Items in the container. *The content container* is called the **parent**, and the embedded elements are called **descendants or descendants of the parent**. The CSS properties of the parent display, flex-direction, flex-wrap, flex-flow, justify-content, align-items, align-content, gap, row-gap, column-gap determine the type of the parent, the direction for the location of successors, single-row or multi-row packing of the elements, alignment of the flexible elements on the main horizontal axis, allocation of additional free space, alignment of the flexible elements on the vertical main axis, individual alignment of the flexible elements, control of the space between elements, etc. The CSS properties of the successors order, flex-grow, flex-shrink, flex-basis, flex, align-self determine the control of the order of availability, the ability of flexible elements to stretch or contract, individual alignment of flexible elements and more. According to the source for support of front and technologies for desktop and mobile web browsers Can I Use, (Can I Use: CSS Flexible Box Layout Module, 2021) FlexBox Layout model is a modern approach to designing views, whose CSS properties are supported by a very high degree of popular web browsers, approximately between 96 and 99% combined with a low number of bugs reported.

According to the proposed metric, the study includes users of desktop browsers Edge, Firefox, Chrome, Safari, Opera, iOS users with Safari and Opera Mini, Android users with Firefox, Chrome, Opera, UC and Samsung Internet, QQ, Baidu browsers and KaiOS browser. This high level of support for CSS properties for the field of web design can be explained by the long period of development. According to the W3C specifications, the first version as a standalone module dates from 23 July 2009 (W3C: Flexible Box Layout Module, 2021)

4.2. Designing pages using Grid Layout

CSS Grid Layout is a system for designing layouts on web pages. Its *CSS Grid Layout Module Level 1* specification states that CSS Grid Layout is a two-dimensional lattice-based system built and optimized to design a user interface design. It is the most flexible and feature-rich CSS layout design system. Unlike other modern design techniques CSS Flexbox Layout, where the location of the elements is processed either vertically or horizontally, in Grid Layout the positioning of the elements can be manipulated both horizontally and vertically.

The concept of *Grid Layout* is borrowed from the design of web pages through two-dimensional tables from the dawn of the advent of web design. The grid view is a grid made up of dividing lines consisting of rows, columns and cells. Unlike the design of pages using two-dimensional tables, modern Grid Layout design using CSS properties can change the type and shape of dividing lines, rows, columns and cells, ie. to change the structure of the Grid grid. In addition, however, the CSS Grid Layout offers a set of properties to handle the location of the content in the cells of the Grid grid. For example, the properties of the Grid Layout determine the number of rows and columns, their size, the distance between them, the union of cells and more.

The construction of the Grid view is based on a concept defining the relationship between two main types of HTML elements, which is determined by the CSS Grid property. One type is a *Grid Container* of elements, while the other type consists of Grid Items in the container. The

content container is called the parent, and the embedded elements are called descendants or descendants of the parent. The CSS Grid Layout is a system that offers a set of properties, some of which are applied to the parent container, while others are applied to embedded elements. The most solid tool for building views via CSS Grid Layout is the so-called grid template. It consists of areas of embedded elements specified by the grid-area CSS property, which are combined into a template using the grid-template-areas CSS property. Combining these two properties of CSS Grid parent and heirs is the most widely used tool for building Grid views.

4.3. Designing pages using Multiple Column Layout.

The Multiple Column Layout view design method has some advantages over the more popular Flexbox Layout and Grid Layout. It is not suitable for designing web pages that have rich and varied content, but in some cases it is more practical to apply.

One of its key advantages is that it easily and conveniently flows content from column to column, similar to publishing a page view in a newspaper. This method has two main properties: column-count, which sets the number of columns in the view, and column-width, which sets the width of the individual. The distance between the columns can also be adapted by any valid units of length.

The Multiple Column Layout concept outperforms other views design concepts when the page has a columnar layout and predominant textual content. A significant drawback is that currently, according to <https://caniuse.com/multicolumn>, some of the properties of Multiple Column Layout are not fully supported.

5. Modern trends in the design of web pages.

When designing modern websites, there is a clear tendency to build the overall look of web pages using one of the approaches: Grid Layout, FlexBox Layout or Multiple Column Layout, while in the content layout to apply some older concepts of tabular, frame, fluid and elastic design through fixed and relative units of measurement and positioning of the elements through the CSS properties float and position on the main containers of the views. In addition to the location and layout of views, containers and their content in modern website design, there are a number of other requirements regarding indexing and quality search engine optimization, improving performance and facilitating the performance of the server machine Improvement), cost reduction and fast loading of resources on the web page in the browser of the client machine (Cost Reduction), etc. In the specialized literature there are a number of practices for increasing productivity and applying quality optimization for search engines. In this sense, two accents from the design of web views and their content are considered, which we define as minimum criteria for the quality of development of an adaptive website. We believe that the design of views and the construction of content must be accompanied by high productivity and low cost on the part of the client and a successful strategy for quality search engine optimization must be applied. When considering SEO approaches that have proven their effectiveness in recent years considered in terms of designing a modern website, one should keep in mind the application of several basic good practices. (Chochev, 2021) First of all, it should be noted the correct use of semantic tags, introduced with the advent of HTML5, which affect readers and the speed of reading the page by browsers. It is well known that the latency of websites is measured in milliseconds defined as the time it takes for data to travel from the server source to the interpreting browser, while the server response is called the time required for the first HTTP request initiated by the browser. the device to the last resource packet received from the server when accessing web content. These times are decisive for the so-called user experience. Therefore, another generalized practice in the design of adaptive websites is the optimization of the number of browser requests and responses from the server, as well as the amount of resources loaded. For most of these web resources, it is recommended to compress the size, such as by minimizing script files, CSS files, proper selection of graphic and video files according to the resolution and screen size. This saves a lot of resources when loading the page and helps to better optimize the sites (Priocept, 2011). Next, it is important for search engines to

use the attributes of HTML tags correctly (Keith, 2010). In practice, modern adaptive web design has evolved to such an extent that it can be argued that it has become a criterion for Search Engine Optimization.

6. Conclusion.

The article discusses the main changes that occur in the grid views of web pages after the advent of HTML5. An overview of modern concepts for designing pages Grid Layout, FlexBox Layout and Multiple Column Layout was analyzed, analyzing some of their advantages. The understanding was presented that in modern web design of pages, along with the design of a responsive view, it is necessary to set requirements and apply good practices regarding indexing and quality SEO, improving productivity and lightening the performance of the server machine (Performance Improvement), cost reduction and fast loading of resources on the web page in the browser of the client machine (Cost Reduction) and etc.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work is funded by the MY21-ФМИ-011 project at the Research Fund of the University of Plovdiv "Paisii Hilendarski".

REFERENCES

1. Can I Use, CSS Flexible Box Layout Module, Available: <https://caniuse.com/flexbox>, [viewed 22.11. 2021].
2. Keith, J., 2010, HTML5 for web designers., A Book Apart Jeffrey Zeldmann.
3. Moreno, L., P. Martinez, A. Iglesias & M. Gonzalez, 2011, "HTML 5 support for an accessible user-video-interaction on the web," IFIP Conference on Human-Computer Interaction Human-Computer Interaction, pp. 535–539.
4. Priocept, 2009, Calculating http server load. [Online]. Available: <http://priocept.com/2009/08/21/calculating-http-server-load/> , [viewed 22.11. 2021].
5. The Smashing Newsletter Team, 2009, „Fixed vs. Fluid vs. Elastic Layout: What’s The Right One For You?“, <https://www.smashingmagazine.com/2009/06/fixed-vs-fluid-vs-elastic-layout-whats-the-right-one-for-you/> [viewed 22.11. 2021].
6. W3C: Flexible Box Layout Module, Available: <https://www.w3.org/TR/2009/WD-css3-flexbox-20090723/> , [viewed 22.11. 2021].
7. Chochev, N., T. Terzieva, 2021, "Methodological stages of the training in digital marketing and SEO optimization", Anniversary international scientific conference research and education in mathematics, informatics and their applications Remia'2021, October 22-24, 2021, Plovdiv, Bulgaria, ISBN: 978-619-202-711-7

Nikolay Chochev, Hristo Hristov

University of Plovdiv "Paisii Hilendarski",

Faculty of Mathematics and Informatics,

236 Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria

Corresponding authors: chochev@uni-plovdiv.bg, hth@uni-plovdiv.bg

МОДЕЛИРАНЕ НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ В МУДЪЛ ЧРЕЗ СТАНДАРТНИ УЧЕБНИ ДЕЙНОСТИ И РЕСУРСИ

Емил Йончев, Станка Хаджихолева

ПУ „П. Хилендарски“

MODELING OF PEDAGOGICAL PATTERNS IN MOODLE THROUGH STANDARD LEARNING ACTIVITIES AND RESOURCES

Emil Yonchev, Stanka Hadzhikoleva

University of Plovdiv "Paisii Hilendarski"

Резюме: Създаването на учебни курсове в електронна среда е предизвикателство за много преподаватели. Поддържането на интереса и ангажираността на обучаемите в учебния процес при онлайн обучение изисква гъвкав дизайн на курса, който да мотивира обучаемите, подкрепя ученето и стимулира тяхното творчество и продуктивност. Педагогическите патерни са инструмент за споделяне на успешни педагогически практики за преподаване и учене. Те описват педагогически задачи и проблеми, и дават идеи за решенията им по един абстрактен начин. Използването на патерни в електронна среда изисква нов начин на мислене, ограничен от технологичните възможности на използваната среда за е-обучение. В статията са разгледани три педагогически патерна и са представени примери за реализирането им в Мудъл чрез използване на стандартните интегрирани учебни дейности и учебни ресурси.

Ключови думи: педагогически патерн, инстанция на педагогически патерн, имплементация на педагогически патерн, Moodle

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Онлайн обучението има много измерения. За някои то е избор, за други – забавление, но за децата е задължение, придобиващо огромно значение в съвременния свят на COVID-19 - обучение. Именно децата са най-чувствителни към начина на организиране на е-обучението и дизайна на електронните курсове. Стойки самотни пред компютъра, те често губят мотивация, пропускат част от учебните дейности, разсейват се, и понякога не могат да се справят сами с усвояването на учебното съдържание. Именно поради тази причина, учебните курсове трябва да са с подходящ дизайн. Те трябва да подкрепят ученето, да стимулират активността на обучаемите, да ангажират вниманието им и да ги заинтригуват. Важен е въпросът за подходящо моделиране на различни учебни ситуации, педагогически стратегии и подходи, като се използват стандартните учебни дейности и ресурси, вградени в средата за електронно обучение.

Терминът „*патерн*“ (pattern) се въвежда за първи път от австрийския архитект Кристофър Александър. Той разработва иновативна за времето си теория за архитектурен дизайн, която се базира на идеята за разбиране и многократна употреба на т. нар. *архитектурни патерни*. Визията на К. Александър е, че „всеки патерн описва проблем, който се появява отново и отново в нашата среда, а след това описва и същността на решението на този проблем по такъв начин, че то може да бъде използвано милион пъти, по различен начин“ [1].

Освен в архитектурата, патерните са намерили приложение и в много други сфери – разработка на софтуер [2], бизнес процеси [3], обучение [4], и др. Патерните, който описват педагогически проблеми и дават техни абстрактни решения се наричат педагогически патерни.

Педагогическите патерни (ПП) са модели за описание на педагогически задачи и възможни начини за тяхното решение. Те са удобен инструмент за предаване на педагогически опит, за споделяне на добри практики за преподаване и учене и за повишаване компетентността на младите специалисти [5]. В общия случай, описанието на съвкупност от патерни за решаване на даден клас от задачи се описват по обща схема, която включва Име на патерн, Проблем, Контекст, Ограничения, Решение, Примери, Обосновка (Rationale), Свързани патерни, и др. [6].

Педагогическите патерни описват по абстрактен начин проблем и неговото решение, но не дават конкретни начини за използване на патерна в реални ситуации. Това мотивира въвеждането на ново понятие – **инстанция на патерн**, с което се описва **конкретен случай на използване на педагогически патерн, заедно с използваните образователни ресурси**. Инстанцията е описание на добра практика, споделена от обучаем или учител. Ако гледаме на патерна като на идея за решение на общ проблем, то инстанцията на патерн може да определим като конкретно решение на конкретен проблем [7].

Процесът на превръщане на абстрактното указание, описано от педагогически патерн в конкретно решение на конкретен проблем, описан чрез инстанция на патерн, наричаме **инстанциране** на патерн. Моделирането на конкретна инстанция на патерн в електронна образователна среда, наричаме **имплементация** на инстанция на ПП.

Има два основни подхода за имплементиране на патерни в електронна среда. Първият подход предполага разработване на софтуерна система, която да поддържа инструменти за моделиране на инстанции на патерни, а вторият – моделиране на инстанции, като се използват вградените в средата за е-обучение учебни дейности и ресурси. В статията са представени някои идеи за моделиране на патерни в средата за електронно обучение Мудъл.

2. СИСТЕМА ЗА Е-ОБУЧЕНИЕ МУДЪЛ

Мудъл (Moodle - Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) е една от най-популярните системи за електронно обучение. Приложението е безплатно и е с отворен код, който може да бъде променен с оглед нуждите на потребителите. Неговите качества се потвърждават от големия брой потребители – учители, студенти, ученици и бизнес-потребители. По данни на официалния сайт, платформата има над 190 000 000 потребители и повече от 145 000 реализирани сайта [8].

Мудъл предлага гъвкава учебна среда, с множество възможност за персонализиране на обучението [9]. Основните компоненти за организиране на обучението са учебните дейности и учебните ресурси.

Учебните ресурси предлагат различни начини за структуриране, навигация и предоставяне на учебно съдържание. Такива са напр.:

- **Файл** – най-често ползвания ресурс, с който се доставя учебно съдържание на обучаемите под формата на файл – документ, изображение, таблици, и др.;
- **Папка** – ресурс, чрез който се организират тематично множество от файлове;
- **Страница** – ресурс за представяне на обучителни ресурси във формата на web страница.
- **Книга** – ресурс, чрез който се организират множество web страници, включени в курса, и др.

Мудъл поддържа и разнообразни **учебни дейности**, напр.:

- **Задание** – използва се за поставяне на различни задания на студентите;

- **Обратна връзка** – използва се за проучване на студентското мнение по различни въпроси;
- **Речник** – дейност, която изисква систематизирано описание на изучавани термини и понятия;
- **Форум** – място за обсъждане и споделяне на идеи от обучаеми и обучители;
- **Урок** – изключително мощен инструмент за изграждане на по-малки учебни единици, чрез който може да се моделира и адаптивност;
- **Тест** – дейност за оценяване на образователните резултати, и др.

Дизайна на учебен курс в Мудъл се изгражда посредством избора и конфигурирането на учебни ресурси и дейности. Използването на педагогически патерни като пътеводител за дизайн на учебни курсове измества фокуса от технологичния аспект на обучението в електронна среда, към педагогическия аспект. Това дава възможност за по-голямо ангажиране на вниманието на обучаемите и по-активното им въвличане в учебния процес.

3. МОДЕЛИРАНЕ НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ В MOODLE

В научната литература са описани много педагогически патерни. Един от пионерите и безспорен авторитет в тази област е Джозеф Бергин. В книгата „Pedagogical Patterns: Advice For Educators“ са описани над 120 патерна, разработени по проект „Pedagogical Patterns Project“ под ръководството на Бергин [4]. Други разработки, които могат да се отличат, са език за креативни [10] и за активни обучаеми [11], патерни за дизайн на математически игри [12], патерни за е-обучение [13], патерни за технологично подпомогнато преподаване и учене [14], и др. В статията са разгледани три патерна на Бергин, предложени са примерни инстанции и начини за имплементирането им.

3.1. Педагогически патерн „Ранно предупреждение“

Име: Ранно предупреждение;

Тип: Патерн за обратна връзка;

Автор: Джо Бергин;

Проблем: Вашите ученици може да не осъзнаят, че изостават или че имат заблуди относно знанията си по темите в курса, но вие като преподавател сте в по-добра позиция да го идентифицирате и посочите. Ако обучаемите изостанат или пропуснат важен материал в ранните етапи на курса, ще им бъде трудно да го наваксат и да усвоят понятия и взаимовръзки, които се базират на познаването на въпросните базови понятия.

Решение: Когато видите, че обучаемите не се справят с обема на работата, или са разбрали неправилно някоя тема, дайте им „Ранно предупреждение“. Даването на съвети е най-продуктивно, когато се посочва пътя към успеха, а не само препятствието. Колкото по-рано дадете съвет, толкова по-голям е шансът за успех на обучаемия.

Контекст: Когато преподавате материал, който е основа, върху която се надграждат други знания и умения в курса. Не всички обучаеми успяват да вникнат в нужната дълбочина и за предвиденото време.

Инстанция и имплементация:

Контекст: В началото на даден курс се представят основополагащи понятия, които са основа за изучаване на други понятия на по-късен етап на курса. За да сме сигурни, че обучаемите са усвоили това базово понятие, след завършване на темата, ги подлагаме на тест.

Решение: Създайте тест, чрез който да диагностицирате пропуските на вашите

обучаеми. За всеки идентифициран грешен отговор подберете учебни ресурси, чрез които обучаемите могат да запълнят пропуските си. Дайте възможност на обучаемите бързо и точно да получат достъп до необходимите им учебни ресурси.

Резултати: Сигурни сме, че всички обучаеми са усвоили в достатъчна степен желаните от нас базови понятия и ще могат успешно да продължат с изучаването на следващите по-комплексни знания.

Реализация в Мудъл: знанията се проверяват чрез учебна дейност „Тест“, „Избор“ или „Обратна връзка“, след което, в зависимост от постигнатите резултати, обучаемите се насочват индивидуално към други учебни дейности или ресурси, за запълване на пропуските, напр. „Файл“, „Папка“, „Страница“, „Книга“, „URL“, „Речник“, „База данни“, „Урок“, и др.

3.2. Педагогически патерн „Последователна метафора“

Име: Последователна метафора;

Тип: Патерн за учене чрез различни перспективи;

Автор: Джозеф Бергин;

Проблем: Лесно е да се изгубите в детайлите на текущата тема, особено когато преподавате на начинаещи. За много обучаеми е трудно бързо да разберат как нещата си пасват и да направят правилни асоциации между новите абстрактни понятия и вече получените знания. Бихме искали да позволим на обучаемите да черпят от това, което вече знаят, за да могат по-лесно да усвоят новият материал. Обучаемите се нуждаят от начин да мислят по темата като цяло, но темата може да е силно техническа и извън техния опит.

Контекст: Когато преподавате материал, който е абстрактен и на обучаемите им е трудно да разберат как той си пасва с другите елементи от курса.

Решение: Създайте метафора, която е в съответствие с преподаваната тема и със същите основни елементи, които си взаимодействат по същия начин. Дайте това на обучаемите като начин да мислят по темата. Метафората трябва да позволява на обучаемите да правят валидни изводи по темата, като мислят за метафората. Ако имате добри метафори, трябва да можете да правите правилни изводи, като се позовавате на метафората. Покажете на обучаемите връзката между метафората и темата, която ги интересува.

Инстанция и имплементация:

Контекст: В курса се изучава абстрактно или комплексно понятие, което е в сложна връзка с други обекти или процеси, или има свойства, зависещи от други обекти.

Решение: За да могат обучаемите да се ориентират по-добре за възможни характеристики, взаимовръзки или следствия, характеризиращи новото понятие, се предлага аналогия с метафора.

Резултати: Сигурни сме, че всички студенти по-ясно разбират съдържанието и обхвата на дадено абстрактно понятие.

Реализация в Мудъл: Новите знания е подходящо да се представят чрез всяка една от учебните дейности или ресурси в Мудъл. Метафората също трябва да бъде на разположение на обучаемите, така че те при необходимост да могат да направят справка. При изучаване на множество нови понятия и аналогии, е подходящо да се използва учебна дейност „Речник“, в която новите понятия са обяснени и илюстрирани с метафорични снимки.

3.3. Педагогически патерн „Сандвич за обратна връзка“

Име: Сандвич за обратна връзка;

Тип: Патерни за обратна връзка;

Автор: Джозеф Бергин;

Проблем: Трябва да посочите на обучаемите техните грешки и слабости, при това без да подкопавате доверието им. Вие искате те да се чувстват добре за това, което са направили и да придобият увереност, че могат да се справят по-добре. Ако сте негативно настроени към обучаемите, те могат да се настроят реципрочно и да се откажат да ви слушат. Ако са много чувствителни, могат да бъдат наранени и да приемат критиката лично, а ако са арогантни, могат да приемат вашите коментари като атака и да ви отвърнат.

Контекст: Когато трябва да дадете обратна връзка (включително и след тестване) и искате да кажете на обучаемите, че грешат, но по един щадящ начин, а също и да ги мотивирате да се поучат от грешките си.

Решение: Когато давате обратна връзка, започнете и завършете с позитивно послание. Между положителните коментари включете конструктивна критика или предложения за подобрене. Дори да имате много негативни критики и забележки, винаги можете да започнете с нещата, които са били добре направени и трябва да бъдат запазени в бъдеще. Негативните аспекти на вашата обратна връзка може да бъдат поднесени по приятен и щадящ начин. Можете да кажете „Това може да се направи по-добре, ако мислите за ...“.

Инстанция и имплементация:

Контекст: В е-образователните курсове е подходящо патерна „Сандвич за обратна връзка“ да се приема за норма на даване на обратна връзка, както от преподавател към обучаем, така и при груповата работа – от обучаем към обучаем.

Решение: В самото начало на курса се прави уговорка с обучаемите, че винаги критиката ще се прави по схемата „нещо положително“ – „препоръка“ – „завършек с нещо положително“. Когато системата за е-обучение дава обратна връзка – например след грешен отговор на въпрос от теста, се ползва същата схема.

Резултати: При даването на обратна връзка никой не се обижда. Критиките се приемат много по-позитивно дори от по-неуверените обучаеми, а грешките често се превръщат в извор на мотивация.

Реализация в Мудъл: При настройване на дейността „Тест“ в раздел „Забележка“; При даване на обратна връзка и оценяване на дейност „Задание“; при работа с дейност „Работилница“, чрез използване на стратегии за оценяване „Съвкупно оценяване“ или „Коментари“, по време на обсъждане на проекти в дейността „Форум“, и др.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Педагогическите патерни са достъпен инструмент за споделяне на педагогически опит между преподавателите. Те могат да бъдат използвани успешно и в онлайн обучението. Повечето среди за онлайн обучение предоставят множество учебни ресурси и учебни дейности, чрез които да бъдат моделирани различни педагогически патерни. Познаването на множество педагогически патерни и дизайна на е-курсове, базиран на моделирани инстанции на патерни повишава ефективността на курсовете, мотивация и ангажираността на обучаемите, и позволява адаптирането на обучението към техните индивидуални нужди и възможности.

Благодарности: Работата е подкрепена от проект МУ21-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Alexander C. (1979) *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, New York, 1979, ISBN: 0-19-502402-8.
- [2] Hasso, S., R. Carlson (2011). Software patterns catalog based on a new classification scheme. *Software: Practice and Experience*, 43(7), 759–768. doi:10.1002/spe.1117.
- [3] Fellmann, M., A. Koschmider, R. Laue, A. Schoknecht, A. Vetter, (2018) Business process model patterns: state-of-the-art, research classification and taxonomy, *Business Process Management Journal*, <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2018-0021>.
- [4] Bergin J., J. Eckstein, M. Manns, H. Sharp, et. al. (2012), *Pedagogical Patterns: Advice For Educators*, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN: 1479171824.
- [5] Angelova, N., G. Kiryakova (2018), Sharing good practices and solutions in e-learning through pedagogical patterns, 7th National Conference on e-learning in higher education, Borovets, Bulgaria, 20-23 September 2018, ISBN 978-954-07-4509-1, pp. 85-93.
- [6] Weisburgh, M. (2004) Documenting good education and training practices through design patterns, Formal Discussion Initiation, International Forum of Educational Technology & Society, May 31 - June 9, 2004.
- [7] Hadzhikolev, E., S. Hadzhikoleva, E. Yonchev, T. Rachovski, Formal Model of a Pedagogical Pattern Language, *International journal of scientific & technology research*, vol. 8, issue 9, September 2019, ISSN 2277-8616, pp. 748-753.
- [8] History //Moodle.org, (2020) online: <https://docs.moodle.org/311/en/History>.
- [9] Джамбазов, В. (2012). Провеждане на електронно обучение чрез платформа Мудъл, Научен електронен архив на НБУ.
- [10] Iba T., T. Miyake (2016) *Learning Patterns: a pattern language for creative learners II*, Proceedings of the 1st Asian Conference on Pattern Languages of Programs, ISBN: 978-1-4503-0126-8.
- [11] Iba T., T. Miyake, M. Naruse, N. Yotsumoto (2009) *Learning Patterns: a pattern language for active learners*, Proceedings of the Pattern Languages of Programming 2009 (PloP'2009), ISBN: 978-1-60558-873-5.
- [12] Childs, M., Y. Mor, N. Winters, M. Cerulli, C. Bjork, et. al. (2006) *Learning Patterns for the design and deployment of Mathematical Games: Literature review. Research report - Report number D40.1.1. 2006.* <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190298/document>>.
- [13] Chatteur F., L. Carvalho, A. Dong (2008) Design for Pedagogy Patterns for E-Learning, Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies 2008, Santander, Cantabria, Spain.
- [14] Mor Y., H. Mellar, S. Warburton, N. Winters (2014) *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*, Sense Publishers, ISBN: 978-94-6209-530-4.

ФОРМИРАНЕ НА УМЕНИЯ ЗА ПРОГРАМИРАНЕ ОТ А ДО Я

Нели Тодорова¹, Тодор Тодоров²

¹ Факултет по математика и информатика, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, бул. „България“ №236, todorova@uni-plovdiv.bg

² Факултет по математика и информатика, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, бул. „България“ №236, ttodorov@uni-plovdiv.bg

FORMATION OF PROGRAMMING SKILLS FROM A TO Z

Neli Todorova¹, Todor Todorov²

¹ Faculty of Mathematics and Informatics, Plovdiv University "Paisii Hilendarski", 236 Bulgaria Blvd., todorova@uni-plovdiv.bg

² Faculty of Mathematics and Informatics, Plovdiv University "Paisii Hilendarski", 236 Bulgaria Blvd., ttodorov@uni-plovdiv.bg

Abstract. The present article is dedicated to the need to develop programming skills from an early age through block-based programming, through the creation of block diagrams, to building applications with programming languages. Block programming environments are emerging to provide easy, fast and fun learning of the first steps in programming. Their main characteristics and advantages develop logical and algorithmic thinking and make it possible for people of different ages and situations to use them anywhere in the world. The earlier a person starts to deal with technology, programming, information and learn analytical thinking, the faster he will develop as a person with many skills and qualifications, will be competitive, will learn patience, creativity, interest in the new, which will enrich and develop it more and more. The computer skills acquired from the earliest childhood are a very good basis for the future development of each student and the transformation of the little man into a person who has built his own individuality and has his own place in the global world of technological development.

Key words: block programming, block diagrams, programming languages

I. Среди за блок-базирано програмиране в начален етап

Във всяка сфера от нашето ежедневие се използват технологиите – общуваме, учим онлайн, пазаруваме и плащаме онлайн, в медицината, бизнеса, сигурността, банковия сектор, образование и сякаш съвремението ни е невъзможно без технологиите. Компютърните умения, придобити от най-ранна детска възраст, са много добра основа за бъдещото развитие на всеки ученик. Програмирането е процес на разбиране и решаване на даден проблем, чрез математически похвати, с помощта на компютър. Тъй като компютърът не е нищо повече от изчислителна машина, то за всеки един проблем трябва да се намери математическата логика. Програмирането дава възможност да се погледне на света по друг начин, но по своята същност е трудна задача, заради сложността на кода. В тази връзка много софтуерни компании и университети разработват среди за блок-базирано програмиране, което е визуално, атрактивно, мултимедийно и интерактивно. Всичко това

поражда самочувствие у създателите, позволява им да се съсредоточат върху това, да измислят сценарий и алгоритъм за реализирането му. В голямата си част тези среди са Интернет базирани, което дава големи възможности, както за работа по всяко време и от всяко място по света, така за работа в екипи и споделяне и публикуване на създаденото. Тези важни предимства и характеристики на блок-базираното програмиране, правят възможно използването му от хора в различна възраст и положение.

В образованието може да се използват тези нови технологии на програмиране в много аспекти – за развитие на логическото и алгоритмично мислене, за задържане на вниманието, за междупредметни връзки, за правилно използване на информацията и др. Блок-базираното програмиране стимулира креативността у децата, както рисуването, творчеството и може да бъде също толкова забавно. То представлява подреждане на блокчета (с различни форми, цвят, думи) и създаването с тях на алгоритми. Тези алгоритми пресъздават последователност от действия и събития. Може да се разкаже приказка, собствена история, да се създаде игра или обучение по различни училищни и извънучилищни дисциплини. Съществуват множество среди за блок-базирано програмиране, част от тях са:

- Скрач (Scratch), създаден през 2003 г. от Мичъл Резник в Масачузетския технологичен институт. Представява 2 D платформа и сайтът <http://scratch.mit.edu/> (1) предоставя среда за създаване, споделя и коментиране на разработени проекти, каквото е и мотото на Скрач „Представи си, програмирай, споделяй“. Има версия и за по-малките ученици Scratch JR;

- Blockly е език и среда за блоково програмиране, разработени от Google и заимства много от идеите на Scratch. За тези, които познават добре Скрач, ще е лесно да преминат в новата среда;

- Snap е продължение на Скрач, разработен от Калифорнийски университет. В него се добавят още нови блокчета, които сами си създаваме, достъпен е в Интернет без инсталация;

- Stencyl заимства силно Скрач, но се фокусира върху създаването на игри, които могат да бъдат създадени и публикувани за Android, Windows, Mac, HTML и др.;

- Squeak eToys е най-старата среда, проектиран от Алан Кей и е повлияла на всички блокови езици след него. С тази среда могат да се разработват достатъчно сериозни приложения;

- Kodu е 3D среда за компютърно програмиране, разработена от Microsoft Research Group, предназначена за малките ученици, но предоставя добри функционалности и за по-големите;

- Alice е 3D среда, разработена от Университета „Карнеги Мелън“ и е една от най-популярните и използвани среди през последните години. В нея може да се програмира с готови 3D обекти от библиотеките, заложи като инструмент в средата. Може да се програмира и като създаваме собствени обекти. От версия 3.0 потребителите, освен че програмират блоково на Java, могат да експортират проектите си в стандартен Java код;

- MIT App Inventor е среда за блоково програмиране на приложения за мобилни устройства с операционна система Android. Разработена е от екип на Масачузетския технологичен институт в сътрудничество с Google. В средата се използват идеи от Scratch, Blockly и др. и е лесен инструмент, с който ученици и учители могат да навлязат в света на мобилните приложения. Средата е интернет базирана и не изисква инсталации.

Средите за блоково програмиране се появяват, за да осигурят лесно, бързо и забавно изучаване на първи стъпки в програмирането. Те стават все по-привлекателни за световни софтуерни компании, които инвестират в тяхното развитие, защото светът разбира, че колкото по-рано човек започне да се занимава с технологии, програмиране, информация и се научи на аналитично мислене, толкова по-бързо той ще се развие като личност с множество умения и квалификации, ще бъде конкурентноспособен, ще се научи

на търпение, креативност, интерес към новото, което все повече и повече ще го обогатява и развива.

Програмирането за деца в начална училищна възраст в България се въвежда от Новия Закон за предучилищно и училищно образование с нова учебна дисциплина „Компютърно моделиране“ в задължителната подготовка на учениците в 3. и 4. клас от учебната 2018/2019 год. (2) Обучението има въвеждащ характер, насочено е към овладяване на базови знания, умения и отношения, свързани с изграждане на дигиталната грамотност на учениците чрез създаване на компютърни модели на познати обекти, процеси и явления и експериментирание с тях. В утвърдените учебни програми за трети и четвърти клас са заложили теми, свързани с блоковото програмиране. Те могат да бъдат представени чрез програма Скрач (Scratch). Една от функционалностите на Scratch е интегрирането му с други учебни предмети. Чрез този процес може да се постигне развитие на креативно и на логическо мислене, да се подбуди интерес към други учебни области и същевременно да се открие необятният свят на ежедневно развиващите се технологии за учениците. (3)

Блоковото програмиране може да се учи поетапно според сложността на платформата. От гореописаните среди за блок-базирано програмиране учителите могат да започнат с деца още от предучилищна възраст със Скрач – запознаване и изучаване на визуално програмиране и създаване на герои в 2 D среда, да надградят знанията в начален и прогимназиален етап с Alice 3 D среда с повече възможности за изглед и управление на героите и на по-късен етап да се ползва App Inventor за създаване приложение за мобилно устройство.

Усвоените знания в часовете по Компютърно моделиране в начален етап и надграждането им в прогимназиален са основополагащи за формиране на умения за блоково програмиране, при което синтактични грешки няма, също и проблеми с конструкциите на операторите. Кодът е съвкупност от разноцветни блокчета, които се свързват едно с друго според желания алгоритъм. Алгоритъмът е процес от елементарни операции и последователни стъпки, които обработват входни данни, за да се намери решение на дадена задача. Според типа на командите алгоритмите могат да бъдат класифицирани на три основни вида:

- линейни алгоритми, при които командите се изпълняват последователно по реда на записването им;
- разклонени алгоритми, при които има заложило условие, определящо изпълнението на следващата команда;
- циклични алгоритми, които съдържат многократно изпълняващи се малък брой команди, обработващи голяма еднотипна база от данни;

Блок-схемите са съставени от геометрични фигури със специфично значение, чрез които се разписват алгоритмите с цел решаване на поставена задача. В зависимост от типовете алгоритми, блок-схемите се класифицират съответно отново на линейни, разклонени и циклични. Линейните блок-схеми се реализират чрез алгоритмична структура, наречена верига, която съдържа строга последователност от оператори. Веригата е в основата за следващите два типа блок-схеми. Разклонените блок-схеми съдържат поне един логически израз, въз основа на който се разклонява алгоритъма. Цикличните повтарят многократно определени действия за различни стойности на променливите.

II. Усвояване на знания и умения за програмиране в прогимназиален етап

Основни цели на обучението по информатика и информационни технологии (ИИТ) в българските училища е запознаване на учениците с основни понятия и очертаване ролята на тази предметна област в съвременното общество, въвеждане в теорията, формиране на алгоритмичен стил на мислене, запознаване с функционалните възможности

и правила за работа с компютърната система (КС), запознаване с ограниченията на КС за общуване с човека и формиране на отговорно отношение към новите технологии за обработка на информацията. Основна цел в обучението по информационни технологии е да даде базова подготовка и умения на учениците за работа с компютърни системи и готови програмни продукти в различни аспекти на производствената, административната и обслужващата сфера на стопанския и обществен живот.

Чрез средствата и методите на информатиката и информационните технологии учениците трябва да формират умения за самостоятелно учене, за решаване на практически задачи от ежедневието чрез пренос на усвоените знания. Това би им помогнало за в бъдеще да се адаптират по-лесно в живота и да се усъвършенстват в образованието си. Това кореспондира с основната цел в обучението по информатика и информационни технологии, а именно – учениците да развият своя информационна култура и способности за учене през целия си живот в бързопроменящото се информационно общество. Специфичните цели и задачи в обучението по ИИТ са формулирани в учебната документация.

От учебната 2021/2022 г. учебният предмет „Информационни технологии“ в прогимназиален етап е с актуализирано учебно съдържание, променен хорариум и с ново наименование „Компютърно моделиране и информационни технологии“. В новите учебни програми за пети, шести и седми клас няма съществени промени спрямо учебното съдържание от предмета „Информационни технологии“, тъй като те са ключови за развитието на дигиталните компетентности на учениците. Новото в програмата е добавянето на темата „Компютърно моделиране“, свързана с надграждане на знанията, базовите умения за програмиране и отношенията, формирани в началния етап на обучение и изграждане на алгоритмични знания и умения у учениците при изучаване и използване на различни видове езици за програмиране. (4)

Темата „Компютърно моделиране“ в пети клас акцентира върху формиране на знания и умения за създаване и обработка на графични изображения, както и надграждане на придобитите в начален етап знания и умения за използване на блоков език за програмиране. В шести клас се предвижда формиране на знания и умения за преминаване от език за блоково програмиране към скриптов текстов език, за компютърна текстообработка, за създаване на интегриран документ. В седми клас се въвеждат основни правила, фази и дейности при работа и реализиране на проект, което изисква интегриране на усвоените до момента знания и умения за обработка на информация чрез компютърна текстообработка, чрез компютърна презентация, чрез софтуер за обработка на таблични данни и скриптов текстов език за програмиране. Развива се дигиталното творчество със знания и умения по други учебни дисциплини, с умения за работа в екип, както и последващо представяне и защита на проекта.

Едно възможно представяне на възможностите за развитие на алгоритмичното мислене при учениците в прогимназиален етап чрез използване на език за блоково програмиране Scratch в пети клас и скриптов текстов език Python в шести и седми клас е предложено и анализирано в статия (5).

Езиците за програмиране са изкуствено създадени изразни средства, с които програмистите дават инструкции на компютъра. Те могат да се класифицират според предназначението им на два типа –специализирани и езици с общо предназначение. Специализираните са създадени с определена цел, напр. езици, с които се реализират бази данни. Езиците с общо предназначение реализират изпълнението на определени алгоритми от начално състояние през определен брой стъпки до краен резултат и се използват за създаване на комерсиален софтуер. Програмистите ползват множество езици с общо предназначение за разработване на софтуерни програми (C++, C#, Java), скриптове и т.н. Скриптовият език служи за изработване на динамични сайтове или уеб приложения.

Наличието на все повече уеб приложения увеличава популярността на скриптовите езици. Най-използвани са: **JavaScript** – заедно с HTML и CSS, JavaScript е една от трите най-важни технологии за създаване на сайтове; **Perl** – създаден за обработка на текст, един от най-добрите езици за писане, изключително популярен сред системните администратори; **PHP** – най-популярен, поддържан от почти всички уеб хостинг компании, с отворен код, създаден за разработването на динамични уеб сайтове и приложения; **Python** – за разработване на уеб сайтове и мобилни приложения; **Ruby** и **Ruby on Rails** – динамичен, обектно-ориентиран скриптов език за разработване на уеб сайтове и мобилни приложения;

III. Заключение

Едни от най-важните компетентности, които трябва да притежава съвременния млад човек са: да умее на работи в екип, да умее да управлява ресурсите, с които разполага и които може да придобие, да умее да работи с новите технологии за комуникация, да умее да намира и ползва необходимата му информация, да умее да се адаптира към бързопроменящата се действителност. И всичко това е постижимо благодарение на съвместната работа родител-ученик-учител от първата стъпка в училище до завършване на своето образование и превръщането на малкото дете в личност, изградила собствена индивидуалност и имаща собствено място в глобалния свят на технологичното развитие.

Благодарности

Настоящата работа е частично подкрепена от проект МУ21-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Литература

1. <https://scratch.mit.edu/download> (последно посетен на 07.12.2021 г.);
2. Закон за предучилищното и училищното образование – <https://www.mon.bg/> (последно посетен на 07.12.2021 г.);
3. Тодорова, Н., Кръстева, Д. Компютърното моделиране в помощ на обучението по математика в начален етап, Сборник доклади от Петдесетата юбилейна пролетна конференция на Съюза на математиците в България, Съюз на математиците в България, Бургас, 01-05.09.2021, секция В Образование по математика и информатика, ISSN 1313-3330, стр. 331-336;
4. <https://www.mon.bg/bg/100884> (последно посетен на 07.12.2021 г.);
5. Анева, Ст., Тодорова, Ел., Възможности за развитие на алгоритмични умения на учениците в обучението по предмета „Компютърно моделиране и информационни технологии“ в прогимназията, Сборник доклади от Юбилейна международна научна конференция „Компютърни технологии и приложения“, 15-17 септември 2021 г., Пампорово, България, ISBN: 978-619-202-702-5, стр. 37-46;

ЗНАЧЕНИЕТО НА STEM В НАЧАЛНОТО УЧИЛИЩНО ОБУЧЕНИЕ

Цанко Михов, Иван Димитров

Начално училище „Христо Ботев“, Пловдив
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

THE IMPORTANCE OF STEM IN PRIMARY SCHOOL EDUCATION

Tsanko Mihov, Ivan Dimitrov

Primary school "Hristo Botev" in the city of Plovdiv, Bulgaria
University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Bulgaria

Abstract: This article aims to review the STEM education in primary school in Bulgaria and Europe. The results from a short poll with students from the club "Little programmers", which is a part from STEM education, show the students' positive attitude and enhanced interest in new technologies.

Keywords: STEM, primary school, education

Увод

STEM образованието в началното училище става все по необходимо за подготовката на учащите се да се справят с предизвикателствата на бъдещите професии и иновации. В България от средата на 2020 година училищата имат възможност да кандидатстват по Национална програма „Изграждане на училищна STEM среда“. Предназначена е за подпомагане при изграждане на Stem центрове, където учениците да се обучават. Реализирането на програмата има за цел да мотивира учениците за изучаване на природни науки, математика и технологии, повишаване на образователните резултати, придобиване на система от компетентности, трайни, цялостни знания, ключови умения и нагласи, ориентирани към практиката, развитието и кариерното ориентиране на учениците, насочването им към технологични професии (<https://stem.mon.bg/>).

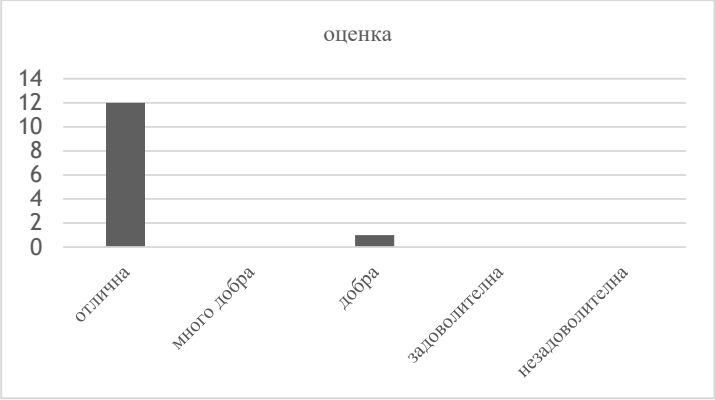
Stem в България

Нашата страна участва в ЕС STEM коалицията чрез Министерство на образованието и науката (МОН). Според МОН Българската образователна система традиционно подкрепя STEM, предоставяйки на учениците множество възможности за разширяване на техния опит в сферата на STEM извън образователната програма. Най-старата извънкласна форма на STEM дейност са различните олимпиади – математика, информатика, информационни технологии, физика, химия, астрономия, математическа лингвистика и прочие. България е член основател на повечето международни олимпиади в тези сфери и през последната година основа EJOI (European Junior Olympiad in Informatics). България е една от малкото страни, в които учениците получават директна подкрепа и менторство от активни изследователи. Всяка олимпиада има три кръга - училищен, регионален и национален, като при по-популярните направления като математика и информатика има и допълнителни национални състезания. Училищата са насърчавани да организират извънкласни курсове,

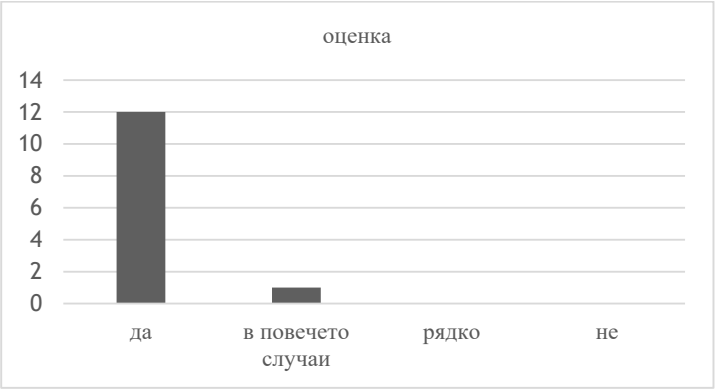
подготвящи учениците за олимпиади, посредством различни финансиращи програми като ОП “Наука и образование за интелигентен растеж”.

Програмата „Занимания по интереси“ по проект "Подкрепа за успех" дава възможност за Stem обучение, като се създават клубове с различни тематични области като: Дигитална креативност, Природни науки, Математика, Технологии, Изкуства и култура, Гражданско образование, Екологично образование и здравословен начин на живот, Спорт. По тази програма работи и начално училище „Христо Ботев“. Училището се намира в град Пловдив и в него са създадени клубове от всички области на програмата. Клуб „Малките програмисти“ е един от тях. В него децата получават първите си знания за компютъра, за роботика като всичко е разделено през четирите години на обучение. В първи и втори клас учениците се запознават с компютърната система и програми като Paint, за трети и четвърти клас се провежда обучение базирано на програмирането на роботи като Edison и Bluebot. Заниманията се провеждат извън редовните учебни часове. Децата работят в екип от двама или трима и изпълняват поставените им задачи от учителя, който води клуба.

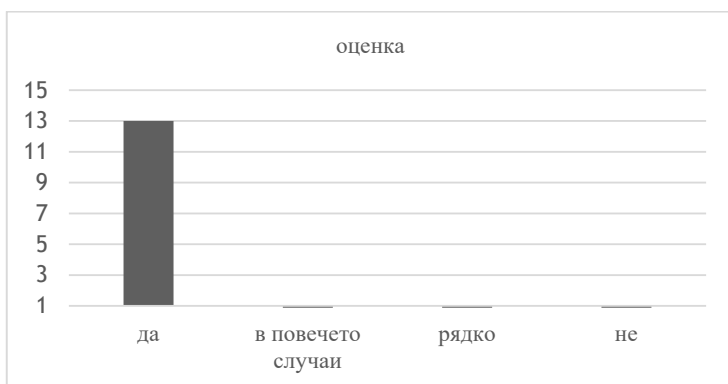
За успешната работа на клуба в края на учебната година участниците в него попълват анкета, в която изразяват своето мнение и оценяват работата на учителя, който води заниманията. По-долу са показани резултати от проведено допитване за качеството на обучение в клуб “Малките програмисти,,.



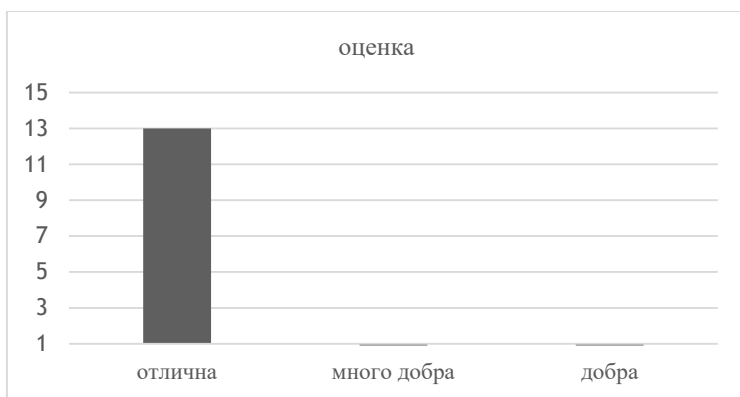
фигура 1 Как оценявате материалната база на клуба?



фигура 2 Бихте ли препоръчали клуб "Малките програмисти" на ваши приятели и съученици?



фигура 3 Отговорите съвпадат и за двата въпроса: Чувствате ли се добре при провеждане на заниманията?; Получавате ли необходимите знания и умения при посещение на клуба?



фигура 4 Как оценявате материалната база?

При обобщение на анкетата се вижда, че участниците са доволни от провежданото обучение и оценяват отлично съществуващата материална база.

Успешното прилагане на национална програма „Изграждане на училищна Stem среда“ и големият интерес от страна на училищата предизвика внасянето на проект за одобрение на допълнителни средства за финансиране на кандидатствалите училища по национална програма „Изграждане на училищна STEM среда“ през 2020 година по Дейност I и Дейност II. Това осигурява възможност за продължаване на модернизацията на училищната среда чрез изграждане на STEM среда и квалификацията на учителите за периода 2021-2023 година. Очакваните резултати са свързани със създаването на 113 нови иновативни учебни центрове с фокус върху STEM, включващи: промяна в образователната среда, учебното съдържание, преподаването, организацията и управлението на училищните процеси.

МОН е разработило и ръководство за институциите, които желаят да кандидатстват по проекта (<https://stem.mon.bg/stem-guidelines>). В него са представени критериите и за двете дейности, по които може да се кандидатства, като за начален етап в Дейност I е обяснено какви типове проекти може да има. Един такъв тип проекти е „Център за млади изследователи“. Такъв център има за цел да развие:

- изследователския подход на най-малките ученици за получаване на знания от различни научни области;

- творчеството и работата по проектно-базирано обучение в дигитална и недигитална среда;
- работа в групи или друга форма на групов работ.

Що се отнася за учебните пространства, те биха могли да се обособят като различни кътове и зони позволяващи гъвкава учебна среда.



Фигура 5 Училищна среда в начален етап на образование

Относно финансирането – съществуват две категории (Таблица 1):

- Първата е за проекти с финансиране до 300 000 хил. лева и училища с над 300 ученици.
- Втората е за проекти с финансиране до 50 000 хил. лева и училища с под 300 ученици.

При кандидатстването училищата изготвят проекти, които трябва да бъдат одобрени от МОН. Резултатите за тази година са обявени на адрес: <https://stem.mon.bg/archives/2361>.

Таблица 1 Финансиране по националната програма за изграждане на STEM центрове

№	Описание	Общ бюджет
Дейност I	Категория „Големи проекти“ с финансиране до 300 000 лв. за училища с над 300 ученици	15 000 000 лева
Дейност II	Категория „Малки проекти“ с финансиране до 50 000 лв. за училища с под 300 ученици	4 825 000 лева
Дейност III	Мониторинг и анализ – Министърът на образованието и науката възлага на експерти от МОН и външни експерти извършване на дейностите по организация, подбор, класиране и мониторинг, вкл. и чрез посещения на място. Анализът на резултатите и измерването на ефекта на въздействие на проектите се извършват от външен изпълнител.	150 000 лева
Дейност IV	Публичност – Дейността включва популяризиране на дейностите, на училищата и резултатите както на етапа на изграждане и подготовка, така и при постигане на крайните резултати и целите на проектите.	25 000 лева
ОБЩ БЮДЖЕТ НА ПРОГРАМАТА		20 000 000 лева

Има и задължителни критерии за финансиране на проектите:

1. Строително-монтажни работи
2. Обзавеждане
3. Технологично оборудване от последно поколение
4. Обучение на учители и администратори
5. Публично представяне

6. Принос на училищната общност
7. Създаване и прилагане на интегрирани уроци и/или интегрирани учебни предмети от различни научни области
8. Партньорство с представители на бизнеса

Във финансирането на всеки проект училището трябва да има собствен принос в размер на 10% от финансираната сума (Таблица 2). Собственият принос на училището може да бъде от различни източници. Такива примери са средства набрани от благотворителни акции, допълнително финансиране от общинския бюджет, дарения от фирми и физически лица (<https://stem.mon.bg/stem-guidelines>).

Таблица 2 Разделение при финансирането

	МОН	Обща стойност на проекта	Собствен принос
Голям проект	300 000 лв. 90%	333 333 лв.	33 333 лв. 10%
	300 000 лв. 85%	352 941 лв.	52 941 лв. 15%
	250 000 лв. 90%	277 778 лв.	27 778 лв. 10%
	200 000 лв. 90%	222 222 лв.	22 222 лв. 10%
	200 000 лв. 75%	266 667 лв.	66 667 лв. 25%
Малък проект	50 000 лв. 90%	55 556 лв.	5 556 лв. 10%
	50 000 лв. 80%	62 500 лв.	12 500 лв. 20%
	45 000 лв. 90%	50 000 лв.	5 000 лв. 10%
	30 000 лв. 90%	33 333 лв.	3 333 лв. 10%
	15 000 лв. 90%	16 667 лв.	1 667 лв. 10%

Приоритети на МОН

Проучването на документите показва, че МОН има следните приоритети:

- включване на трите заинтересовани страни в процеса на интензифициране на STEM уменията – деца/ученици, родители, училища/образователни власти;
- финансиране на иновациите в STEM образованието и развитието на интердисциплинарни проекти, насочени към насърчаване на сътрудничество за споделяне и съвместно създаване на ново знание сред гимназиите и образователните институции (Mollov, Stoitsov & Koleva, 2020);
- по-добри STEM учители: насърчаване на управление на промяната в образованието чрез развиване на стратегии за всяка отделна образователна институция;
- подобряване и дигитализация на STEM инфраструктурата (STEM лаборатории), помещения и библиотеки (дигитални STEM библиотеки в гимназиите и образователните институции);
- преодоляване на неравенството и по-добрата интеграция чрез обучителни общности за STEM знания (STEM BUS България).

STEM в Европа

В европейските държави STEM се развива сравнително по-бързо отколкото в България. Това става видно от доклад на Scientix (European Schoolnet, 2019 г.). В него са посочени предизвикателствата пред иновативното преподаване в областта на науката, технологиите, инженерството и математиката на ниво начално училище. Обсъждането им е протекло между 20 заинтересовани страни в областта на STEM образованието и 22 учители от начални училища. Предложени са три ключови стратегии за справяне с най-предизвикателните аспекти на преподаването в областта на STEM в началните училища: повишаване на качеството на обучението на учителите, повишаване на достъпа до висококачествени учебни ресурси, както и повишаване на културата в науката, технологиите и математиката.

Изследванията на бюрото Scientix разкриват някои забележителни европейски национални/регионални политики в областта на STEM, като например в Шотландия, Фландрия, Холандия и Ирландия. Например при шотландската политиката е бил приет широк обхват, обхващащ образованието и обучението в областта на STEM в цялата образователна система. Целта е насочена към увеличаване на ентусиазма, подобряване на познанията и уменията по STEAM, усвояване на по-специализирани умения в областта на STEM чрез образование и обучение. Процесът на разработване на политиките е включвал обширна фаза на обществена консултация. Като знак за прозрачност публичните отговори на политиката са достъпни на адрес: https://consult.gov.scot/stem/a-stem-education-and-training-strategy/consultation/published_select_respondent.

Друго проучване, на бюрото Man (2016 г.), за проекта Edu-Arctic (Еду Арктика, иновативна образователна програма, привличаща младите хора към природните науки и полярните изследвания) събира данни от членовете му (Норвегия, Франция, Полша, Фарьорски острови и Исландия) за разбирането на STEM. Резултатите са съсредоточени върху образованието в областта на науката, математиката и технологиите. Докладът изтъква, че придобитите уменията по предметите в рамките на STEM се превръщат във все по-важна част от основната грамотност на днешното образование и икономика (Amato & Siri, 2019; Costello et al., 2020).

Заклучение

България върви все по-уверено по пътя за дигитализация на образованието. Чрез работа с иновации, базирани на Stem, учениците все повече проявяват интерес към професии, които ще бъдат значими в бъдещето. Заниманията се посещават с желание. Оказва се, че работата с програмируеми роботи е приятно и интересно занимание за учениците от началната образователна степен, особено ако е част от образователния процес и цели придобиването на знания, умения и компетентности в сферата на технологиите и роботиката. Повишава техния интерес към новите технологии и мотивацията им за учене (Tuparova & Kaseva 2016; Radev 2016; Stoitsov & Stoitsova 2019).

Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект МУ21-ФМИ-011 „Машинното зрение в интелигентна среда и организация на работата в учебна среда – експериментални подходи при обучението на ученици и студенти“ към Фонд Научни изследвания на ПУ „Паисий Хилендарски“ за частичното финансиране на настоящата работа.

Използвана литература:

Amato, M. & Siri, A. *Do Well Science*, Erasmus+ Project Number: 2017-1-IT02-KA201-036780, 2019

Costello, Eamon & Girmе, Prajakta & Mcknight, Morgan & Brown, Mark & Mcloughlin, Eilish & Kaya, Sila. (2020). Government Responses to the Challenge of STEM Education: Case Studies from Europe Report #2 of ATS STEM Report Series. 10.5281/zenodo.3673600.

- Mollov, M., Stoitsov, G., Koleva, G. DEVELOPMENT OF STEM COMPETENCIES IN VIRTUAL ENVIRONMENT FOR OCCUPATION “APPLICATION PROGRAMMER”, *Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”*, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria, 285–292, Plovdiv: Plovdiv University Press “Paisii Hilendarski”, ISBN: 978-619-202-595-3
- Radev, V., 2016. Application of information technologies in primary school education. *Proceedings of the Interdisciplinary Scientific Conference "Education, Science, Innovation"*. 154-161
- Stoitsov, G., G. Stoitsova, Increasing the motivation of primary school pupils through the use of ICT in the educational process. *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH*, 7(2), 207-213, 2019
- Tuparova, D. & Kaseva, M., 2016. Information technologies in primary school – state and perspectives. *Pedagogy*. **88** (3), 320-337

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА В 6 КЛАС

**Мария Борисова, Станка Хаджиколева
Пловдивски университет „П. Хилендарски“**

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF MATHEMATICS TEACHING IN 6TH GRADE

**Maria Borisova, Stanka Hadzhikoleva
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”**

Резюме: Обучението по математика има важна роля за изграждането на аналитично и логическото мислене у учениците. Непрекъснатото му усъвършенстване е важна задача за всеки учител. Провеждането на периодични анализи на резултатите и постиженията на учениците дава възможност на преподавателите да оценят как те се справят с усвояването на учебното съдържание, да оценят ефективността на различните стратегии и методи за преподаване и учене. На база на натрупаните данни и техния анализ преподавателят може да вземе различни решения за подобряване на учебния процес – промяна на начина на преподаване, използване на различни учебни ресурси и дейности, модели на оценяване, и др. В статията е представен сравнителен анализ на резултатите от оценяването по тематичните дялове, които се изучават по математика в 6 клас. Използван е метода за визуализация на категорийни данни Sieve Diagram. Проучването е извършено със софтуерното приложение за извличане на знания от данни Orange. То е с интуитивен потребителски интерфейс и може да бъде използвано за анализ на данни и от учители без познания по програмиране и математика.

Ключови думи: обучение по математика, анализ на резултати, Sieve Diagram

1. УВОД

Изграждането на стабилна математическа основа у учениците е предпоставка за тяхното личностно развитие. Обучението по математика в училище е изключително важно, защото учениците придобиват знания за решаване на проблеми в конкретни житейски ситуации. Този учебен предмет изгражда у учениците умения за логическо и критично мислене, като аналогия, обобщение, индукция, дедукция и др., които те могат да приложат от една научна област в друга. Формирането на логическо мислене у обучаемите, повишаването на математическите компетентности и усъвършенстването на знанията и уменията са важна задача за всеки учител по математика. Това предопределя стремежа към непрекъснато усъвършенстване и модернизация на обучението по математика.

Чрез периодичен анализ и оценяване на постиженията на учениците е възможно да се постигне по-ефективна и качествена система за обучение и усъвършенстване на образователния процес [1]. Нещо повече – провеждането на систематични анализи на взаимовръзките по различни предмети дава възможност за по-ефективно анализиране и по-справедлива и обективна оценка на постигнатите от тях резултати [2].

Анализът на данните за постиженията на учениците дава възможност на преподавателите да оценят как обучаемите се справят с усвояването на учебното

съдържание, да определят ефективността на различните стратегии и методи за преподаване и учене. На база на натрупаните данни и техния анализ преподавателят може да вземе различни решения за подобряване на учебния процес – промяна на начина на преподаване, използване на различни учебни ресурси и дейности, модели на изпитване, и др. [3]. Именно поради тази причина е важно преподавателят периодично да анализира постиженията на учениците.

2. ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА АНАЛИЗ НА ДАННИ ORANGE. SIEVE ДИАГРАМИ.

Orange е софтуерно приложение за извличане на знания от данни [4]. Приложението е с отворен код и е базирано на езика за програмиране Python. Orange предоставя среда за визуално програмиране, базирана на компоненти, наречени виджети (widgets). Те поддържат различни функционалности за визуализация, анализ и обработка на различни видове данни. Посредством комбинирането на компоненти по подходящи начини се създават работни потоци, чрез които се изграждат по-сложни модели за анализ, оценка и прогнозиране, базирани на различни математически методи и методи на изкуствения интелект.

Orange предоставя множество инструменти, чрез които учителите могат да извършат анализ на резултатите от провежданото обучение. Те могат да открият кой от изучавания материал е затруднил най-много ученици, да направят съпоставка между изучаваните учебни модули, а също така и да сравнят успеваемостта по различни тематични единици.

Sieve Diagram е един от инструментите за анализ и визуализация на данни в Orange. Той е с интуитивен интерфейс и лесен за употреба от учителите. Sieve диаграмите са предложени за първи път от Riedwyl и Schüpbach [5] и по-късно са наречени „паркетни диаграми“. Те са графичен метод за визуализация на категорийни данни [6]. Диаграмата представлява таблица, в която редовете и колоните представляват независими променливи. Тя показва връзката между категорийните променливи, като използва честоти. **Очакваната честота** се представя чрез правоъгълници, чиито ширини са пропорционални на общата честота на всяка колона, а височините им са пропорционални на общата честота на всеки ред. **Наблюдаваната честота** се визуализира с броя на квадратите във всеки правоъгълник. Разликата между наблюдаваната и очакваната честота (пропорционална на стандартния остатък на Пиърсън) се появява като плътност на засенчване, като се използва цвят, за да се посочи дали отклонението е положително – синьо, или отрицателно – червено. Инструмента Sieve Diagram предоставя възможност на потребителя да посочи множество комбинации на данни за анализ, чрез бутон „Score combinations“.

3. ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА В 6 КЛАС

Целта на настоящото проучване е да се направи сравнителен анализ на резултатите от обучението по математика в 6 клас. Това дава възможност на преподавателя да идентифицира в коя част от учебния материал учениците имат пропуски, за да може да обърне по-голямо внимание на изучаваните теми. Експеримента е проведен с резултатите по математика на 21 ученици от 6-ти клас, в ОУ „Отец Паисий“ – с. Тополово, за 2020/2021 уч. година.

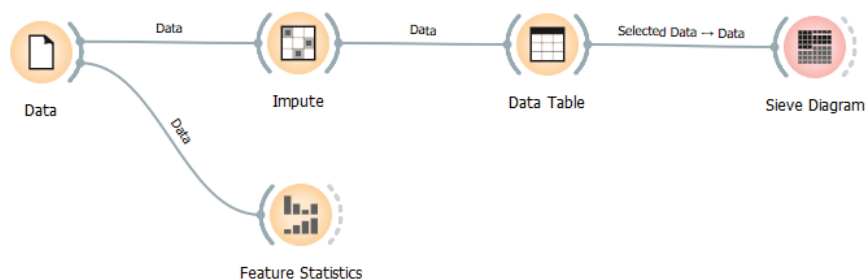
Обучението по математика се провежда в рамките на 136 учебни часа. Разпределението по теми е следното: „Геометрични фигури и ръбести тела“ – 21 часа, „Валчести тела“ – 12 ч., „Рационални числа“ – 26 ч., „Степенуване“ – 17 ч., „Уравнения“ – 11 ч., „Пропорции“ – 12 ч., „Елементи от вероятности и статистика“ – 11 ч. Оценките на учениците са формирани по следния начин:

- **T1_Geometry** и **T2_Geometry** – оценки, съответно върху учебния материал от тематични раздели „Геометрични фигури и ръбести тела“ и „Валчести тела“;
- **T1_Algebra**, **T2_Algebra**, **T3_Algebra** и **T4_Algebra** – оценки от проведени изпити върху раздели „Рационални числа“, „Степени“, „Уравнения“ и „Пропорции“;
- **ClassWork_1** и **ClassWork_2** – оценки от класни работи за първи и втори уч. срок;

- **T1_Assessment** и **T2_Assessment** – срочни оценки, формирани на база оценките от тематичния контрол, класни работи и активността на ученика;
- **Assessment** – годишна оценка за цялостното представяне на учениците.

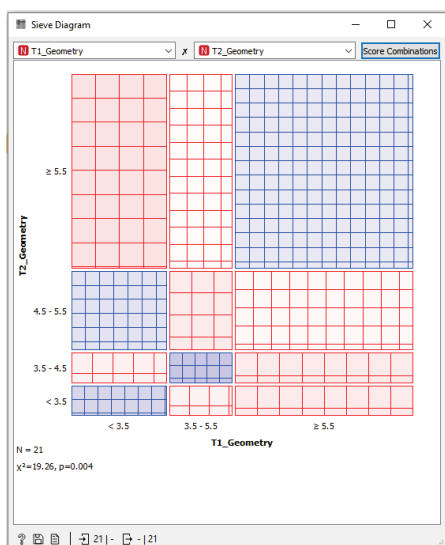
4. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ СЪС SIEVE DIAGRAM

За изследването е конфигуриран работен поток с компоненти Data, Impute, Feature Statistics, Data Table и Sieve Diagram (фиг. 1). Данните с оценките на учениците се зареждат в компонент File. В Table се визуализират характеристиките на заредените данни и се избира множеството данни, върху което да се направи последващия анализ. Анализът се извършва чрез компонент Sieve Diagram, като се избират двойки величини, които да бъдат изследвани. Инструментът предлага опция за автоматично изчисляване и визуализиране на релациите между различните комбинации на двойки величини.

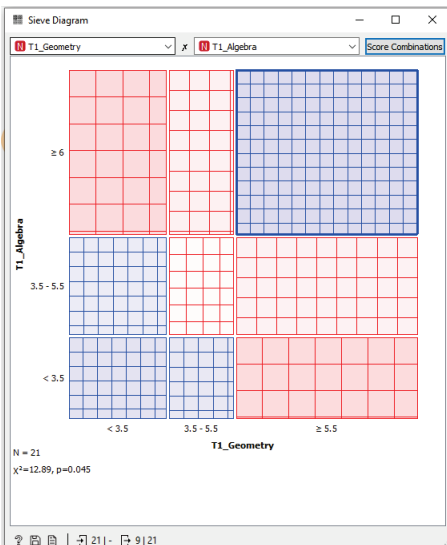


Фигура 1. Работен процес

Анализът на резултатите от теми „Ръбести тела“ и „Валчести тела“ показва, че 43% от учениците се справят отлично едновременно и по двете теми (фиг. 2). 10% се справят задоволително по двете теми, 10% се справят добре по тема „Валчести тела“ и добре или много добре по тема „Ръбести тела“, и 10% имат отлични резултати по „Валчести тела“ и добри или много добри по „Ръбести тела“. За разлика от това, около 14% са се справили много добре с тема „Валчести тела“, но са срещнали трудности и са се представили задоволително по тема „Ръбести тела“. Най-общо може да се твърди, че темата „Ръбести тела“ е затруднила учениците повече от тема „Валчести тела“.



Фигура 2. Сравнителен анализ на резултатите от дялове „Ръбести тела“ и „Валчести тела“



Фигура 3. Сравнителен анализ на резултатите от раздели „Геометрични фигури и тела“ и „Рационални числа“

Подобен сравнителен анализ може да бъде направен и за други двойки теми, напр. „Геометрични фигури и ръбести тела“ и „Рационални числа“. Тук отново 43% от учениците се справят отлично и с двете теми, а 14% - задоволително. 14% са се справили задоволително по тема „Геометрични фигури и ръбести тела“ и добре и много добре по „Рационални числа“, срещу 10%, които са получили задоволителни оценки по алгебричната тема и добри и много добри по геометричната. Едва 5% са се справили еднакво добре и по двете теми. Няма ученици, които да са показали отлични резултати по едната тема и задоволителни – по втората.

Класните работи включват учебния материал, изучен до края на срока. В шести клас, в първата класна работа поравно са застъпени целия учебен материал по геометрия и част от учебния материал по алгебра, а във втората се проверяват знанията на учениците по алгебра. Сравнителният анализ показва, че около $\frac{2}{3}$ са се справили еднакво добре през първия и през втория срок, както следва: 24% - задоволително, 5% - добре, 14% - много добре, 24% - отлично. 14% са показали отлични резултати през първия срок и много добри през втория, и също 14% са имали добри резултати през първия и задоволителни през втория срок.

Използвайки различни комбинации за анализ, преподавателят може да оцени коя част от учебния материал затруднява учениците и да предприеме подходящи мерки.

От проведеното проучване може да се направи извода, че учениците се затрудняват повече от геометричните дялове, отколкото от алгебричните. Обучаемите, които усвоят успешно материала по геометрия, се справят много добре или отлично с темите по алгебра.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обучението по математика е важно за изграждането на аналитично и логическо мислене у учениците. То е предпоставка за тяхната самостоятелност, умението им да решават конкретни казуси, и да прилагат придобитите знания и умения в други области, по различен начин. Провеждането на сравнителни анализи на резултатите от проведени изпити може да насочи преподавателя към теми и дялове, които затрудняват обучаемите, и такива, с които те се справят по-лесно. Това дава възможност преподавателя да предприеме мерки за подобряване на обучението. Напр., от направения анализ на резултатите от обучението по математика в 6 клас е видно, че учениците, които успеят да преодолеят трудностите по геометрия, по-късно не срещат големи затруднения при усвояване на материала по алгебра. За да се увеличи успеваемостта е подходящо да бъде увеличен броя на учебните часове по геометрия.

Благодарности: Работата е подкрепена от проект МУ21-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Илиев, А., Дидактическите тестове – съвременен метод за измерване и оценяване постиженията на учениците по математика, сп. „Диалог“, 4, 2009.
- [2]. Замфиров, М., Взаимовръзка на резултатите по „Човекът и природата“ и „Математика“ за 4. Клас на външното оценяване през 2011 година, Годишник на Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, том 105, 2012.
- [3]. Орозова Д., Data analytics и системата Orange, Годишник на БСУ, том XL, 2019.
- [4]. Orange, <https://orangedatamining.com/>
- [5]. Riedwyl, H., Schüpbach, M., Siebdiagramme: Graphische Darstellung von Kontingenztafeln. Technical Report No. 12, Institute for Mathematical Statistics, University of Bern, Bern, Switzerland, 1983.
- [6]. Friendly, M., Graphical methods for categorical data, SAS User Group International Conference Proceedings, 1992.

ОТНОСНО ПРИВИДНОТО НАТРУПВАНЕ В НИВОТО ЗНАЧИМОСТ ПРИ НЯКОИ ВИДОВЕ ХИПОТЕЗИ

Костадин Йотов¹, Ева Димитрова², Маргарита Терзийска²,
Илиана Илиева², Мариан Милев²

¹Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

² Университет по хранителни технологии

ORANGE SOFTWARE TOOL USED FOR THE DEVELOPMENT OF A NEURAL CLASSIFIER OF LYUTENITSA

Kostadin Yotov¹, Eva Dimitrova², Margarita Terziyska²,
Iliana Ilieva², Mariyan Milev²

¹Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

²University of Food Technologies

Abstract: In many cases, when testing statistical hypotheses for comparing the parameters of two general populations, it is necessary to make an additional assessment of the relationship between the variances of populations, which directs the researcher to the use of specific statistics. This requires an additional hypothetical assumption with its own level of significance. In view of this, the aim of this paper is to consider the apparent accumulation at the level of type I error associated with the additional pair of hypotheses. A specific example illustrating the problem is also considered.

Keywords: hypothesis testing, level of significance, errors in testing hypotheses, type I error, type II error, statistics.

Въведение

Проверката на хипотези е изключително популярна статистическа процедура, използвана при анализа на експериментални данни. В действителност това е форма на статистически извод, която използва данни от извадка, за да направи заключения относно параметър на популацията или разпределение на вероятностите на популацията (Rice, John A., 2007, Triola, Mario, 2019). Процедурата стартира с формулиране на две твърдения. Едното е това, което подлежи на проверка, и се нарича основна хипотеза H_0 . Другото представлява обратното, противоположното твърдение и се нарича алтернативна хипотеза H_A . Без значение кое от двете твърдения ще бъде прието, винаги съществува възможност от допускане на грешки. Те могат да бъдат обобщени в две големи групи - грешки от I и II род (Табл. 1, (M. Terziyska, M. Milev, 2018).

Акцентът на настоящата статия е поставен върху грешките произтичащи от отхвърляне на нулевата хипотеза, в случай, че тя е всъщност вярна, т.е. вероятността за грешки от първи род. Вероятността да направим подобно погрешно заключение е всъщност равна на стойността на възприетото ниво на значимост α .

Таблица.1 Видове грешки при проверка на хипотези

Вярна хипотеза Направено заключение	Нулева H_0	Алтернативна H_1
Приета е H_0	Правилно заключение (вероятност: $1-\alpha$)	Грешка от втори род (вероятност: β)
Отхвърлена е H_0	Грешка от първи род (вероятност: α)	Правилно заключение (вероятност: $1-\beta$)

Определяне нивото значимост при някои видове хипотези

Интерес представляват ситуациите, изискващи проверка на хипотези при ниво на значимост α_1 , отнасящи се до сравняване на стойността на математическото очакване за две популации, при условие, че дисперсиите са неизвестни. В тези случаи бихме могли да използваме два различни критерия - T и T' с изрази за наблюдаваните стойности (Graeme D. Ruxton, 2006):

$$T_{\text{набл.}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}, \quad (1)$$

$$\text{където } S_p^2 = \frac{S_x^2(n_x-1) + S_y^2(n_y-1)}{n_x + n_y - 2}$$

и съответно:

$$T'_{\text{набл.}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}. \quad (2)$$

И в двата случая n_x и n_y са обемите на съответните извадки, S_x^2, S_y^2 – извадковите дисперсии, а $\bar{x}$ и $\bar{y}$ – съответните средни стойности. Конкретизирането на един от двата критерия става, чрез проверка на допълнителна хипотеза за равенство (различие) на двете дисперсии, свързани с отделните популации. Това са хипотези от типа:

$$H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2, H_1: \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2, \quad (3)$$

проверката, на които също изисква посочване на вероятността за грешка от тип I, която означаваме с α_2 .

Пример. Фирма прави изменения в кредитната си политика в началото на 2019 г. След приключване на първото тримесечие на 2019 г. ръководството на фирмата си поставя за задача да провери при ниво на значимост 0,05, дали промените в кредитната политика са оказали влияние върху съкращаване на срока на дебиторските задължения. В таблицата са дадени данни за продължителността на дебиторските задължения по старата и новата политики:

Политика	Продължителност на дебиторските задължения в дни									
Стара	41	49	35	33	42	36	31	39	37	32
Нова	26	34	35	31	38	30	24	25	30	27

Имайки предвид извадковите стойности за средните ($\bar{x}_{\text{стара}} > \bar{x}_{\text{нова}}$), можем да дефинираме следната двойка основни хипотези:

$$H_0: m_{\text{стара}} = m_{\text{нова}}, H_1: m_{\text{стара}} > m_{\text{нова}} \quad (4)$$

Но тъй като дисперсиите са неизвестни, трябва да направим допълнителна оценка на ситуацията, в която се намираме, за да изберем измежду T и T' – статистиката. За тази цел дефинираме двойката помощни хипотези:

$$H_0: \sigma_{\text{стара}}^2 = \sigma_{\text{нова}}^2, H_1: \sigma_{\text{стара}}^2 \neq \sigma_{\text{нова}}^2 \quad (5)$$

Използвайки F -критерия, се определя, че в конкретния случай $F_{\text{набл.}}=1,398$. И тъй като при ниво на значимост $\alpha_2=0,05$ съответната критична стойност е $F_{\text{кр.}}=3,17$, то при дясностранна критична област има основание да се приеме нулевата хипотеза на допълнителното допускане (5), считайки, че между дисперсиите няма статистически значима разлика. При така установените резултати, се връщаме обратно към двойката хипотези (4) и поради равенство на дисперсиите използваме T -статистиката за изчисляване на наблюдаваната и критичната стойности. Ако се работи в Ексел, може да се използва инструмента t -Test: Two-Sample Assuming Equal Variances на модула Data Analysis, който ще върне като резултат всички необходими данни (фиг. 1). В жълто са оцветени стойностите $T_{\text{набл.}}=3,316$ и $T_{\text{кр.}}=1,734$. При дясностранна критична област, наложена от формулировката на (4), и неравенството $T_{\text{набл.}} > T_{\text{кр.}}$, имаме основание да отхвърлим нулевата хипотеза и да приемем, че е вярна контрахипотезата: $H_A: m_{\text{стара}} > m_{\text{нова}}$.

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Стара	Нова
Mean	37,5	30
Variance	29,83333333	21,33333
Observations	10	10
Pooled Variance	25,58333333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	18	
t Stat	3,315642523	
P(T<=t) one-tail	0,001923073	
t Critical one-tail	1,734063607	
P(T<=t) two-tail	0,003846146	
t Critical two-tail	2,10092204	

Фиг 1. Резултати, получени при прилагане на t -Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

Резултатите в посочения пример са получени с използване на ниво на значимост 0,05 и при двете двойки хипотези. Възможно е, обаче, да възникне съвсем естествения въпрос дали това е стойността на грешката, която трябва да се посочи при формиране на финалния извод за средните?

Отхвърлянето на правилната нулева хипотеза при хипотезите (4) се основава на следните възможни двойки-събития:

I. A1) Приемаме правилна нулева хипотеза за дисперсиите.

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните.

Вероятността това да се случи се определя с израза: $P_1 = \alpha_1 (1 - \alpha_2)$ (6)

II. A2) Приемаме правилна алтернативна хипотеза за дисперсиите.

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните.

Вероятност за тази двойка събития е съответно: $P_2 = \alpha_1 (1 - \beta_2)$ (7)

III. A3) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за дисперсиите.

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните.

Вероятността е: $P_3 = \alpha_1 \alpha_2$ (8)

IV. A4) Отхвърляме правилна алтернативна хипотеза за дисперсиите.

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните.

Вероятността е: $P_4 = \alpha_1 \beta_2$ (9)

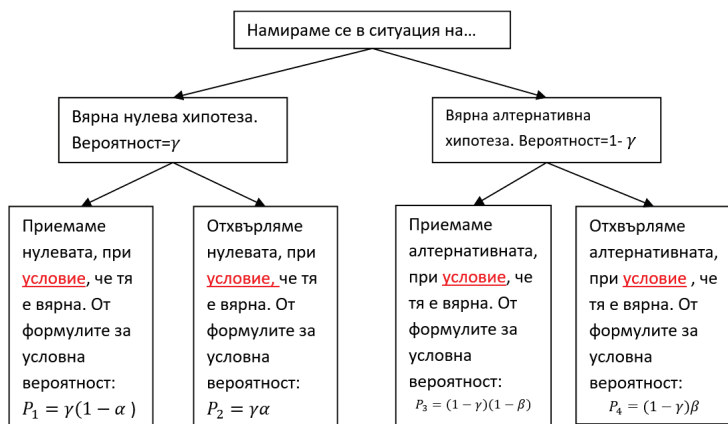
Тъй като нивото на значимост α_1 при хипотезите за средните стойности, се предхожда от хипотетично допускане за равенство или различие на дисперсиите на двете популации, то в крайна сметка би могло да се предположи, че финалният извод трябва да се направи с посочване на вероятност за грешка от тип I:

$$\alpha = \sum_{i=1}^4 P_i = 2\alpha_1. \quad (10)$$

С други думи, ако нивото на значимост при двойката хипотези за средните е, например, $\alpha_1=0,05$, то поради наличието на допълнително допускане за равенство или различие на дисперсиите, което по своята същност отново е вероятностно събитие, бихме се усъмнили, че финалната грешка от I тип, съгласно (10) е 0,1. Къде е проблемът?

Поради своя характер на вероятност, отхвърлянето на правилна нулева хипотеза при средните, съгласно (10) трябва да ни връща стойност не по-голяма от 1, за кое да е $\alpha_1 \in [0,1]$. Очевидно това е вече проблем. За всички $\alpha_1 > 0,5$ ще имаме финално ниво на значимост $\alpha > 1$.

Проблемът е в честата погрешна интерпретация на първоначалната постановка (фиг. 2). Събитията "Вярна е нулевата хипотеза" и "Вярна е алтернативната хипотеза" са несъвместими и зависими. Поради тяхната зависимост проблемът би трябвало да се разглежда от гледна точка на условните вероятности. Ако продължим разсъжденията по същия начин като в твърденията (7)-(10), винаги ще получаваме опасност за вероятности по-големи от 1. Да вземем например основната таблица 1. В нея са описани всевъзможните събития, но задължително трябва да обърнем внимание на факта, че те образуват всъщност две пълни групи, свързани със съответните събития: "Нулевата хипотеза е вярна" и "Вярна е алтернативната хипотеза". Сумата от вероятността да приемем и вероятността да отхвърлим нулевата хипотеза, ако тя е вярна е 1, и сумата от вероятността да приемем или отхвърлим алтернативната хипотеза, ако тя е вярна е отново 1. Но вероятността да се случи поне едно от всевъзможните 4 събития от таблицата не е просто тяхната сума, т.е. неприемливата стойност 2.



Фиг 2. Възможни варианти при проверка на хипотези

Връщаме се отново в случая за дисперсиите и средните, за да видим как, по грешка, вероятността може да стане дори по-голямо число. Ако разгледаме отново хипотезите (4) и допълнителните хипотези (5) можем да видим, че всъщност можем да образуваме 16 различни събития свързани със съчетаване на приемане или отхвърляне на правилна нулева или правилна алтернативна хипотеза за дисперсиите от една страна, с приемане или отхвърляне на правилна нулева или алтернативна хипотеза при средните стойности - от друга. Познавайки се на таблица 1, ще видим, че "сумата от вероятностите" на всички тези всевъзможни случаи е:

$$\sum_{i=1}^{16} P_i = 4. \quad (11)$$

Когато проверяваме хипотезите, ние всъщност не знаем дали е вярна нулевата или алтернативната. Ето защо трябва да разглеждаме вероятностите като условни (фиг. 3).

При тази постановка вече сумата от вероятностите на всевъзможните 4 събития от основната таблица 1 образуват пълна група. Тук имаме:

$$\sum_{i=1}^4 P_i = 1. \quad (12)$$



Фиг 3. Възможни варианти при проверка на допълнителна хипотеза за дисперсия

При тези постановки всички споменати 16 събития, произтичащи от хипотезите (4) и (5) образуват пълна група:

$$\sum_{i=1}^{16} P_i = 1. \quad (13)$$

Да се върнем към основния проблем, но с разглеждане на условните вероятности. Имаме четири възможни случая, водещи до отхвърляне на правилна нулева хипотеза при средните:

I. A1) Приемаме правилна нулева хипотеза за дисперсиите: $P_{v1} = \gamma_2(1 - \alpha_2)$.

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните: $P_m = \gamma_1\alpha_1$

Вероятността за този случай е: $P_1 = \gamma_1\gamma_2\alpha_1(1 - \alpha_2)$ (14)

II. A2) Приемаме правилна алтернативна хипотеза за дисперсиите: $P_{v2} = (1 - \gamma_2)(1 - \beta_2)$

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните: $P_m = \gamma_1\alpha_1$

Вероятност за тази двойка събития е: $P_2 = \gamma_1\alpha_1(1 - \gamma_2)(1 - \beta_2)$ (15)

III. A3) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за дисперсиите $P_{v3} = \gamma_2\alpha_2$

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните $P_m = \gamma_1\alpha_1$

Вероятността е: $P_3 = \gamma_1\gamma_2\alpha_1\alpha_2$ (16)

IV. A4) Отхвърляме правилна алтернативна хипотеза за дисперсиите $P_{v4} = (1 - \gamma_2)\beta_2$

Б) Отхвърляме правилна нулева хипотеза за средните $P_m = \gamma_1\alpha_1$

Вероятността е: $P_3 = \gamma_1(1 - \gamma_2)\alpha_1\beta_2$ (17)

От (14)-(17) лесно може да се види, че вероятността да отхвърлим правилната нулева хипотеза при средните, без значение какво се случва при дисперсиите, т.е. финалното ниво на значимост, е:

$$\sum_{i=1}^4 P_i = \gamma_1 \alpha_1$$

- точно толкова, колкото е било в началото.

Заклучение

При статистическа проверка на хипотези за сравнение на параметри на две генерални съвкупности, изискващи допълнителна преценка на отношението между дисперсиите на популациите, която ни насочва към конкретна статистика, се налага допълнително хипотетично допускане със собствено ниво на значимост. Ако в началните данни, с които разполагаме изрично е посочено, че двете дисперсии са равни и на тази база използваме една или друга статистика, то без особено замисляне бихме могли да твърдим, че финалният извод е с възможна грешка от тип I, която сме посочили априори. Но, ако равенството или различието на двете дисперсии е установено с нова хипотеза, това може да ни подведе и да останем с впечатление за възможно натрупване в нивото на значимост, породено от някакъв вид наслагване на двете нива, използвани в съответните хипотези. Както видяхме обаче, ако си припомним условията на събитията, изчисленията водят до резултат посочващ липсата на каквото и да е било натрупване, и финалният извод се прави със същото, изисквано по условие ниво на значимост за основната двойка хипотези, които проверяваме.

Благодарности

Работата е частично финансирана по проект МУ21-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Литература

1. Rice, John A. Mathematical statistics and data analysis. Cengage Learning, 2006.
2. Triola, Mario, Essentials of statistics, 6th edition. New York: Pearson, 2019.
3. Terziyska, M., M. Milev, Information Technology in Statistics, Guide to Working in MS Excel, ISBN 978-619-7209-28-0, Eudemonia Production Publishing House, 2018.
4. Ruxton, Graeme D. The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann–Whitney U test. Behavioral Ecology 17, no. 4 (2006): 688-690.

**КОДИРАНЕ НА ПЕПТИДНИ ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТИ ЗА
ПОЛУЧАВАНЕ НА ЦИФРОВИ ДЕСКРИПТОРИ**
Желязко Терзийски¹, Ивелина Десева², Маргарита Терзийска²
¹Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
²Университет по хранителни технологии

**CODING OF PEPTIDE SEQUENCES FOR OBTAINING NUMERICAL
DESCRIPTORS**
Zhelyazko Terziyski¹, Ivelina Desseva², Margarita Terziyska²
¹Plovdiv University „Paisii Hilendarski“
²University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: In recent years, there has been a growing interest in the *in-silico* approach to study peptides and predict their properties. In this approach, computer modeling of a biochemical process is performed. Researchers in this field usually have no knowledge of programming, so the current trend is to create tools in a cloud environment to support them during the work process. One of these modules transforms the incoming biochemical information into digital form so that it can be used by software models and tools. This publication proposes a module that receives data in FASTA format, performs binary coding, and receives digital descriptors equivalent to the peptide sequences from the FASTA file. For faster processing in real time, a MySQL database was used, through which a matrix of correspondences was implemented.

Keywords: peptides, artificial intelligence, bioinformatics, in silico approaches, descriptors

Въведение

Биоинформатиката и пептидомиката са изчислителни и аналитични техники, които имат потенциала да ускорят идентифицирането и приложението на биоактивни пептиди от лабораторията до пазара. Това се реализира посредством модели, базирани на техники от изкуствения интелект [1,2]. Като входове на тези модели се използват аминокиселинни последователности, трансформирани в цифров вид с помощта на различни методи за кодиране. Преобразуваната по този начин информация са нарича цифров дескриптор.

Наборите от данни, кодиращите функции и вградените алгоритми от изкуствения интелект, заедно с информацията за пептидните последователности, са отделните етапи от обучението на моделите. Комбинираните иновации в моделите на машинното обучение и съвременните изчислителни инструменти, както и достъпността до качествени набори от данни, улесняват проектирането и създаването на нови функционални пептиди.

Предсказващият модел и придружаващият набор от данни в идеалния случай трябва да бъдат публично достъпни на уеб сървър [3]. Това е от полза както за експериментатори-биохимици, така и за разработчиците на модели от изкуствения

интелект. Експериментаторите могат да използват уеб сървър за идентифициране на предполагаеми пептидни функции преди *in vivo* и *in vitro* процедури, докато изследователите, създаващи модели от машинното обучение могат да го използват за разработване на усъвършенствани *in silico* модели.

Обикновено в софтуерите за прогнозиране се извършва и кодиране на информацията от наборите от данни или готовите цифрови дескриптори се намират във файл. При това проучване е създаден софтуер за кодиране на аминокиселинните буквени последователности от даден набор в цифров вид и запис на получените дескриптори в MySQL база данни. Така информацията е много по-удобна за използване и обработка.

Протеините и пептидите могат да съдържат 20 вида аминокиселини, които се отбелязват със следните букви: A, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, V, W, Y. При прогнозиране на биологичната активност на пептидите е нужно превръщане на аминокиселинните буквени последователности в кодирана цифрова информация с фиксирана дължина, която да се използва при *in silico* подхода. В зависимост от характеристиките в методите за машинно обучение се използват различни видове кодиране, които съответно водят до различни цифрови дескриптори.

Кодирането на характеристиките е дефинирано в [4,5]. Има разработени уеб приложения или софтуери за изчисляване на дескриптори на характеристиките от предоставени пептидни последователности във FASTA формат (Таблица 1). Всички те обаче връщат информация във файл, което е по-трудно и по-сложно за използване от софтуера за прогнозиране спрямо информация, намираща се в бази данни.

ТАБЛИЦА 1: Уеб приложения и софтуери за изчисляване на дескриптори на характеристиките от предоставени пептидни последователности във FASTA формат

Метод	Интернет адрес
Propy	code.google.com/p/propy/downloads/list
Pse-in-One	bliulab.net/Pse-in-One/
Pse-in-One 2.0	bliulab.net/Pse-in-One2.0/
iFeature	ifeature.erc.monash.edu
Pfeature	webs.iitd.edu.in/raghava/pfeature/
iLearn	ilearn.erc.monash.edu
Seq2Feature	www.iitm.ac.in/bioinfo/SBFE/
PyBioMed	github.com/gadsbyfly/PyBioMed
PyFeat	github.com/mrzResearchArena/PyFeat/
VisFeature	github.com/wangjun1996/VisFeature

Получените цифрови дескриптори се подават като вход към модела от машинно обучение. Размерът на входовете има тенденция да бъде огромен поради линейни комбинации от различни кодировки. Тази информация може да включва шум или излишъци, а това често води до преобучение или лоши характеристики на предсказващия модел. За преодоляване на такива проблеми се използват техники за оптимизиране на функциите и извличане на тези с най-добри показатели [6-8].

Кодиране

За целите на научното изследване са използвани три вида кодиране:

Аминокиселинната композиция (*Amino Acid Composition - AAC*) е вид кодиране, при който броят на аминокиселините от всеки тип е нормализиран с общия брой остатъци. Определя се по формулата:

добри показатели при прогнозиране от трите метода се получават при използване на псевдо аминокиселинна композиция.

Резултати

При проведеното научно изследване е разработен софтуерен модул, базиран на технологиите PHP и MySQL. Входни данни за модула са набор от пептидни последователности, които се зареждат от файл. За всяка от последователностите се извършва кодиране чрез три метода - аминокиселинна композиция, двоично кодиране и псевдо аминокиселинна композиция.

Файлът с данните трябва да бъде във FASTA формат и се подава от потребителя. След това се извършва проверка за грешки, включващи дали правилно е дефиниран FASTA формата и дали са използвани коректни буквени символи за аминокиселините.

Информацията се обработва и се получават цифрови дескриптори, които се записват в база данни, за да бъдат удобни за използване от произволен модел за прогнозиране на биологична активност на пептиди. Използват се три таблици aac, bpf и pseaac, в които са получените цифрови дескриптори на данните, съответно по метода AAC, BPF и PseAAC.

Всяка таблица съдържа цифров идентификатор на реда, последван от буквената аминокиселинна последователност и двадесет колони отговарящи на всяка от основните аминокиселини. Когато се представя цифров дескриптор в матричен вид всеки ред от матрицата представлява отделен запис в базата данни с повтаряща се буквена последователност за съответния пептид.

Благодарности

Докладът е финансиран от научен проект на тема "Разработване на облачно базиран модул за анализ на пептидни последователности, извлечени от храни" по фонд „Наука“ на Университет по хранителни технологии (№8/21-Н).

Литература

- [1] Boopathi V, Subramaniam S, Malik A, Lee G, Manavalan B, Yang DC. mACPPred: a support vector machine-based meta-predictor for identification of anticancer peptides. *Int J Mol Sci.* 2019;20(8):1964.
- [2] Manavalan B, Basith S, Shin TH, Wei L, Lee G. AtbPPred: a robust sequence-based prediction of anti-tubercular peptides using extremely randomized trees. *Comput Struct Biotechnol J.* 2019;17:972-981.
- [3] Chou K-C, Shen H-B. Recent advances in developing web-servers for predicting protein attributes. *Nat Sci* 2009;1(02):63-92.
- [4] Chen Z, Zhao P, Li F, et al. iLearn: an integrated platform and meta-learner for feature engineering, machine-learning analysis and modeling of DNA, RNA and protein sequence data. *Brief Bioinform.* 2019.
- [5] Laengsri V, Nantasenamat C, Schaduagratt N, Nuchnoi P, Prachayasittikul V, Shoombuatong W. TargetAntiAngio: a sequence-based tool for the prediction and analysis of anti-angiogenic peptides. *Int J Mol Sci.* 2019;20(12):2950.
- [6] Chen W, Feng P, Song X, Lv H, Lin H. iRNA-m7G: identifying N7-methylguanosine sites by fusing multiple features. *Mol Ther Nucleic Acids.* 2019;18:269-274.
- [7] Chen W, Song X, Lv H, Lin H. iRNA-m2G: identifying N2-methylguanosine sites based on sequence-derived information. *Mol Ther Nucleic Acids.* 2019;18:253-258.
- [8] Dao F-Y, Lv H, Wang F, et al. Identify origin of replication in *Saccharomyces cerevisiae* using two-step feature selection technique. *Bioinformatics.* 2018;35(12):2075-2083.
- [9] Chou, K. C. (2001). Prediction of protein cellular attributes using pseudo-amino acid composition. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 43(3), 246-255.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ORANGE ЗА РАЗРАБОТКА НА НЕВРОНЕН КЛАСИФИКАТОР НА ЛЮТЕНИЦА

Желязко Терзийски¹, Маргарита Терзийска²,
Красимир Колев², Ивайло Драгнев²

¹Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

² Университет по хранителни технологии

ORANGE SOFTWARE TOOL USED FOR THE DEVELOPMENT OF A NEURAL CLASSIFIER OF LYUTENITSA

Zhelyazko Terziyski¹, Margarita Terziyska²,
Krasimir Kolev², Ivaylo Dragnev²

¹Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

²University of Food Technologies

Abstract: Artificial intelligence, in particular machine learning, is an advanced technology that is finding more and more applications today. In this paper, a neural network classifier has been developed with application in the food industry. More concretely, it will be used to determine the type of lyutenitsa according to its color. The neural classifier is trained to recognize 14 different classes of lyutenitsa. It is implemented by using Orange software. Orange is an open-source machine learning and data mining software, written in Python. The obtained simulation results show the high accuracy of the model and efficiency of over 97%.

Keywords: neural networks, classification, Orange software, lyutenitsa, machine learning, artificial intelligence

Introduction

Lyutenitsa is a traditional Bulgarian food product, whose main ingredients are red peppers, tomatoes, eggplant, onions and spices. Red pepper is the ingredient from which its characteristic red color is obtained. About 25 000 – 30 000 tons of lyutenitsa are produced annually (**Lyutenitsa production, 2021**). In addition, many households produce homemade lyutenitsa themselves. This in turn is an indicator of how important this food product is for the Bulgarian consumers.

The color is one of the main indicators for determining the quality of a lyutenitsa in non-laboratory conditions. If the color is more intense red, then the lyutenitsa is of better quality. The red color indicates the presence of the main ingredients red peppers and tomatoes.

The color of the lyutenitsa can indicate whether various cheap substitutes such as carrots and pumpkin have been used in its production. If these have been used, the color of the lyutenitsa will be more orange.

A number of food classifiers based on neural networks have been presented in the scientific literature (**Dębska et al, 2011; Taghadomi-Saberi et al, 2018**). At the same time, however, our study showed that no neural classifier has been developed specifically for lyutenitsa.

Neural Networks

Artificial neural networks (ANN) mimic biological neural systems. The most popular type ANN is so called Multilayer Perceptron (MLP). This structure is also known as feedforward neural network. The MLP architecture is depicted in Fig.1. It consists of an input layer, one or several hidden layers and an output layer. The neurons (nodes) in input layer receive independent variables and transmit them to the hidden layer for processing. The nodes in hidden layer take inputs from the input layer, perform some calculations and transform the result to output nodes. In the output layer, the prediction or classification process is ended and the model's output is yielded. Most neural networks are fully connected, which means each hidden neuron and each output neuron is connected to every unit in the layers either side. The connections between one node and another are represented by a number called a weight (weight coefficient) that represents their relative importance. A given neuron can have multiple input and output connections. In general, a backpropagation algorithm is used to train a feedforward network.

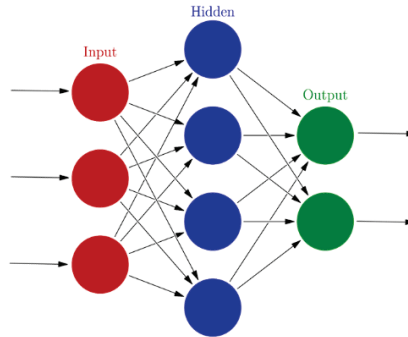


Fig. 1. A typical feedforward neural network

In this paper, a feedforward neural network with two hidden layers of 100 and 30 neurons, respectively, is designed. As a learning algorithm it has been used adaptive moment estimation (Adam optimizer), which is broadly adopted in machine learning applications. In practice, it is a gradient method for stochastic optimization. Among its main advantages are its computational efficiency and easy implementation.

Orange software tool

Orange software (fig.2) is an open-source machine learning and data mining toolkit for data analysis through Python scripting and visual programming (Demšar et al, 2013). Orange consists of a canvas interface onto which the user places widgets to create a data analysis workflow, which is executed from left to right. Orange never passes data backwards (Orange, 2021).



Fig. 2. The Orange logo

The main building blocks in Orange workflow are widgets. Their exemplary organization is shown in fig. 3. The widgets can be separated into the following categories:

- **Data** - widgets for data input, data filtering, sampling, imputation, feature manipulation and feature selection;
- **Visualize** - widgets for common visualization (box plot, histograms, scatter plot) and multivariate visualization (mosaic display, sieve diagram);
- **Model** - a set of supervised machine learning algorithms for regression and classification;
- **Evaluate** - cross-validation, sampling-based procedures, reliability estimation and scoring of prediction methods;
- **Unsupervised** - unsupervised learning algorithms for clustering (k-means, hierarchical clustering) and data projection techniques (multidimensional scaling, principal component analysis, correspondence analysis).
- **Add-ons** - Orange allows you to install various add-ons. From fig. 3 it can be seen that in this case bioinformatics, time series, explain and spectroscopy have been added.

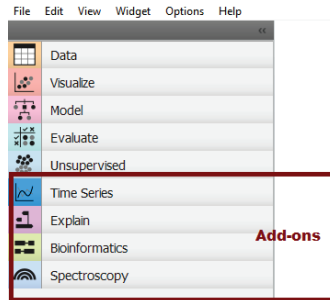


Fig. 3. The widgets organization

Results

The Orange workflow for the designed neural classifier is presented in fig. 4. Data with RGB values of the different lyutenitsa classes, which are stored in an Excel file (.xlsx), are loaded using the File widget. They can be visualized (inspected) by double-clicking on the Data Table widget. In addition, the data was sent to the Neural Network widget used to create the neural classifier. Tenfold cross-validation was used to evaluate the model. The obtained results can be seen by double-clicking on Test and Score and Confusion Matrix widgets respectively. They are summarized in Table 1 and in fig. 5 respectively. Table 1 contains the most commonly used metrics for evaluating a neural classifier. The Area Under the Curve (AUC) is the measure of the ability of a classifier to distinguish between classes and is used as a summary of the ROC curve. The higher the AUC, the better the performance of the model at distinguishing between the different classes. In this case, the AUC is 95.8% which shows that the model has good performance. Classification Accuracy (CA) is the ratio of the number of correct predictions to the total number of input samples. F1 Score shows how precise is the designed classifier (how many instances it classifies correctly), as well as how robust it is (it does not miss a significant number of instances). Precision refers to the number of true positives divided by the total number of positive predictions (i.e., the number of true positives plus the number of false positives).

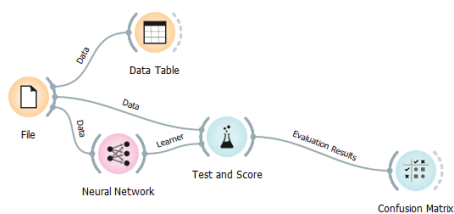


Fig.4 The Orange workflow for the neural classifier

Table.1 Evaluation indices

Model	AUC	CA	F1	Precision
NN classifier	0.958	0.661	0.649	0.685

A Confusion matrix (fig. 5) is also used for evaluating the performance of the designed neural classification model. It is a 14x14 matrix since 14 is the number of target lyutenitsa classes. This matrix compares the actual target values with those predicted by the machine learning model. This gives us a holistic view of how well our classification model is performing and what kinds of errors it is making.

		Predicted																
		class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12	class13	class14	Σ		
Actual	class1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	
	class5	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class6	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	
	class7	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class8	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	4	
	class10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4	
	class11	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	class12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	4	
	class13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	
	class14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	4	3	56
Σ		5	5	4	5	4	3	6	4	5	1	3	3	5	3	56		

Fig.5 Confusion matrix

Conclusions

There is currently no developed classifier for lyutenitsa worldwide. In this paper, a neural classifier has been developed using the free Orange software. The implemented neural classifier is a multiclass, dividing the studied objects into fourteen classes. The obtained results show that the realized classifier has a very high accuracy.

Acknowledgment

The authors would like to thank the Research and International Sector at the University of Food Technologies (UFT) for the financial support. The financial support of this paper is from research project № 07/20-H funded through the UFT Science Fund.

References

[1] Lyutenitsa production (Available online: <http://www.org-bg.net/bg/standard/109> accessed 03 June 2021).

[2] Dębska, B., and B. Guzowska-Świder. "Application of artificial neural network in food classification." *Analytica Chimica Acta* 705, no. 1-2 (2011): 283-291.

[3] Taghadomi-Saberi, S., M. Omid, Z. Emam-Djomeh, and Kh Faraji-Mahyari. "Determination of Cherry Color Parameters during Rip ening by Artificial Neural Network Assisted Image Process ing Technique." (2018).

[4] Demšar, Janez, Tomaž Curk, Aleš Erjavec, Črt Gorup, Tomaž Hočevár, Mitar Milutinović, Martin Možina et al. "Orange: data mining toolbox in Python." *the Journal of machine Learning research* 14, no. 1 (2013): 2349-2353.

[5] Orange Visual Programming 3 documentation.
<https://orange3.readthedocs.io/en/latest/> Accessed 23 Nov 2021.

ОБЛАЧНИ ПРИЛОЖЕНИЯ ЗА БИОИНФОРМАТИКАТА

Маргарита Терзийска¹, Ивелина Десева¹,
Илиана Илиева¹, Желязко Терзийски²

¹ Университет по хранителни технологии

² Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

CLOUD APPLICATIONS FOR BIOINFORMATICS

Margarita Terziyska¹, Ivelina Desseva¹,
Iliana Ilieva¹, Zhelyazko Terziyski²

¹ University of Food Technologies

² Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

Abstract: Bioinformatics research is carried out on the basis of a huge amount of data that is complex in nature. This requires the use of high-performance computation capabilities machines for next-generation sequencing (NGS) data and the human genome sequencing data with single nucleotide polymorphisms (SNPs), which in turn implies significant financial investment. In this way, bioinformatics is faced with a dilemma - serious costs for equipment or the use of time-consuming conventional techniques. A solution to this problem can be found in advanced information technology, in particular the application of cloud computing. Therefore, this paper will introduce the basic concepts of cloud computing and will highlight how they could be useful for bioinformatics researchers as a tool for big data analysis.

Keywords: bioinformatics, cloud technology, cloud application.

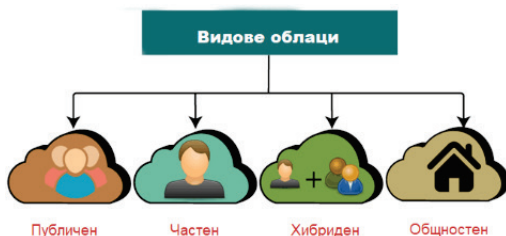
Въведение

Биоинформатиката е интердисциплинарна научна област, чиято цел е да осъществява анализ и интерпретация на биологични и биохимични данни като разработва подходящи софтуерни инструменти и алгоритми. В обхвата ѝ попадат т.нар. „омикс“ технологии, като геномика (наука за изучаване на гените и тяхната функция); протеомика (наука, изучаваща протеините); метабомика (изследва молекулите, участващи в клетъчния метаболизъм); транскриптомика (изследва информационната РНК – mRNA); гликомика (изследване на клетъчните въглехидрати) и липомика (изследване на клетъчните липиди). Бурното развитие на „омикс“ технологиите спомага за интегрирането на биоинформатиката във всички науки за живота, включително и в хранителната индустрия. Съвременните тенденции в храненето изискват хранителните продукти да доставят на организма, не само необходимите хранителни съставки, но и допълнителни вещества, които влияят благоприятно върху здравето, т. нар. биологично активни вещества (БАВ). През последните години се забелязва засилен интерес към протеините и по-конкретно към пептидите, извлечени от храни. В резултат на това биоинформатиката, и в частност протеомиката, генерират огромни обеми от данни. Това от една страна е много добре за развитието на науката, но от друга е предизвикателство за изследователите. Те трябва да разработят и използват методи и алгоритми за работа с големи данни, а също и да намерят подходящи машини, които да могат да ги съхраняват и да имат достатъчно изчислителна мощ, за да ги обработват. Едно подходящо решение на този проблем е използването на

облачни изчисления. С оглед на това в настоящата статия са представени накратко облачните технологии и облачните услуги. Освен това е направен кратък преглед на популярни облачни приложения за биоинформатиката и в частност за протеомиката.

Облачни технологии

Облачните технологии са термин от информатиката, който означава разпределени изчислителни ресурси, предоставяни на потребител чрез отдалечен компютър. Обикновено връзката с тези ресурси е през интернет, но е възможно да се използва и друга комуникационна линия. Съществуват четири вида облачни модели (фиг.1) - частен, публичен, хибриден и общностен [1]. Частният облак се притежава и/или наема от една отделна компания или организация и единствено тя използва неговата инфраструктура. Публичният облак е най-често срещания модел. При него облачните ресурси са собственост и се управляват от доставчик на облачни услуги, който ги предоставя чрез интернет свободно или срещу заплащане на трети страни. Хибридният облак е комбинация от предните два. Той е модифициран частен облак, използван от няколко организации, които си споделят разходите за поддръжката му. Общностният облак обикновено се притежава и/или използва от няколко организации със сходни интереси. Този тип облаци са по-скъпи от публичните, но и по-сигурни.



Фиг. 1. Видове облаци

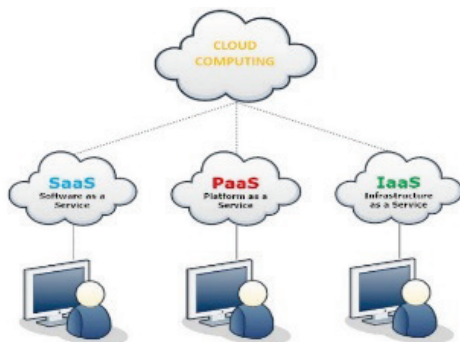
Облачните технологии предоставят различни услуги на своите потребители, които включват не само софтуер, но и хардуер - сървъри, хранилища за данни и др. По такъв начин големите количества биоинформатични данни могат да бъдат съхранявани в облачни платформи и хранилища на данни. Освен това, разработването на базирани в облак набори от инструменти за биоинформатика може да предостави на потребителите достъп до предварително конфигуриран софтуер и изчислителни ресурси, и по такъв начин да подпомогне научните изследвания.

Основните категории услуги, предоставяни от облачните технологии (фиг. 2) са:

- инфраструктура като услуга (**Infrastructure as a Service, IaaS**). При тази услуга се наемат апаратни средства (сървъри, системи за съхранение на данни, мрежово оборудване), операционни системи, системно и специализирано програмно осигуряване.

- платформа като услуга (**Platform as a Service, PaaS**). При тази услуга наемателите на облака ползват както инфраструктура, така и софтуерни приложения, хоствани в облака, за да създават уеб приложения.

- софтуер като услуга (**Software as a Service, SaaS**). При тази услуга се заплаща за използването на софтуерно приложение, хоствано в облака, което включва още инсталацията, актуализацията и поддръжката на софтуера и хардуера, на който работи.



Фиг. 2. Облачни услуги

Облачни приложения за биоинформатиката

Към момента са разработени редица облачни приложения за биоинформатиката. Някои по-известни и широко използвани от тях са:

Cloud BioLinux – платформа със свободен достъп, която предлага ресурси за анализ на генома. Cloud BioLinux е публично достъпна виртуална машина (VM), която позволява на учените бързо да осъществяват високопроизводителни биоинформатични изчисления с помощта на облачни платформи. Потребителите на платформата имат незабавен достъп до набор от предварително конфигурирани команден ред и графични софтуерни приложения, включително настолен интерфейс, документация и над 135 пакета за приложения, включително за подравняване на последователности, клъстеризация, картографиране и редактиране [3]. Функционалните възможности на всеки инструмент са подробно описани в документацията, достъпна чрез графичния интерфейс.

CloudBLAST - софтуер, който съчетава виртуални изчислителни ресурси, виртуални мрежови технологии и паралелна техника за приложения за биоинформатика [4].

Galaxy - уеб-базирана научна система за геномни изследвания [5]. Инструментите за биоинформатика като BLAST, HMMER и др. са лесно достъпни чрез неговото хранилище в системата за работни процеси на Galaxy.

CloudMan [6] е система за управление на облачни ресурси за система за работни потоци на Galaxy, която позволява на потребителите на Galaxy да използват динамична изчислителна инфраструктура със своите набори от данни.

В областта на протеомиката и откриването на биоактивни пептиди също са направени значителен брой разработки. В голямата си част те включват бази данни с протеинови последователности, инструменти на кодиране и прогнозиране на биологичната активност на пептиди, средства за прогнозиране на евентуална токсичност/алергичност у пептидите, за идентификация и характеризиране на пептиди и др. (Табл.1).

Таблица.1 Бази данни и софтуерни инструменти за откриване и разработване на биологично активни пептиди

	Бази данни или инструменти
База данни	EROP-Moscow, crop.inbi.ras.ru/
	PeptideDB, www4g.biotech.or.th/PeptideDB/
	PepBank, pepbank.mgh.harvard.edu/
	SATPdb, crdd.osdd.net/raghava/satpdb/links.php
	StraPep, isyslab.info/StraPep/
	APD/APD3, aps.unmc.edu/AP/main.php
	DADP, split4.pmfst.hr/dadp/
	DBAASP v.2, dbaasp.org/home
	DRAMP, dramp.cpu-bioinform.org/
	CancerPPD, crdd.osdd.net/raghava/cancerppd/
	LAMP, biotechlab.fudan.edu.cn/database/lamp/
	CPPsite 2.0, webs.iitd.edu.in/raghava/cppsite/
	Quorumpeps, quorumpeps.ugent.be/
	AHTPDB, crdd.osdd.net/raghava/ahtpdb/
	ACEpepDB, www.cftri.com/pepdb/
	BIOPEP, www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/biopep
	AntiTbPdb, webs.iitd.edu.in/raghava/antitbpdb/
	IEDB88-90, www.iedb.org/
Прогнозиране на токсичност/алергенност	Toxicity/allergenicity prediction ToxinPred, www.imtech.res.in/raghava/toxinpred/
	AlgPred, www.imtech.res.in/raghava/algpred/
	Allerdictor, allerdictor.vbi.vt.edu/
	EPIMHC, bio.dfci.harvard.edu/epimhc/

	SORTALLER, sortaller.gzhmu.edu.cn/
Кодиране на пептидни последователности	Propy, code.google.com/p/protopy/downloads/list
	Pse-in-One, bioinformatics.hitsz.edu.cn/Pse-in-One/
	Pse-in-One 2.0, bioinformatics.hitsz.edu.cn/Pse-in-One2.0/
	iFeature, ifeature.erc.monash.edu
	PyBioMed, github.com/gadsbyfly/PyBioMed
	iLearn, ilearn.erc.monash.edu
	Seq2Feature, www.iitm.ac.in/bioinfo/SBFE/
	PyFeat, github.com/mrzResearchArena/PyFeat/
	Pfeature, webs.iitd.edu.in/raghava/pfeature/
	VisFeature, github.com/wangjun1996/VisFeature

Заклучение

Тази статия демонстрира, че облачните технологии и услугите, които предоставят, имат място не само в бизнеса, но и в научните изследвания. Наред с намалените разходи за инфраструктура и високата сигурност, облачните технологии биха могли да предоставят за целите на биоинформатиката облачни хранилища на данни, както и разнообразни софтуерни инструменти. С тяхна помощ могат да бъдат изградени виртуални лаборатории, в които изследователи да работят от разстояние. Това е особено полезно в условията на локдаун, в каквито сме принудени да живеем в последните години. Освен това подобни виртуални лаборатории биха спомогнали за преодоляване на разделението между лошо финансирани и добре финансирани лаборатории в реалния живот. В допълнение, работата в облачна среда позволява потенциално по-лесна настройка, по-бърза обработка и по-ниски разходи за изграждане и управление в сравнение с локалните работни станции. Статията показва също, че към момента вече са разработени редица облачни приложения както в биоинформатиката, така и в протеомиката.

Благодарности

Докладът е финансиран от научен проект на тема "Разработване на облачно базиран модул за анализ на пептидни последователности, извлечени от храни" по фонд „Наука“ на Университет по хранителни технологии (№8/21-Н).

Литература

- [1] Марина Младенова, Облачни изчисления (cloud computing): същност, предимства, недостатъци и рискове, състояние и перспективи, 2011, Изд. Интел Ентрانس, ISBN: 978-954-2910-07-7.
- [2] Галина Илиева, Облачни технологии: многокритериален избор, 2020, Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, София.
- [3] Krampis, K., Booth, T., Chapman, B. et al. Cloud BioLinux: pre-configured and on-demand bioinformatics computing for the genomics community. BMC Bioinformatics 13, 42 (2012). <https://doi.org/10.1186/1471-2105-13-42>.
- [4] Matsunaga, Andréa, Mauricio Tsugawa, and José Fortes. "Cloudblast: Combining mapreduce and virtualization on distributed resources for bioinformatics applications." In 2008 IEEE Fourth International Conference on eScience, pp. 222-229. IEEE, 2008.
- [5] Goecks, Jeremy, Anton Nekrutenko, and James Taylor. "Galaxy: a comprehensive approach for supporting accessible, reproducible, and transparent computational research in the life sciences." Genome biology 11, no. 8 (2010): 1-13.
- [6] Afgan, E., Baker, D., Coraor, N. et al. Galaxy CloudMan: delivering cloud compute clusters. BMC Bioinformatics 11, S4 (2010). <https://doi.org/10.1186/1471-2105-11-S12-S4>.

СТРАТЕГИИ И ПОЛИТИКИ ЗА ИНОВАЦИИ В БИЗНЕСА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИКТ

Меги Дакова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
гр. Пловдив, ул. Цар Асен 24, България

STRATEGIES AND POLICIES FOR INNOVATION IN BUSINESS THROUGH THE USE OF ICT

Megi Dakova

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”

Abstract: Технологичното развитие и иновационната активност са сред основните движещи сили за икономически растеж и постигане на устойчиво развитие в условия на икономика, основана на знанието. В статията са разгледани предизвикателствата пред използването на ИКТ и иновации в бизнеса в България. Представени са основни европейски и национални програми и политики за стимулиране на протичащите процеси на дигитализация на икономиката и внедряването на иновации. Очертани са някои перспективи за развитие на ИКТ сектора.

Ключови думи: ИКТ, образование, политики, бизнес, иновации

1. Въведение

Бурното развитие на ИКТ през последните години доведе до изменение на методите на работа и използваните технически средства в материалния свят. Това стимулира промяна в структурата на обществото, вкл. изграждането на нови и качествени взаимоотношения между всички дейности и сектори на обществото [1]. Безспорно, един от основните двигатели за повишаването на конкурентоспособността на икономиката е активното използване на иновации в бизнеса и свързаните с тях информационни и комуникационни технологии (ИКТ).

Развитието на технологиите, като предпоставка за формиране на съвременното и високотехнологично общество извеждат ИТ-сектора сред най-динамичните сектори в икономиката. Неслучайно един от важните приоритети на Европейското пространство за висше образование е разкриването и развиването на потенциала на младите хора и техните таланти. Университетите, чрез своите основни функции да създават и разпространяват знание, са важен фактор за подготовка на необходимите за пазара на труда висококвалифицирани специалисти [2]. Чрез предоставянето на възможности за провеждане на научни изследвания, възпитаниците получават добра основа, необходима за тяхното успешно реализиране. Офисите за технологичен трансфер и научните центрове, създавани на територията на висшите училища през последните години, предоставят възможност за привличането и мотивирането на млади специалисти чрез по-близък контакт на бизнес организациите с науката.

Актуални въпроси за всеки мениджър и ръководител на бизнес организация са – какви са пречките пред използването на иновации в бизнеса, как да се преодолеят, какви мерки да се предприемат и каква подкрепа осигурява държавата...

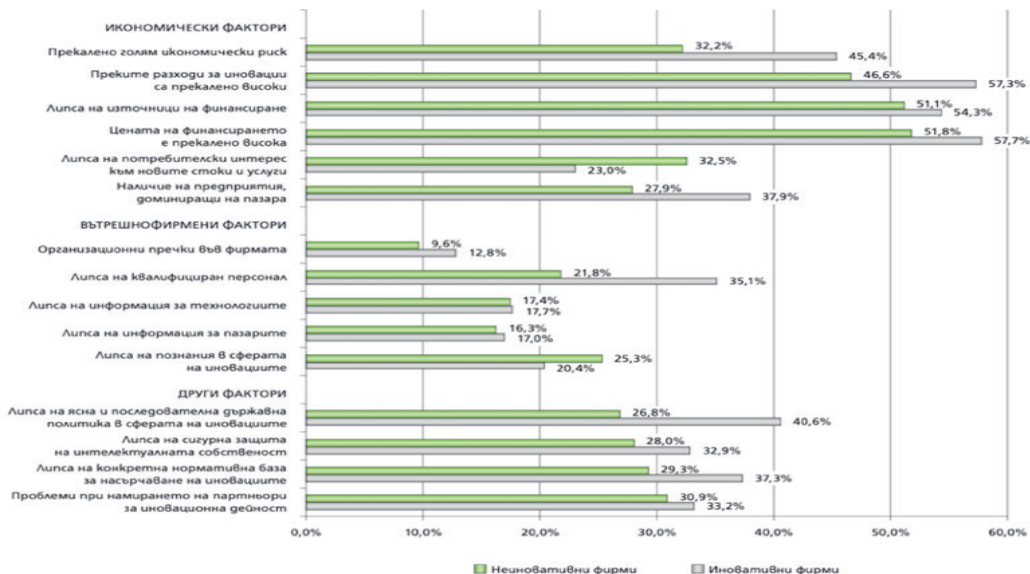
2. Предизвикателства през използването на иновации в бизнеса

Използването на ИКТ в България през последните години бележи значителен ръст. Подобрява се информационно обслужване на обществото, бизнесът използва все повече възможности да дигитализира част от работните процеси, в индустрията протичат процеси на роботизация, осигурявани от иновативни технологии. Разработват се множество електронни услуги за гражданите и бизнеса, което е важен фактор за постигането на технологичен растеж [3].

Внедряването и използването на информационните технологии допринася за максимизиране на резултатите, свързани с различни процеси [4]. Въпреки това, *пред бизнес-организациите има много бариери, които възпрепятстват използването на иновации.*

Създаването на добра и благоприятна среда за развитието на икономическа дейност е от съществено значение за фирмите в България. Необходимо е да се работи в посока преодоляване на редица финансови, административни и законодателни трудности [5]. Работата по изграждане на „Електронно правителство“ доведе до създаване на множество електронни услуги за гражданите и бизнеса, но напредъка не удовлетворява голяма част от обществото. Според бизнесът, едно модерно е-правителство трябва да подобри комуникацията между всички звена в целия административен апарат на държавата. Възможността за обслужване на „едно гише“ все още е в процес на актуализиране и развитие, въпреки отчетената необходимост [5].

Има множество икономически и вътрешнофирмени фактори, които затрудняват оптималното използване на иновации в бизнеса. Основните фактори и тяхната значимост, категоризирана за иновативни и неинновативни фирми са представени на фиг. 1 [6].



Фигура 1. Фактори, затрудняващи иновационната дейност на фирмите

Като по-значими проблеми и предизвикателства пред използването на ИКТ в бизнеса, могат да бъдат открити липсата на ясни правила за финансиране в подкрепа на научно-изследователска и развойна дейност (НИРД), механизми за трансфер на технологии и

иновации, както и подготовката на висококвалифицирани кадри от висшите училища, с които да се отговори на изискванията на индустрията.

3. Стратегии и политики за стимулиране внедряването на ИКТ и иновации

Множество европейски и национални политики и стратегии предоставят насоки за справяне с описаните по-горе предизвикателства.

Иновационна стратегия за интелигентна специализация е мотивирана от стратегията на Съюза „Европа 2020“. Тя е насочена към засилване на научноизследователската и развойна дейност, както и повишаване на технологичното развитие и иновациите. Тази стратегия цели да изведе ползите от използването на технологиите за различни бизнес дейности (управление, производство, доставки и др.), както и улесняване на комуникацията между човешките същества (обучения онлайн, добра комуникация, PR и др.). По този начин се стимулира приобщаването на хората в единен социален и дигитален свят и възможностите за промяна и гъвкавост по отношение на работната среда. Пандемията COVID-19 допринесе съществено за бурното развитие на ИКТ сектора и използването на всички възможни интернет технологии за подобряване на качеството на живот. COVID-19 оказва сериозно въздействие върху цифровите технологии, като принуди много хора да работят и да учат дистанционно. Значително е нараснало закупуването на компютри и техника, улесняващи достъпа до интернет.

Стратегията на Европейския съюз (ЕС) за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж Европа 2020 включва в себе си няколко инициативи и мерки в седем приоритетни области и едно хоризонтално направление [7]:

1. Изграждане на цифровия единен пазар;
2. Подобряване на оперативната съвместимост и стандартите;
3. Укрепване на онлайн доверието и сигурността;
4. Насърчаване на достъп до високоскоростен и свръх-високоскоростен интернет за всички;
5. Инвестиране в научни изследвания и иновации;
6. Насърчаване на цифровата грамотност, цифровите умения и цифровото приобщаване;
7. Ползи от ИКТ за обществото;
8. Международна политика.

Очакванията са, че наличието на ИКТ клъстери в регионите ще доведе до постигане на висок интелигентен растеж на регионално ниво. Напр., създаването на клъстер ИКТ на територията на община Пловдив е в процес на непрекъснато обновяване и разширяване. Той обхваща в себе си научни предприятия, фирми и бизнес организации, развиващи се в областта на ИКТ, като приносят на висшите училища за подобни инициативи е неоспорим [8].

На територията на страната ни непрекъснато се развива и политическата рамка в областта на ИКТ. Съответните политики са очертани в **Програмата в областта на цифровите технологии за Европа, Стратегията за единен цифров пазар**, в различни планови и програмни документи, насочени към използването и развиването на ИКТ. Най-важните от тях са :

1. Национална програма за реформи (НПР);
2. Националната стратегия за развитие на ширококоловия достъп 2012 – 2020;
3. Актуализираната политика в областта на електронните съобщения;
4. Стратегия за развитие на електронното управление 2014 – 2020;
5. Иновационната стратегия за интелигентна специализация 2014 – 2020;
6. Национална стратегия за кибер сигурност „Кибер устойчива България 2020“ [9].

Актуализираната *програма “Цифрова България 2025”* допълва и изгражда нови дейности и е с публичен достъп за обсъждане от университети, бизнес организации и обществото.

Програмата за научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация 2021-2027 г. е един от инструментите за изпълнение на приоритетите на страната за постигане на ускорено икономическо развитие. Целта е да се дигитализират процесите в публичния сектор, като се изгради благоприятна информационна и цифрова среда, която ще допринесе за постигнато на добър обмен на информация. Програмата има няколко приоритета и включва: устойчиво развитие на българската научно-изследователска и иновационна екосистема; засилване на капацитета за научни изследвания и иновации; въвеждането на модерни технологии и цифрова трансформация на публичния сектор; усвояване на ползите от цифровизацията за гражданите, дружествата и правителствата, и др. [10].

За създаването на по-благоприятна среда за иновации у нас и преодоляване на бариерите пред иновационната дейност е необходимо да се работи по внедряването на държавна иновационна политика, регламентираща принципите и методите на управление и формите на организация на иновационната дейност, отчитайки протичащите процеси на трансформация на националната икономика и процесите на глобализация [11]. Предоставените възможности от ЕС по отношение на стимулиране иновационната активност в страната не са свързани само с директните програми за инвестиране в определени дейности. Целта е държавата да привлече повече средства и да допринесе за създаване на благоприятни условия за развитие на бизнес, съответно до бурно икономическо развитие чрез работа в областта на предприемачеството и иновациите [12].

4. Използване на ИКТ

Възможностите за работа и развитие на творческия потенциал на младите хора в ИТ сектора са примамливи. Секторът поддържа висока заетост и отчита ръст на приходите и печалбите. Не малък е процентът на завърнали се в страната българи от чужбина, което обръща тенденцията за „изтичане на мозъци“ и задържането на млади специалисти в страната ни. Въпреки кризата, причинена от пандемията, през 2020 г. ИТ секторът бележи сериозен ръст с около 10% при отчетен 5,5% спад на БВП на страната.

Актуални са въпросите за нуждата от обучени специалисти, както и наличието на програми за гъвкаво обучение. Необходими са допълнителни усилия за провеждане на политики за създаването на висококвалифицирани специалисти в този сектор. От съществено значение е да се повиши дела на бакалаврите, които продължават обучението си в ОКС „магистър“ и ОНС „доктор“. За учебната 2020/2021 г., в област на образованието „Технически науки и технически професии“ са се обучавали 20 126 бакалаври, 4 358 магистри и 669 доктори, а в „Информационно-комуникационни технологии“ - 9 664 бакалаври, 1 860 магистри и 231 доктори [13].

По данни на доклад за иновационна стратегия за интелигентна специализация, разходите за иновации, направени от различни предприятия, са над 15 млрд. евро. Инвестициите възлизат над 200 млн. евро общо, като инвестициите, направени от предприятия с персонал под 50 служители са изравнени с тези на по-големите фирми, с над 250 души персонал.

Само 15,9% от всички предприятия имат назначени ИКТ специалисти. Относителния дял на фирмите с 250 и повече заети лица, които разполагат с ИКТ специалисти са 61,3%, фирмите с 50 - 249 заети лица са 28,2 % и тези с 10 - 49 заети лица са 12,4 % [14].

5. Заключение

Безспорно е, че разработените европейски и национални политики и програми за използване на ИКТ и иновативни технологии оказват ползотворно влияние в различните сфери на обществения живот и бизнеса и повишават качеството на живота на хората.

Въпреки това, на фона на развитите европейски държави, България изостава по отношение на разработване и внедряване на иновации и високи технологии.

Една от областите с висок потенциал за въздействие върху бизнеса, е образованието. Повишаването на качеството на висшето образование, подобряването на модела за оценяване и акредитацията на висшите училища, и стимулирането на младите хора да получават по-висока степен на образование в областта на ИКТ и техническите науки ще осигури необходимите специалисти и ще запълни голяма празнота на пазара на труда.

Разработването на нови мерки за финансиране на иновации и увеличаване на държавните разходи за НИРД биха били ценна подкрепа за бизнеса. В България в посока иновационната дейност може да се насочат и повече ресурси за устойчиво развитие на дигитализацията, включително и развитието на електронно правителство.

Меги Дакова е редовен докторант към Катедра „Управление и количествени методи в икономиката“ при ФИСН на ПУ „Паисий Хилендарски“, e-mail: m.ddakova@gmail.com.

Благодарност: Статията е част от работата по проект МУ21-ФМИИ-004, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

REFERENCES

- [1] Nikolich, S., (2017), Development and use of information and communication technologies in the Republic of Serbia, Avtoreferat.
- [2] Dimitrova, G. (2021a), Higher education in the conditions of knowledge economy and Industry 4.0 - potential and perspectives, Humanitarian Balkan Research. 2021. Vol. 5. № 2(12), ISSN print: 2603-4859; ISSN online: 2683-1090, 46-50, doi: 10.34671/SCH.HBR.2021.0502.0011.
- [3] Strategic framework of ICT policy, <https://www.mi.government.bg/files/useruploads/files/innovations/materialict.pdf>, 12.2021.
- [4] Tsvetanov, Y., (2008), The IT – a basis for successful innovations, <https://research.unisofia.bg/bitstream/10506/50/1/02%20IT%20%20INNOVATION%20POLICY%20Varna%20'03.pdf>
- [5] Manolov, V., (2016), The innovation in small and medium sized enterprises as a strategic goal of the scientific policy of the eu: towards a model of intelligent enterprise, Strategies of educational and scientific policy, Vol. 24, No 5, 2016, pp. 487.
- [6] INA-5, (2020), Applied Research and Communications Foundation, 12.2021.
- [7] National Program Digital Bulgaria 2025, https://www.mtite.government.bg/sites/default/files/uploads/it/09-12-2019_programa_-_cifrova_bulgariya_2025.pdf, 12.2021.
- [8] Dimitrova, G. (2021b). Cluster perspectives for competitiveness of higher education institutions. Strategies of educational and scientific policy, Book 4, Vol. 29, ISSN 1314–8575, pp. 335-353.
- [9] National Program Digital Bulgaria 2025 <https://www.mtite.government.bg/sites/default/files/uploads/it/cifrova-bulgariya.pdf>, 12.2021.
- [10] Information portal of the European Structural and Investment Funds <https://www.eufunds.bg/bg/taxonomy/term/904>, 12.2021.
- [11] Creating an innovation-friendly business environment for Small and medium enterprises, <https://www.mi.government.bg/files/useruploads/files/innovations/materialsme.pdf>, 12.2021.
- [12] Petrov, Sht., University of Economics – Varna, Stimulating innovation and entrepreneurship in Bulgaria in the framework of its EU membership. <https://www.president.bg/docs/1424166421.pdf>
- [13] National Statistical Institute - NSI, <https://www.nsi.bg/bg/content/3392/studenti-po-obrazovatelno-kvalifikatsionna-stepen-i-tesni-oblasti-na-obrazovaniето>, 12.2021

- [14] National Statistical Institute, Use of information and communication technologies in the enterprises in 2020, https://www.nsi.bg/sites/default/files/files/pressreleases/ICT_ent2020_PSRP7D5.pdf, 12.2021.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Анализ на свойства на продукти, получени от картофено, тапиока и арарут нишесте - Георги Лазаров, Мина Дживодерова-Зарчева	4
2. Сравнителна характеристика на клубеноплодни нишестета - Георги Лазаров, Мина Дживодерова-Зарчева	8
3. Звуков спектър на вокални компоненти - Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов	12
4. Формантни преходи в спектралната картина на речта - Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов	16
5. Изследване на връзката между температурата на основата на 3Д принтера и деформацията на 3Д модела при полимера ABS. - Валери Бакърджиев	20
6. Система за непрекъснат мониторинг на шум в околна среда - Светослав Хаджигенчев	24
7. Промени на привидното съпротивление в района на стражица след земетресенията през 1986г. - Светослав Хаджигенчев	31
8. Изследване на трудовия травматизъм в електроразпределително предприятие- Илко Търпов	36
9. Изходни характеристики на реверсивен резонансен DC-DC преобразувател при управление с променлива честота - Ангел Личев	40
10. Оценка на точността на метода на първата хармонична при изследване на резонансен преобразувател - Ангел Личев	44
11. Мониторинг на червени вина чрез ARM архитектурно базиран STM32F-769N1H6 микроконтролер - Красимир Колев, Ивайло Драгнев	48
12. Smart Food уеб приложения - Красимир Колев, Росица Максимова	56
13. Evaluation The Melting Property Of Ice Cream Using Methods Of Computer Vision - Angel Danev, Petya Boyanova, Atanaska Bosakova-Ardenska, Peter Panayotov	60
14. Изследване на вълноводи от различни материали за 5G приложения - Тихомир Ловчалиев	65
15. Control of Single-phase Voltage Inverter With Photo Voltage Isolators - Yanka Nikolova Ivanova, Svetoslav Cvetanov Ivanov	71
16. Investigation of an Adjustable Rectifier with MOSFET Controlled by Photo Voltage Isolator - Yanka Nikolova Ivanova, Svetoslav Cvetanov Ivanov	75
17. Моделиране на емпирични данни за нисколегирани стомани с ансамблови методи - Мариана Колева-Петрова	79
18. Предложение за специализирана софтуерна среда за електронно обучение на деца с разстройство от аутистичния спектър - Величка Косева, Генчо Стоицов	87
19. JAVASCRIPT - базирана среда за разпределена обработка на изображения - Емил Ангелов	94
20. Техники и практики за проектиране на изгледи и съдържание на уеб страници - Николай Чочев, Христо Христов	99
21. Моделиране на педагогически патерни в МУДЪЛ чрез стандартни учебни дейности и ресурси - Емил Йончев, Станка Хаджиколева	104

22. Формиране на умения за програмиране от А до Я - Нели Тодорова, Тодор Тодоров	110
23. Значението на STEM в началното училищно обучение - Цанко Михов, Иван Димитров	115
24. Сравнителен анализ на резултатите от обучението по математика в 6 клас - Мария Борисова, Станка Хаджиколева	122
25. Относно привидното натрупване в нивото значимост при някои видове хипотези - Костадин Йотов, Ева Димитрова, Маргарита Терзийска, Илиана Илиева, Мариян Милев	126
26. Кодиране на пептидни последователности за получаване на цифрови дескриптори - Желязко Терзийски, Ивелина Десева, Маргарита Терзийска	132
27. Приложение на ORANGE за разработка на невронен класификатор на лютеница - Желязко Терзийски, Маргарита Терзийска, Красимир Колев, Ивайло Драгнев	136
28. Облачни приложения за биоинформатиката - Маргарита Терзийска, Ивелина Десева, Илиана Илиева, Желязко Терзийски	141
29. Стратегии и политики за иновации в бизнеса чрез използване на ИКТ - Меги Дакова	145

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

СЕРИЯ В. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ, Т. XX

ISSN 1311 -9419 (PRINT)

ISSN 2534-9384 (ONLINE)

2022

ДОМ НА УЧЕНИТЕ

ОТГОВОРЕН РЕДАКТОР:

ДОЦ. Д-Р ВЛАДИМИР АНДОНОВ, Д.М.

ТЕХНИЧЕСКИ РЕДАКТОР:

МАЛИНА ЕЛШИШКА

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



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ

ЕВРОПА, БЪЛГАРИЯ, 4000 ПЛОВДИВ
ул. Митрополит Паисий 6
тел.: 032/ 62 86 54

UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA
CITY OF PLOVDIV

EUROPE, BULGARIA, 4000 PLOVDIV
6 Mitropolit Paisii Str.,
Tel. +359/ 32/62 86 54

www.usb-plovdiv.org