

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – СМОЛЯН
UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA - SMOLYAN



НАУЧНИ ТРУДОВЕ
SCIENTIFIC RESEARCHES

Том III, част 3:
Технически науки,
комуникационни
техники и технологии

Volume III, part 3:
Technical Sciences,
Communication
Techniques and
Technologies

ИЗДАТЕЛСТВО:
СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ

PUBLISHING HOUSE:
UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA

Смолян 2022
Smolyan, 2022

ISSN: 1314-9490 (online)



РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Отговорен редактор:
Проф. д.ф.н. Елена Николова

Членове:

Проф. д.ф.м. Николай Томов
Проф. д.н. Нина Герджикова
доц. д-р Слави Любомиров
доц. д-р Силвия Младенова
доц. д-р Мариана Ламбова
доц. д-р Русалена Пенджекова-Христева
доц. д-р Цонка Оджакова
доц. д-р Даниела Шехова
доц. д-р Огнян Сливаров

Адрес:

Съюз на учените в България-Смолян
Бул. „България“ 24, ет.1, офис 110
4700 Смолян
E-mail: ussm@abv.bg

Издателство:

©Съюз на учените в България

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief
Prof. Elena Nikolova, DSc

Members of Board:

Prof. Nikolay Tomov, DSc
Prof. Nina Gerdzhikova, DSc
Assoc. Prof. Slavi Lyubomirov, PhD
Assoc. Prof. Silviya Mladenova, PhD
Assoc. Prof. Mariana Lambova, PhD
Assoc. Prof. Rusalena Pendzekova – Hristeva, PhD
Assoc. Prof. Tsonka Odzhakova, PhD
Assoc. Prof. Daniela Shehova, PhD
Assoc. Prof. Ognyan Slivarov, PhD

Editorial Office:

Union of Scientists in Bulgaria-Smolyan 24
“Bulgaria” Blv., fl1. Office 110
Smolyan 4700, BULGARIA
E-mail: ussm@abv.bg

Publishing House:

©Union of Scientists in Bulgaria

Настоящият том на „Научни трудове“ на СУБ-Смолян съдържа доклади, представени на националната научна конференция „Човекът и Вселената“, проведена през ноември 2021 г. и посветена на 35-годишнината от създаването на научната организация в Смолян. Изданието е рецензирано.

ISSN: 1314-9490 (online)

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

том III, 2022

ТРЕТА ЧАСТ: ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ, КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

СЪДЪРЖАНИЕ

Емил Велев. СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТРИЕНЕ МЕЖДУ БИОПОЛИМЕРНА ПОЛИМЛЕЧНА КИСЕЛИНА (PLA) И ПОКРИТИЯТА НА ТИТАНОВА ОСНОВА	431
Христо Каневски. ПРИЛАГАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ДВИГАТЕЛИТЕ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ	440
Raycho Minchev. DIAGNOSTICS OF THE BRAKE SYSTEM OF THE CAR SUBARU FORESTER III	448
Николай Тошев. СЪВРЕМЕННИ СИСТЕМИ ЗА АКТИВНА И ПАСИВНА БЕЗОПАСНОСТ НА АВТОМОБИЛА	454
Христо Каневски, Слави Любомиров, Райчо Минчев. ОБЗОР НА ПРОБЛЕМИТЕ И РЕШЕНИЯТА СВЪРЗАНИ СЪС ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА ПОРОДЕНИ ОТ АВТОМОБИЛИТЕ	465
Raycho Minchev. ANALYSIS AND CONSTRUCTION - TECHNOLOGICAL FEATURES OF LPG PROPANE BUTANE INSTALLATIONS	472
Диан Маламов, Димитър Василев. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РОТОРНИЯ ТОК И ВРЕМЕТО НА РАЗВЪРТАНЕ НА АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ С ФАЗЕН РОТОР	477
Костадин Марков. ПРЕДОСТАВЯНЕ НА СУПЕРВИЗИЯ В ЕЛЕКТРОННА СРЕДА В РАМКИТЕ НА ЕЛЕКТРОННАТА АДМИНИСТРАЦИЯ, КАТО МЕТОД ЗА ПРЕВАНТИВЕН КОНТРОЛ В СОЦИАЛНИТЕ УСЛУГИ	486
Костадин Марков. УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИЗМЕРВАНЕ И ОТЧЕТНОСТ НА КОНТРОЛНАТА ДЕЙНОСТ В ДИГИТАЛНАТА АДМИНИСТРАЦИЯ, ИЗВЪРШВАНА ОТ ИНСПЕКТОРАТИТЕ В АДМИНИСТРАЦИЯТА	493
Милена Недева, Димитър Недев, Костадин Недев. УСТОЙЧИВ КВАРТАЛ	498
Димитър Недев, Милена Недева, Костадин Недев. СКИ - ИЗМЕРВАТЕЛНА СИСТЕМА	505
Иван Божилов, Румен Попов. МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛИННИТЕ УСЛОВИЯ В ЦЕНТРОВЕ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ ПРЕЗ ФОКУСА НА ИНЖЕНЕРНОТО ОБУЧЕНИЕ	515
Велислава Райдовска, Христо Базелков. СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАЛЕЛНА РЕЗОНАНСНА ВЕРИГА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНТЕГРИРАНИ СРЕДИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И АНАЛИЗ	523
Велислава Райдовска, Адрияна Казакова. ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИСОКОЧЕСТОТНИ АКТИВНИ ФИЛТРИ ЧРЕЗ ПРОГРАМНИ СРЕДИ	530

Севиела Дерменджиева, Станислав Асенов, Даниела Шехова, Ангел Чекичев. ИЗСЛЕДВАНЕ НА WI-FI MESH МРЕЖА С МИКРОКОНТРОЛЕРИ ESP8266	537
Савина Хайдушка, Станислав Асенов, Ангел Чекичев, Даниела Шехова. ИЗГРАЖДАНЕ НА СМАРТ СИСТЕМА ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА РАСТЕНИЯ	545
Иван Санев, Станислав Асенов, Ангел Чекичев, Анна Токмакова. ИЗГРАЖДАНЕ НА ЧАСТНА КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА ЧРЕЗ МЕШТАСТИК.	553
Иван Божилов, Румен Попов. ОПТИМИЗАЦИЯ НА ОХЛАДИТЕЛНАТА СИСТЕМА НА ЦЕНТРОВЕ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ	563
Сезгин Исмаил. ЕВОЛЮЦИОННИ АЛГОРИТМИ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ – СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ	573
Ангел Чекичев. СТАТИСТИЧЕСКИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ – EXCEL, SPSS, LABVIEW И MATLAB.....	584
Ангел Чекичев, Румен Попов. ИЗГРАЖДАНЕ И ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИ ВИРТУАЛЕН ИНСТРУМЕНТ С LABVIEW	591
Даниела Шехова, Слави Любомиров, Ангел Чекичев, Станислав Асенов, Георги Иванов. ПРЕПОДАВАНЕ НА ПРОГРАМИРУЕМИ ФУНКЦИОНАЛНИ ГЕНЕРАТОРИ ПО ВРЕМЕ НА ПАНДЕМИЯ.....	596
Сезгин Исмаил, Слави Любомиров. ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА СИСТЕМИ.ПРОБЛЕМИ И СЪВРЕМЕННИ МЕТОДИ	602
Марко Дойков. ЕДНОВРЕМЕННО НАБЛЮДЕНИЕ НА СВЕТКАВИЦИ НА НЯКОИ КОМПАКТНИ КОСМИЧЕСКИ ОБЕКТИ В ГАМА И ОПТИЧНИЯ ДИАПАЗОН	611
Христина Георгиева. КОНСЕРВАТИВЕН ПОДХОД В СЪЗДАВАНЕТО НА ОЩЕ ПО-ДИНАМИЧЕН УЕБ ДИЗАЙН	617
Даниела Шехова, Слави Любомиров, Ангел Чекичев, Станислав Асенов. ОНЛАЙН ПРЕПОДАВАНЕ НА СХЕМИ СЪС СМЕСЕНИ СИГНАЛИ	624
Светослав Хаджигенчев. РЕГИСТРИРАНЕ НА ПРОМЕНИ В ЗЕМНОТО ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВЛЕНИЕ В РАЙОНА НА СЕИЗМИЧНА СТАНЦИЯ „РОЖЕН“(RZN), ЮЖНА БЪЛГАРИЯ.....	631
Ивайло Узунев. ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ СВЪРЗАНИ С ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ КИБЕР АТАКИТЕ	637
Добромир Бозов, Станислав Асенов, Анатолий Парушев. РЕАЛИЗИРАНЕ НА ИНТЕРАКТИВНО СМАРТ ОГЛЕДАЛО	647
Мая Симеонова, Станислав Асенов, Слави Любомиров, Анна Токмакова. МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИ В ОБЛАСТТА НА ИНФОРМАЦИОННАТА СИГУРНОСТ	651
Станислав Асенов, Димитър Токмаков. РЕВЮ И ИЗГРАЖДАНЕ НА LORAWAN HELIUM МРЕЖА	660
Станислав Асенов, Слави Любомиров, Снежана Шотарова. "TYPE-C" ТЕХНОЛО- ГИЯТА ПРИ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ ПО КОМПЮТЪРНА ПЕРИФЕРИЯ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБРАЗОВАНИЕ	666
Станислав Асенов, Димитър Токмаков. ИЗПОЛЗВАНЕ НА МИКРОКОНТРОЛЕР SEEDUINO XIAO, ПРИ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ ПО "МИКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНИКА"	672
Огнян Сливков. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКСПОЗИЦИЯТА НА ШУМА ПРИ РАБОТА С ПЪТНО-СТРОИТЕЛНА ТЕХНИКА	677



Огнян Сливаров, Райчо Минчев. ИЗСЛЕДВАНЕ ИЗНОСВАНЕТО НА ТРИЕЩИ ДВОЙКИ В ПРОЦЕС НА СРАБОТВАНЕ.....	682
--	------------



ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ, КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТРИЕНЕ МЕЖДУ БИОПОЛИМЕРНА ПОЛИМЛЕЧНА КИСЕЛИНА (PLA) И ПОКРИТИЯТА НА ТИТАНОВА ОСНОВА

Емил Велев

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

STAND FOR INVESTIGATION OF THE COEFFICIENCY OF FRICTION BETWEEN BIOPOLYMER POLYMALIC ACID (PLA) AND TITANIUM- BASED COATINGS.

Emil Velev

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski”

Abstract: Plastic products are widely used in our lives and industry. With Directive (EC) 2019/904 - on reducing the environmental impact of certain plastic products, the European Union aims to prevent and reduce the environmental impact of certain plastic products and to promote the transition to a circular economy through the introduction of a combination of measures tailored to the products covered by the directive, including an EU-wide ban on single-use plastic products where alternatives are available. With the use of plastics based on polylactic acid (PLA), which is produced from dextrose (sugar) extracted from bio-based materials, the use of single-use plastic products can be continued. Removing the tooling for the use of PLA plastic in many cases is expensive and in some it is impossible. By using vacuum nano coatings based on titanium and PVD methods for their production make it possible to solve these problems. Therefore, it is important to study the coefficient of friction between PLA and titanium-based coatings.

Key words: PLA, coefficient of friction, titanium coatings

Резюме: Пластмасовите изделия са навлезли широко както в бита ни така и промишлеността. С Директива (ЕС) (ЕУ) 2019/904 - относно намаляването на въздействието на определени пластмасови продукти върху околната среда, Европейския съюз има за цел да предотврати и намали въздействието върху околната среда на определени пластмасови продукти и да насърчи прехода към кръгова икономика чрез въвеждането на комбинация от мерки, пригодени към продуктите, обхванати от директивата, включително забрана в целия ЕС на пластмасови продукти за еднократна употреба, когато са налични алтернативи. С използването на пластмаси на базата на полимлеchnата киселина (PLA), която се произвежда от декстроза (захар), извлечена от биобазирани материали може да се продължи използването на пластмасови продукти за еднократна употреба. Преработването на инструменталната екипировка за използването на PLA пластмаса в много от случаите е скъпо а в някои е невъзможно. Чрез използване на вакуумните нано покрития на титанова основа и PVD методи за тяхното получаване дават възможност за решаване на тези проблеми. Ето защо коефициентът на триене между PLA и покритията на титанова основа е важно да бъде изследван.

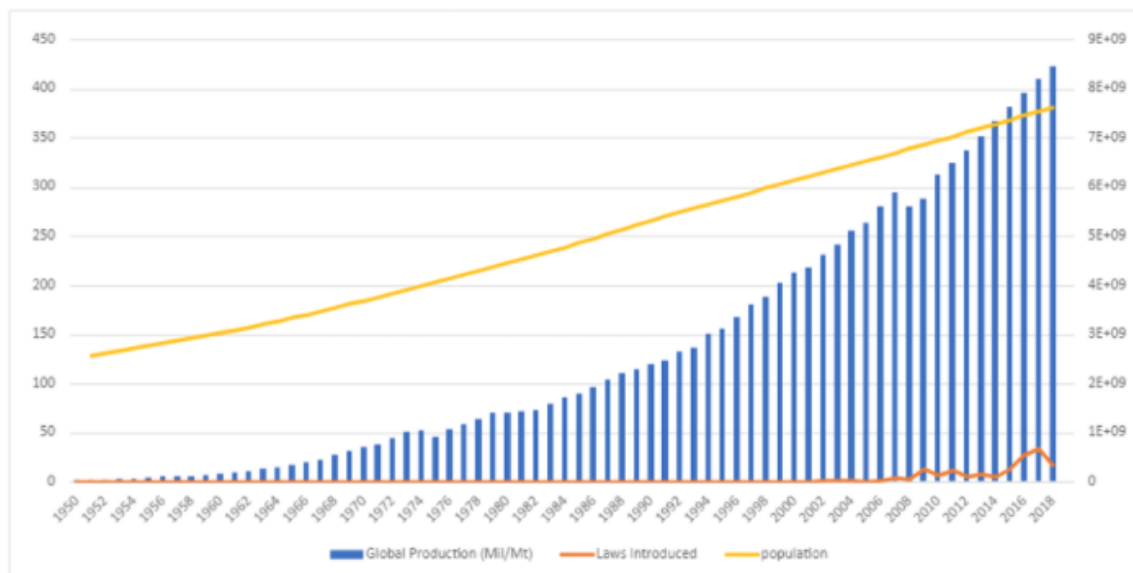
Ключови думи: PLA, коефициент на триене, титанови покрития

1. Въведение

Използването на пластмасови изделия както в бита така и промишлеността заема все по-голямо място.

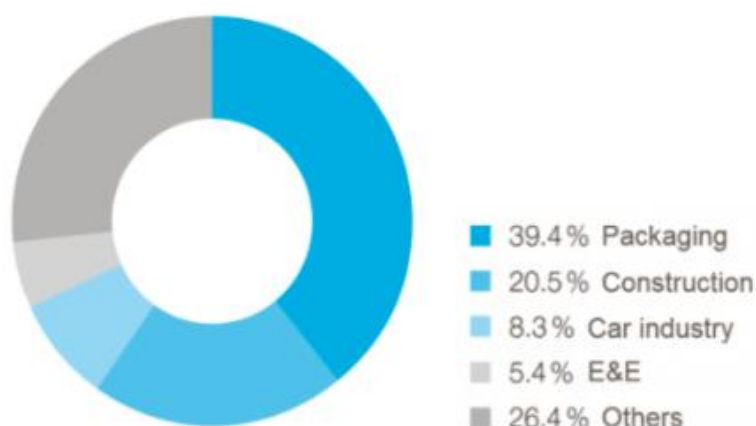
Тенденцията в използването на пластмасата в световен мащаб се увеличава със всяка изминала година (фиг.1). Това води след себе си и проблемите със замърсяването на околната среда.

Ако бъде проследена зависимостта между производството на пластмасата, увеличаването на населението и приетите закони за опазване на околната среда, може да се види, че темповете на производство и нарастването на населението са взаимно свързани между 1950 година и 2018. Докато едва през 2006 са приети първите законодателни мерки за опазване на околната среда.



Фиг. 1. Използване на пластмасата в света

Количеството на използваната пластмаса е различно в различните сектори (фиг. 2). 39.4 % от конструирана пластмаса се използва за пакетиране, 20.5% се използва в строителната индустрия, 8.3% в автомобилната индустрия, 5.4 % в електрониката и 26.4% за други нужди.

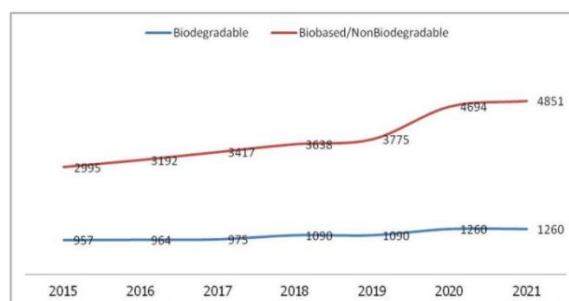


Фиг. 2. Използвана пластмаса в света

В тази връзка и рециклирането на пластмасата в различните райони на света е много различно, но и за съжаление далече от нивата, който трябва да бъдат (фиг.3).



Фиг. 3. Рециклиране на пластмаса в света



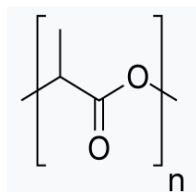
Фиг. 4. Производство на биопластмаса

В хранителната индустрия като алтернатива на пластмаса произведена от петролни продукти използвана до сега, могат да бъдат продукти от възобновяеми източници. Такива могат да бъдат биопластмасите или продуктите получени на базата на дърво. Най-широко използвани дървени видове са брезата, бамбука и по-рядко дъб и бук. Основен производител на дървени изделия за хранителната индустрия са Китай и Индия. Те се предлагат както единични опаковани, окомплектовани в пакети или на сипно (фиг. 5).

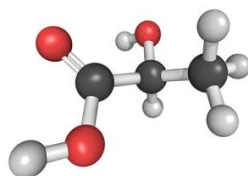


Фиг. 5. Дървени прибори

В хранителната индустрия в последните години започна използването на биопластмаса, с цел да се намали замърсяването на околната среда. PLA или полилактична киселина се получава от възобновяеми ресурси. В Европа като изходна суровина се използват ресурси на базата на захарта, в САЩ на базата на царевица. PLA се разгражда след няколко години в индустриални компостери. Биопластмасите от своя страна се делят на биоразградими и небiorазградими. Използването на биопластмаси се увеличаване непрекъснато в последните години (фиг. 4).

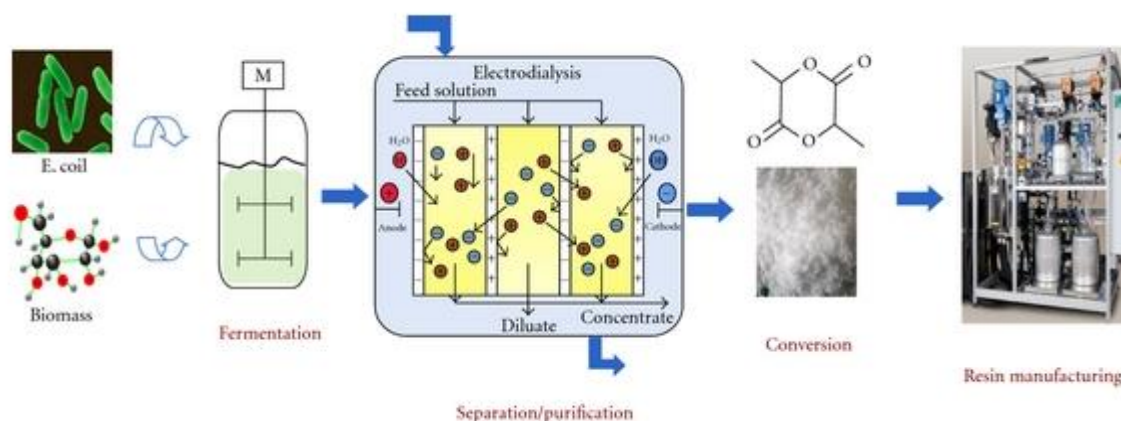


Фиг. 6. Химична структура на PLA



Фиг. 7. Модел на молекулата на PLA

PLA е открит през 20-те години на миналия век от Уолъс Кародърс, който също изобретява и найлона, е американски химик, изобретател и лидер в органичната химия. Той е работил за DuPont като целта му е била да намери екологично чиста пластмаса.



Фиг. 8 Етапи при производството на PLA

Производство на PLA преминава през следните етапи (фиг. 8):

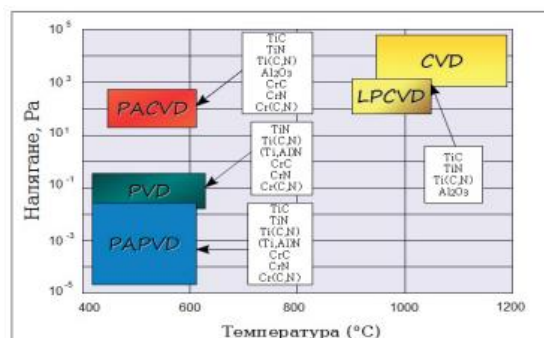
1. производство на биомаса;
2. ферментация;
3. сепарация и пречистване;
4. трансформация;
5. гранулиране.

Използването на гранулат от PLA за направа на детайли за хранително-вкусовата промишленост е сравнително нова технология. Една от лошите характеристики на този материал е неговата висока хидроскопичност. Ето защо е необходимо преди да се подаде в машините за шприцване е необходимо той да се изсуши. Самото производство на полимлечна киселина също е скъпо. Ето защо крайния продукт, сравнен с този произведен от петролни продукти, е много по-скъп от произведения от пластмаса на петролна основа.

Основния проблем, който съществува е дали ще може да се използва вече произведената инструментална екипировка. В много случай е възможно, но има и такива, като например изделия с много тънки ребра, съгъваеми лъжички, които имат тънка ципа съединяваща двете половинки, използването на биопластмаса създава проблеми. Това се дължи на триенето между пластмасата и формещите части на инструмента.

За намаляване триенето между пластмасата и активните части на инструмента може да се използват нано покрития. Те са на основата вакуумната технология, като се

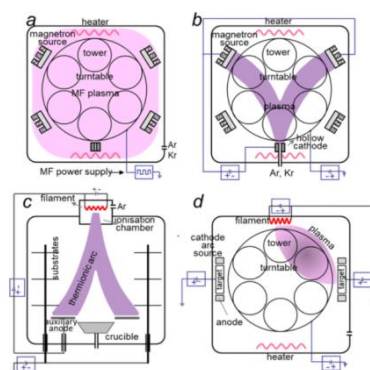
използват физични или химични методи за изпарение на метал или съединения. Използването на тези покрития датира от средата на 70-те години, като в началото са били отлагани еднослойни, докато в момента преобладават многослойните. Методи за отлагане на покрития във вакуум са PVD – физично парно отлагане и CVD – химично парно отлагане с техните разновидности: PA-PVD - физично парно отлагане с плазмено подпомагане и PACVD – химично парно отлагане с плазмено подпомагане. Те имат различни възможности в зависимост от основните им технологични параметри (фиг.8) (Ангелова,2019).



Фиг. 9. Основни параметри на методите за нанасяне на покрития във вакуум

Тези покрития могат да бъдат:

- декоративни;
- функционални;
- цялостни;
- частични;
- еднослойни;
- многослойни;
- метални, сплави или съединения.



Фиг. 10. Видове PVD режими

Съществуват различни видове режими на покрития използвани при PVD (фиг.10):

- MF режима (фиг. 10a), или режим със средна честота при който се използват честоти в спектъра от 10-100kHz.;
- Може да се използва също така и плазмен източник с кух катод за осъществяване на разпрашаване на съединението, което ще се нанася (фиг. 10b);
- йонно изпаряване (фиг. 10c);
- йонно разпрашаване със катодно дъгово отлагане (фиг. 10d).



Фиг. 11. Инсталация за PVD покрития

При CVD технологията за нанасянето на нано покрития се използват следните методи (фиг. 10):

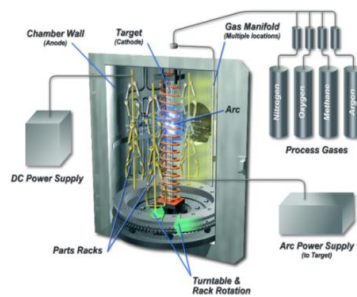
- високотемпературен;
- плазмен. При него съществуват две разновидности, тлееща плазма и дъго-видна плазма.



Фиг.12 Реактор за CVD покрития

Инсталацията за вакуумни покрития се състои от (фиг.13):

1. Вакуумната камера;
2. Вакуумна част;
3. Вакуумна измервателна част;
4. Част за захранване;
5. Система за въвеждане на технологичен газ;
6. Механична трансмисионна част;
7. Отоплителни и температурни части;
8. Източници на йонно изпаряване и разпрашаване;
9. Система за водно охлаждане;
10. Индустриална система за контрол;



Фиг.13. Схема на вакуумна инсталация

Предимствата които предоставят тези покрития са :

- повишаване на механичната устойчивост при циклични и температурни натоварвания(Мишев,204);
- повишаване на тяхната химическа и абразивна устойчивост;
- минималната дебелина на слоя, в рамките до 10 микрона;

- възможност за контрол на дебелината на полагаения слой;
- намаляване на коефициента на триене;
- ниската температура при която протичат процеси не нарушава тяхната функционалност;
- минимални отражения върху околната средата, тъй като процесите се извършват във вакуумна среда.

2. Цел на доклада

Целта на настоящата статия да се проектира стенд за изследване на коефициента на триене между органични пластмаси и стомани третирани с нано покрития.

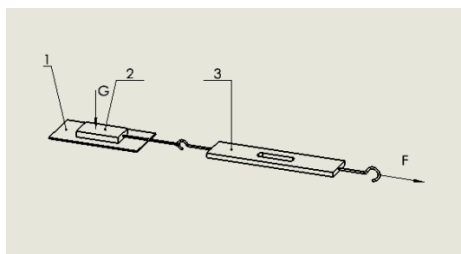
Както е известно коефициентът на триене μ_f е безразмерно число, характеризиращо степента на триене между два материала. Този коефициент за повечето материали не превишава 1 и обикновено е в диапазона между 0,1 и 0,5. Различаваме следните коефициенти на триене:

- коефициент на триене при покой;
- коефициент на триене при движение, който се изучава основно в трибологията.

Коефициента на триене при покой (статичния коефициент на триене) е по-голям от коефициента на триене при движение (кинетичен коефициент на триене).

За нас е по-важно да изследваме коефициента на триене при покой, защото това ще ни даде необходима сила за отделяне на детайла от активните части на инструмента. По този начин ще можем да определим най-точно минималния необходим размер на изхвъргачите в изхвърлящата система на инструмента без да нараним изделието.

Съществуват стандарти за определяне на коефициента на триене. Европейския стандарт е БДС EN ISO 8295:2006, американския стандарт е ASTM D1894-14 и японския стандарт е JIS P 8147:2010(R2015).

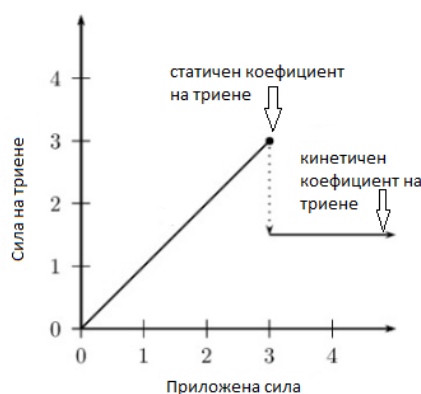


Фиг. 14 Принципна схема на стенда

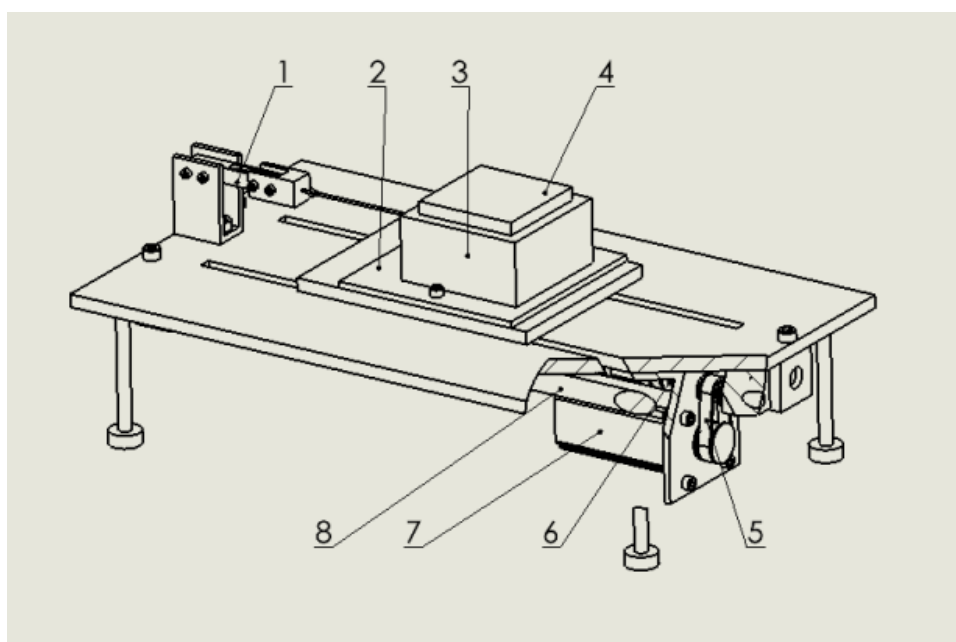
Принципната схема на действие на стенда е дадена на фиг. 14. На нея могат да се видят следните означения:

- 1 - обработена по метода на вакуумно покритие стомана;
- 2 - заготовка от PLA;
- 3 - тензометричен датчик;
- G – тегло на заготовката;
- F - сила, необходима за преодоляване силата на триене.

Генерираното напрежение в тензодатчика е усилено, чрез усилвател, който във всеки един момент се обработва чрез приложение за персонален компютър. Силата, F се променя с много малка стъпка. По този начин ще може да се измери както статичния така и кинематичния коефициент на триене. Това може да бъде възможно защото в момента в който напрежението се понижи, това означава, че заготовката е започнала да се движи и това е кинетичния коефициент на триене (фиг. 15). До този момент системата е била в равновесие, благодарение на статичния коефициент на триене.



Фиг. 15. Зависимост между приложена сила и сила на триене



Фиг. 16. Стенд за изследване коефициента на триене

Цялата компоновка на стенда, разработен за изследване коефициента на триене между двойката материали се състои от (фиг. 16):

- 1 тензодатчик;
- 2 обработена с твърдосплавно покритие стоманена плоча;
- 3 бункер за заготовка;
- 4 заготовка;
- 5 стъпков ремък;
- 6 съчмено винтова двойка;
- 7 електрически двигател;
- 8 направляващи.

Принципът на действие е следния: чрез увеличаване въртящия момент в електрическия мотор се увеличава и силата която възниква в следствие на триене между стоманената плоча, третирана с нано покритие и PLA заготовката. Стъпката на изменение е много малка и ще се регулира посредством управлението на двигателя. Чрез тензодатчика се измерва промяната на силата. Използваните аналогово-цифрови преобразуватели (АЦП) са с ниски нива на собствен шум (електрически смущения). Те могат да имат коефициент на усилване до 500 пъти, което повишава много чувстви-

телността на измерваните сигнали. Като усилватели могат да бъдат използвани някои от следните видове:

- HX 711 на фирмата AVIA Semiconductors, който представлява 24 битов АЦП;
- MCP606 на фирмата MICROCHIP.

Важен фактор при избора на усилвател е той да има необходимото усилване и линейност.

Предимство на предлагания стенд е, че се използва двоица материали, които са с предварително известни размери. По този начин много лесно може да се измери коефициента на триене на стомани третирани с различни видове нано покрития.

3. Заключение:

Предложения стенд за изследване коефициента на триене между третирани с нано покрития стомани и биопластмаси ще позволи да се оптимизират процесите на шприцване на биопластмаси.

Литература

[1] Мишев Г., Дишлиев С., Рупецов В. Повишаване на изнosoустойчивостта на шприцформи с помощта на PVD покрития, [Mishev G., Dishliev S., Rupetsov V. Increase the wear resistance of injection molds using PVD coatings], Tribological Journal BULTRIB Vol. 4, 2014, ISSN 1313- 9878, с. 147-154.

[2] Rupetsov V.S., Dishliev S.I., Minchev R., Michev G., Lanchev I., Angelov M. Reasearch the wear resistance of multilayer coating Ti/TiN/CrN-ml deposited on 1.7034 steel, Tribological

Journal BULTRIB Vol. 5, 2015, ISSN: 1313-9878, с. 68-75.

[3] Panjan P, Drnovšek A, Gselman P, Cekada M, Review of Growth Defects in Thin Films Prepared by PVD Techniques, 05.2020, <https://doi.org/10.3390/coatings10050447>.

[4] Using statistics from Statista, Loadhog analysed data on global plastic production from 1950 to 2018 alongside global population figures and new laws to show exactly where we are in terms of our use of plastic, 28.1.2021, <https://www.openaccessgovernment.org /the-plastic-timeline-how-did-we-get-here/102481/>.

[5] Chae Hwan Hong, Si Hwan Kim, Ji-Yeon Seo, Do Suck, Development of Four Unit Processes for Biobased PLA Manufacturing, Volume 2012, Article ID 938261, <https://doi.org/10.5402/2012/938261>.

[6] VaporTech, What is PVD Coating? An Introduction to Physical Vapor Deposition, 2.0.2020, <https://vaportech.com/what-is-pvd-coating-an-intro-to-physical-vapor-deposition-other-thin-film-deposition-technologies/>.

[7] Minchev R., Exploring the influence of drag speed on nanolaminate coating wear intensity ti / tin / crn-ml deposited on a 37cr4 steel substrate, Scientific Works of University of Food Technologies Proceedings of the 63rd Scientific Conference with International Participation "Food Science, Engineering and Technology – 2016" Volume 63, с.307-312 Issue 2, ISSN 1314-7102

Кореспондиращ автор:

*д-р, гл. ас. инж. Емил Велев,
ул. „Дичо Петров“ 28,
4700 Смолян, България,
+359 878 805 438,
emil.velev@yahoo.com*

ПРИЛАГАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ДВИГАТЕЛИТЕ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

Христо Каневски

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

Физико-технологичен факултет

APPLICATION OF TECHNOLOGY FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL INDICATORS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Hristo Kanevski

Paisii Hilendarski University of Plovdiv,

Faculty of Physics and Technology

Abstract: In the article, the author focuses on problems caused by carbon deposits in internal combustion engines, their impact on power and environmental characteristics, the symptoms that appear as a result of accumulated deposits. The result of the removal of unwanted deposits on the internal parts of the engine is presented and analyzed. Emphasis is also placed on the equipment used to clean the soot, its technical characteristics, the basic connection scheme, and the specific steps that must be observed during the cleaning itself. Experimental results of the ecological characteristics of the car are derived, and tests are performed before and after cleaning the engine. The presented tests are made with professional equipment for measuring the exhaust gases of cars at a point holding a license for conducting annual technical inspections. The main conceptual context that is set in the article is an analysis of the result of the removal of unwanted deposits on the elements of the internal combustion engine, affecting its environmental performance.

Key words: carbon deposits, ecological characteristics of the car, equipment, internal combustion engine.

Резюме: В статията авторът акцентира върху проблеми породени от въглеродните отлагания в двигателите с вътрешно горене, тяхното въздействие върху мощностите и екологичните му характеристики, симптомите, които се показват в следствие на натрупаните отлагания. Представен и анализиран е резултат от премахването на нежеланите отлагания по вътрешните части на двигателя. Акцентирано е също върху апаратурата, която се използва за почистването на нагарите, нейните технически характеристики, принципна схема на свързване и специфичните стъпки, които трябва да се спазват по време на самото почистване. Изведени са опитни резултати на екологичните характеристики на автомобила, като са направени тестове преди и след почистването на двигателя. Представените тестове са направени с професионална техника за измерване на отработените газове на автомобилите в пункт притежаващ лиценз за провеждане на годишни технически прегледи. Основен концептуален контекст, който е поставен в статията е анализ на резултата от премахването на нежеланите отлагания по елементите на двигателя с вътрешно горене, влияещи върху екологичните му характеристики.

Ключови думи: въглеродни отлагания, екологичните характеристики на автомобила, апаратура, двигател с вътрешно горене.

Въведение

Във времена на дискусии относно намаляването на фините прахови частици в автомобилния сектор, темата за почистване на въглеродните натрупвания е много актуална и обект на редица специалисти в тази област от целия свят. Намаляването на вредните емисии с различни приложими средства и икономия на гориво е резултат от декарбонизацията.

Все по-компресираните и с принудително пълнене двигатели и все по-строгите правила принуждават инженерите в автомобилната индустрия да разработват нови технологии, за да отговорят на тези изисквания [1,2,3].

В съвременните двигатели с вътрешно горене за намаляване на азотните окиси, част от изгорелите газове постъпват отново в процеса на горене чрез така наречената рецикулация на изгорелите газове. Но по-голямата част от тези мерки за намаляване на отработените газове имат недостатък, защото двигателят с вътрешно горене предпочита свеж въздух, а не изгорели газове [5, 6]. Именно тук се крие истинският проблем на модерното последващо третиране на отработените газове – нежеланите въглеродни отлагания. Отлагането на въглерод е остатък от неизгорели въглеродни частици, които са резултат от изгарянето на гориво в двигателя и образуват слой, покриващ компонентите от вътрешността на двигателя, които от своя страна са отговорни за работата на двигателя с ниски емисии и безпроблемната му работа. Най-често са засегнати инжекторите, всмукателните и изпускателните клапани, буталата, самите EGR-и, части от всмукателния тракт. Последствията са забележима загуба на експлоатационни характеристики, по-високи емисии на замърсители, увеличен разход на гориво и повишено износване [5, 6].

Задачата, която си поставя автора в статията е да се анализира резултата от премахването на нежеланите наслагвания по елементите на двигателя с вътрешно горене, влияещи върху екологичните му характеристики.

1. Въздействие на нагари върху работата на ДВГ

Известно е, че въглеродният нагар причинява драстично намаляването на икономията на гориво и на производителността. Тъй като много автомобили разчитат на вградени компютърни модули и сензори за оптималната работа на двигателя това е предпоставка да се анализира влиянието на въглеродният нагар и последствията и причините, оказващи влияние за неблагоприятното състояние на модерните двигатели. Известно е, че повечето съвременни автомобили разчитат на бордовия компютър за регулиране на съотношението въздух/гориво в съответствие с показанията на кислородните сензори [2, 3, 6]. Тъй като кислородните сензори са изложени на отработени газове от двигателя, е лесно да се забележи колко податливи са те на замърсяване от въглеродни отлагания. Неправилните отчитания на кислородния сензор довежда до неправилни корекции на впръсканото гориво въз основа на неверни данни, което също допринася за проблема. Особено дебели нагари увеличават също компресията на двигателя, понеже те заемат повече място вътре в горивната камера. Необичайно високата компресия може да доведе до детонационно горене, особено при шофиране под товар или при ускоряване. При по-екстремни условия, ако въглеродните нагари са достатъчно дебели, горната част на буталото може в действителност да влезе в контакт с покритата с нагар глава на цилиндъра или клапаните. Въглеродният нагар може да доведе и до прекомерни вредни емисии в изгорелите газове. Богата на гориво смес или изгорялото масло може да причини тежки въглеродни отлагания, които покриват вътрешността на каталитичния конвертор. Ако не бъдат овладени, прекомерните въглеродни нагари могат да направят каталитичния конвертор неефективен при изгарянето на парите на остатъчното гориво (въглеводороди). В този случай, повреденият каталитичен конвертор трябва да се подмени. Освен това, при изискваната от законът проверка на вредните емисии в изгорелите газове, преминаването на теста е неуспешно, поради обстоятелството, че каталитичният конвертор не е в състояние да намали вредните емисии на автомобила в рамките на установените стандарти [4].

Формулирани са осем признака, които трябва бъдат вземани под внимание относно въглеродния нагар, а именно:

- Колебания и нестабилна работа на двигателя;
- Свистене и тропане или предварително запалване на двигателя;
- Лошо ускорение;

- Обща липса на мощност;
- Зацапана запалителната свещ (и);
- Често заглъхване при студено време;
- Черен изпускан дим (прекалено богата на гориво смес) или синьо-сив пушек (изгаряне на масло);
- Звук на почукване на двигателя (от прекомерни отлагания върху буталните глави).

2. Конструктивни особености на използваната апаратура ETU-2200E

В хода на проведените изследвания е използвана апаратурата ETU-2200e. Тя се явява стенд за почистване, както на бензинови, в това число и на дизелови двигатели. От особена важност е обстоятелството, че върху нейната работа не оказват значение на броя на цилиндрите, тяхното разположение и работния обем на двигателя.

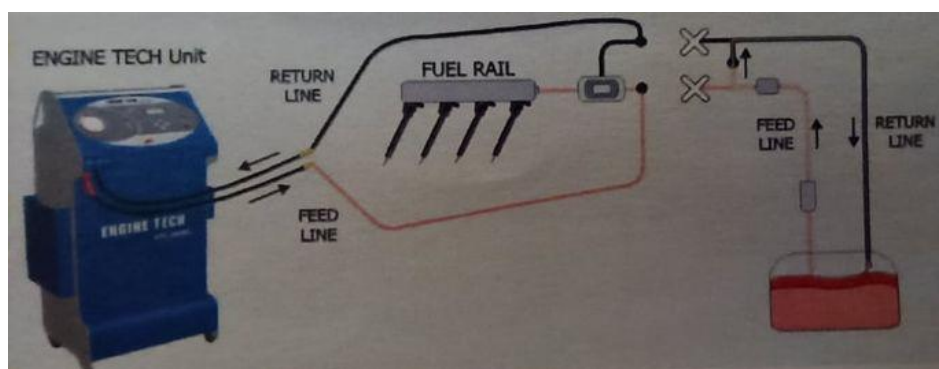
Фиг. 1. Стенд за почистване ETU-2200e



Използва се един иновативен и удобен метод, поради липса на необходимост от разглобяване на двигателя. Друго основно предимство на стенда е използваният софтуер, при който необходимите режими на работа за почистващия цикъл се самоопределят спрямо въведените параметри на двигателя.

На фиг. 2. е представена принципната схема на свързване на горивната система на двигателя използван при проведените изследвания.

Фиг. 2. Принципна схема на свързване за избраният двигател



В таблица 1. са показани техническите характеристики на използваната апаратура, с която са направени изследванията в реални условия.

Таблица 1. Технически характеристики

Основно захранване (VDC)	12 VDC
Консумирана мощност при изключен уред (W)	10 (W)
Максимална консумация на мощност (W)	160 (W)
Манометър за гориво (bar)	0-10 (bar)
Захранване	12 DC, 2,5m
Маркучи за гориво/обратна връзка (m)	2.5 m
Налягане на помпата (bar)	0-50 (bar)
Клапан за изпускане на помпата (bar)	8 (bar)
Максимално налягане на горивото (bar)	8 (bar)
Външно налягане (bar/psi)	0-10/0-145
Тип филтър (Бензинов или Дизелов)	FF5074
Максимална употреба на филтъра (почистващи цикли)	50
Максимални външни размери (mm)	55/35/87
Тегло (kg)	28
Максимална съвместимост на резервоара (lit./gal.)	5.0/1.32

Основни инструкции

От особена важност при премахването на нежеланите наслагвания по елементите на двигателя с вътрешно горене, влияещи върху екологичните му характеристики, а именно въглеродния нагар е конфигурацията на правилния режим на работа на използваната апаратура ETU-2200E. При избор от страна на оператора за тип двигател, уредът ще изведе съобщение за необходимост и последователност от инструкции за свързване и смесване. В зависимост от направения избор ще бъдат дадени указания и предложение от последователност на инструкции за процедиране в последващи процедира. Трябва да се вземе под внимание, че апаратурата съчетана с програмното осигуряване ще се настрои към подходящото налягане и ще продължи с процеса на прочистването.

Представя се методика от необходими операции за извършване на процеса на премахване на нежеланите наслагвания, оказващи силно влияние върху екологичните показатели на автомобила.

Представената методика следва следните етапи:

- Осигуряване на оптимална работна температура на двигателя;
- Проверка нивото на маслото дали отговаря на характеристиките, посочени от производителя;
- Проверка на нивото на охладителната течност дали отговаря на характеристиките, посочени от производителя;
- Проверка за коректната работоспособност на охлаждащата система на двигателя;
- При повреден или неизправен двигател не се препоръчва необходимост от почистващата процедура;
- От особена важност е автомобила да се намира в добре проветрено помещение или да се използва изпускателен маркуч, работещ при висока температура;
- Забранено е да се работи в близост до пламъци или искри;
- Препоръчително е да се обърне внимание на инструкциите, които производителя на автомобила е представил за свързване с горивната система;
- Препоръчително е периодична проверка на температурата на двигателя за работа в нормалния обхват.

3. Последователност на действията

В тази точка от доклада е представена последователностите от действия необходими при почистването на двигателя от въглеродните отлагания, а именно: свързване на захранващия кабел на уреда към 12V батерия на автомобила (червеният проводник към „+“ полюс на батерията). В този случай операторът винаги трябва да следва инструкциите, дадени на екрана на уреда за дозиране на резервоара със смес. Трябва да се отчете, че обикновено за двигатели с капаците по-малък от 2200cc, се използва $\frac{1}{2}$ бутилка (125ml) от почистващия препарат с бензин и 1 бутилка (250ml) с дизел до $\frac{1}{2}$ от резервоара. В другия случай (над 2200cc) се използва 1 бутилка за бензин и 2 бутилки за дизел с пълен резервоар.

- Първата стъпка, която е необходимо да се изпълни е свързване на уреда към горивната система на двигателя, (след горивния филтър), чрез конекторите за право и обратно гориво.
- Следващата последователност е стартиране на горивната помпата на апаратурата и проверка за наличие на течове. Трябва да се има предвид в тази ситуация, че автомобила работи при определени обороти, за определено време (и двете неща се определят от софтуерната обезпеченост на използваната апаратура).
- След завършване на почистващия цикъл, е необходимо автомобила да се загаси, оставя се системата да се охлади и да се намали налягането.

Последователността от последващите действия са следните:

- Внимателно се разделя уреда от автомобила, след което отново се свързват горивните тръбопроводи на автомобила;
- Възстановява се захранването на горивната помпа на автомобила и се отделя захранващия кабел на машината от акумулатора на автомобила.

Това са последователностите от действия, които трябва да се съблюдават внимателно при премахването на нежеланите наслагвания по елементите на двигателя с вътрешно горене, влияещи върху екологичните му характеристики. При направените постъпкови действия описани по-горе и проверка за успешното премахване на наслагванията се изисква тествания автомобил да се изпробва за 10-15 минути или 5-10 километра на различни скорости. Това се прави с цел да се изгори останало вътре в горивната система почистващ агент, което ще доведе до стабилизиране на системата след почистващия цикъл.

- Сменя се двигателното масло заедно с масления филтър, след като се приключи с предишната стъпка (двигателното масло може да бъде разрежено от почистващите смесени газове, които са преминали през буталните пръстени).
- Препоръчително е да се сменят свещите, а за по-старите двигатели е задължително.
- При по-старите двигатели, трябва да се пренастроят нивата на HC и CO към нормалните.

След преминаване през стъпките описани по-горе, необходимо е по време на процеса да се наблюдава температурата на двигателя и дали охладителната система работи правилно. При установяване на проблем с охлаждането на двигателя, процедурата се прекратява незабавно. Също така периодично се проверява и за наличието на течове във връзките, и преходниците свързващи стенда за почистване с горивната система на двигателя. След като процедурата за почистване на двигателя от въглеродните наслагвания приключи, се изчаква двигателя да се охлади. След възстановяване на връзките за захранване на гориво и връзките за обратно гориво, сменя се маслото на двигателя заедно с масления филтър, и колата се кара 10 -15 минути в различни обороти за да се доизгори сместа останала по горивната система.

4. Резултати

След направените тестове на избрания автомобил за димност, (сажди) се наблюдава изключително подобрение на екологичните му характеристики. След сравняване на измерените стойности преди и след почистващия цикъл, можем да отчетем драстичен спад на вредните емисии.

В таблица 2. са изразени получените резултати от теста на автомобила, получени преди почистващият цикъл.

Таблица 2. Получени резултати от димомера преди почистването

Данни автомобил		
Марка – Опел Reg.№ CM9793AX	Модел - АСТРА	
Околна среда		
Температура градуси C-8	Налягане кPa-85	Влажност %:84
Измерени стойности		
Температура двигател- 80 градуса C RPM min 850(1/min)		
Норми:		
Температура двигател - 80 градуса C RPM min 500 -1000 (1/min) Отклонения 0,25	Максимални обороти 1000до 5000 (1/min) Норми димност - 3(m-1)	
Стойности димност :	(m-1)	(1/min)
Димност ускорение №1 к	0,05	850
Димност ускорение №2 к	0,06	2010
Димност ускорение №3 к	0,07	2080
Димност ускорение №4 к	0,07	2130

В таблица 3. са изразени получените резултати след почистващият цикъл, като се вижда че нивата на димност са редуцирани двойно.

Таблица 3. Получени резултати от димомера след почистването

Данни автомобил		
Марка – Опел Рег.№ CM9793AX	Модел - АСТРА	
Околна среда		
Температура градуси C-6	Налягане кPa-86	Влажност %:87
Измерени стойности		
Температура двигател- 80 градуса C RPM min 850 (1/min)		
Норми:		
Температура двигател - 80 градуса C RPM min 500 -1000 (1/min) Отклонения 0,25	Максимални обороти 1000до 5000 (1/min) Норми димност - 3(m-1)	
Стойности димност :	(m-1)	(1/min)
Димност ускорение №1 к	0,03	2150
Димност ускорение №2 к	0,02	2040
Димност ускорение №3 к	0,03	2080
Димност ускорение №4 к	0,03	2120

5. Изводи

От проведените експерименти и получените резултати може да се обобщи, че почистването на вътрешните части на двигателя със стенд (ETU-2200E) води до подобряване работата на двигателя и неговите екологични параметри. Видно е от анализа на резултатите, че има намаляване на вредните емисии, измерени със стенд (OPA-100) в специализиран пункт за годишни технически прегледи на СБА Смолян и измерване на шума на двигателя с уред (MASTECH MS8209).

1. Дава се обстойна информация за замърсяването на двигателите с вътрешно горене, тяхното значение при експлоатация на транспортната техника и методики (методи) за съвременно почистване на двигатели с вътрешно горене.

2. Обстойно допринасяне на конструктивните особености на стенд (ETU-2200E), за почистване на двигатели с вътрешно горене – с последователност на операциите и методика на действията.

3. Основен извод от почистването със стенд (ETU-2200E) е по-добряване работата на двигателя, като доказателство към това са получените резултати, като спад на вредните емисии, измерени със стенд (OPA-100) в пункта за годишни технически прегледи на СБА Смолян и измерване на шума на двигателя с уред (MASTECH MS8209).

Използвана литература:

- [1] Gaidar S.M., Bykova E.V., Karelina M.Yu. Prospects of using paints and varnishes modified with fluorine-containing surfactants for agricultural machinery protection. Tekhnika i oborudovanie dlya sela, 2015, pp. 34-38.
- [2] Karelina M.Yu., Gaidar S.M. Technology of increasing wear resistance of tribo-coupling surfaces by a physical and chemical method. Gruzovik, 2015, pp. 12-16.
- [3] Y. Shatnawi, M. Al-Khassaweneh, "Fault diagnosis in internal combustion engines using extension neural network," IEEE Transactions on Industrial Electronics, 61, no. 6511979, pp. 1434-1443, 2014.
- [4] Минчев. Р, Европейски норми за опазване на околната среда – ЕВРО. Екологични норми. Международна научна конференция Смолян 2006, Сб. Доклади, ISBN-10:954-91877-1-3 , с. 271-272. Смолян. 2006.
- [5] Почистване с водород на въглеродните замърсявания в двигателя. 2021. <https://motofocus.bg/novini/5888/pochistvane-s-vodorod-na-vaglerodnite-zamarsjavanija-v-dvigatelja>, Дата на последно влизане, 25 октомври.
- [6] A History of the Automobile. 2021. <https://www.thoughtco.com/who-invented-the-car-4059932>, Дата на последно влизане, 8 септември.

Кореспондиращ автор:

ас. маг. инж. Христо Каневски

ул. Дичо Петров №28,

+359877456777

hkanevski@gamil.com

DIAGNOSTICS OF THE BRAKE SYSTEM OF THE CAR SUBARU FORESTER III

Raycho Minchev

University of Plovdiv Paisiy Hilendarski

Abstract: The main developmental orders of modern braking systems are oriented in two directions:

- Materials used for the brake system (brake discs and pads);
- Improving the control and functionality of the braking system through electronic components, sensors, electrical units, software;
- Combining the brake system with a regenerative braking system.

In terms of materials for brake components, composite brake discs are becoming more widespread and far more powerful, and for sports cars, ceramic and carbon brake systems are also becoming more common. The composite brake discs achieve weight reduction (by 1-1.5 kg per component) and better heat dissipation. In the case of ceramic and carbon components, the main advantage is the good behavior at extremely high loads and temperatures, high efficiency and braking force, and also the reduction of the weight of the components[4].

The electronic components in these systems have undergone the most serious development in recent years. The cars are equipped with more and more sensors for wheel speed, steering wheel position, transverse and longitudinal acceleration for turning the car, and lately more and more often with various radar sensors. Based on the four-circuit ABS system and upgraded with these sensors and software solutions, the new brake systems have more and more functionalities.[1]

Diagnosis of the technical condition of the brake systems is performed according to complex and specific parameters (symptoms). The complex symptoms make it possible to assess the condition of the brakes as a whole. These symptoms include:

- Braking force, i.e. the force developed by the brake on each wheel, or the total force acting on the vehicle when braking;
- The reaction time of the brake system, consisting of two periods - the reaction of the drive and the reaction of the brakes;
- The value of the braking distance, the distance traveled from the vehicle to a complete stop of the vehicle from the moment you press the brake pedal;
- The value of the maximum deceleration of the car.

In this report, they are developed in cooperation with the students.

1. Diagnosis of the braking system with the help of stands

2. Methods of the performed diagnostics

3. Results obtained

Key words: *diagnosis, braking system*

1. Brake system diagnostics

With the help of car stands Subaru Forester III is carried out on specialized stands. The brake power stands of Fig. 1, in which the drums rotate at a constant predetermined speed, are widely used. They allow to determine:

- The braking force of each wheel,
- The total braking force of the vehicle,
- Reaction time of the brake actuator,
- The response time of each brake separately
- The presence of ovality (wear of the ellipse) of the drums,
- The efficiency of the parking brake,

Fig.1 Brake power stand



2. Methodology of the performed diagnostics

During stand diagnostics, the car must drive a pair of wheels on special rollers. The rotation of the rollers, which simulate the road surface, is connected with the help of electronics and sensors with a computer. The installed program displays on the monitor data on the information for measuring the force, the speed of rotation of the wheels and the indications for the braking torque.[2]

During their operation, the monitor shows not only absolute values, but also errors.

The sensors work on the hydraulic principle. Oil or brake fluid is poured into them with minimal viscosity reading so that the data has a lower error at negative temperatures.

There is equipment that determines the force that is generated when the brake pedal is depressed. As a result, the information is displayed as a graphic on a computer display.

The braking qualities of the car are of great importance for traffic safety and are determined by the efficiency of the braking system and the condition of the road.

In the research part of the given topic we conduct a study of the braking qualities of a car with replaced brake calipers. figure 2.

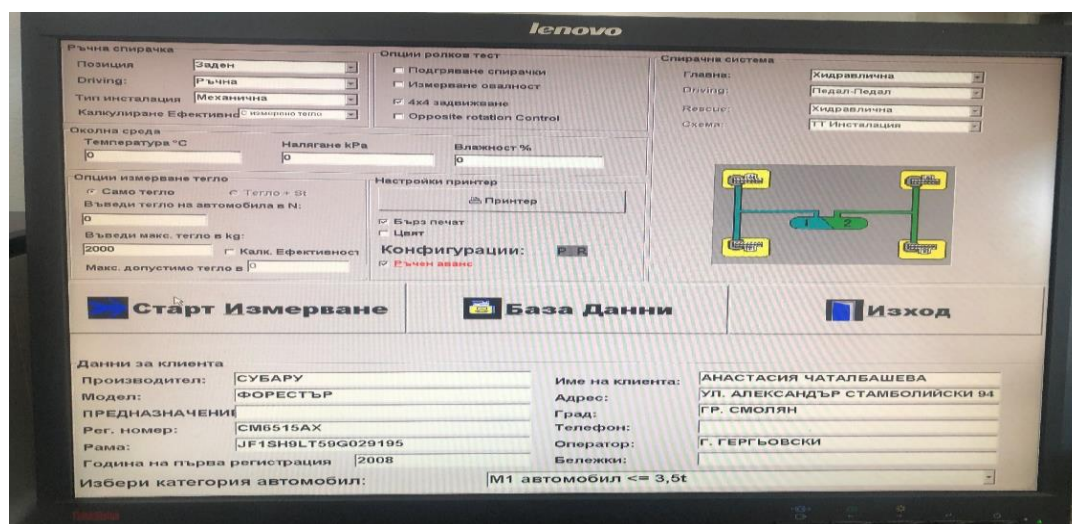
Figure 2



A SUBARU FORESTER III car is used for the test, having previously passed an inspection for the suitability of the brake system, checking the condition of the tires, air pressure in the tires.

The efficiency of the new brake calipers is evaluated on a two-shaft stand, at the GTP point of SBA Smolyan, and the data from the study will be reflected with the help of the program Inspector Brake Tester fig.3.

Figure 3. Vehicle data in the Inspector Brake Tester program



As the sequence of action with the stand is

1. The stand measures the weight of each axle.
2. The braking force shall be measured separately for each propulsion system.
3. Measurement of the braking force of the front left brake caliper.
4. Results obtained:
5. Measurement of the braking force of the front right brake caliper.
6. Start rear axle measurement.
7. Measurement of the braking force of the rear left brake caliper.
8. Measurement of the braking force of the rear right brake caliper.
9. Check the parking brake.

3. Results obtained:

Results of the examination of the new brake calipers on a diagnostic bench Table 1.

Table 1

Inspector Brake Tester						
Braking efficiency,%						
Measurements				Limit value		
Basic	66%			Greater than 50%		
Manual	23%			Greater than 18%		
Maximum braking force, N				Braking difference%		
Axis	Left	Right				
Front	3360 N	4132 N		18%	Less than 30%	
Rear	3275 N	2690 N		17%	Less than 30%	
Handbrake	2364 N	2355 N		0%	Less than 50%	
TOTAL WEIGHT 20400 N				TOWING WEIGHT 19620 N		
stat weight 10480 N				9920 N		
Adhesion 158%				133%		
front axle size				rear axle		
	left	right	difference	left	right	difference
clutch	241 N	312 N	22%	412 N	289 n	29%
slip	12%	16%	25%	18%	18%	0%
ovality	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BRAKE TEST - POSITIVE						

After testing each brake caliper separately, a difference was reported as follows:

- front axle - 18%, the norm is up to 30%;
- rear axle - 17%, the norm is up to 30%;
- parking brake - no deviation.

4. ABS diagnostics with LAUNCH software

The next check of the vehicle's braking system is performed by means of an OBD connection to the vehicle.

The LAUNCH diagnostics has a complete software package for absolutely all cars with full functionalities - it reads and erases any errors in all modules of the car. Makes adaptations and resets service intervals[3].

Sequence:

1. Choice of car brand.
2. Selecting the type of OBD connection.
3. Choice of car model.
4. Selection of a module for inspection by the car. In this case we choose ABS for inspection.
5. Selection of a function to perform the software. We set read errors.
6. Error detection: fault in the steering wheel position sensor.
7. The fault has been rectified, after re-inspection, the software does not report a new error.

Using the software, a fault has been detected in the steering rack position sensor. After repairing the fault, the stored error is erased and after repeated testing, the system is working.[3]

5. Check the brake fluid

Brake fluid is essential for the car's hydraulic brakes. The hydraulic fluid acts by exerting pressure, so that the braking force is maintained at maximum.

Motul RBF 660 BRAKE FLUID brake fluid is used in the tested car.

The test was performed with the Testboy 50-portable hand-held tester for quick and accurate checking of brake fluid status. With the help of the tester, the water content is assessed and it is decided whether the liquid is to be replaced or not. The status is signaled by 5 LED.

Figure 4.brake fluid test with Testboy 50.



Conclusions

1. Defects and malfunctions in the braking systems are many, which is why a thorough analysis was made, and after finding the inability of the brake calipers to perform their functions properly, a replacement was made with those that, according to research, meet the power of the car and meet the criteria for traffic safety.

2. The sequence of operations performed for diagnostics with different methods for determining the efficiency of the braking system is as follows:

- Test with two-shaft stand and program - Inspector Brake Tester
- ABS test with software - LAUNCH
- Check brake fluid with a manual tester - Testboy 50

3. This report provides general information on the types, design features and diagnostics of the braking systems in general, as well as specific methods for checking the performance of the braking devices of the seated vehicle.



Literature

1. Yordan Dimitrov, Automotive Theory, Sofia, 2000
2. <http://www.avtocatalog.org/> Октомври, 25, 2021
3. <https://motointegrator.com/> Октомври, 25, 2021
4. <http://zakolata.bg/> Октомври, 25, 2021

Corresponding author

*Phd. Eng. Raycho Minchev,
Smolyan, 28 Dicho Petrov Str.,
tel: +359885990257,
r_a_m@abv.bg*

СЪВРЕМЕННИ СИСТЕМИ ЗА АКТИВНА И ПАСИВНА БЕЗОПАСНОСТ НА АВТОМОБИЛА

Николай Тошев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

MODERN SYSTEMS FOR ACTIVE AND PASSIVE SAFETY OF THE CAR

Nikolay Toshev

Paisii Hilendarski University of Plovdiv
Faculty of Physics and Technology

Abstract: Vehicle safety includes a set of design and operational features that reduce the likelihood of accidents and the severity of their consequences. In this article, the author emphasizes the device, the principle of operation, and the operation of modern systems for active and passive safety in cars. Regarding cars, to increase their safety, the development is directed in two main directions - active and passive safety systems. The main purpose of active car safety systems is to prevent an accident. If such a situation arises, the system independently (without the involvement of the driver) assesses the probable danger and, if necessary, prevents it by actively interfering in the driving process. Car manufacturers implement active safety systems, such as various electronic units and mechanisms, which can adjust units and systems in the car to ensure traction and stability while driving. The article presents information about active safety systems, describes in detail their principle of operation, shows schematic diagrams of the most used by them such as; ABS (Anti-lock Brake System), ESP (Electronic Stability Program), ASR (Anti Slip Regulation), BAS (Brake Assist System) and others. The next stage of active safety is underway, with the introduction of new advanced driver assistance systems that can take partial control of the vehicle in the event of critical driving situations. The author also emphasizes the passive safety systems, which are essential to minimize injuries to the driver and passengers after an accident. Such systems are seat belts, car airbags, car window construction, and more. In addition to describing in detail the construction and principle of passive safety systems, the author has provided schematic diagrams of each of them.

Key words: *active safety, passive safety, electronic systems, cars, traffic accidents*

Резюме: Безопасността на превозното средство включва комплекс от конструктивни и оперативни свойства, които намаляват вероятността от пътнотранспортни произшествия и тежестта на техните последици. В тази статия автора акцентира върху устройството, принципа на работа и действието на съвременните системи за активна и пасивна безопасност в автомобилите. Относно автомобилите, за повишаване на тяхната безопасност развитието е насочено в две основни направления – системи за активна и пасивна безопасност. Основната цел на системите за активна безопасност на автомобила е да предотвратят аварийна ситуация. Ако възникне такава ситуация, системата независимо (без участието на водача) оценява вероятната опасност и при необходимост я предотвратява, като активно се намесва в процеса на шофиране. Автомобилните производители внедряват системи за активна безопасност, като различни електронни блокове и механизми, могат да регулират агрегати и системи в автомобила, за да осигурят сцепление и стабилност по време на шофиране. В статията е представена информация за системите за активна безопасност, подробно е описан техният принцип на работа, показани са принципни схеми на най-използваните от тях като; ABS (Anti-lock Brake System), ESP (Electronic Stability Program), ASR (Anti Slip Regulation), BAS (Brake Assist System) и други. Следващият етап от активната безопасност е в ход, като се налагат нови усъвършенствани системи за подпомагане на водача, които могат да поемат частичен контрол върху автомобила при възникване на критични ситуации при шофиране. Автора акцентира и върху системите за пасивна

безопасност, които имат основно значение за свеждане до минимум нараняванията върху водача и пътниците, след настъпило произшествие. Такива системи са: предпазният колан, въздушните възглавници на автомобила, конструкцията на автомобилните стъкла и др.

Освен, че са описани подробно конструкцията и принципа на системите за пасивна безопасност, авторът е предоставил и принципни схеми на всяка една от тях.

Ключови думи: *активна безопасност, пасивна безопасност, електронни системи, автомобили, пътнотранспортни произшествия.*

Въведение

Безопасността на движението по пътищата определено е едно от направленията, в които автомобилната индустрия е осъществила значителен напредък през последните години. Автомобилът преминава през истинска технологична и конструктивна революция, превръщайки се във все по-безопасно превозно средство. Безопасността се развива в две посоки – активна и пасивна. Ще разгледаме основните електронни системи, внедрени в ядрото на активната безопасност. Тяхната съществена роля е да спомогнат за избягване на потенциални инциденти. Важна роля имат и системите за пасивна безопасност, тъй като когато произшествието е неизбежно, на помощ идва ред на спасителното оборудване на автомобила: предпазни колани, въздушни възглавници, деформационни зони – тяхната основна цел е да смекчат максимално последиците от катастрофата и да спасяват животи.

В съвременните автомобили все повече се набляга на електронните системи за безопасност и в автомобилите се появяват все повече системи за активна безопасност

Задачата, която си поставя автора в статията е да се анализира резултата от внедряването на все повече системи за безопасност в автомобила, влияещи върху безопасността на движението.

5. Системи за активна безопасност на автомобила

5.1. Антиблокираща система (ABS)

Антиблокиращата система (ABS - anti-lock braking system), предотвратява блокирането на колелата на автомобила, при рязко спиране и най-вече, когато пътят е хлъзгав. В такава ситуация той става неуправляем, а спирачният път се увеличава значително, което може да бъде фатално. Основната функция на системата ABS е да осигури максимално сцепление с пътя при рязко спиране, запазвайки управляемостта на автомобила и намалявайки значително неговия спирачен път. Важно е да се знае, че ABS се задейства, само когато колелата са на път да блокират! Това се осъществява чрез монтирани в колелата датчици, които отчитат забавянето и спирането на съответното колело, подават сигнал към управляващият блок, който задейства изпълнителния механизъм на това колело, т.е. отпуска го, след което отново го спира, като по този начин поддържа контрола върху автомобила.

Устройството на съвременния ABS включва малък брой елементи. Състои се от:

- Сензор за скорост на колелото. Такива сензори са инсталирани на всички колела.
- Електронен блок за управление: събира и анализира информацията от сензорите и активира системата;
- Изпълнителни устройства: блок с набор от клапани, акумулатори на налягане, помпи и др.

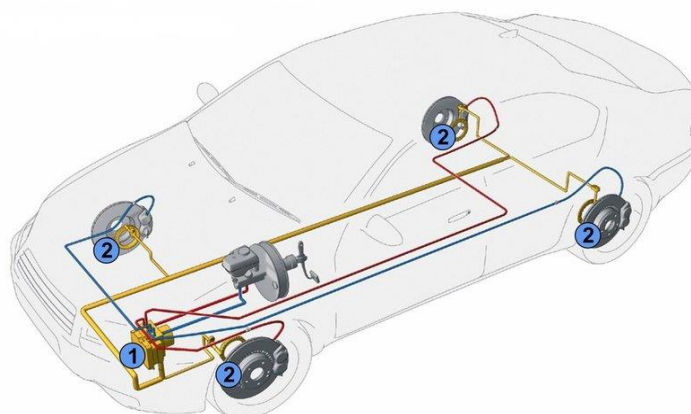
Принцип на действие. Обикновено работата на ABS е разделена на 3 етапа:

- Заклучване на колелото - ECU изпраща сигнал за активиране на системата;
- Задействане на задвижващия механизъм - хидравличният блок променя налягането в системата, което води до отключване на колелата;
- Деактивиране на системата при възстановяване на въртенето на колелото.

Целият процес се контролира от алгоритми, вградени в софтуера на контролния блок. Надеждността на системата се крие във факта, че тя се задейства дори преди колелата да загубят сцепление.

Поради тази причина ABS не реагира на промени в скоростта на колелото, а на силата на натискане на педала на спирачката, т.е. системата се задейства предварително, сякаш предупреждава за възможно плъзгане, определяйки както скоростта на въртене на колелата, така и силата на натискане на педала. Контролният блок изчислява възможното приплъзване и активира задвижващия механизъм.

Фиг.1 Принципна схема на ABS [7]



1 - Хидравличен блок за управление, 2 - Сензори за скорост на колелата

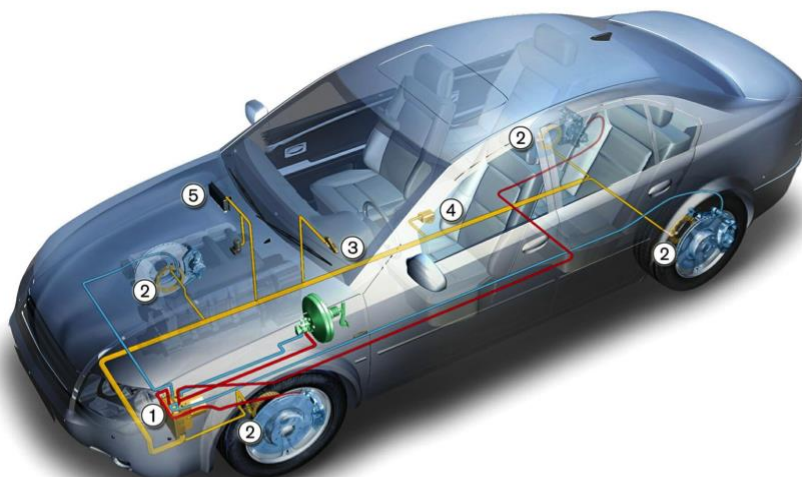
На фона на най-новите системи за активна безопасност анти-блокиращата спирачна система може вече да изглежда като примитивна система, която предпазва малко, но това е погрешно схващане. Именно сензорите и системата за контрол на ABS остават в основата на всички съвременни системи и до днес. Просто през годините анти-блокиращата система е придобила много допълнителни модули. Можем да се каже, че например електронната стабилизираща програма (ESP), системите за контрол на скоростта по време на спускане, аварийни спирачни системи и други подобни са по някакъв начин надстройка, а активната безопасност започва с ABS. [3], [8], [11], [13].

5.2. Електронна стабилизираща програма (ESP)

Електронната стабилизираща програма (ESP - Electronic Stability Program) намира приложение във все повече съвременни автомобили и е една от най-важните разработки. При различните автомобилни производители могат да се открият и различни наименования на стабилизиращата система, примерно DSC при BMW, VSC при Toyota, DSTC при Volvo, но принципът на действие и предназначение на системата са едни и същи. ESP се намесва в работата на спирачната система, коригирайки грешки при движението на автомобила, които могат да доведат до поднасяне на предната или задната му част. Системата коригира автоматично твърде рязкото или твърде бавното завиване с волана чрез спиране на едно или повече от колелата и намалява скоростта при завиване или хлъзгав път. Това е софтуер, който може автоматично да намали мощността на двигателя и да задейства спирачки на отделно колело, ако открие, че автомобила е на път да загуби стабилност или е в риск от занасяне.

Когато автомобилът е на път да се завърти в завоя, ESP упражнява спирачно усилие върху външното на завоя предно колело, още преди то да предизвика изнасяне на задната част на автомобила. Ако той е заплашен от поднасяне на предницата, ESP спира вътрешното на завоя колело и връща автомобила обратно в правилната траектория.

Фиг.2. Принципна схема на ESP [9]



1 - ESP хидравличен блок, интегриран с електронен блок за управление (ECU), 2 - Сензор за скорост на колелата, 3 - Сензор за ъгъл на кормилото, 4 - сензор за скоростта на отклонение, 5 - Комуникация с ECU за управление на двигателя.

ESP системата допълва останалите системи за сигурност – ABS и ASR. Стабилизиращата програма се задейства основно при две критични ситуации:

- поднасяне на задната част на автомобила, при което задните колела губят сцепление с пътя и той се завърта около своята вертикална ос, навътре в завоя (презавиване).
- поднасяне на предната част, при което предните колела губят контакта с пътя и автомобилът се завърта около своята вертикална ос, навън от завоя (недозавиване).

Основните компоненти на ESP са: блок за управление; хидроблок; сензори за скорост, ъглова скорост на колелата, ъгъл на въртене на волана, налягане в спирачната система.

Определени сензори (ъгъл на завиване, педал за газ, позиция на газта) наблюдават действията на двигателя в дадена ситуация. И ако действията на водача не съответстват на пътната обстановка (например воланът трябва да се завърти не толкова рязко или педалът на спирачката трябва да се натисне по-силно), отново се изпращат съответните команди към задвижващите механизми за коригиране на ситуацията. [5], [9], [13]

5.3. Спомагателна аварийна спирачна система (BAS – Brake Assist System)

Спомагателната аварийна спирачна система е част от основната система и се задейства от рязко натискане на спирачния педал. Независимо от силата на натискане на спирачния педал, BAS осигурява максимално допустимото налягане. В резултат на това колелата моментално се блокират, като това се дължи на сензорите за положение на педала и помпата за високо налягане.

Разбира се, има собствен централен контролен блок, който чете данни от този сензор и определя скоростта на натискане върху него. Въз основа на резултатите от получените данни системата генерира команда за включване на помпата, която незабавно изгражда необходимото налягане.

Функционирането на тази система се основава на идентифициране на ситуация на алармена спирачка до границата на сцеплението и впоследствие на увеличаване на

спирачната сила, на практика до нивото, зададено от функционирането на ABS системата

Принципът на работа на тази система се основава на разпознаването на аварийните спирачни ситуации чрез скоростта на натискане на спирачния педал. Скоростта на натискане на спирачния педал се фиксира от сензора за скорост за преместване на пръта на вакуумния усилвател и предава сигнал към електронния контролен блок. Ако стойността на сигнала надвишава зададената стойност, електронният блок за управление активира електромагнита на задвижващия прът. Вакуумният усилвател на спирачката натиска педала на спирачката. [12]

5.4. Автономно аварийно спиране (AEB - Automatic Emergency Braking)

Системите за предотвратяване на удар или автоматично спиране (Automatic Emergency Braking) навлизат все повече в оборудването дори и при масовите модели автомобили. Известни са под различни наименования като Brake Assistant, Active City Stop (ACS) при Ford, City Emergency Brake при Volkswagen, Front Assist при Skoda и много други. За ново произведените автомобили, продавани в Европейския съюз те са задължителни.

Системата за автоматично спиране е създадена с цел да се избегне ПТП чрез спиране, независимо от реакцията на водача, тъй като е възможно той да не успее да реагира при внезапно възникнала опасност или появил се пешеходец.

Автономните спирачни системи използват сензори и камери за наблюдение на пътя напред, като предупреждават водача (обикновено чрез мигаща графика на табло-то и звуков сигнал) за предстоящ сблъсък. Ако водача не предприеме никакви действия, системата AEB автоматично ще извърши аварийно спиране, за да намали въздействието. При по-ниски скорости може дори да предотврати напълно инцидент. [7], [13]

5.5. Управлението на сцеплението (ASR - Anti-Slip Regulation)

Системата за контрол на теглителната сила е позната със съкращението TCS или ASR (Traction Control System/Anti-Slip Regulation). Основната функция на системата е да предотвратява загубата на сцепление на двигателните колела с пътя, когато водачът „подава“ по-голям въртящ момент, отколкото позволява пътната настилка.

В повечето автомобили, Traction control системата използва електрохидравличното спирачно устройство и датчиците за скорост на въртене на колелелата, ползвани от ABS. Тя разпределя въртящия момент на двигателните колела, по няколко начина:

- потиска подаването на искра към един или повече цилиндри;
- намалява подаването на гориво към един или повече цилиндри;
- управлява спирачните системи на всяко колело.

Буксуването на задвижващите колела при подаване на газ на хлъзгава настилка е също толкова опасно, колкото и блокирането им при спиране. Нежелания ефект се състои в рязкото намаляване на страничното сцепление на гумите с пътя, при което и най-малката странична сила може да доведе до неконтролирано приплъзване встрани. Това явление често се случва при рязко подаване на газ в завой или при изпреварване и може да застраши сериозно стабилността на автомобила.

При приплъзване на колело, системата го блокира и заставя другото колело на оста да се върти. При скорост над 80 км/ч това се постига с промяна на ъгъла на отваряне на дроселовата клапа.

От марката на автомобила зависи начина на функциониране на системата. Тя може да контролира ъгъла на изпреварване на дроселовата клапа, мощността на двигателя, ъгъла на впръскване на горивната смес, програмата за промяна на предавките и други. Активирането на ASR система става чрез специален превключвател. [13]

5.6. Система за предупреждение за напускане на лентата (LDWS)

Системата за предупреждение за напускане на лентата (LDWS - Lane Departure Warning System) е софтуерен и хардуерен инструмент, който позволява водача на автомобила да получи навременен сигнал, че напуска лентата, т.е. ще шофира в лентата за насрещното движение или извън границите на пътното платно. Използването на такава система е насочено към водачи, които шофират дълго време и поради сънливост или липса на внимание може да се отклонят от основния трафик. Чрез изпращане на сигнали: вибрации и звук на волана, интерфейсьт предотвратява инциденти, като алармира за шофиране извън заеманата от автомобила пътна лента.

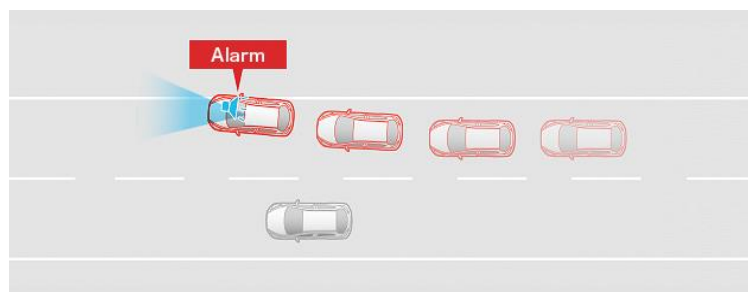
Ефективността на тази система е по пътища с нанесена върху тях пътна маркировка. Сред другите функции на асистента за поддържане на лентата са реализирани следните опции:

- Предупреждение за водача от различни индикатори, включително вибрация на волана за напускане на границите на лентата;
- Корекция на установената траектория;
- Визуализация на работата на интерфейса с постоянно информиране на водача на таблото;
- Разпознаване на траекторията, по която се движи превозното средство.

Системата се състои от следните компоненти: Контролен клавиш за стартиране на интерфейса; видеокамера, която заснема изображението пред автомобила и го дигитализира, поставена обикновено зад огледалото за обратно виждане на предното стъкло; електронен блок за управление; превключвател на кормилната колона, който информира системата за контролирана смяна на лентата; задвижващи механизми, служещи за уведомяване при отклонение от посочения маршрут и извън границите на лентата (вибрационен двигател на волана, звуков сигнал и предупредителна лампа на арматурното табло).

При оборудването на съвременни автомобили се използват няколко вида системи за контрол на движението по дадена пътна лента. Принципът им на действие обаче е един и същ и се състои в поддържане на движението в избраната пътна лента по платното за движение. Траекторията може да се задава от сензори, разположени вътре в купето: в горната централна част на предното стъкло или извън автомобила: на дъното, радиатора или бронята. Ако автомобилът напусне избраната лента или водачът реши да смени лентата, без да включи мигача, интерфейсьт ще приеме това като неразрешено действие. В зависимост от типа на инсталирания LDWS, известията може да се различават, например вибрация на волана, звукови или светлинни сигнали и др.

Фиг. 3. Принцип на работа на LDWS [8]



LDWS интерфейсите са уникални системи, които помагат на водача да се движи в една от избраните ленти на пътя. Такава система, интегрирана в автомобила значително намалява процента на инциденти, което е особено важно при продължително шофиране. В допълнение към видимите предимства, системата за контрол на лентата има един съществен недостатък - възможността да работи само по онези пътища, кои-

то са оборудвани според съществуващите стандарти и с ясно обозначени маркировки. [8], [12]

5.7. Адаптивен круиз контрол (ACC)

Адаптивният круиз контрол (ACC - Adaptive Cruise Control) е усъвършенствана версия на класическия круиз контрол. Докато конвенционалната система може автоматично да поддържа само определена скорост на превозното средство, то адаптивният круиз контрол е в състояние да взема решения въз основа на данните за трафика. Например, системата може да намали скоростта на автомобила, ако има хипотетична опасност от сблъсък с превозното средство отпред. ACC следи скоростта на движещия се отпред автомобил и поддържа скорост на автомобила, съобразена с необходимата безопасна дистанция.

Съвременната ACC система включва три основни компонента: сензори за определяне на разстояние; контролен блок; оборудване което изпраща сигнали на другите системи.

Сензорите определят разстоянието до движещото се отпред превозното средство, както и неговата скорост. Обхватът на сензорите е от 40 до 200 метра, но е възможно да се използват устройства с други обхвати. Сензорите са монтирани на предната част на автомобила (например на бронята или радиаторната решетка) и могат да работят на принципа:

- радар, който излъчва ултразвукови или електромагнитни вълни;
- лидар, базиран на инфрачервено лъчение.

Контроления блок анализира получената информация от сензорите и другите системи на превозното средство. Получените данни се проверяват спрямо параметрите, зададени от водача. Задачите на процесора включват:

- определяне на разстоянието до превозното средство отпред;
- изчисляване на скоростта му;
- анализ на получената информация и сравнение на показателите със скоростта на вашия автомобил;
- сравнение на скоростта на движение с параметрите, зададени от водача;
- изчисляване на по-нататъшни действия (ускоряване или забавяне).

Оборудването изпраща сигнали към другите системи на превозното средство - система за контрол на стабилността, автоматична скоростна кутия, спирачки и др. Всички те са свързани с управляващия блок.

Принцип на действие на системата. Активирането и деактивирането на адаптивния круиз контрол се управлява от водача и се извършва с помощта на контролен панел, който най-често се монтира на волана. Водача може да включва и изключва системата, като използва съответно бутоните за включване и изключване. Системата се деактивира чрез натискане на педала на спирачката или съединителя.

В настоящия момент системата ACC може да се намери не само в автомобили от премиум сегмента, но и в подобро оборудване за средни и бюджетни автомобили, като Ford Focus, Hyundai Solaris, Renault Duster, Mazda3, Opel Astra и др. [2], [6], [13]

5.8. Система за следене и предпазване на пешеходци

Производителите на автомобили работят неуморно, за да подобрят безопасността на всички участници в движението и да сведат до минимум риска от нараняване. Един от методите е да се избегнат сблъсъци с пешеходци. По-долу са характеристиките на системите за откриване на пешеходци, как са подредени и работят, както и предимствата и недостатъците на използването на такива решения.

Системата за следене и предпазване на пешеходци е предназначена за предотвратяване на сблъсък. Системата разпознава хората около колата, автоматично забавя движението ѝ, снижава риска от удар и евентуално силата му ако се стигне до такъв. Резултатите от тестовете показват, че тази система работи добре при скорост

до 35 км/ч, а когато автомобилът се движи по-бързо, системата не може да разпознае обектите правилно и да реагира навреме, така че пълната безопасност не е гарантирана.

Ефектът от такъв тип системи според експерти от бранша ще намалят с 20% смъртността при пътно-транспортни произшествия и ще снижат с около 30% тежките наранявания.

Основната трудност при разработката на тази система е в сложността на логическото изпълнение, тъй като откриването на пешеходци, чрез използване на такива програми и технически средства не е сложно, но трудности възникват на етапа на прогнозиране на посоката на движение и човешкото поведение в критична ситуация, когато става дума за спасяване на живот.

Основните функции на системата са: Откриване на пешеходци; Анализ на опасни ситуации и оценка на вероятността от сблъсък; Звуково информироване на водача за заплахата; Автоматично намаляване на скоростта или промяна на траекторията на движение; Пълно спиране на автомобила.

Системата се управлява чрез оборудване на автомобила със специален софтуер и хардуер, който включва:

- Предна камера и радары - сканират пътя пред автомобила и разпознават обекти на разстояние до 40 метра.
- Блок за управление, който получава информация от устройствата за откриване на пешеходци. Блокът е предназначен да конфигурира и контролира системата, както и да уведомява водача в случай на заплахата от сблъсък.
- Софтуер - отговаря за начините за разпознаване на пешеходци и други обекти, правилността на прогнозиране и анализиране на ситуацията, вземане на решения при спешни случаи.

Като недостатък може да се посочи, че работи неефективно или напълно при лоши метеорологични условия и нощем. Проследяването на пешеходец през нощта се реализира само от инфрачервените камери в системите за нощно виждане, но засега при тях няма предупредителен сигнал или някакъв вид автоматична реакция. [7], [12]

5.9. Адаптивна система за предно осветление (AFS - Adaptive Front Lighting Systems)

Съвременните превозни средства оптимизират нощното виждане чрез динамичното регулиране на фаровете.

Системите за адаптивно предно осветление (AFS) се опитват динамично да регулират фаровете на превозното средство, така че водачът да има оптимално нощно виждане, без да прави компромис с безопасността на други участници в движението. AFS използва стъпкови двигатели за контрол на ъгъла на фаровете, когато автомобилът е в движение или пътят е неравен. Освен това адаптивната система се опитва да избягва директните отблясъци към насрещно движещите се превозни средства. Използват се фарове, които се състоят от множество светодиоди.

В зависимост от позицията на идващия автомобил, някои от тези светодиоди се затъмняват автоматично. По този начин, докато около насрещната кола е осветено, страната на водача е затъмнена. AFS използва сензори за изображения, за да открие позицията на идващото превозно средство. AFS регулира фаровете, за да затъмни страната на водача на предстоящата кола. По същия начин AFS избягва заслепяването на водача на предходната кола, като не свети директно върху огледалото за обратно виждане. [10]

5.10. Парктроник (APS - Acoustic Parking System)

APS или Парктроник (parktronic) е инсталирана помощна система за паркиране. Тя представлява система от сензори, които подпомагат паркирането на автомобила. За работата на системата се използват инфрачервени, ултразвукови или електромаг-

нитни сензори за парктроник. Колкото повече са сензорите, толкова по-добре работи системата, също така съществуват модели и с камера. Повечето съвременни системи са парктроник с камера и дисплей, на който се вижда препятствието.

Действието на парктроника се изразява в излъчването от сензорите, които са разположени на предна и задна броня, на инфречервени, ултразвукови или електромагнитни вълни на определено разстояние.

Когато някоя от вълните срещне препятствие, то тя се отразява и сензора подава сигнал към контролния блок, който го извежда на дисплея и подава звуков сигнал. Тази звукова сигнализация зачестява с приближаването на обекта и при достигане до 30 см разстояние става постоянна. [12]

6. Системи за пасивна безопасност на автомобила

6.1. Предпазни колани

Предпазните колани са едно от най-ефективните средства за защита. Те имат дълга история и непрекъснато биват усъвършенствани като конструкция и ефикасност. Днес най-разпространените колани са триточкови (първият автомобил с триточкови колани е Volvo PV544 от 1959г.), като в автомобилния спорт се ползват 4, 5 и повече точкови предпазни колани. Така пораженията върху органите и гръбначния стълб се свеждат до минимум. За да прилягат максимално към тялото, съвременните колани са инерционни, като доста съвременни автомобили разполагат и с пиропатрони, които затягат колана чрез детонации, "прилепайки" тялото към облегалката. Пиротехническите колани се активират от датчик за удар. Електрическите сработват щом усетят ускорение над критичната стойност (спиране, поднасяне). [1], [4]

6.2. Въздушни възглавници

Въздушните възглавници са едно от най-значимите открития в автомобилната индустрия, със съществено значение за безопасността. Първите опити за създаването на airbag се провеждат още в средата на 50-те години, когато обаче не съществувала технология за осъществяването на подобна смела идея. В началото инженерите изпробват какви ли не методи за пълнене на възглавниците, включително сгъстен газ и ракетно гориво, но в крайна сметка се налага пиротехническият принцип.

В неговата основа е малка, контролирана експлозия, която надува възглавницата за 40-50 хилядни от секундата. Въздушната възглавница е ефективна само в комбинация с предпазен колан

Съвременните airbags използват таблетки натриев азид, който се нагрива до 330С при подаване на електричество. Реакцията го разпада на азот и натрий, което увеличава мигновено (за 0.025-0.05сек.) налягането във възглавницата. За да бъдат избегнати наранявания и контузии е намалена скоростта на разтваряне на въздушните възглавници, както и техният обем. Все пак от голямо значение са и особеностите на човека и самия автомобил. Днес технологията на въздушните възглавници е изминала значителен напредък спрямо своите първи образци. Модерните системи активират airbag непосредствено преди удара (а не след него), а електрониката е в състояние да разпознае дали има пътник на седалката, както и неговите индивидуални особености (ръст, тегло) и спрямо тях да разтвори въздушната възглавница, колкото е необходимо. [1], [4]

7. Заключение

В тази статия подробно са представени най-използваните системи за активна и пасивна безопасност на автомобилите. Производителите внедряват системи за активна безопасност, като различни електронни блокове и механизми, могат да регулират агрегати и системи в автомобила, за да осигурят сцепление и стабилност по време на шофиране.

Основният акцент в този доклад са съвременните системи за активна безопасност на автомобилите, за най-разпространените и ефективни от тях е предоставена информация за конструктивните им особености и принципа на работа.

Като заключение на направения обзор, може да се обобщи, че внедряваните вече съвременни системи за активна безопасност на автомобилите с електронен блок за управление, ще имат главна роля за намаляване на пътнотранспортни произшествия, респективно и намаляване на жертвите и пострадалите от тях

Използвана литература

Минчев.Р, Серафимов.М, Относно пътни стоманени предпазни огради. Международна научна конференция Смолян 2007, Сб. Доклади, ISBN:978-954-91877-2-4, с. 162-167, Смолян, 2007.

Минчев.Р, Методика за определяне на предавателните числа в силовото предаване на автомобила при предварително зададени – максимална скорост на движение и максимален коефициент на пътно съпротивление. Международна научна конференция Смолян 2009, Сб. Доклади, ISBN:1313-9061, с. 184-186, Смолян, 2009

Минчев.Р. Ръководство по „Автомобилна техника“ за курсов проект, Пловдив, 2018, ISBN 978-619-7207-11-8.

Хусаинов А. Ш., Кузьмин Ю. А. Пассивная безопасность автомобиля / А. Ш. Хусаинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 92 с.

М. Ali, P. Falcone, C. Olsson, and J. Sjöberg, "Predictive Prevention of Loss of Vehicle Control for Roadway Departure Avoidance," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 14, no. 1, pp. 56-68, March 2013, DOI: 10.1109/TITS.2012.2206584.

M. A. Bharmal and M. H. Rashid, "Designing an Autonomous Cruise Control System using an A3 LIDAR," 2019 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET), 2019, pp. 1-6, DOI: 10.1109/ICIET48527.2019.9290717.

A. López Rosado, S. Chien, L. Li, Q. Yi, Y. Chen and R. Sherony, "Certainty and Critical Speed for Decision Making in Tests of Pedestrian Automatic Emergency Braking Systems,"

In *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 6, pp. 1358-1370, June 2017, DOI: 10.1109/TITS.2016.2603445.

Active safety technology (Helping prevent accidents). Достъпен от: https://www.mazda.com/en/innovation/technology/safety/active_safety/ldws/. Октомври, 18, 2021

Charlie Constant - ESP: Electronic Stability Program. Достъпен от: <https://www.car-engineer.com/esp-electronic-stability-program/> Октомври, 19, 2021

Dr. Steve Arar - Introduction to Adaptive Front Lighting Systems. Достъпен от: https://www.allaboutcircuits-com.translate.google/technical-articles/adaptive-front-lighting-systems-afs/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=bq&x_tr_hl=bq&x_tr_pto=op,sc. Октомври, 20, 2021

Системи активной безопасности авто. Достъпен от: <https://kz.pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/cistemy-aktivnoy-bezopasnosti-avto/> Октомври, 25, 2021

Системи безопасности. Достъпен от: <https://avtotachki.com/category/articles/security/> Октомври, 28, 2021

Системи за активна безопасност на автомобила. Достъпен от: https://www.avto.bim.bg/statii/Systemi-za-aktivna-bezopasnost-v-avtomobila_arc37.html. Октомври, 20, 2021



*ас. маг. инж. Николай Тошев,
ул. Дичо Петров №28, +359895449206,
nickytoshev@abv.bg*

ОБЗОР НА ПРОБЛЕМИТЕ И РЕШЕНИЯТА, СВЪРЗАНИ СЪС ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА, ПОРОДЕНИ ОТ АВТОМОБИЛИТЕ

Христо Каневски, Слави Любомиров, Райчо Минчев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

OVERVIEW OF PROBLEMS AND SOLUTIONS RELATED TO ENVIRONMENTAL POLLUTION CAUSED BY CAR

Hristo Kanevski, Slavi Lyubomirov, Raycho Minchev

Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Faculty of Physics and Technology

Abstract: The problem of air pollution is critical for all of us, both nationally and globally. In this context, the authors of the article focus on one of the main sources of pollution, namely road transport. Also in this article are described in detail the electronic systems for improving the environmental performance of internal combustion engines, as well as their principle of operation.

Keywords: *environmental pollution, nitrogen oxides (NOx), electronic systems, harmful emissions.*

Резюме: Проблемът със замърсяването на въздуха е от критична важност за всички нас, както в национален така и в глобален мащаб. В този контекст авторите на статията акцентират върху един от основните източници на замърсяване, а именно автомобилния транспорт. В статията подробно са описани електронните системи за подобряване на екологичните характеристики на двигателите с вътрешно горене, както и техният принцип на работа.

Ключови думи: *замърсяване на околна среда, азотни оксиди (NOx), електронни системи, вредни емисии.*

Въведение

Според Световната здравна организация (СЗО) замърсяването на въздуха е най-големият риск за здравето в Европейския съюз (ЕС), свързан с околната среда. Всяка година в ЕС то води до около 400 00 случая на преждевременна смърт и е причина за външни разходи, свързани със здравето, в размер на стотици милиарди евро.

Много политики на ЕС имат отражение върху замърсителите на въздуха и по този начин и върху качеството на въздуха, особено политиките в областта на изменението на климата, енергетиката, транспорта и мобилността, промишлеността и земеделието.

Плановите за качество на въздуха често предлагат мерки, които нямат пряко отражение върху намаляването на концентрациите на замърсители на въздуха, като например мерки за административно опростяване, оценки и проучвания. Въпреки че плановите за качество на въздуха установяват основните източници на замърсяване, те не винаги съдържат конкретни мерки за справяне с емисиите. Насоките за качеството на въздуха се основават на научни доказателства за въздействието на замърсяването на въздуха върху човешкото здраве. Стандартите, които в повечето случаи са правно обвързващи, следва да вземат предвид техническата изпълнимост, както и разходите и ползите от съответствието с изискванията.

Транспортът е отговорен за повече от половината от всички емисии на NO_x и допринася значително (около 10 % или повече) за общите емисии на другите замърси-

тели. По-специално автомобилният транспорт продължава да има значителен принос за емисиите на всички основни замърсители на въздуха (с изключение на SO_x) [5].

Дизеловите превозни средства са основен елемент за производителите на автомобили в ЕС от гледна точка на спазването на задълженията им за намаляване на емисиите на въглероден диоксид (CO_2), тъй като тези превозни средства произвеждат по-малко емисии на CO_2 от бензиновите автомобили. Технологичните развития и евро стандартите значително са намалили емисиите на CO_2 и фините прахови частици (но не и емисиите на NOX) от такива превозни средства. От години е известно, че реалните емисии на NOX са по-високи от тези, произведени в условия на изпитване. Скандалът „Дизелгейт“, при който инспектори в САЩ установиха подозрителни резултати при проверката на превозни средства, подчертава мащаба и причините за тези несъответствия. Преди „Дизелгейт“ Европейската комисия е започнала работа с цел въвеждане на по-реалистична процедура на изпитване в ЕС. Коефициентите на съответствие обаче означават, че на практика целевото ниво на стандарта Евро 6 за емисии на NOX от 80 мг/км състав на изгорелите газове от автомобилите.

1. Специфика на състава на изгорелите газове.

В състава си изгорелите газове съдържат значително количество от различни по вид емисии. Според различни изследователски центрове съставът на тези емисии включва множество (между 60 и 150) от различни компоненти, доминиращите, от които са [1]:

- азотни оксиди (NO_x);
- кислород (O_2);
- въглероден диоксид (CO_2) – краен продукт от окисляването;
- въглероден оксид (CO) - продукт от непълното изгаряне на горивото;
- водород (H_2);
- вода (H_2O);
- сажди – опасни не само като механичен замърсител за околната среда, но и като активен преносител на токсични вещества;
- неорганични газове, като серен диоксид (SO_2) и сероводород (H_2S) - фигуриращи в състава на отработилите газове при наличие на сяра в горивото; множество други токсични и нетоксични химически елементи.

Сред посочените токсични газове, оказващи вредно влияние върху околната среда са: азотните оксиди, въглеродния оксид и въглеводородите. Те изместват кислорода, необходим за жизнените процеси, заменяйки го частично с токсични газове, което е крайно опасно. Ето защо, проблемът за замърсяването на околната среда е от особена жизнена значимост и актуалност [1].

През годините все по-мащабно, като производство и приложение, се налагат дизеловите двигатели. Повечето от държавите, като ограничителна мярка, са въвели предельно допустими норми за състава на токсичните вещества в отработилите газове, на дизеловите и на бензиновите двигатели. Обръща се особено внимание за спазване на екологичните норми при производството на двигатели и на различните методи, и системи за минимизиране на токсичността на отработилите газове [1, 2, 3].

При експлоатацията на автомобилите, освен отработилите вредни газове съществуват и други, които са продукти от работата на двигателя. Такива са:

- картерните газове;
- токсичните компоненти, отделяни при работата на спиралната система;
- изпаренията от акумулаторната батерия (при все още използвани по-стари производства);
- изпаренията от горивата при зареждане на автомобилите и др. [1].

Количествата на токсичните вещества в отработилите газове на бензинови двигатели е по-голямо от това на дизеловите двигатели (Табл.1).

Следващият по значимост газообразен вреден компонент е въглеродния оксид, частта на който в събирателния индекс в режим на празен ход на двигателя достига до 15–18%. В режим на претоварване на дизеловия двигател делът на азотните оксиди в сумарния индекс спада до 80-85% за сметка на дела на CO и частично на алдехидите.

За разлика от въглеродния оксид и въглеводородите, които се образуват и отделят при работа на двигателя на обогатени смеси, NO_x се образуват особено много при състав на гориво–въздушната смес, близък до стехиометричния - $\alpha=1$ [4,5].

Съставът и количеството на отработените вредни газове според вида на двигателя са представени в таблица 1 [1].

Таблица 1. Състав и количество на отработените вредни газове според вида на двигателя [1].

Състав на отработените газове	Количествено съдържание, обемни %		Вид
	При дизелови двигатели	При бензинови Двигатели	
Азот	76 - 78	74 – 77	нетоксичен
Азотни оксиди	0,0002 - 0,05	0,0 – 0,8	токсичен
Кислород	2 - 18	0,3 – 8,0	нетоксичен
Вода	0,5 – 4,0	3,0 – 5,5	нетоксичен
Въглероден оксид	0,01 – 0,5	5,0 – 10,0	токсичен
Въглероден диоксид	1,0 – 10,0	5,0 – 12,0	нетоксичен
Въглеводороди	0,009 – 0,5	0,2 – 3,0	токсичен
Сажди	0,01 – 1,10 g/m ³	0,0 – 0,04 g/m ³	токсичен

Анализирайки посочените в таблица 2 данни потвърждават, че основен вреден компонент в отработените газове на дизеловия двигател са азотните оксиди [1].

Таблица 2. Концентрация на компонентите на отработилите газове според натоварването на двигателя[1]

Натоварване на двигателя, %	Степен на концентрацията	Концентрация на компонентните, обемни, %			
		Алдехиди	O ₂	CO	NO _x
0	средна	0,0126	0,04	0,8	0,7
50	средна	0,0084	0,13	0,46	2,7
100	средна	0,0294	0,23	1,12	3,5

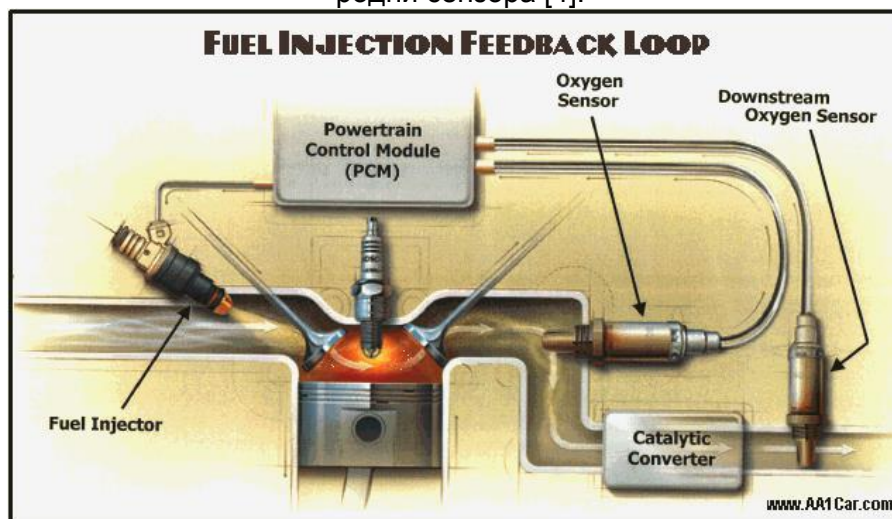
Висока температура в горивната камера – по-висока от 1600°C е едно от основните условия за образуване на NO_x. При спадане на натоварването, на двигателя с вътрешно горене, концентрацията на NO_x е значително по-малка [1].

2. Методи и системи за намаляване на токсичността на отработилите газове

За намаляване на токсичността на отработилите газове в двигателите с вътрешно горене се прибегва до различни методи и системи с електронни блокове за управление, като: въздействие върху процеса на смесообразуване и горене; повишаване на завихрянето на сместа в горивната камера; подобряване на впръскването на горивото; понижаване на максималната температура (получавана при работа на двигателя на преобогатена или преобеднена горивна смес); системи на електронно регулиране на ъгъла на предварение и състава на постъпващата в цилиндъра прясна гориво-въздушна смес (при бензинови двигатели) или пресен въздух (при дизелови двигатели); използване на различни видове камери на горене; използване на биогорива; рецикулация на отработилите газове и др. [1].

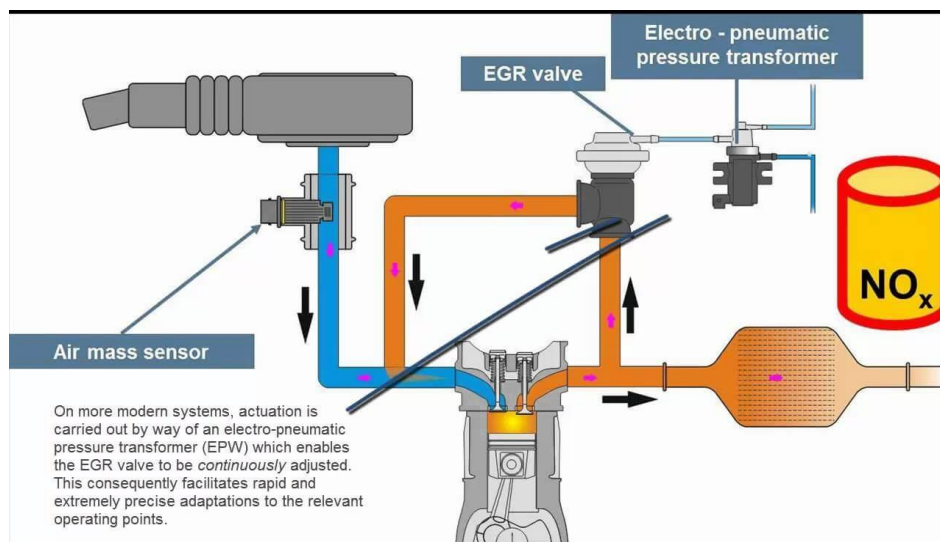
В съвременните системи за впръскване на гориво главна роля изпълнява сензор за съдържание на кислород в изходящите газове (Oxygen Sensor). Обикновено често го наричат ламбда-сонда или O₂-сензор. Неговата задача се състои в това да преобразува информацията за съдържанието на кислород в изходящите/изгорелите/ газове в електрически сигнал, който от своя страна се пресмята в електронният блок за управление на впръскването (ECU). В съвременните ДВГ за оптимална въздушно – горивна смес се счита смес в съотношение 14.7 части въздух към 1 част гориво. Съотношението въздух и гориво в състава на горивната смес се определя от ел. блок по полученият сигнал от сензор поставен на двигателя, качеството на приготвената смес се проверява от ECU по сигнала въведен в обр. връзка от сензор O₂. При излишно обогатена или обеднена горивна смес ел. блок я коригира, отчитайки показанията на ламбда-сондата (Fuel trim). Тъй като сензор O₂ изпълнява важна роля в системата за впръскване на гориво, работата на двигателя и неговите екологични характеристики зависят пряко от неговото изправно състояние.

Фиг. 1. Принципна схема на електронна система за впръскване на гориво с два кислородни сензора [4].



Функционално ламбда-сондата работи като превключвател и подава напрежение над (0.45V) при ниско съдържание на кислород в изгорелите газове. При високо ниво на кислород датчикът O₂ намалява това прагово напрежение към ECU. При това важен параметър се явява скоростта на превключване на датчика. В повечето системи за впръскване на гориво O₂-датчик има изходно напрежение от 40-100mV до 700-900 mV. В съвременните автомобили се внедрява втори кислороден сензор, като неговото местоположение е след каталитичният преобразувател (Фиг.1), като неговата функция е да следи ефективността на каталитичния преобразувател [4].

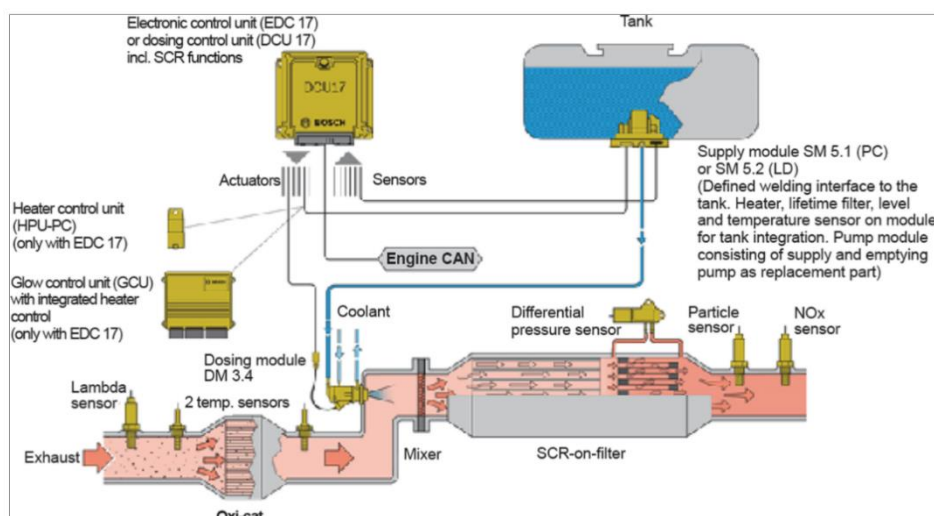
Фиг. 2. Принципна схема на EGR система [6].



Понижаването на максималната температура се постига чрез използването на рециркулация на отработилите газове, които от изпускателните колектори се пренасочват в пълнителните (в количество около 10–15 % спрямо обема на свежия заряд) с цел намаляване на максималната температура на горене. Така се постига намаляване масата на свежия заряд. Това води до понижаване на получената температура от изгарянето на горивото поради размесването ѝ със смес от неутрални компоненти на горенето.

Постигнатата по-ниска температура е в резултат от забавяне на реакциите на окисляване на горивото и намаляване количествата на NO_x в изгорелите газове. EGR системата намалява „твърдата„ работа на дизеловия двигател, както и разхода на гориво. Това води до нарастване на ефективността от работата на двигателя. Използвана при бензиновия двигател EGR системата намалява детонационното горене [6].

Фиг. 3. Принципна схема на SCR система.



До определена степен системата за рециркулация на изгорелите газове се справя с проблема, но при все по-строгите европейски норми за автомобили това съв-

сем не е достатъчно. Затова е измислена системата за селективна каталитична редукция SCR (Selective Catalytic Reduction), която се използва при всички големи автомобилни производители. Наименованието при различните производители е различно като: BlueTEC, AdBlue, DeNOxtronic и други.

Всеки производител предлага собствена конструкция на системата за селективна каталитична редукция, но принципът на действие на всички е един и същ. Основно системата се състои от резервоар, система за подаване и дозиране, дюза за впръскване, подгреватели, керамичен катализатор и електронен блок за управление [2].

Собствената конструкция на системата за селективна каталитична редукция се състои от:

- Резервоар за AdBlue - това е пластмасов или метален резервоар, който е оборудван с капачка и специална заключваща се гърловина. За следенето на нивото на реагента в резервоара се поставя сензор. На гърловината на резервоара е поставен мрежест филтър.
- За да не замръзва течността в резервоара се поставя нагревател, който може да е топлообменник или електрически нагревател.
- Система за подаване и дозиране на реагента - това обикновено е помпен блок или модул за захранване, който се разполага непосредствено на резервоара или близо до него. В блока се монтира помпа, възвратен клапан, сензор за налягане и сензор за нивото на течността и подгревателни елементи. Входът на помпата е свързан с резервоара, а в края му има мрежест филтър. Помпеният блок е свързан с блока за управление на SCR.
- Дюза за впръскване на AdBlue- специална дюза или колектор от няколко дюзи, разположени в направляващата тръба преди катализатора. Дюзата е свързана с помпения блок посредством нагнетателна магистрала.
- Дюзите се разполагат под ъгъл от 30 градуса, спрямо оста на направляващата тръба. За по-добро смесване на реагента с отработените газове зад дюзата се подставя смесител под формата на решетка или с по-сложна конструкция.
- Система за подгряване на течността - обхваща резервоара, помпения модул и тръбопроводите с нагнетателната магистрала. Нагревателните елементи са под формата на спирали, разположени във вътрешността на резервоара и помпения блок и като оплетка на тръбопроводите. В съвременните транспортни средства тази система се управлява от собствен контролер.
- Катализатор в ауспуха - направен е от специална керамика под формата на пчелна пита за по-голям контакт с изгорелите газове. Върху SCR катализатор се нанася покритие от платина или друг материал за ускоряване на химичните реакции.
- Електронна система за контрол и управление - съставена е от електронен блок за управление и сензори за: температура на течността в резервоара, температура на изпускателните газове на входа и изхода на катализатора, ниво на течността в резервоара, концентрацията на азотни оксиди на изхода от катализатора. Тази система работи под контрола на електронния блок за управление на двигателя.

В изпускателния тракт на автомобила се впръсква воден разтвор на карбамид, който реагира с азотните окиси и образува чист азот и вода. До горивния резервоар за дизелово гориво в автомобила е монтиран резервоара за AdBlue system, в който се зарежда реагента - карбамидния разтвор. Стандартна концентрация на карбамида в разтвора е 32,5% и той се допълва с деминерализирана (дейонизирана) вода. Този разтвор е известен като AdBlue или AUS 32 и е строго стандартизиран. Произвежда се само от лицензирани производители [2]. От резервоара течността се подава под налягане директно към изпускателната система. В отработените газове реагента се разлага на амониак и изоцианова киселина, която също се разлага на амониак и въглероден ди-

оксид. В края на реакцията се получават абсолютно безвредните вещества: въглероден диоксид, азот и водни пари.

3. Заключение

В тази статия подробно е представен състава на изгорелите газове на автомобилите, и процентното съдържание на всеки един от компонентите при дизеловите, и бензиновите двигатели. Дадена е информация за наситеността на вредните компоненти при различно натоварване на двигателя.

Основният акцент в този доклад са електронните системи за подобряване на вредните емисии на автомобилите, за най-разпространените и ефективни от тях е предоставена информация за конструктивните им особености и принципа на работа.

Като заключение на направения обзор, може да се каже, че системите за подобряване на екологичните характеристики на автомобилите с електронен блок за управление, имат главна роля за намаляване на вредните емисии от автомобилите.

Използвана литература

- [1] Казаков, П., (2012), Методи за намаляване на токсичността на отработилите газове, Научни трудове на русенския университет - том 51, серия 4.
- [2] Dey, S., Mehta, N.S. (2020), "Automobile pollution control using catalysis." Resources, Environment and Sustainability. doi:10.1016/j.resenv.2020.100006.
- [3] Yusuf, Abdulfatah Abdu, Inambao, Freddie L. (2019), "Effect of cold start emissions from gasoline-fueled engines of light-duty vehicles at low and high ambient temperatures: Recent trends", Case Studies in Thermal Engineering, 14, 100417–doi:10.1016/j.csite.2019.100417.
- [4] Oxygen Sensors: How to Diagnose and Replace. 2019. <https://www.aa1car.com/library/o2sensor.htm>, Дата на последно влизане, 21 октомври.
- [5] Epuk Statement On The Vw Emissions Scandal. 2021. <https://www.environmental-protection.org.uk/policy-areas/air-quality/air-pollution-and-transport/car-pollution>, Дата на последно влизане, 22 октомври.
- [6] Exhaust Gas Recirculation (Egr) System: Working Principle, Design, And Benefits. 2021. <https://www.fahadvhassan.com/exhaust-gas-recirculation-egr-system-working-principle-design-and-benefits/> Дата на последно влизане, 26 октомври.

*Маг. инж. Христо Каневски,
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ 28,
тел. 359 877456777,
e-mail: hkanevski@gamil.com*

ANALYSIS AND CONSTRUCTION - TECHNOLOGICAL FEATURES OF LPG PROPANE BUTANE INSTALLATIONS

Raycho Minchev

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski” (BULGARIA)

Abstract: The car gas system is a device that allows the use of gaseous fuel in cars. It is mainly used in four-stroke gasoline engines with internal combustion.

With the rapid development of the automotive industry and the avalanche of rising fuel prices, engineers are looking for alternatives to traditional fuels, gasoline and diesel. In the future, we may all drive cars powered by electricity, but now they have a number of disadvantages, including their high cost. There is also a group of systems that has long proven its efficiency, reliability and affordability - gas systems running on propane-butane or methane.

Cars with a propane-butane gas system installed save up to 50%.

Propane-butane is liquefied at a pressure of 8 atmospheres (at a temperature of 20-25 ° C).

It is widely used in industrial and domestic applications as a fuel. Obtained by refining oil.

It was first produced in 1910 by Dr. Walter Snelling, and the first commercial products containing propane-butane appeared in 1912. Propane-butane provides about 3% of the energy consumed today, it burns without soot and has low sulfur emissions, so it does not pollute the environment and water.[1]

In some countries, as early as 1940, propane-butane has been used as an alternative to gasoline in internal combustion engines. Its advantage is that it is non-toxic, does not cause corrosion, does not require other additives and has a high octane number (102-108 - depending on local specifications). It burns cleaner than gasoline or diesel and does not emit soot like the latter.

Many governments impose lower taxes on LPG than on gasoline or diesel. This further stimulates the use of LPG. Propane-butane is the third most widely used motor fuel in the world. For 2011, it is estimated that more than 20 million vehicles worldwide use LPG.[2,3]

In this case, consumers are attracted by the longer life of the car's engine, which ensures the use of LPG, as well as the lower operating costs.

The absence of sulfur and low emissions of nitrogen oxides, toxins and fine particles, which are released during the combustion of traditional fuels, make propane-butane one of the cleanest sources of energy in the modern world.

The purpose of this report is to analyze the constructive - technological features of gas systems for VGPB, as well as the selection and implementation in the modern car.

Key words: *stand, brakes, analyze*

1. Modifications and constructive-technological features of the gas systems for liquefied propane-butane gas of the modern cars

In the classic gas combustion system, the gas fuel at the inlet of the filling pipe has a pressure equal to the atmospheric pressure. Dosing and gas supply to the cylinders is performed by changing the discharge in the manifold (throttle position) depending on the operating mode of the engine.

Gas injection systems have the following advantages over conventional AGUs:

- universality;
- easy start with cold and warm engine;
- opportunity for better dosing of gas fuel through EBU;
- less power loss from the engine when working with gas fuel.

There are gas injection systems manufactured by Vialle, Hopt, AG, Aisan and others. Due to the fact that the gas has a relatively low pressure, the equipment for its injection into the gas phase is simplified, as the pressure is reduced to lower values.

There are two ways to inject gas:

- in the liquid phase;
- in the gas phase.

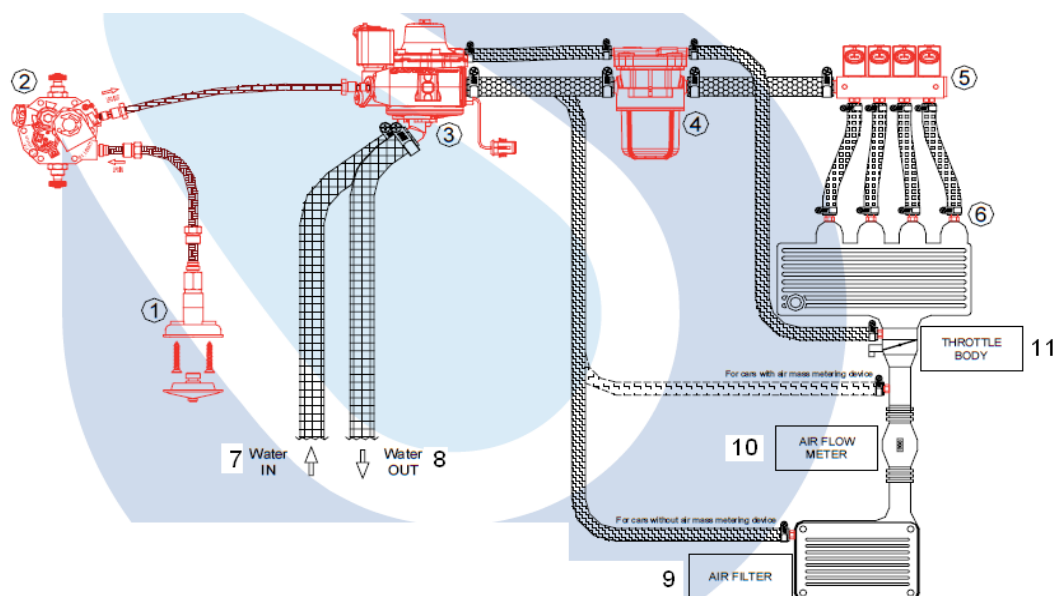
Vacuum Sequential Injection (VSI) vapor gas injection has been widely used. The injection pressure is usually 0.02-0.1 MPa, and the dosing is performed depending on a number of controlled engine parameters (load, speed, etc.).

Characteristic of AGU with gas injection, intended for gasoline engines, operating with fuel systems for injection of gasoline in the filling pipeline is the presence of flow meters for measuring the amount of air supplied to the engine cylinders, as well as oxygen converters (λ -co) when working with gasoline. This requires the use of gas mixers with feedback and electronic control.

AGU for gas injection can also be mechanically controlled, such as the system of the company Hopt (Germany).[4]

In the case of engines with fuel injection systems in front of the filling valves, another modification of the AGU for gas injection is used, in which gas nozzles (gas injection) are used, the number of which is equal to the number of engine cylinders. A scheme of such AGU is shown in Fig.1

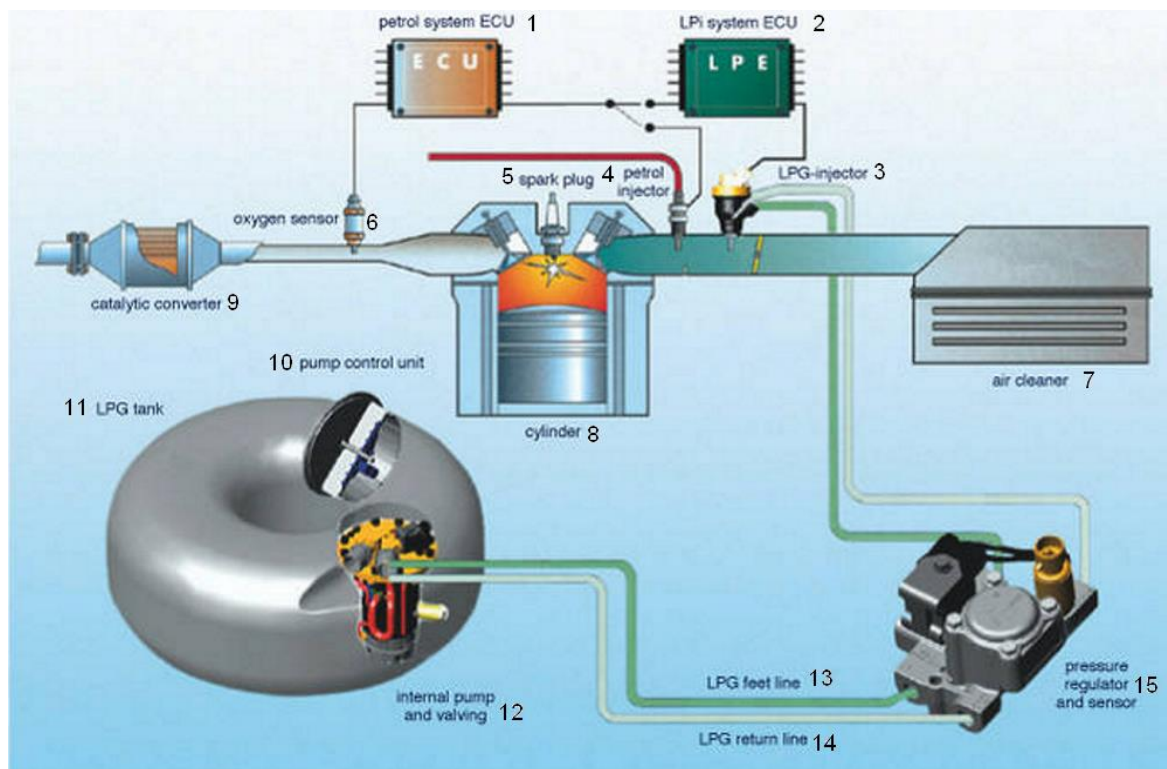
Figure 1. Scheme of AGU for injection of evaporated gas in front of the filling valves with electronic control of the company Lovato:



1-connector for connection to the ECU; 2-combined gas-petrol switch; 3-reducer-evaporator with shut-off valve; 4-filter with converters for the purity of the gas fuel; 5-block with electromagnetic gas injectors; 6-gas nozzles; 7-coolant inlet; 8-coolant outlet; 9-air filter; 10-air flow meter; 11-throttle valve

The latest solution for gas injection is from Vialle (Netherlands) and is called LPI (Liquid Propane Injection). gas pump 12, which increases the pressure of VGPB to 2.5 MPa and this is the operating pressure in the gas system. To control the cyclic amount of gaseous fuel, the ECU 2 is used, which controls the pressure regulator 15 and the electromagnetic gas nozzles 3. The electromagnetic petrol nozzles are controlled by the ECU 1, and the switching of the two systems is performed by a combined switch. When switching the engine from gasoline to gas, the pressure regulator opens its valve and passes liquid gaseous fuel under pressure through line 13 to the gas nozzles. Excess gaseous fuel is returned to the tank through line 14.[5,6]

Figure 2. Scheme of AGU for injection of liquefied gas in front of the filling valves with electronic control of the company Vialle:



1-ECU of the fuel injection fuel system; 2-EBU of the gas system; 3-gas nozzle; 4-petrol nozzle; 5-spark plug; 6-oxygen converter; 7-air filter; 8-cylinder; 9-catalytic converter; 10-control unit for the gas pump; 11-bottle for liquefied gas; 12-gas pump; 13-gas pipeline for gas supply; 14-gas gas return pipeline; 15-pressure regulator with pressure transducer

2. Technical specification and sequence of installation of engine for car SUBARU FORESTER III

According to the reviewed information and analysis of the existing gas systems used in modern passenger cars, the LPG Tech 324-OBD gas injection system for the four-cylinder engine of the SUBARU FORESTER III car was selected as the object of study. .

The gas injection consists of:

- electronic control unit - LPG Tech 324 - OBD
- reducer - KME TWIN
- injectors - HANA blue
- pipelines - FARO
- filling device - TOMASETTO
- euro probe - EXTRA
- tank- ATIKER

The study of the implementation of AGU to gasoline internal combustion engines is related to the following stages:

- selection of the elements of the gas system;
- preparation of the car for installation of the gas system;
- installation of the gas system;
- adjustment and adaptation of the gas system;
- check for the correct operation of the car's engine with petrol and propane-butane fuel;
- providing access to the elements of the gas system.

3. Gas system settings

After installation of a gas system it is necessary to check and adjust it.

The first check is for leaks. The system is charged with a minimum amount of propane-butane gas, and a gas detector is used to detect leaks.

The setting of the AGU of the car is carried out by connecting a diagnostic interface / flash drive / to the diagnostic connector. The connection is made via Bluetooth. The vehicle must be in contact for the electronic control unit to work.

The software used for the setup is LPGTECH GasSetting 2.0.37.68. , which is freely available on the LPG Tech website.[7,8]

Thanks to the software, TECH can automatically and independently calibrate and adapt the fuel injection timing. The software allows easy manual adjustment. The computer makes the fuel on the entire map of the mixture more accurate. This can directly affect fuel consumption and reduce it to 10-15%. The TECH system constantly monitors the injectors and adjusts the injection in real time if necessary.

The fine tuning of fuel delivery in the cylinders of the internal combustion engine is carried out by the so-called FUEL TRIM. [7,8]

To accomplish this, the electronic engine control unit (ECU) increases or decreases the fuel supply by increasing or decreasing the time for which the injector is open. It is measured in percentages, because in reality Fuel Trim represents the percentage change in the amount of fuel over time.

This fuel volume adjustment consists of two components - Short Term Fuel Trim (STFT) and Long Term Fuel Trim (LTFT). [7,8]

The short-term correction changes 2-3 times per second and the normal limits are in the range of + -5% (up to + -8-9% depending on the efficiency of the engine and its current condition)

The long-term adjustment should be constant or change very slowly. Its value must be either 0 or a one-digit number.

If any of the adjustments is a two-digit percentage (positive or negative), this is an indication of an excessive increase or decrease in the fuel portion.

How to use these values when setting up a gas system:

When a gas system is installed, the petrol computer measures these values and on the basis of this reading it can be determined whether the mixture is poor or rich. This is the best guide for the operator who adjusts the system. injectors.

For example, if STFT is -15%, this means that the car works richly and must be depleted of the gas system

If the STFT is 15%, it is a sign that the system is working poorly and needs to be enriched.

If the necessary adjustment is not made, the petrol computer will make this adjustment. And if this value is greater than the predicted tolerance set by the manufacturer of the gasoline computer, it will go out of adaptive values and will signal this by lighting the check paw (check engine). [7,8]

Conclusions

Automotive gas systems have proven over time to be one of the best long-term investments in the personal car. There are many options on the market, from which, according to our personal requirements, we can choose a certain type of gas system - ordinary, injection, cylinders with different capacity and with the possibility of positioning according to our wishes. Prices for complete equipment of the car with gas system vary depending on the choice of parts, as there are low, medium and high class equipment.

2. There is no room for mistakes that often occur when refueling with conventional fuels - to refuel with gasoline instead of diesel, and vice versa, which in turn leads to a number of problems.

3. Along with the low price of propane-butane, we cannot deny the benefits for the environment, the reduction of harmful emissions. Transport is responsible for almost 30% of total CO₂ emissions in the EU, and land transport accounts for 72% of transport emissions.

More and more car manufacturers are launching new models with factory-installed gas systems.

4. Cars with AGU are safer because the tanks are hermetically sealed and the fuel has virtually no access to the atmosphere, even if a propane-butane leak occurs, it is lighter than air and dissipates quickly, while with gasoline and diesel this is not the case.

5. Regarding efficiency, the gas injection does not wash away the oil filter of the cylinders in the engine, does not sharply reduce the power of the car, does not dilute the oil in the crankcase, but on the contrary increases engine productivity because it enters it in gaseous form. Gas-injected cars burn the fuel mixture almost completely, while doing so more slowly. The ECU doses the fuel injection very precisely and regulates the operation of the engine so that the combustion is absorbed as efficiently as possible. In addition, the slower combustion does not put additional strain on the pistons and crankshaft, so the car's dynamics are largely preserved.

Literature

1. Dimitrov A., Ivanov Z. Automobile gas systems, Technique, Sofia, 2002
2. <http://www.autogas.bg/poleznainformacia.php?id=68> Октомври, 25, 2021
3. <http://www.eurogas-bg.net/index.php> Октомври, 25, 2021
4. http://www.auto-gas-bg.com/bg_BG/index/producti/razdel/8 Октомври, 25, 2021
5. <http://www.tamona.lt/> Октомври, 25, 2021
6. <http://www.vialle.nl/> Октомври, 25, 2021
7. <http://lpgtech.eu/technical-materials> Октомври, 25, 2021
8. <http://www.eurogas-bg.net/> Октомври, 25, 2021

Corresponding author:

*Phd. Eng. Raycho Minchev,
Smolyan, 28 Dicho Petrov Str.,
tel: +359885990257,
r_a_m@abv.bg*

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РОТОРНИЯ ТОК И ВРЕМЕТО НА РАЗВЪРТАНЕ НА АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ С ФАЗЕН РОТОР

Диан Маламов, Димитър Василев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

DETERMINATION OF ROTOR CURRENT AND STARTING TIME OF WOUND ROTOR INDUCTION MOTOR

Dian Malamov, Dimitar Georgiev

Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Faculty of Physics and Engineering Technology

Abstract: The mechanical characteristics of wound rotor induction motor can be changed by including additional active resistances in their rotor circuit. At a certain value of the additional resistance, the starting torque of the wound rotor induction motor can become equal to its maximum torque. In addition, the starting torque of the engine is reduced. The combination of these two positive qualities allows wound rotor induction motor to be used to drive units with high static starting torque, for example: hoisting machines, conveyor belts, cranes, etc. The rotation of the wound rotor induction motor is realized by a discrete change of the value of the additional resistances during the starting process. For the selection and sizing of the additional resistors it is necessary to know their current load and operating time for the individual parts of the additional resistance. Studies have shown that there is a need for engineering methodology to determine these important parameters. The report proposes an engineering methodology for determining the current through the rotor circuit and the rotation time when starting an wound rotor induction motor by additional resistors in the rotor circuit. The methodology is applied for the calculation of the rotor current and the rotation time of a wound rotor induction motor, designed to drive a conveyor belt in the Maritsa East mines. Additional rotor resistors are selected.

Key words: wound rotor induction motor, additional resistances.

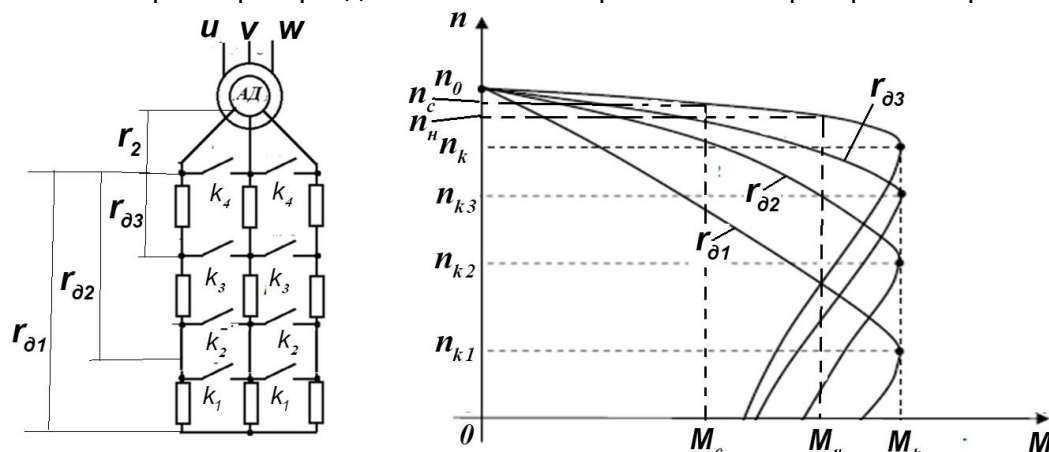
Абстракт: В доклада е предложена инженерна методика за определянето на тока през роторната верига и времето на развъртане при пускане на асинхронен двигател с фазен ротор чрез допълнителни съпротивления в роторната верига. Методиката е приложена за изчисляването на роторния ток и времето на развъртане на двигател с фазен ротор, предназначен за задвижване на транспортна лента в мини за добив на въглища.

Ключови думи: асинхронен двигател, фазен ротор, допълнителни съпротивления.

1. Въведение

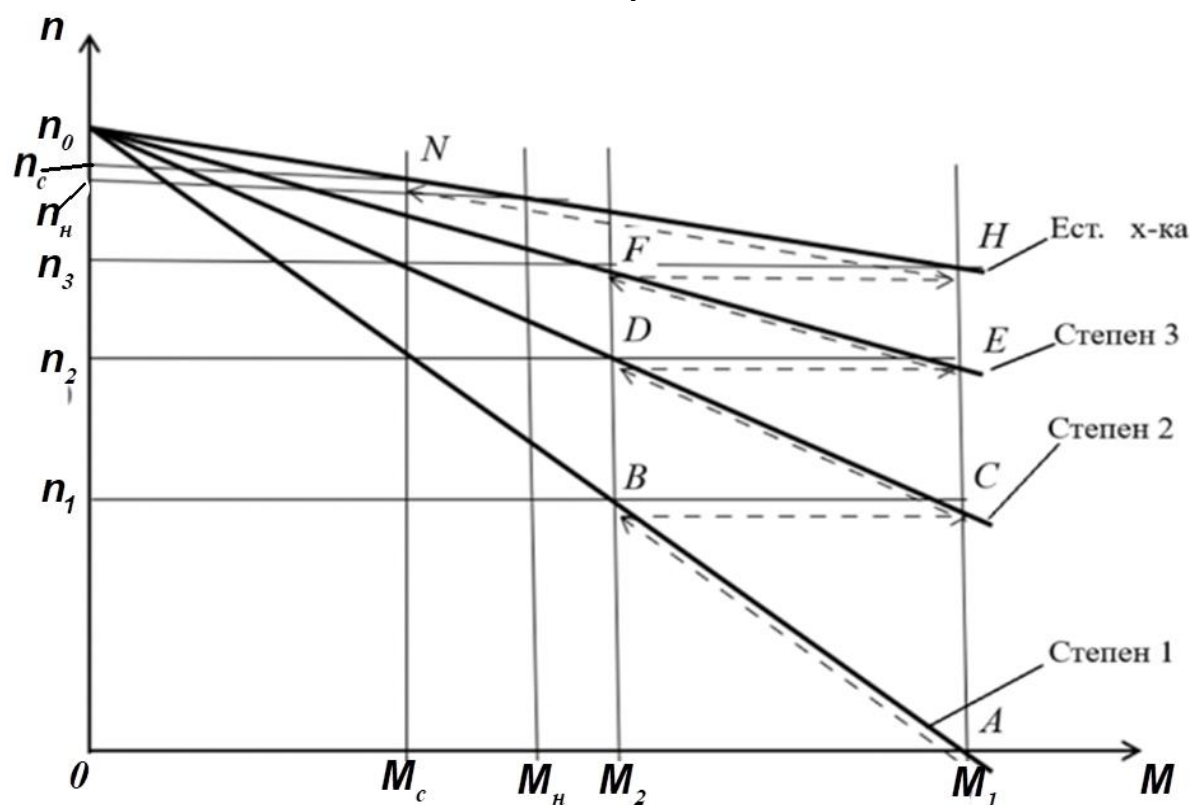
Известно е, че механичните характеристики асинхронните двигатели с фазен (навит) ротор могат да се променят чрез включването на допълнителни активни съпротивления в роторната им верига. Примерна схема с три степени на допълнителното съпротивление е дадена на фиг. 1. По този начин се намалява на пусковия ток. (Dinov, Shishkova, 2008), (Klutchev, 2001), (Dratchev, 2005). При определена стойност на допълнителното съпротивление, пусковия момент на двигателя може да стане равен на максималния му момент. Асинхронните двигатели с фазен ротор се използват за задвижване на агрегати с голям статичен съпротивителен момент при пускане, например: подечни машини, транспортни ленти, кранове и др. Развъртането на двигателите се реализира чрез дискретна промяна на стойността на допълнителните съпротивления по време на пусковия процес.

Фиг. 1 Принципна схема на свързване и механични характеристики на асинхронен двигател с фазен ротор с допълнителни съпротивления в роторната верига.



Методики за определяне на броя на степените и стойността на пусковите съпротивления са дадени в (Ushtchenko, 1999), (Dratchev, 2005), (Klutchev, 2001). За избора на допълнителните съпротивления е необходимо да са известни токовото им натоварване, времето и режима на работа за отделните степени на допълнителното съпротивление. Проучванията показаха, че има необходимост от инженерна методика за определяне на тези важни параметри. В настоящия доклад е предложена инженерна методика за изчисляване на токовете в роторната верига и времето на развъртане на асинхронен двигател с фазен ротор при пускане с допълнителни съпротивления в роторната верига.

Фиг. 2 Типова механична характеристика при пускане на асинхронен двигател с фазен ротор чрез допълнително съпротивление с три степени при константни превключващ и максимално допустим момент



2. Описание на методиката за определяне на роторния ток и времето на развъртане при пускане на двигателя

Броят на степените и стойностите на допълнителното съпротивление на отделните степени са предварително определени и не са обект на настоящата методика.

Дефиниране на приетите означения.

I_p, I_c - номинален ток на ротора и ток на ротора в установен режим.

$I_{2(i)(M2)}, I_{2(i)(M1)}$ - ток на ротора за дадена степен при превключващия момент, и при максималния допустим момент.

$I_{2(e)(M1)}$ - ток на ротора за естествената характеристика при максималния допустим момент.

$I_{cp(i)}$ - среден ток за секция на добавъчното съпротивление.

M_H, M_K - номинален момент и критичен момент на двигателя.

M_1, M_2 - зададени максимален допустим момент и превключващ момент при развъртане.

$M_{I(i)}, M_{I(e)}$ - действителни стойности на максималните моменти за отделните степени, за естествената характеристика.

m - брой на степените на пусковото съпротивление.

n_o, n_c - скорост на въртящото магнитно поле, и скорост на въртене на двигателя в установен режим.

$n_{e(M1)}$ - скорост на въртене при действителния максимален момент за естествената характеристика.

$n_{i(M2)}$ - скорост на въртене при превключващия момент за отделните степени на пусковото съпротивление.

$n_{i(M1)}$ - скорост на въртене при превключващия момент за отделните степени.

r_2 - активно съпротивление на фаза на ротора.

r_{di} - активно съпротивление на отделните степени на пусковото съпротивление.

R_i - сумарно активно съпротивление на фаза на ротора за отделните степени.

s_H, s_c - номинално хлъзгане и хлъзгане при установен режим.

$s_{i(M2)}$ - хлъзгане при превключващия момент за отделните степени.

$s_{i(M1)}$ - хлъзгане при максималния допустим момент за отделните степени.

t_{pi}, t_{pe} - времена на развъртане за дадена степен, и за естествената характеристика.

$t_{p\Sigma}$ - общо време на развъртане на двигателя.

U_p - номинално напрежение на ротора.

z_2 - пълно съпротивление на една фаза на ротора.

$z_{2(i)(M2)}$ - пълно фазово съпротивление за дадена степен на пусковото съпротивление за превключващия момент.

$z_{2(i)(M1)}$ - пълно фазово съпротивление за дадена степен на пусковото съпротивление за максималния допустим момент.

$z_{2e(M1)}$ - пълно фазово съпротивление при критичния момент за естествената характеристика.

z_{2c} - пълно фазово съпротивление на ротора при установен режим.

x_2 - индуктивно съпротивление на една фаза на ротора.

$\Omega_{i(M2)}$ - ъглова скорост при превключващия момент за отделните степени.

$\Omega_{i(M1)}$ - ъглова скорост при превключващия момент за отделните степени.

1) Определяне на импеданса и индуктивното съпротивление на фаза на ротора на двигателя

$$z_2 = \frac{U_p}{\sqrt{3} \cdot I_p}; \quad x_2 = \sqrt{z_2^2 - \left(\frac{r_2}{s_H}\right)^2} \quad (1)$$

2) Определяне на хлъзганията при отделните степени на пусковото съпротивление за превключващия момент, за максималния допустим момент, и в установен режим.

$$i = (1 \div m)$$

$$\begin{aligned} s_{i(M2)} &= \frac{M_K}{M_2} s_{ki} - \sqrt{\left(\frac{M_K}{M_2} s_{ki}\right)^2 - s_{ki}^2}; \\ s_{1(M1)} &= 1; \quad s_{i+1(M1)} = s_{i(M2)}; \\ s_c &= \frac{M_K}{M_{c(np)}} s_{ke} - \sqrt{\left(\frac{M_K}{M_{c(np)}} s_{ke}\right)^2 - s_{ke}^2} \end{aligned} \quad (2)$$

3) Определяне на изкуствените и естествената механични характеристики.

Определят се по формулата на Клос при условие, превключването на степените се реализира при зададената стойност на превключващия момент.

$$M_{1(i)} = \frac{2 \cdot M_K}{\frac{s_{i(M1)}}{s_{ki}} + \frac{s_{ki}}{s_{i(M1)}}}, \quad i = (1 \div m); \quad M_{1(e)} = \frac{2 \cdot M_K}{\frac{s_{e(M1)}}{s_{ke}} + \frac{s_{ke}}{s_{e(M1)}}} \quad (3)$$

Проверява се условието действителните стойности на максималния допустим момент за отделните степени на пусковото съпротивление да са по малки от критичния момент.

Определяне на скоростите на въртене при отделните степени на пусковото съпротивление за максимално допустимия момент, превключващия момент, и в установен режим.

$$n_{1(M1)} = 0 \Rightarrow \text{ротора е неподвижен.}$$

$$i = (1 \div m - 1)$$

$$\begin{aligned} n_{i(M2)} &= n_{i+1(M1)} = n_1(1 - s_{i(M2)}); & \Omega_{i(M2)} &= \Omega_{i+1(M1)} = \frac{2\pi n_{i(M2)}}{60}, \\ n_{m(M2)} &= n_{e(M1)} = n_1(1 - s_{m(M2)}); & \Omega_{m(M2)} &= \Omega_{e(M1)} = \frac{2\pi n_{m(M2)}}{60}, \\ n_c &= n_1(1 - s_c); & \Omega_c &= \frac{2\pi n_c}{60} \end{aligned} \quad (4)$$

На базата на получените стойности за моментите и скоростите на въртене се построяват зависимостите на момента от скоростта при пускане на двигателя.

4) Определяне на пълните фазови съпротивления на роторната верига за отделните степени на пусковото съпротивление при превключващия и максималния момент, и в установен режим.

$$i = (1 \div m); \quad r_2 + r_{\sigma i}; \quad i = 1 \div m$$

$$\begin{aligned} z_{2(i)(M2)} &= \sqrt{\left(\frac{R_i}{s_{i(M2)}}\right)^2 + x_2^2}; & z_{2(i)(M1)} &= \sqrt{\left(\frac{R_i}{s_{i(M1)}}\right)^2 + x_2^2} \\ z_{2(e)(M1)} &= \sqrt{\left(\frac{r_2}{s_{m(M2)}}\right)^2 + x_2^2}; & z_{2c} &= \sqrt{\left(\frac{r_2}{s_c}\right)^2 + x_2^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Определяне на фазови токове в роторната верига за отделните степени на пусковото съпротивление, и тока в установен режим на двигателя.

$$I_{2(i)(M1)} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \cdot z_{2i(M1)}}; I_{2(i)(M2)} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \cdot z_{2i(M2)}}; i = (1 \div m); I_{2c} = \frac{U_p}{\sqrt{3} \cdot z_{2c}} \quad (6)$$

5) Определяне времето на развъртане на АД.

Аналитичния метод за определяне на времето на развъртане на двигателя се основава на основното уравнение на електрозадвижването.

$$t_{pi} = \int_{\Omega_{i(M1)}}^{\Omega_{i(M2)}} J_{e(np)} \frac{d\Omega}{M_d(\Omega) - M_{c(np)}(\Omega)} = \int_{\Omega_{i(M1)}}^{\Omega_{i(M2)}} J_{e(np)} \frac{d\Omega}{M_{дин}(\Omega)}; M_{дин}(\Omega) = M_d(\Omega) - M_{c(np)} \quad (7)$$

Чрез интегриране на (7) са изведени формулите за определяне на времето на развъртане при следните допускания:

- Механичният момент на двигателя се изменя по линеен закон в границите на отделните степени на пусковото съпротивление.
- Статичният съпротивителен момент на работната машина е константен по отношение на скоростта в диапазона на изменение на скоростта за дадена степен.

Време на развъртане за отделните степени на допълнителното съпротивление в роторната верига.

Времето на развъртане за отделните степени на допълнителното роторно съпротивление е:

$$\begin{aligned} M_{дин1(i)} &= M_{1(i)} - M_{c(np)}; M_{дин2} = M_2 - M_{c(np)} \\ a_i &= M_{дин1(i)} + \frac{M_{дин1(i)} - M_{дин2}}{\Omega_{i(M2)} - \Omega_{i(M1)}} \Omega_{i(M1)}; b_i = \frac{M_{дин1(i)} - M_{дин2}}{\Omega_{i(M2)} - \Omega_{i(M1)}}; i = (1 \div m) \\ t_{pi} &= J_{e(np)} \frac{1}{b_i} \ln \frac{a_i - b_i \Omega_{i(M1)}}{a_i - b_i \Omega_{i(M2)}} \end{aligned} \quad (8)$$

Времето на развъртане върху естествената характеристика.

$$\begin{aligned} M_{дин1(e)} &= M_{1(e)} - M_{c(np)}; M_{дин2} = 0 \\ a_e &= M_{дин1(e)} + \frac{M_{дин1(e)}}{\Omega_c - \Omega_{e(M1)}} \Omega_{e(M1)}; b_e = \frac{M_{дин1(e)}}{\Omega_c - \Omega_{e(M1)}} \\ t_{pe} &= J_{e(np)} \frac{2,3}{b_e} \lg \frac{a_e - b_e \Omega_{e(M2)}}{a_e - b_e \Omega_c} \end{aligned} \quad (9)$$

Общо време на развъртане на двигателя

$$t_{p\Sigma} = t_{p1} + t_{p2} + \dots + t_{pi} + \dots + t_{pm} + t_{pe} \quad (10)$$

6) Определяне на средните токове през отделните секции на пусковото съпротивление.

$$I_{cp(k)} = \frac{\sum_{i=1}^k (I_{2(i)(M1)} + I_{2(i)(M2)}) t_{pi}}{2 t_{p\Sigma}}; k = 1 \div m \quad (11)$$

3. Числени резултати

Чрез описаната методика са определени токовете през роторната верига, и времето на развъртане на асинхронен двигател с фазен ротор, който задвижва лентов транспортьор за земна маса в мини за открит добив на въглища. Броя на степените и стойностите на допълнителните съпротивления за отделните степени чрез които се пуска и развърта на двигателя, са определени предварително.

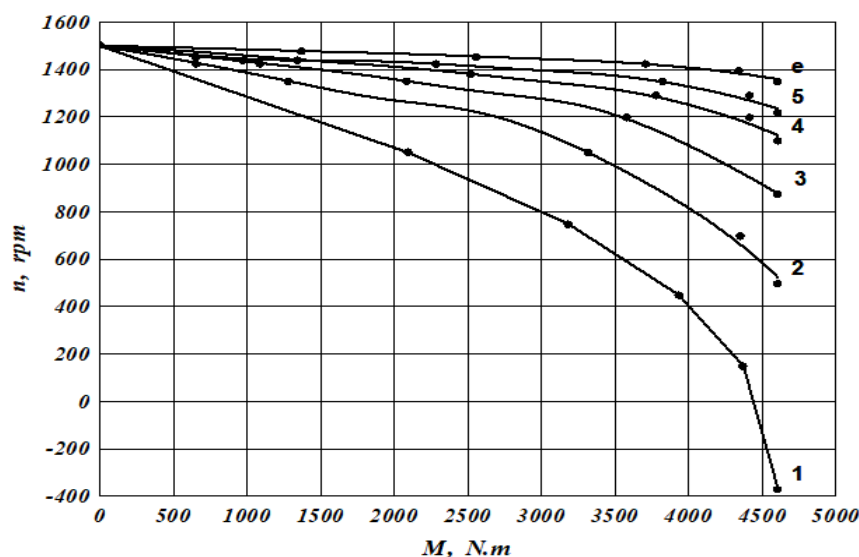
3.1. Изходни данни за двигателя и задвижвания агрегат.

- 1) Тип на двигателя- DSRAJ 35-16.
- 2) Номинална мощност-250 kW.
- 3) Номинално захранващо напрежение-6000 V.
- 4) Номинална скорост на въртене-1470 rpm.
- 5) Линеино напрежение на ротора в номинален режим-836 V.
- 6) Ток през ротора в номинален режим-182 A.
- 7) Активно съпротивление на фаза на ротора-0,047 Ω .
- 8) Инерционен момент на ротора-8,kg.m²
- 9) Вид на задвижвания агрегат-транспортна лента за земна маса.
- 10) Предавателно отношение на редуктора-20.
- 11) Коефициент на полезно действие на редуктора-0,85.
- 12) Статичен съпротивителен момент на задвижвания агрегат-21000 N.m.
- 13) Инерционен момент на задвижвания агрегат-15000, kg.m².
- 14) Брой на степените допълнителното съпротивление-5
- 15) Стойности на допълнителните съпротивления за отделните степени-
 $r_{\partial 1} = 0,544 \Omega$; $r_{\partial 2} = 0,287 \Omega$; $r_{\partial 3} = 0,151 \Omega$; $r_{\partial 5} = 0,042 \Omega$; $r_{\partial 4} = 0,08 \Omega$.

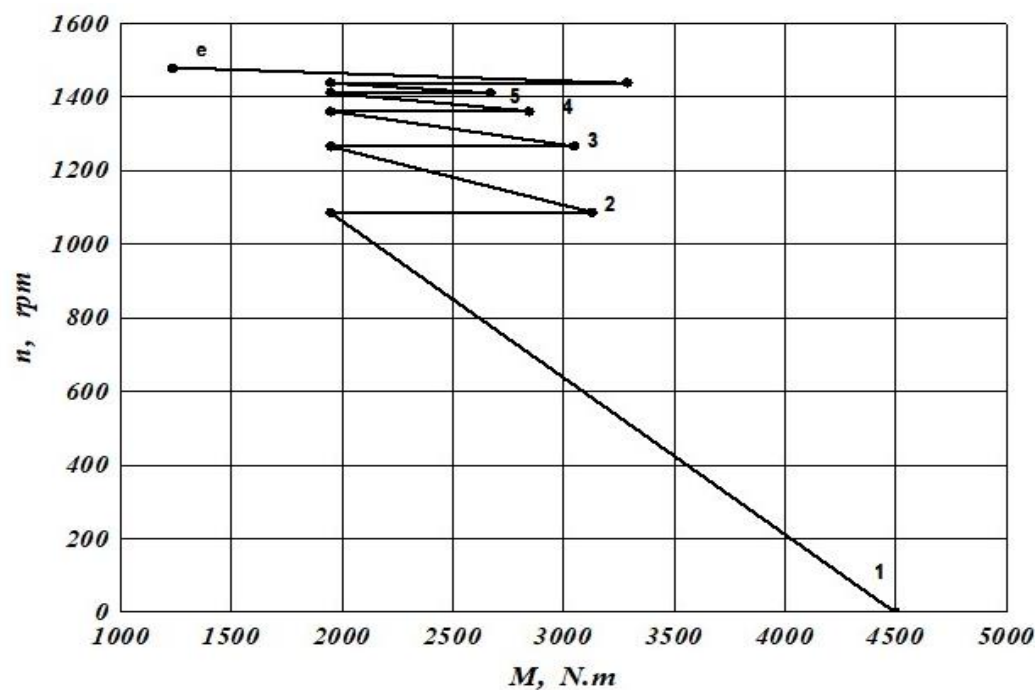
3.2. Резултати

Резултатите от изчисленията са представени в графичен вид на следващите фигури.

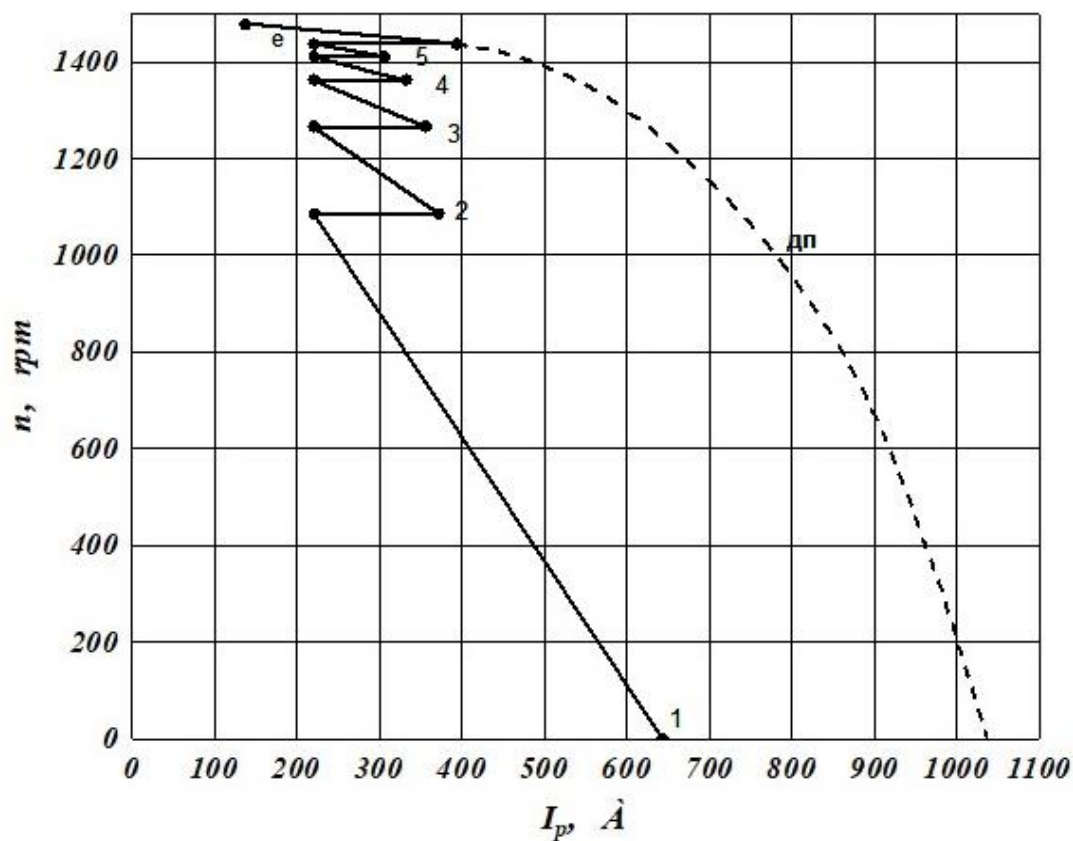
Фиг. 3. Резултати за естествената и изкуствените механични характеристики на двигателя.



Фиг. 4. Зависимост на въртящия момент от скоростта на въртене при пускане на двигателя



Фиг. 5. Зависимост на роторния ток от скоростта на въртене при пускане на двигателя.



Фиг. 6. Зависимост между скоростта на въртене при и времето при пускане на двигателя.

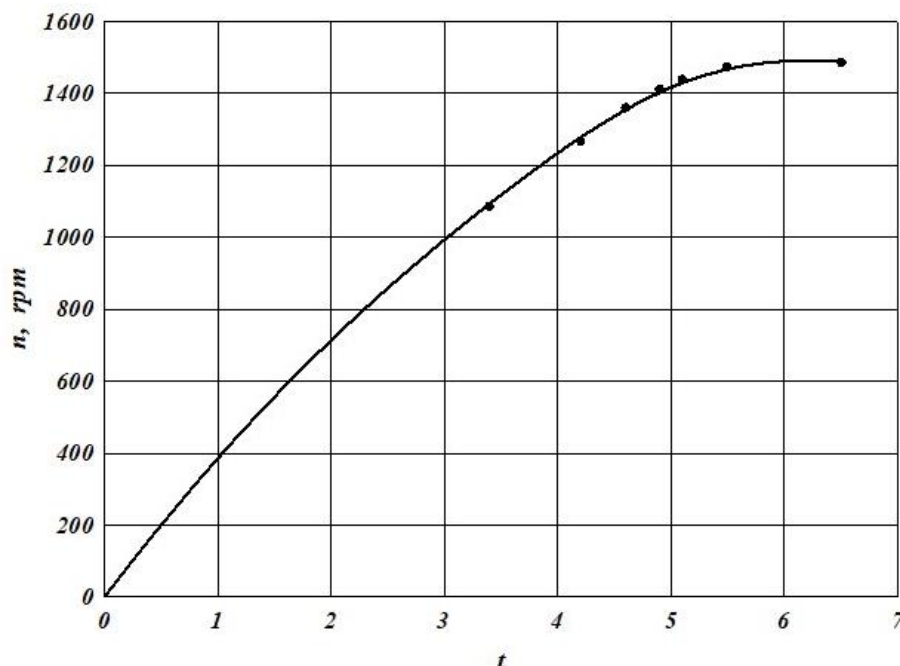


Табл. 1. Резултати за средния ток, времето и режима на работа на отделните секции на допълнителното съпротивление.

Секция на допълнителното съпротивление	1	2	3	4	5
Съпротивление, Ω	0,257	,136	,071	,034	,046
Време на работа, s	3,4	,4	,8	0,3	,2
Среден ток - ,A	267	31	10	341	60
Режим на работа,	ПВ 5%, 20 вкл./час				

4. Заключение

Инженерната методика за изчисляване на тока и времето на развъртане на асинхронен двигател с фазен ротор е разработена на основата на известните аналитичните зависимости, които са дадени в специализираната литература по електрически машини и електрозадвижване.

Методиката дава възможност с достатъчна за практиката точност да се изчисляват токовете и времето на развъртане при пускане на асинхронен двигател с фазен ротор чрез допълнителни съпротивления в роторната верига.

Методиката е приложена за изчисляване и избор на пускови роторно съпротивления двигател с фазен ротор за задвижване на транспортна лента.

Методиката дава възможност да се моделира влиянието на стойностите на допълнителните съпротивления, превключващия и максимално допустимия момент и др., с цел оптимизация на механичната характеристика при пускане и развъртане на двигателя. За тази цел е целесъобразно на базата на математическия модел в методиката да се разработи подходяща изчислителна компютърна програма.

Литература

Динов В., Ст. Шишкова-Панайотова, Електрически машини, Авангард Прима, София, 2008

Драчев Г.И. Теория електропривода, Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 209 с.

Ключев В.И. (2001) Теория електропривода: Учеб. для вузов, Энергоатомдат, М, 2001, 704 с.

Ющенко Л. В, Асинхронные двигатели с фазным ротором и схемы управления. Учебно-методическое пособие, Хабаровск 1999.

Адрес за кореспонденция:

Доц. д-р Диан Маламов,

Пловдивски университет «Паисий Хилендарски»,

Физико технологичен факултет,

Ул. Цар Асен 24, Пловдив 4000,

Тел: 0895587409,'

E-mail: malamov@uni-plovdiv.bg

ПРЕДОСТАВЯНЕ НА СУПЕРВИЗИЯ В ЕЛЕКТРОННА СРЕДА В РАМКИТЕ НА ЕЛЕКТРОННАТА АДМИНИСТРАЦИЯ, КАТО МЕТОД ЗА ПРЕВАНТИВЕН КОНТРОЛ В СОЦИАЛНИТЕ УСЛУГИ

Костадин Марков

ВСУ “Черноризец Храбър”, Филиал -Смолян

PROVISION OF SUPERVISION IN THE ELECTRONIC ENVIRONMENT WITHIN THE ELECTRONIC ADMINISTRATION, AS A METHOD FOR PREVENTIVE CONTROL IN SOCIAL SERVICES

Kostadin Markov

VFU “Chernorizets Hrabar”, Branch – Smolyan

Abstract: The report considers the provision of supervision in an electronic environment within e-government, as a method for preventive control in the provision of social services. An overview of e-government in e-government and the types of supervision - group and individual, the phases for its implementation and practical applicability in the provision of social services, as well as its effectiveness after its implementation.

Key words: *supervision, electronic environment, electronic administration, control, social services.*

Абстракт: В доклада се разглежда предоставянето на супервизията в електронна среда в рамките на електронната администрация, като метод за осъществяване на превантивен контрол при предоставяне на социалните услуги. Извършен е преглед на електронното управление в електронната администрация и видовете супервизия – групов и индивидуален, фазите за нейното реализиране и практическа приложимост при предоставяне на социалните услуги, както и нейната ефективност след провеждането и.

Ключови думи: *супервизия, електронна среда, електронна администрация, контрол, социални услуги.*

Темата за предоставяне на супервизията в електронна среда в рамките на електронната администрация, като метод за превантивен контрол в социалните услуги е доста актуална в последните няколко години в условията на пандемична обстановка при COVID – 19.

Основна задача на изследването е да се представи, предоставянето на супервизията в социалните услуги в електронна среда, с оглед осигуряване на безопасност на служителите и потребителите в условията на извънредно положение.

Служителите, осъществяващи дейности по предоставянето на социални услуги имат нормативно определено право в чл. 122 от Закона за социалните услуги, имат право на редовна супервизия за подкрепа в процеса на работата си.(чл. 122 от Закона за социалните услуги)

В нашата страна терминът електронното управление се отъждествява с електронното правителство, поради неточност в превода. Електронното управление включва в себе си термина **дигитално управление, дигитална администрация или он-лайн управление**, който обобщава употребата на комуникационни или информационни технологии, при предоставянето на публични услуги на гражданите.

Съгласно нашето законодателство, електронни услуги са услуги, заявени или предоставяни от разстояние чрез използването на информационни технологии.(чл. 8, ал. 1 от Закона за електронно управление)

Органите и лицата, изпълняващи публични функции, са длъжни да предоставят всички услуги в рамките на своята компетентност, дистанционно в електронна среда.

Електронното управление урежда обществените отношения между административните органи, свързани с работата с електронни документи и предоставянето на административни услуги по електронен път, както и обмена на електронни документи между административните органи.

За предоставянето на супервизията в електронна среда в рамките на електронната администрация в социалните услуги от разстояние, необходимо условие е наличието на комуникационни или информационни технологии от страна на служителите и супервизора, както и използването на добра и надеждна интернет връзка.

Супервизията води своето начало от извършваната социална работа в Америка. Нейна обща цел е да окаже подкрепа на хората от подпомагащите професии – социални работници, възпитатели, педагози, лекари и други посредством консултиране.

Понятието супервизия има латински корени, като съставните му части в английския език означават съответно: *super* (lat) *over* (en) - над, върху, горе и *vidare* (lat) *watch, see* (en) виждам, следя, наблюдавам, бдя, пазя. (Български тълковен речник, 2012.) Най-често се приема, че буквалното значение на понятието е гледане от горе, наблюдаване, надзиране.

В специализираната литература съществуват различни определения за думата супервизия:

- Процес на дискутиране на проблеми и конфликти в професионалното взаимодействие, който протича съобразно определени правила;
- Методически структурирана рефлексия на професионалната дейност, която се осъществява на когнитивно и на емоционално равнище. Рефлексия е термин в психологията, означаващ самоанализ на собствените мисли и преживявания. Това е процес, при който човек опознава своите вътрешни психически състояния; (Български тълковен речник, 2012)
- Консултиране насочено към професията по следните два начина: чрез *рационален диалог* – реконструкция на опита от практиката и *психотерапевтично-ориентирана методика* – чрез психотерапевтични подходи се разкриват професионалните взаимовръзки;
- Процес, който съчетава елементи от специализирано консултиране и психотерапия.

Пауъл и А. Бродски, диференцират различни походи при диференцирането на супервизията и обособят следващите категории дефиниции: (Писков, Костадин, 2012)

- *Правни дефиниции* - отразени в нормативни дефиниции, засягащи професионалния статус и функции на специалистите, показател за длъжностния и обществен статус;
- *Административни дефиниции* - насочени към супервизията която се среща в университетите и в организациите, престояващи социални услуги;
- *Клинични дефиниции* - насочва определенията към пряката актуална работа на супервизираните с клиентите;
- *Комплексни (смесени) дефиниции* - по широк набор от компоненти и характеристики, съставлящи съдържание на понятието

Супервизията съчетава елементи от специализираното консултиране и от психотерапията, тъй като тълкуването на проблемите се извършва на тези две равнища. Така се създават условия за осъзнаване на собственото поведение в професията и свързаните с него чувства, както и за предприемането на конкретни действия за позитивна промяна. Супервизията използва и двата начина на тълкуване, като ги модифицира според основната си цел: да се подобри работната ситуация.

Основната цел на супервизията е подобряване на работната ситуация, което включва:

- подобряване организацията на работа и работната атмосфера;
- нарастване на специфичната за съответното поле компетентност;

- психохигиена - превенция и развиване на способност за справяне вътрешни напрежения;
- развиване на способността за съвместна работа /коопериране/.

Основни теми, които се обсъждат по време на супервизия:

- несправяне със ситуацията при клиенти, чиито проблеми не се разрешават;
- претоварване с роли;
- полето на взаимодействие с клиенти със социални проблеми е многозначно и неспецифично;
- поради натрупване на проблеми от различно естество често възниква нужда от рефлексия;
- трудноизмеримият успех в професията води до конфликт между специалиста с помагача професия и управлението /между контрол и помощ/;
- емоционалните и личностни характеристики на специалиста се проявяват в единство с професионалната му дейност - чрез супервизия се постига ясно разграничаване между личност, роля и функция на специалиста;

Супервизията позволява на специалиста да акцентира вниманието си върху целите и насоката на своята работа, да си изгради стратегия и тактика на работата с клиентите, да планира и прогнозира ефектите от извършваните услуги, интервенции, терапия, също така да осъзнава собствените грешки и да коригира планове за работата с клиентите.

При провеждане на супервизията се работи с конкретика. Могат да бъдат поставяни въпроси от професионална гледна точка от ежедневието на участниците, но и въпроси свързани със съвместната им работа с лица, различно поставени в йерархията.

Тематичните полета, които могат да се обсъждат на сесия по супервизия се свеждат до:

- *несправяне със ситуацията* – в работа с клиент се създава усещане за несправяне, което изисква намесата и даването на обратна връзка от друг специалист;
- *поемане на много роли* – участието на отделен специалист в различни екипи създава усещането свръхнатовареност, което налага потребност от провеждането на супервизия;
- *потребност от рефлексия* – натрупването на проблеми от различно естество повишават напрежението;
- *особености на взаимодействието с клиентите* – то е многозначно и многопосочно, а в определени случаи обвързващо;
- *ефект на закъснението* – поставя се акцент на проблемите твърде късно, поради което се затвърдява негативен опит и погрешно поведение;
- *усещане за безсилие* – специалистът усеща безсилието си пред психосоциалните фактори, пораждащи проблемна ситуация или към висшестоящите;
- *емоционални и личностни характеристики на специалиста* – необходимо е да се прави разграничаване между личност, роля и функции на специалиста;
- *усещане за власт* – по отношение на клиента специалистът има твърде много власт;
- *потребност от саморефлексия* – необходимост от поглед към собствената дейност в професионална среда;
- *трудно измерване на успеха* – което води до конфликт между контрол и мощ, т.е. между специалиста с помагача професия и управлението.

Основните функции на супервизията във връзка с нейното планиране и реализиране се свеждат до:

- анализ на динамиката на професионалните отношения между клиент и професионалист и между професионалисти;

- изследване отражението на отношенията между професионалисти и клиенти или между професионалисти и изясняване на съвместимостта/несъвместимостта на психичните и институционалните структури.

Супервизията се интерпретира и като насочване, инспектиране работата на другите или на дейността на една организация. В социалната работа супервизията може да се разглежда като метод за осъществяване на превантивен контрол при предоставяне на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността.

Супервизията при предоставянето на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността се провежда в атмосфера на закрила и създаване на особена връзка между супервизор и супервизиран или между супервизор и група.

Провежданата супервизия при предоставянето на социалните услуги е ориентирана към бъдещето, т.е. към отстраняване на установените проблеми, вземане на конкретни решения и постигане на поставените цели.

При реализирането на самата супервизия в екипа е необходимо да се отчете, че тя *не е метод за предаване на знания и не служи само на самопознанието*, а разяснява проблемите в дискусия с ясно изразена връзка между съответните професионални функции и ги насочва към определяне на цели за разрешаване.

Реализирането на супервизията в екипа е комплексно събитие, срещат хора се хора, които се виждат всекидневно и са в постоянен контакт помежду си. Работните отношения между тях могат да са от различен тип:

- Екип от експерти или изпълнители – малка група от специалисти, които изпълняват обща задача в продължение на определено време;
- Може да бъде екип от институции/организации – където самият екип е организация или екипът може да бъде част от една организация и да я управлява.

Основният фокус на супервизията в практическата социална работа се съсредоточава именно върху осигуряването и поддържането на високо качество на обслужването в контекста на административната функция на супервизорската дейност.

Необходимостта от провеждането на *супервизия в социалната работа при предоставянето на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността* се обуславя от:

- Усложняването в работата на социалните работници, поради динамиката на социалната работа в следствие на социалните промени и проблеми;
- Необходимостта от извършване на превантивен контрол от гледна точка на стандартите и критериите при предоставяне на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността и диференцирането на социалните ситуации поради промяната в потребностите на потребителите;
- Повишените изисквания за качество на услугите налагат необходимостта специалистите в социалната сфера да въведат и използват в практиката си нови методи на работа;
- Променящите се потребности на потребителите в контекста на променящата се социална ситуация стават все по трудни за покриване на изискванията с конкретни методи на работа а и за управление;
- Социалните работници въвеждат в своята работа интегрирани техники, за които са им необходими експертни компетенции.

Социалните работници срещат различни групи трудности при изпълнение на своите трудови задължения с колеги, в институцията и в работата като цяло. Те преживяват по различен начин и в различна степен трудностите, съобразно индивидуалните им особености и спецификата на работата като например:

- Затруднение в дистанцирането – изразява се в трудности в поставянето на дистанция между себе си и това, което вижда;

- Негативни чувства – отрицателните преживявания, могат да доведат до страдание или да „професионално изгаряне“;
- Изпълнение на твърде много роли и функции, свързани с тях, което води до поява на дисфункционалност, която води до конфликти;
- Затруднения при прилагането на нормативната уредба касаеща предоставянето на социалните услуги във връзка с нормалното изпълнение на преките служебни задължения;
- Конфликт между професионалната компетентност и бързо променящите се потребности на клиентите и динамиката на социалната среда като цяло, което предизвиква необходимост от нови знания и умения;
- Несигурност за ползата от извършваната дейност, която се изразява в потребност от разсъждение върху смисъла на практика от работата на социалния работник;
- Липса на достатъчно възможности за споделяне на опит с оглед повишаване способностите на социалните работници за анализ и оценка на ситуацията при предлагане на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността. (Писков, Костадин, 2012)

При реализиране на супервизията в специализираните институции и услугите в общността се прилага индивидуална и групова супервизия.

Груповата супервизия представлява среща на супервизора с група от хора, като всеки от групата представя някакъв проблем свързан с изпълнение на преките задължения в рамките на предоставяната социална услуга, останалите от групата предлагат отзиви или коментари, а супервизорът ръководи сесията. Груповата супервизия може да бъде реализирана в рамките до 2 часа от общото време за провеждане.

Индивидуалната супервизия представлява индивидуална среща с конкретен специалист, който представя проблеми свързани с изпълнение на преките задължения в рамките на предоставяната социална услуга, а супервизорът ръководи сесията, предлага отзиви или коментари. Индивидуалната супервизия може да бъде реализирана в рамките до 1 час за всеки специалист в зависимост от проблемните зони при предоставяне на социалната услуга но не повече от 3-5 часа от общото време за провеждането.

Супервизията приключва с преглед на задължителната документация водена от специализираната институция или услугата в общността при предоставяне на социалната услуга. Прегледа на документацията в рамките на провежданата супервизия, може да бъде реализиран в рамките от 1-3 часа от общото време за провеждане в зависимост от проблемите.

Според Марков, в зависимост от типа на предлаганата социална услуга – специализирана институция или услуга в общността се определят и фазите за провеждане на обща супервизия както следва: (Марков. К., 2011)

- Обща организация на работата в институцията - сграден фонд /общо състояние/, двор, площадки; отопление, разход на горива; автомобилен парк – състояние; капацитет на дома, действително заети места, брой лица в момента на проверката; лица поставени под запрещения;
- Регистър на настанените лица;
- Финансиране на специализираната институция - Единен разходен стандарт за финансиране на делегираните от държавата дейности чрез общинските бюджети, разпределение на издръжката по параграфи; изразходвани средства за издръжка за съответната бюджетна година; дарения, договори за дарения; приемателно - предавателни протоколи; заприходяване и осчетоводяване на даренията; изписване на даренията;
- Стандарти и критерии за обслужващ персонал - численост на персонала; структурно и поименно щатно разписание; периодична оценка за изпълнение на задачите от персонала; провеждани обучения за повишаване квали-

фикацията на персонала; оказана методическа помощ относно подобряване на грижите за потребителите на социални услуги в институцията;

- Стандарти и критерии за хранене - разработен почасов режим на хранене; разработено седмично меню за хранене; осигурен брой месни дни; закупуване на хранителните продукти; Фирми-доставчик на хранителните продукти; договори за доставка; състояние и съхранение на хранителните продукти; организация на храненето; основен и междинен склад; предписания на ХЕИ и ДВСК, изпълнение на предписанията;
- Санитарно-хигиенно състояние на институцията - лична хигиена на потребителите, поддържане и контрол; състояние на постелния инвентар и облеклото; наличност и съхранение; санитарно-хигиенно състояние на помещението, санитарни възли, кухненски блок, трапезария, складови помещения, дезинфекция и стерилизация;
- Организация на социалното обслужване - лични дела на потребителите; договор за извършване на социални услуги; документи свързани с настоящестеството на потребителите на социални услуги; индивидуален план на потребителя на социални услуги;
- Стандарти и критерии за здравни грижи - медицинско обслужване на потребителите; планове за здравни грижи; кой ги изготвя; профилактични прегледи; терапевтични и рехабилитационни дейности; състояние на медицинската база, апаратура; спешен и манипулационен шкаф;
- Формиране, изчисляване и събиране на таксите за ползване на социални услуги в институцията - формиране на таксите; ред и начин на получаване на пенсии; ред и начин на заплащане на таксите.

Важен момент преди реализиране на супервизията при предоставяне на социалните услуги е нейното договаряне, което протича условно през следните етапи:

- Изпращане на заявка до супервизора за провеждане на супервизията;
- Връщане на потвърждение до заявителя и определяне на фазите за провеждането на супервизията;
- Отчитане на супервизията - чрез попълване на карта от проведената супервизия, водене на протокол от проведените сесии или изготвяне на цялостен доклад от супервизора.

Супервизията е административен и клиничен процес, предназначен за реализиране на превантивен контрол при предоставяне на социалните услуги в специализираните институции и услугите в общността и да съдейства на практикуващия специалист да постигне възможно най-доброто обслужване на клиента както в количество, така и в качествено отношение в съответствие с институционалната политика, процедурите на работа и в духа на позитивен контакт между супервизор и специалист.

В заключение можем да направим извода, че предоставянето на супервизията в социалните услуги в електронна среда от разстояние, чрез използването на комуникационни и информационни технологии има важен икономически и социален ефект. Спестява се човешкият фактор време, както и средства за разходи по организацията и предоставяне на супервизията в социалната услуга.

Литературни източници:

Марков К., "Наръчник за извършваната контролна дейност от инспектората на Агенцията за социално подпомагане, на проверяваната административна структура – Регионална дирекция социално подпомагане, Дирекция социално подпомагане, специализираните институции за социални услуги и социални услуги предоставяни в общността." - електронен журнал - ВСУ "Черноризец Храбър", бр. 3, 2011 г.

Писков, Костадин, Мониторингът-новата визия за предоставяне на социални услуги, сп. Родопи, Смолян, бр. 3-4, 2012, стр.10



Български тълковен речник, 2012, <http://www.t-rechnik.info/>, последно влизане 11.10.12.

Закон за администрацията, изм. ДВ. бр. 21 от 13 Март 2020 г. (www.Lex.bg) 09.09.2021.

Закон за електронното управление, доп. ДВ. бр. 85 от 2 Октомври 2020 г. (www.Lex.bg) 09.09.2021.

Закон за социалните услуги, доп. ДВ. бр. 14 от 17 февруари 2021 г. (www.Lex.bg) 22.10.2021.

*Доц. д-р Костадин Марков,
ВСУ "Черноризец Храбър"- филиал Смолян,
4700, гр. Смолян, ул. Перелик № 2, България,
gsm:00359878368630, kosi69@abv.bg*

УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИЗМЕРВАНЕ И ОТЧЕТНОСТ НА КОНТРОЛНАТА ДЕЙНОСТ В ДИГИТАЛНАТА АДМИНИСТРАЦИЯ, ИЗВЪРШВАНА ОТ ИНСПЕКТОРАТИТЕ В АДМИНИСТРАЦИЯТА

Костадин Марков

ВСУ “Черноризец Храбър”, Филиал – Смолян

IMPROVEMENT OF THE INDICATORS FOR MEASUREMENT AND REPORTING OF THE CONTROL ACTIVITY IN THE DIGITAL ADMINISTRATION, PERFORMED BY THE INSPECTORATES IN THE ADMINISTRATOR

Kostadin Markov

VFU “Chernorizets Hrabar”, Branch – Smolyan

Abstract: The report presents the improvement of the indicators for measurement and reporting of the control activity in electronic environment within the digital administration, performed by the inspectorates, through the use of communication and information technologies in the administrative environment according to the normative requirements of the Electronic Government Act.

Key words: *digital administration, electronic environment, indicators for measurement and reporting, control activity and inspectorate.*

Абстракт: Докладът представя усъвършенстването на показателите за измерване и отчетност на контролната дейност в електронна среда в рамките на дигиталната администрация, извършвана от инспекторатите, чрез използването на комуникационни и информационни технологии в административната среда съгласно нормативно определените изисквания на Закона за електронното управление.

Ключови думи: *дигитална администрация, електронна среда, показатели за измерване и отчетност, контролна дейност и инспекторат.*

Разглежданата проблематика в доклада е актуална с оглед осъвременяването на показателите за измерване и отчетност на контролната дейност в нормативно определените условия за дигиталната администрация в електронна среда, извършвана от инспекторатите в административната система, чрез използването на комуникационни и информационни технологии.

Основна задача на изследването е да се дигитализират основните използвани документи в контролната дейност с оглед осъвременяване на показателите за измерване и отчетност.

Според нормативно определените изисквания дигитализацията представлява, създаването на електронни документи в електронна среда, чрез използването на комуникационни и информационни технологии и премахване на хартиените документи. (Закон за електронното управление)

Съгласно Закона за електронното управление всяка една административна структура създава интегрирана информационна система, чрез която ще се дигитализират основните документи, свързани с осъвременяването на показателите за измерване и отчетност на контролната дейност от инспекторатите в административната система.

Инспекторатите са органи, пряко подчинени на ръководителите на публичните административни структури и имат за задача да осъществяват контрол върху дейността на съответните министерства, агенциите и техните териториални звена. Вътрешния административен контрол върху дейността на администрацията в Република България

се осъществява от Инспекторатите, работещи по чл. 46 и чл. 46а от Закона за администрацията. (чл. 46 и чл. 46а от Закон за администрацията)

Извършваната контролна дейност в административната система е интегриран процес, изпълняван от ръководителите на инспекторатите или от специално подготвен персонал – инспектори, одитори, разследващи или други специалисти.

Основното предназначение на контролната дейност е да ограничи рисковете пред административното изпълнение, като осигури информация за отклонение на процесите, резултатите и ефектите от административната дейност в сравнение с целите, плановите или стандартите на административната структура, като изработи адекватни коригиращи мерки и следи за прилагането на тези мерки в практиката.

Водещо място в контролната дейност извършвана от инспекторатите има инспекторския контрол, извършван от инспекторите, наред с одитния и разследващия контрол.

Вътрешния административен контрол, извършван в административната система е специфичен метод на контрол, изпълняван от инспектори с необходимата квалификация и професионална подготовка. Този вид контрол се различава от други прилагани методи за осъществяване на контрол, като извършване на одит или разследване по начина на изпълнение. Контролната дейност извършвана в административната система представлява предприета от ръководителя на административната структура дейност, възложена на инспекторския екип, насочена за подобряване на дейността на конкретната администрация. Предназначена е да помага за постигането на организационните цели чрез постигане на систематичен, дисциплиниран подход за измерване, оценка и даване на предложения за корекция на установени отклонения на изпълнението, насочени към ограничаване и намаляване на риска за постигане на поставените административни цели.

Контролната дейност извършвана от инспекторите се осъществява чрез изпълнение на възложени проверки и изготвяне на констативни протоколи, доклади и оценки за установяване на:

- съответствие на постигнатите резултати и ефекти от административната дейност и качеството на административните услуги на гражданите с мисията, стратегическите, организационните и оперативни цели и политиките, съобразно критериите за навременно, етично, морално, икономично, ефективно, ефикасно изпълнение на поставените цели, съобразно качеството на услугата в полза на гражданите;
- изпълнение на задълженията на административната система за отвореност, достъпност, прозрачност и отчетност;
- изискванията за законосъобразност или съответствие на изпълнението на административните компетенции със законовите и подзаконови нормативни актове, възложени от органите на изпълнителната власт.

Утвърждаването и ефективното прилагане на вътрешно административния контрол на всички нива в административната система от инспекторатите, ще ограничи рисковете при административното изпълнение и законосъобразност на възложените от органа по назначаване задължения и компетенции.

Извършваният контрол от инспекторите е изправен пред потенциални рискове за не постигане на възложената му мисия, цел, конкретни резултати и ефекти от контролната дейност. Това налага при извършване на инспекторската дейност да бъде изградена и поддържана способност за вътрешен контрол на качеството на дейността. Тази вътрешна способност за контрол на качеството на инспекторската дейност може да бъде резултат от система от политики, критерии, процедури и техники, които гарантират поддържане на *качествените и количествените критерии и показатели – параметри* за извършване на качествен контрол.

Според Иванов, основните цели на системата за контрол на качеството е да се: (Иванов. Т., 2009 г., стр. 156)

- ограничат рисковете за некачествена инспекционна дейност и постигането на контролните цели;
- гарантира в приемлива степен, че дейността е законосъобразна, навременна и етично;
- гарантират икономични, ефективни, ефикасни и с най-голяма полза за гражданите контролни услуги;
- създаде увереност, че цялостния процес на осигуряване, управление и контрол на качеството, съответства на поставените цели и допринася за постигането на публично доверие към осъществяваната инспекторска дейност.

Постигането на тези цели изисква задълбочен анализ и извеждане на параметрите на инспекторския процес с оглед разкриване на *ключови, качествени и количествени показатели*, които могат да послужат като *индикатори за оценка качеството* на инспекторската дейност. Прилагането на метода на “хоризонтален бенчмаркинг” към извършваната дейност на инспекторатите в административната система в България, тяхното сравнение, както и сравненията и прилагането на добрите практики на други страни, е подходящ инструмент за насочване към основните количествени и качествени показатели, които могат да послужат като средство за сравняване, измерване и оценка на утвърдената инспекторска дейност, прилагана в администрацията.

Използването на този метод позволява да бъдат изведени и селектирани количествени и качествени показатели, характеризиращи работата на инспекторатите в административната система, които могат да бъдат приети за базови изисквания и основа за структуриране и утвърждаване на Единни стандарти за работа на инспекторатите.

Въвеждането и утвърждаването на хоризонталния бенчмаркинг, при определяне на количествените и качествените показатели на извършваната контролна дейност от инспекторатите в административната система включва цикъл, съдържащ следните шест фази:(Иванов. Т., 2009 г.)

- Установяване на политика, дейност или практика, за която ще се прилага този инструмент. Това може да бъде политиката, дейността и утвърдената практика за извършване на вътрешен контрол на административната дейност в страната от инспекторатите структурирани в административната система;
- Избор на обект за сравнение. Това ще бъдат инспекторати от други европейски и развити страни, прилагащи политиката и практиката за извършване на вътрешен контрол на администрацията;
- Определяне на насоки за съответната политика, дейност или практика в Европейския съюз, в други страни и страната в краткосрочен, средносрочен и дългосрочен план;
- Идентифициране на ключови критерии, параметри и индикатори, по които ще се извършва сравняването. Това е ключова фаза от цикъла на сравняване, от която зависят крайните резултати. Чрез съпоставяне на вътрешните правила и методическите документи за работа на сравняваните инспекторати с оглед да бъдат идентифицирани критерии, показатели и индикатори, които могат да послужат за целите на хоризонталния бенчмаркинг;
- Събиране на данни за критериите и индикаторите за сравнение от другите инспекторати от Европейския съюз или развитите страни;
- Анализ и идентификация на възможностите за подобряване на вътрешните правила и методическите процедурни документи, които да послужат като основа за изработване на примерни вътрешни правила и методически указания за всички инспекторати, както и единни стандарти за дейността на инспекторатите извършващи контрол в администрациите, които ще послужат за основа за организиране, управление и контрол на качеството на извършваната инспекторска дейност.

В резултат от прилагането на този цикъл, могат да се локализируют съдържателни и процедурни количествени и качествени показатели, наречени критерии и индикатори за измерване и оценка на дейността.

Наличните характеристики – качествени и количествени показатели или критерии и индикатори са изведени при съпоставяне на националната и международната практика на инспекторатите, дискутирани при участието ми в процеса на проведено обучение на 200 инспектори, извършващи контролна дейност в административната система, проведено в периода 01.04.2009 г. до 24.04.2009 г. в гр. София. В рамките на обучението, формираните фокус групи работеха по следните въпроси:

1. Формулиране на основните изходни позиции за работа на инспекторатите в държавната администрация в контекста на европейското административно пространство.
2. Правна рамка за дейността и анализ на административния капацитет на инспекторатите.
3. Видове контрол. Програмиране и планиране на контролната дейност на инспекторатите.
4. Организиране на вътрешния административен контрол. Методически указания за извършване на контролната дейност.
5. Вътрешни правила и единни стандарти за работата на инспекторатите.

В резултат на проведените мозъчни атаки и последователни дискусии в процеса на обучението, насочени към извеждането на ключови показатели – критерии и показатели за подобряване на дейността, се направиха изводи за допълване на критериална рамка в *съдържателно и процедурно направление*.

По съдържателните ограничения:

- Издаване на отделен законов акт, допълване на Закона за държавната администрация или отделен подзаконов акт на Министерски съвет – правилник, наредба или инструкция за усъвършенстване на нормативната рамка за статута, подчинеността, унифицираните функции и правила за работата на инспекторатите;
- Инспекторатите да бъдат определени като контролни органи с нормирани правомощия и да бъдат по-добре разграничени и съгласувани одитните и инспекторските задачи;
- Усъвършенстване на Единния класификатор на длъжностите, по отношение на включване на инспекторатите като обособена професия в определена графа и по-добро позициониране на инспекторската длъжност в него;
- Гарантиране независимост от принципала и работодателя и други фактори, ограничаващи обективността на оценките, независимо от подчинеността на инспекторатите – Министерски съвет, министерствата или агенциите;
- Да се гарантира по-добро заплащане, стабилност и йерархичен растеж на инспекторите и предвид голямата заетост в командировките да се предвиди адекватно заплащане и плаващо работно време;
- Добавяне на изискване за изработване на психопрофил на инспекторите с цел оценка на пригодността за заемане на длъжността, както и изпитателен стаж и въвеждащо обучение;
- Да се подобри съотношението между инспекторите и техническия персонал;
- Приемане на Етичен кодекс за инспекторската дейност;
- Регламентиране на функциите на Главния инспекторат и неконсолидирани виждания за подчиняване на инспекторатите на Главния инспекторат.

По процедурни ограничения:

- Да се разработи унифицирана методика за оценка на корупционния риск;
- По-добро регламентиране на отчетността на инспекторите;

- Процедурите за контрол да се представят в отделен наръчник за стандартите за инспекторска дейност;
- Да се подобри координацията между инспекторатите и се предвидят правила за изпълнение на съвместни проверки;
- Подобряване на документирането на резултатите от инспекторския контрол;
- За ограничаване на дублирането на контролната дейност да се регламентира уведомяване на прокуратурата при констатирани престъпления, както и събраните доказателства да имат правна сила при търсени на наказателна отговорност.

В заключение можем да кажем, че изведените ограничения в процеса на проведената мозъчна атака и последователни дискусии, ще послужат при усъвършенстването на основните характеристики/критерии, индикатори и мерки за съдържателно и процедурно характеризирание на вътрешния административен инспекторски контрол и структуриране на окончателната рамка на основните критерии, индикатори и мерки за оценка на инспекторската дейност.

Утвърждаването на тези критерии и индикатори при извършване на вътрешно административния контрол в административната система от инспекторатите, могат да послужат за основа при разработването на единни стандарти за работата на инспекторатите в Република България.

В заключение можем да направим извода, че с дигитализацията на основните документи използвани в контролната дейност на инспекторатите с оглед усъвършенстването на показателите за измерване и отчетност, ще се бъде налице икономическия фактор от гледна точка на човешки ресурс, икономия на материали и по-малко средства за командировка на служителите от инспекторатите. С дигитализацията на основните документи в интегрираните информационни системи на административните структури, ще се премахнат хартиените документи.

Литературни източници:

Анализ на административния капацитет на инспекторатите по чл.46 и 46а от Закона за администрацията, МС, С., 18.03.2009 г.

Иванов, Т., Вътрешен административен контрол върху дейността на администрацията. Анализ и доклади относно вътрешния административен контрол., СД "Ракурс", С., 2009 г.

Марков, К., "Методика за контролната дейност в инспектората на агенцията за социално подпомагане.", електронен журнал, ВСУ "Черноризец Храбър", бр. 3, 2011 г.

Закон за администрацията, изм. ДВ. бр. 21 от 13 Март 2020 г. (www.Lex.bg) 09.09.2021.

Закон за електронното управление, доп. ДВ. бр. 85 от 2 Октомври 2020 г. (www.Lex.bg) 09.09.2021.

Закон за социалните услуги, доп. ДВ. бр. 14 от 17 февруари 2021 г. (www.Lex.bg) 22.10.2021.

*Доц. д-р Костадин Марков, ВСУ "Черноризец Храбър"- филиал Смолян,
4700, гр. Смолян, ул. Перелик № 2, България,
gsm:00359878368630, kosi69@abv.bg*

УСТОЙЧИВ КВАРТАЛ

Милена Недева, Димитър Недев, Костадин Недев

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”,

Физико-технологичен факултет

SUSTAINABLE QUARTER

Milena Nedeva, Dimitar Nedev, Kostadin Nedev

Plovdiv university “Paisii Hilendarski”

Faculty of physics and technology

Abstract: Sustainable development comprises many dimensions. It requires an integrated approach with an understanding of complex and often conflicting relationships. Cities can use different instruments to incorporate the environment into urban design: policy, processes, planning and management mechanisms. However, only about 20% of the world's 150 largest cities have the basic tools needed for sustainable and low-carbon planning. Delivering sustainable neighbourhoods requires bundling plans and investments tailored to the political, economic and social contexts of each city. It is all in a mixture with smart city concept and Industry 4.0.

The main goals for the project is to find an economically sustainable technological solutions for Bulgarian sustainable neighborhoods in three aspects: sustainable energy, reduction of CO₂ and RRR (Reduce, Reuse, Recycle).

Key words: *sustainable neighborhood, circular economy, green energy, solar, AI*

Резюме: Устойчивото развитие е постигане на баланс между социалните и екологичните принципи, като социално оправдано и екологосъобразно икономическо развитие.

Устойчиво е развитието, което удовлетворява потребностите на настоящия живот и животът на бъдещите поколения.

В тази връзка е необходим интегриран подход за намирането на устойчиви решения. Градовете могат да използват инструменти за да въплътят устойчивостта в градския дизайн, като политики, процеси и планиращи механизми. Към момента, само около 20% от 150-те най-големи градове в света, притежават основните инструменти за устойчиво и дългосрочно планиране. Всичко това е в комбинация с концепцията за технологично умен град и индустриализация 4.0. Основната цел на доклада е да намери икономическо обосновано устойчиво решение за българските квартали.

Ключови думи: *устойчив квартал, зелена енергия, фотоволтаични системи, произведена електрическа енергия kWh.*

Въведение: Светът и в това число България са изправени пред два основни проблема: първият е, че ако живеем така както живеем в момента средно ще ни трябват около две планети с ресурси за може да задоволим нуждите си. Вторият основен проблем е, че добива и преработването на тези ресурси предизвиква отделянето на огромни количества въглероден диоксид. България, като част от ЕС, и „Зелената сделка“ се е ангажира да намали драстично нетните емисии на парникови газове до 2050 година с цел предотвратяването на по-нататъшната промяна на климата.

За да се постигне този резултат всички ние като планета, съюз и държава е необходимо да променим начина по който живеем, начина по който се придвижваме и начина, по който работим. Тук идва и голямата роля на устойчивите квартали. В настоящия доклад под квартал ще се разбира улица с 8-10 къщи, всяка с площ около 200 m² и прилежащите им площи.

В момента нашите квартали са линейни. Под това понятие се има предвид, че ресурсите се внасят и консумират, а се изнасят боклуци и отпадъчни води. Посоката на движение на ресурсите е в една права линия с посока от ресурсите към отпадъците (фиг. 1).

Това което настоящият проект цели, е да се създаде кръгов, а не линейен поток на ресурси, т.е една система, която в по-голямата си част нито приема, нито извърля ресурси.

В доклада се разглежда само кръговата консумация на електрическата енергия, но трябва да се има предвид, че системата на устойчивия квартал е едно цяло и тя не може да съществува като отделни системи.

Свързани с мрежата системи и автономни решения

Една свързана с мрежата соларна система конвертира постоянния ток от фотоволтаичните панели в променлив, подходящ за мрежово захранване. Основните й компоненти обикновено са енергиен източник (панели), инвертор и измервателно устройство (електромер). При отпадане на основното мрежово захранване свързаната соларна система също остава без връзка с мрежата и енергията от фотоволтаичните панели не е достъпна за ползване. С добавянето на батерии с мрежова връзка и подходящ инвертор системата би могла да изпълнява успешно ролята на непрекъсваемо/резервно токозахранване. Батериите ще осигурят необходимата енергия за всички или някои от основните товари, в съответния обект, по време на подобно прекъсване на електроподаването.

С някои допълнителни компоненти такава конфигурация може да обезпечи съхраняването на енергия от мрежата извън периодите на пиково потребление при пониски тарифи, както и излишъците от генерираната соларна енергия да се складира за използване на по-късен етап. Интелигентните контролери позволяват оптимален избор на източник, във всеки един момент, в зависимост от наличните възможности и потребностите от захранване.

Автономните соларни системи се използват предимно за осигуряване на захранване в отдалечени неелектрифицирани обекти, при които производството за собствено потребление е по-рентабилно от свързването към мрежата. Инсталациите от този тип обикновено включват соларни панели, батерии, инвертори, зарядни устройства и контролери, а често и резервен генератор на гориво. Точната конфигурация, необходимата за дадено приложение, зависи от енергийните потребности, бюджета, наличния ресурс и физическите ограничения на обекта.

Основни компоненти на фотоволтаичните системи

Количеството електрическа енергия, което се произвежда от фотоволтаичен панел зависи от три важни фактора:

- размера на панела;
- ефективността на фотоволтаичните клетки, от които е изграден;
- количеството слънчево греене, което пада върху самия панел.

Площта на покривите, ориентирана към световна посока Юг, на средно статистическата европейска къща, не е достатъчна да задоволи нуждите на нейните обитатели. Едно от потенциалните решения е да се изгради допълнителен соларен парк в близост до сградата, който може да се използва като покрит паркинг за автомобили (фиг. 2).

Фотоволтаичните панели са основната част на една соларна система, чиято роля е да преобразуват слънчевата светлина в електрическа енергия, необходима за задоволяването на собствените нужди или за отдаване в обществената мрежа. Фотоволтаичните панели се различават по вида на силициевата клетка на: монокристални и поликристални. Разликата във физическите параметри на фотоволтаичните модули води до разлика в ефективността и коефициента на полезно действие на самите модули, а от своя страна това допринася за ефективността на цялата фотоволтаична система.

Основната разлика между двата типа панели е, мощността която може да се получи за единица площ.

Монокристалните панели са с най-висока ефективност на клетката и съответно на целия модул. Това се дължи на факта, че те се правят от силиций с много висока чистота 0.9999 и повече. Те са продукт на първичната обработка на елемента. Ефективността им масово варира между 15% – 19%. Имат най-широко приложение поради качеството си и по-малкото място което заемат.

Поликристалните модули са на практика субпродукт на монокристалните. Силицият, който не е годен за монокристална клетка (счупен или пукнат), се претопя и излива в квадратен калъп. Поради тази причина клетките на поликристалните панели са изцяло квадратни. Тяхната ефективност е между 13% – 18%. Цената им е малко по-ниска в сравнение с монокристалните. Имат най-добро съотношение цена-производителност.

Съществуват и двуплицеви соларни панели, които могат да улавят светлината както от предната си страна, така и от задната, като по този начин произвеждат повече електричество от традиционните фотоволтаични системи. Тези панели са полупрозрачни и преминалата през тях светлина се отразява в огледална повърхност, разположена зад панела и се връща обратно към соларните клетки, разположени от задната страна на панела. Използват се, когато мястото е недостатъчно за производство на нужния електрически ток от конвенционалните панели. Недостатък е, че панелът трябва да е повдигнат над покрива на специална конструкция, което заедно с цената на самия панел, оскъпява значително системата.

Технологията, соларни панели с разрязани на две клетки, реализира по-висока ефективност. Произведеният ток се транспортира между клетките, чрез електрически връзки. При всяка връзка, част от тока се губи от контактното съпротивление. Тъй като всяка соларна клетка в слънчев панел с разрязани на две клетки, генерира два пъти по-малък ток, при протичане на този два пъти по малък ток през клетките, ще има два пъти по-малко съпротивление и два пъти по-малко загуби, което в крайна сметка прави панела по-високопроизводителен. Другото му предимство е, че когато има частично засенчване, този панел отново ще произвежда повече ток. Това е така, защото традиционния панел може да има 60 слънчеви клетки свързани последователно. Ако сянката падне на една серия клетки, може да се загуби една трета от производството на ток. За разлика от него, панел изработен от разрязани на две клетки ще има 120 клетки свързани в две серии по 60 клетки, свързани помежду си паралелно. Когато сянка падне върху една серия, тя няма да повлияе на производството на ток от другата серия и ще намали загубите от засенчването (фиг. 3).

Най-добрият избор, за разполагане на фотоволтаичните панели, е на покрив с южно изложение и определен наклон от около 30°. Ако покривът е плосък, панелите се повдигат чрез специално изработена метална конструкция, да се издигне единия им край, и да се насочат под оптимален ъгъл към слънцето.

Трябва да се предвиди и определено разстояние между панелите, за да не се засенчват помежду си. Ако покрива се окаже недостатъчен като площ, може да се използват и покривите на помощни пристройки, навеси, беседки или да се създаде специално създадена за целта площ, за да се постигне необходимото количество енергия за домакинството или да изберете по-скъп, но по-високопроизводителен панел. За последните 5 години цената на фотоволтаичните панели е паднала с до 40% и тенденцията е това намаление да продължи, докато за същия период цената на електроенергията за бита се е увеличила почти със същия процент. Това прави инвестицията в соларни системи все по-привлекателна и необходима.

Технологии за съхранение

Доскоро оловните акумулатори бяха сред най-популярните технологии за съхранение на възобновяема енергия. Литиево-йонните батерии, макар и първоначално доста по-скъпи от оловните, бързо набират популярност поради възможностите за много по-дълъг експлоатационен цикъл. Напоследък цените им стават все по-достъпни, което допълнително разширява приложенията им във ВЕИ сектора.

Никел-железните батерии са по-рядко използвани в съвременните соларни системи и са по-ниско ефективни от оловните и литиево-йонните, но имат дълъг сервизен живот.

Така наречените "поточни" батерии (цинк-бромни или ванадиеви редукционни) и устройствата за съхранение на кинетична енергия чрез маховик също са потенциални решения за възобновяеми енергийни системи, но по традиция са по-скъпи и сложни за поддръжка.

Повечето акумулатори за соларна енергия са съставени от определен брой клетки. При самостоятелните системи в акумулаторните банки обикновено се използват батерии с напрежение 12 V, 24 V, 48 V или 120 V. Те могат да бъдат доставени като моноблок варианти или да бъдат асемблирани на място от съответния брой индивидуални клетки с напрежение 2 V. Така една 12-волтова батерия може да бъде реализирана посредством шест отделни клетки и т. н.

Акумулаторните банки осигуряват енергиен резерв за период с продължителност от три до седем дни. Ако капацитетът на системата за съхранение на соларна енергия е достатъчно голям, а консумацията е ниска (под 10% на ден), прогнозният живот на батериите се изчислява на 10 години.

В соларните инсталации за жилищни нужди понякога се използват и други технологии за складиране на генерираната електроенергия, различни от батериите и акумулаторите. Такива са например помпено-акумулиращите водноелектрически системи, системите за съхранение на енергия под формата на компресиран въздух и др. Все по-популярно решение, за оползотворяване на съхранената енергия от фотоволтаичните панели, са т. нар. двупосочни зарядни станции за електромобили, които функционират като интерактивни мрежови инвертори. Така енергията в батерията на автомобила при необходимост може да бъде използвана в дома или обекта, към който е свързана зарядната станция или пък да бъде подадена към мрежата. Икономичен вариант за такива конфигурации е електрическото превозно средство да бъде зареждано през нощта, когато тарифите за електроенергията са по-ниски, а съхраненото количество да бъде използвано през деня или подавано към мрежата, за да се намалят общите сметки за електричество на домакинството.

Инвертори, зарядни и контролери

Инверторите са комплексни електронни устройства, които представляват ключов елемент както от свързаните към мрежата системи за производство и съхранение на възобновяема енергия, така и от самостоятелните инсталации, захранващи с ток отдалечени неелектрифицирани обекти. Основна функция на инверторите е да преобразуват постоянния ток, от батериите или соларните модули, в подходящ за стандартно захранване променлив ток, обикновено 240 V AC еднофазен или 415 V AC трифазен.

Обикновено соларните инвертори са предназначени за стенен монтаж или за монтаж на стойка. Свързаните към мрежата модели автоматично синхронизират напрежението и честотата, за да може преобразуваният ток да бъде подаван към основната електрозахранваща мрежа.

DC входът на инверторите се свързва директно с източника на соларна енергия, а AC изходът – със сградното електрическо табло според действащите стандарти и нормативна уредба.

Енергийният поток от PV панелите е непостоянен. При самостоятелните системи това налага зареждане на батериите посредством специални зарядни устройства, отделни или интегрирани в инвертора. Обикновено той подава 240 V AC ток от акумулаторната банка. Когато системата включва генератор, при стартирането му зарядният инвертор прехвърля натоварването към него и поема функцията на зарядно устройство за батериите, зареждайки ги с енергия от генератора.

Всеки източник на захранване за батериите изисква ръчен или автоматичен регулатор или контролер, който да управлява зарядния процес.

Автоматичните контролери могат да бъдат конфигурирани така, че да включват генератора при достигане на дадено ниско ниво на заряд на батериите. При инверторите, които разполагат със специална функция за автоматична синхронизация с генератор, контролерът подава команда за включване на генератора, когато натоварването е по-голямо от максималната изходна мощност на инвертора.

Концепцията за захранването с възобновяема енергия умни домове вече не гранични с научната фантастика, а малко по малко се превръща в реалност. С комбинирането на покривни PV панели с интелигентни самообучаеми термостати, свързани електроуреди, софтуер за енергиен мониторинг и батерии за съхранение на енергия потребителите получават все по-голям контрол върху потреблението на електричество в дома си. Едно средностатистическо жилище с фотоволтаична инсталация доскоро консумираше едва около 30% от генерираната електроенергия. С помощта на специално създадени за целта платформи за управление на енергията в интелигентни домове този процент може да бъде увеличен повече от двойно.

Огромно предимство на системите за съхранение на соларна енергия е, че покриват дигиталните потребности на smart home концепцията. Те са способни да комуникират с различни контролно-измервателни средства, дата логери и други крайни устройства. За потребителите е важно, различните продукти от този сегмент на пазара, да позволяват съвместна работа, както и изградените в дома им решения да разполагат с опцията за бъдещо разширяване или функционално надграждане. Така всеки ползвател може сам да определя точно как се изразходва генерираната и съхранена електроенергия в дома му.

Съвременните системи за съхранение на слънчева енергия позволяват директна интеграция с платформите за домашна и сградна автоматизация, за да бъде осъществено напълно централизирано управление на всички налични услуги. Като допълнение към хибридните соларни инсталации производителите често предлагат и удобни мобилни или десктоп приложения, чрез които потребителят може бързо и лесно, от всяка точка, да конфигурира системата си и да получава изчерпателна информация за наличното количество съхранена енергия и най-изгодните възможности за нейното оползотворяване.

Техническо решение

За да се реализира проекта „Устойчив квартал“, соларните мощности на всички къщи трябва да се свържат една обща система.

От проучванията, които са направени може да се обобщи, че всяко домакинство използва електрическа енергия по-различно време. Това дава възможност на система на устойчивия квартал да разпределя енергията, там където е най-необходима в конкретния момент.

Практически пример

По време на часовия диапазон 9-16 часа, къща 1 от устойчивия квартал се обитава, докато къщи 2 и 3 не се обитават. Чрез свързването на енергийните соларни мощности на трите обекта, къща 1 може да използва енергията, която произвеждат трите къщи през деня взети заедно, тъй като нейната площ е крайно недостатъчна. В следващ момент когато една от другите къщи има нужда от енергия и има такава достъпна от съседните къщи тя може да се използва директно, без да има нужда от съхранение. Този подход решава, в по-голямата си част, първите два проблема - необходима площ на покривите, ориентирана към световната посока Юг, и съхранението на генерираната енергия.

Вместо да се създават допълнителни собствени соларни мощности, освен тези които са на покрива на дадената къща, могат да се използват тези на съседните къщи, ако техните обитатели не се нуждаят от енергия в дадения момент.

Вторият проблем, който решава този подход, е нуждата от големи мощности за съхранение на електроенергията, тъй като максимална част от произведената енергия се консумира на момента.

Проблемът с пика на консумацията остава, когато консумираната енергия на квартала, като цяло, е по-малко от произведената в конкретният момент.

Решението на този проблем започва с ограничаването на потреблението на електроенергия като цяло и след това в часовете между 8:00-11:00 и 18:00-21:00 часа. Основното решение, което се предлага в настоящия доклад е „заявките“ за потребление на електричество.

Разглежда се следният практически пример: една съдомиялна или пералня, която е заредена вечерта, а е необходимо да е готова на следващия ден преди 17 часа. Дали тя ще започне да работи веднага, в пика на консумацията на електроенергията или през нощта на по-ниска тарифа на електроенергия, или на следващия ден през деня, на 100% соларна енергия, за обитателите на дадената къщата като потребители няма значение. За тях е важен крайният резултат, а именно чисти чинии и дрехи за следващия ден.

Чрез събирането на достатъчно „заявки“ за използване на електроенергия математически алгоритъм с помощта на изкуствен интелект може да определи как най-добре да се използва предстоящата зелена енергия.

Заклучение

„Умният квартал“ е система от алгоритми, които въз основа на прогнозата за производство на електрическата енергия намира най-оптималното разпределение на енергията. Така няма да има нужда енергията да се съхранява и да се намалява консумацията през вечерните часове, и само в краен случай да се черпи електричество от вече съществуващата електрическа мрежа (фиг. 4).

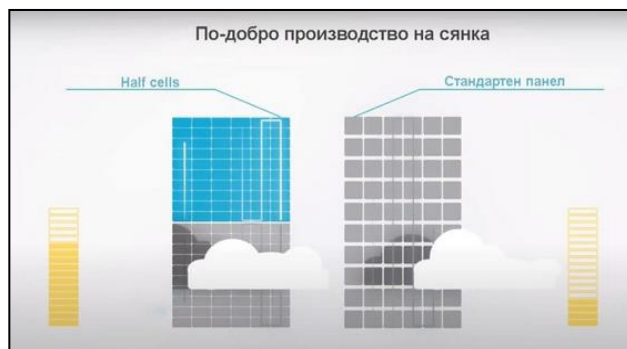
Фиг 1. Посока на движение на ресурсите в един линеарен квартал



Фиг. 2. Автомобилен паркинг със соларен покрив



Фиг 3. Предимство на Half Cut фотоволтаичните панели



Фиг 4. Пример за устойчив квартал



Литературни източници

<<https://apee.bg/%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D0%B0-%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD-%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B5/>>
<<https://xpi.bg/novini/solarni-paneli-half-cut>>
<<https://vikiwat.com/page/15/izchislenie-na-moshtnost-na-solarni-sistemi.html>>
<<https://www.blog.vikiwat.com/solarni-fotovoltaiichni-paneli/>>
<<https://www.tech-dom.com/bg/sistemi-za-sahranenie-na-solarna-energiya/2/2331/>>

Име на кореспонденция автор:
Костадин Димитров Недев,
GSM 0878505041,
e-mail: koko_nedev@abv.bg

СКИ - ИЗМЕРВАТЕЛНА СИСТЕМА

Димитър Недев, Милена Недева, Костадин Недев

Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"

Физико-технологичен факултет

SKI MEASURING SYSTEM

Dimitar Nedev, Milena Nedeva, Kostadin Nedev

Plovdiv university "Paisii Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: The ski timing system is a modular system for measuring precise time periods for ski training and ski club competitions. It consists of two modules: Start and Final. They communicate with each other via 2.4Ghz radio communication. The system can measure time with precise 0.001 sec, but visualize 0.01 with is in accordance with FIS regulations. The system can save the results of 20 different skiers. When the skier starts its run and pushes the starting gate the measurement starts. The final module is waiting for the skier to cross the finish line then sends the signal to the start module to stop the stopwatch. The last three times of each skier plus each best result are saved in the system's memory

Key words: *Embedded system, time measurement, photosensor, Timer, Arduino*

Резюме: „Ски измервателна система“ реализира модулна система за измерване на времеви отрязъци при ски тренировки и вътрешно-клубни състезания. За осъществяването на тази цел са предвидени два основни модула – старт и финал. Връзката между тях се осъществява чрез радио комуникация. Времеизмервателната апаратура е с микропроцесорно управление с прилежащ софтуер, така че продуктът е напълно завършен да измерва и визуализира времената на скиорите.

Ключови думи: *микропроцесорна система, измервателна апаратура, фотосензор, таймер, Ардуино*

Въведение

През 1850 г., по време на провеждането на първото състезание по алпийски ски дисциплини в Осло, Норвегия, ски спусканията се превръщат от състезателен спорт в спорт за развлечение и почивка. След това ски спусканията се разпространяват в цяла Европа и в Щатите. Алпийските ски дисциплини са част от множество състезания. През 1922 г., например, се провежда първото състезание по Слалом в Mürren, Швейцария. Ски спортът влиза в програмата на Зимните олимпийски игри през 1936 г. В състезания и официални тренировки по ски алпийски дисциплини се използват електронни измервателни системи за класиране на състезателите в отделните маншове. В международните състезания на ФИС се използват две отделни синхронизирани електронни системи – главна и поддържаща. Системите трябва да записват резултатите с точност до 0,001 секунда. Крайното време на състезателите се показва до точност 0,01 секунда, като хилядните не се закръгляват, а отрязват. В алпийските дисциплини се провеждат състезания по спускане, слалом, гигантски слалом, супер гигантски слалом, паралелни състезания, комбинирани състезания, както и отборни състезания.

С напредването на технологиите ски измервателните системи стават все по-прецизни и дават все повече възможности за визуализиране и съхраняване на резултатите. Основно на пазара за ски измервателни системи доминират няколко фирми (Alge-Timing, Longines, Omega).

Цената на всяка една от тези системи започва от 3000 евро и стига до над 20 000 евро. Поради тази причина повечето малки ски отбори както в България, така и

по света не разполагат със собствени измервателни системи за тренировки и вътрешни състезания.

Целта на настоящият проект е да представи една бюджетна измервателна система за ски тренировки и вътрешни състезания. Въпреки ограничените си технически характеристики системата покрива повечето изисквания на Международната Ски Федерация (FIS) (фигура 1).

Теоретично описание на поставената задача

Основната цел на проекта е да реализира модулна система за измерване на времеви отрязъци при ски тренировки и вътрешно-клубни състезания. За осъществяването на тази цел са предвидени два основни модула – старт и финал. Връзката между тях се осъществява чрез радио комуникация (фигура 2).

Модулът „Старт“ се състои от т. нар. „стартираща врата“, която се отваря при започване на спускането от състезателя. При отварянето на врата се подават сигнал на електронното устройство (старт модула) за стартиране на броенето. Модула минава в режим на изчакване. Според изискванията на FIS (FIS Timing Booklet, ver 2.55, Nov 2017) сигналът за старт трябва да бъде даден между 10 и 30 градуса на отваряне. Разстоянието между двата стартови колци трябва да бъдат на разстояние помежду си от 0,5 m до 0,8 m и височина на стартовата пръчка да бъде между 0,35 m и 0,5 m. При пресичане на финалната линия, фотосензор засича преминаването на скиора през линията и подава радио сигнал на модул „Старт“ за край на спускането. От своя страна модул „Старт“ приема радио сигнала, за край на спускането, спира таймера и визуализира резултата на OLED дисплей.

Системата предвижда всеки скиор да има собствен идентификационен номер. Чрез него системата запаметява последните три резултата на всеки скиор, заедно с най-доброто му постижение за деня.

Принцип на работа на системата в една тренировъчна сесия

1. Монтиране на системата на тренировъчната писта.
2. Проверка на връзката между модулите (осъществява се автоматично при стартиране на „Старт“ модула).
3. При първо спускане, на всеки трениращ, система показва индивидуалният стартов номер за деня.
4. Преди повторно спускане на даден скиор система изисква въвеждане на индивидуалният стартов номер за деня, чрез бутоните на „Старт“ модула.
5. При всяко следващо спускане, на всеки участник, системата показва последните му резултати, както и най-добрият му резултат за деня.

Описание на апаратната част

1. Модул „Старт“ – състои се от развойна платка Ардуино Нано (Old bootloader), допълнителна платка „Млад Изобретател“, три бутона, 0.96“ двуцветен OLED дисплей, два светодиода, радио модул NRF24L01, модул за зареждане на батерии, както и две литиево-йонни батерии Panasonic NCR18650PF (фигура 3).

- Развойна платка Ардуино Нано;
- Двуцветен OLED дисплей с диагонал 24,4 mm (0,96”), OLED с жълти и сини пиксели и резолюция 128x64. Горните 16 пиксела са жълти, а останалите 112 пиксела са сини. Дисплеят се управлява по цифров интерфейс I2C. Захранва се с напрежение 3,3 V – 5 V и консумира приблизително до 25 mA. На цифровия интерфейс има конвертор на логическа нива, позволяващ връзка с микроконтролери работещи на 3 V – 5 V;
- Радио модул NRF24L01 - приемно-предавателен модул (transceiver) с външна антена, усилвател и голям обхват, работещ в диапазона 2.400 - 2.4835 GHz. Свързването му с Ардуино развойните платки се осъществява чрез SPI интерфейс;
- Модул за зареждане на литиево-йонни батерии 18650 – зарежда едновременно до две батерии чрез micro USB. Модулът в комбинация с бате-

рии може да се използва за външна преносима батерия посредством изходящият USB порт;

- Литиево-йонна батерия Panasonic 18650. Литиево-йонните батерии са по-скъпи от NiCd-батерии, но работят върху по-широк температурен диапазон, с по-висока плътност на енергията. Тези характеристики, на батериите, я правят изключително подходяща за екстремни зимни условия на каквито са поставени измервателните ски системи. Батерията Panasonic NCR18650PF е подходяща за устройства, които имат консумация до 6 А.

2. Модул „Финал“ – състои се от развойна платка Ардуино Нано (Old bootloader), фотоелектрически сензор E3JK-R4M1, модул за зареждане на батерии, соларен панел и две литиево-йонни батерии Panasonic NCR18650PF. Основната функция на модула е да засича преминаване на финалната линия и изпращането на информация към модул „Старт“, който да спре отброяването на времето (фигура 4).

- Развойна платка Ардуино Нано. В последващите версии на „Ски измервателна система“ е предвидено развойната платка Ардуино Нано да бъде заменена от развойна платка „Млад Изобретател“ базирана на чипа ESP32. Вграденият Bluetooth и WiFi модул в ESP32 ще осигури бъдеща комуникация на устройството с мобилни устройства и запамятаване на резултатите във виртуален облак. Това ще осигури възможност всички резултати през сезона да бъдат запазени, обобщени и визуализирани в един по-късен етап. Тази предвидена актуализация е предвидена да бъде насочена основно към треньорския състав;
- Фотоелектрически сензор E3JK-R4M1. Състои се от две основни части: предавател/приемник и отражател. Изпратеният сигнал се отразява два пъти, след което се връща обратно в приемника. Този способ гарантира надеждното изпращане и получаване на сигнала (фигура 5).

Изисквания на FIS по отношение на фотофинишите (FIS Timing Booklet, ver 2.55, Nov 2017):

- Височината на изпратения сигнал да бъде около колената на скиора;
- Работната дистанция да бъде в рамките на 20 m. Сензор E3JK-R4M1 поддържа работна дистанция между приемник/предавателя и отражателя от 5 m, което не отговаря на изискванията на FIS, но е напълно достатъчно за безопасно финиширане на скиори, дори и с по-голяма скорост;
- Време за отработване на сигнала – 0,5 ms;
- Сензорът да пропуска обекти по-малки от 8 mm, движещи се със скорост до 10 km/h;

3. Соларен панел ANGUI Sunpower C60 – в настоящата версия е предвиден един брой панел в горната част на кутията, който да дозарежда двете литиево-йонни батерии Panasonic 18650 (фигура 6).

Описание на софтуера (фигура 7)

1. Модул „Старт“ – програмният код на старт модулът се състои от следните под модули (класове):
 - Основен клас „App“ – обединява всички останали класове и подмодули;
 - Клас „Button“ – служи за следене състоянието на три бутона, чрез които потребителя обхожда менютата на системата;
 - Клас „ISR Button“ – обработва външни прекъсвания получени от стартовата врата и бутона за незавършил скиор (DNF);
 - Клас „Menu“ – реализира основното меню и подстраниците му;

- Клас „UI“ – отговаря за визуализацията на информацията на графичният дисплей;
- Клас „Timers“ – служи за изчисление на времевите отрязъци;
- Клас „Libraries“ – обединява всички допълнителни библиотеки

Част от програмният код на клас „App“ е показан на фиг.8.

Изчислителни резултати

За изчисляването на точни времеви отрязъци в проекта „Ски измервателна система“ се използва вградените таймери на процесор Атмега328р. Той разполага с три отделни таймера: Timer0, Timer1 и Timer2. Таймерите могат да бъдат програмирани чрез специални регистри, които са описани подробно по-нататък в настоящата точка. Тези таймери са базирани на системният часовник на развойната платка, който за Ардуино Нано може да бъде 16Mhz crystal clock или в зависимост от конкретният bootloader може да бъде и 8 MHz Internal oscillator. Между таймерът, който е използван и системния часовник съществува още един хардуерен елемент, който се нарича делител (prescaler). Той разделя броят на импулсите, от системния часовник, на определено число. Числото може да бъде 8, 64, 256 или 1024. Това число може да се дефинира от програмиста чрез конфигурирането на специален регистър.

В проектът е използван 16 Mhz crystal clock за референтен. Той създава 16 млн. правоъгълни сигнала за 1 секунда. Това дава 62,5 ns за всеки единичен пулс от формулата 1.

$$\text{Единичен импулс} = \frac{1}{\text{Тактова честота}} \quad (1)$$

Ако се конфигурира делителя на 8, изходният сигнал ще бъде 8 пъти по-бавен или 500 ns. Делителят може да бъде променен в зависимост от задачата дори и по време на изпълнението на програмата чрез съответният регистър.

Процесор Атмега328р разполага с два 8 битови (Timer0 и Timer2) и един 16 битов таймер (Timer1). Първите два таймера (0 и 2) мога да броят от 0 до 255. От друга страна Timer1 има възможност да преброи от 0 до 65546. Когато кой да е таймер достигне максималната си стойност се нулира и започва да брои отначало, създавайки зик-закообразни импулси. Достигането на максималната стойност на определен таймер може да се използва за събитие описано в ISR на конкретния таймер. Освен това трите таймера могат да работят и в режим на сравнение и да задействат определено прекъсване при достигане на предварително конфигурирана стойност в интервала на конкретния таймер (255 или 65546 за Timer1). За целите измервателната система е използван Overflow и Input capture режимите на Таймер 1. Преди да се работи с таймера е необходимо да се конфигурират неговите регистри. За да се контролират таймерите трябва първо да се конфигурират регистрите TCCR A и TCCR B за всеки таймер поотделно. За Таймер 1 се използва TCCR 1A и TCCR 1B. Регистъра TCCR 1A служи за контролиране на PWM режима на пин D9 и D10. За целите на проекта няма да се използва PWM и затова е необходимо да се нулира целия регистър, тъй като Ардуино по подразбиране конфигурира целия регистър с 1. Вторият регистър TCCR 1B служи за настройване на делителя използвайки CS10, CS11 и CS12 битове. Конфигуриране на делителя Таймер 1 е показано на фиг. 9, а конфигуриране на Таймер 1 на фиг.10.

За да се предотврати възникването на външно прекъсване по време на конфигурирането на Таймер 1 временно е необходимо да забраним прекъсванията с функцията „noInterrupts()“. На първо място нулираме TCCR 1A, TCCR 1B и TCNT1. След което конфигурираме делителя на 1024, а външното прекъсване да бъде при промяна на състоянието на пина за прекъсване от логическа 0 към логическа 1. Изчислението на времето между две външни прекъсвания се осъществява с помощта на две ISR функции (Timer1CaptVect и Timer1OvfVect). Първата засича моментите на външно прекъсване и ги записва на две променливи C1 и C2. Втората функция ISR Timer1OvfVect се активира всеки път когато Timer 1 достигне до максималната си стойност (65546).

С помощта на променливата „overflowCount“ се брои колко пъти таймера ще достигне до крайната си стойност, като при всяко минаване се увеличава стойността и с единица.

Описание за потребителя

При работа със системата потребителят работи само с модул „Старт“. Първо се включва модул „Финал“, след което се включва и модул „Старт“. На екрана се изобразява основното меню „Спускане; Резултати; Още“ (фигура 11).

Потребителят може да превърта менютата посредством най-левия и най-десния бутон, показани на фиг. 11. Текущото меню се оцветява със син фон, текстът се променя от син на черен. Десният бутон променя текущото меню с една позиция надолу, докато левият с една нагоре. При маркирано най-долното меню („Още“) и натискане на бутон „Надолу“ система превърта автоматично менютата и маркира първото меню. Средният бутон се използва за влизане и излизане от менютата. От стана на потребителският интерфейс система е изключително оптимизирана и позволява с не повече от три действия да се достигне до всяка една функция на системата, без значение в кое текущо меню се намираме.

При влизане в първото меню „Старт“, чрез двата странични бутона, може да се превърта двадесетте предварително запазени стартовите номера. След като скиорът избере своя стартов номер е готов да пресече стартовата врата и да започне спускането. На екрана се появява допълнително информационно съобщение „Спускане“, което при завършване на спускането от скиорът изчезва (фигура 12).

Чрез натискане на бутона „Назад“ (средният бутон) може отново да се влезе в главното меню.

В меню „Резултати“ всеки скиор може да провери трите свои последни времена. Чрез двата странични бутона той може да превърта двадесетте предварително запазени стартовите номера и съответно да преглежда последните времена на всеки един от скиорите (фигура 13).

Чрез натискане на бутона „Назад“ може отново да се влезе в главното меню.

Менюто „Още“ е предвидено да отвежда към ново под меню в следващата версия на програмата. В момента менюто служи за проверка на най-добрите резултати на всеки скиор (фигура 14). Ако избраният стартов номер все още няма записани резултати на екрана се изписва съобщение „Няма данни“.

Получени резултати и приложимост на разработката

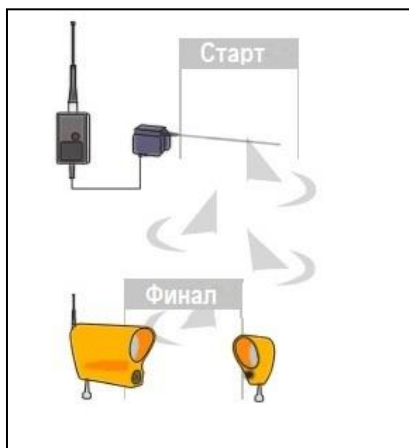
При проведените тестове и настроена максимална мощност на радио модулите е осъществена връзка от 750 m, при непряка видимост, и 220 m при минимална мощност. Получените резултати от тестовете напълно покриват изискванията за отдалеченост на едно стандартно ски тренировъчно трасе от 500 m.

Стойността на системата е между десет и петнадесет пъти по-евтина от сертифицираните системи на пазара, което я прави изключително приложима за ски тренировки и вътрешноклубни състезания.

Фиг. 1. Ски трасе в дисциплината „Гигантски слалом“



Фиг. 2. Основни модули на измервателната системата



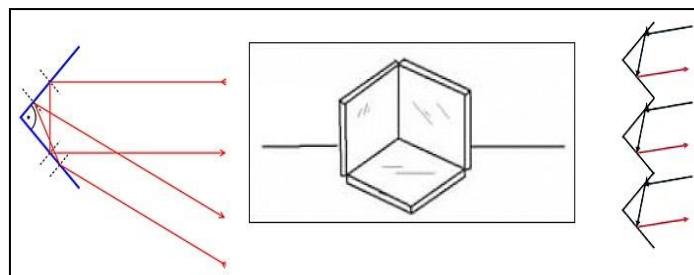
Фиг. 3. Основни елементи на модул „Старт“



Фиг. 4. Модул „Финал“



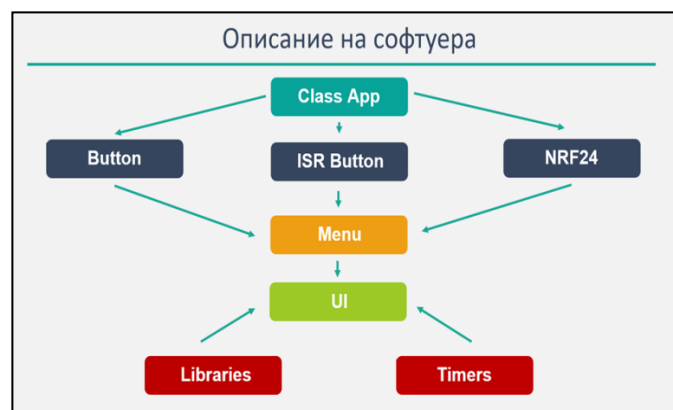
Фиг. 5. Принцип на работа на отражателя



Фиг. 6. Разрез на модул „Финал“



Фиг. 7. Архитектура на софтуера



Фиг. 8. Част от програмният код на клас “App”

```
void App::loop() {
    for(int i = 0; i < 3; i++) m_buttons[i].loop();
}

// Static methods, no access to object members except through s_app pointer
static void App::previousButtonPushed() {
    //Serial.println("prev");
    s_app->m_led.turnOff();
    s_app->m_menu.previous();
    s_app->m_ui.draw(s_app->m_menu);
}

static void App::nextButtonPushed() {
    // Serial.println("next");
    s_app->m_led.turnOn();
    s_app->m_menu.next();
    s_app->m_ui.draw(s_app->m_menu);
}

static void App::selectButtonPushed() {
    // Serial.println("select");
    s_app->m_menu.select();
    s_app->m_ui.draw(s_app->m_menu);
}
```

Фиг. 9 Конфигуриране на делителя Таймер 1

15.11.1 TCCR1A – Timer/Counter1 Control Register A									
Bit (0x80)	7	6	5	4	3	2	1	0	TCCR1A
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

15.11.2 TCCR1B – Timer/Counter1 Control Register B									
Bit (0x81)	7	6	5	4	3	2	1	0	TCCR1B
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

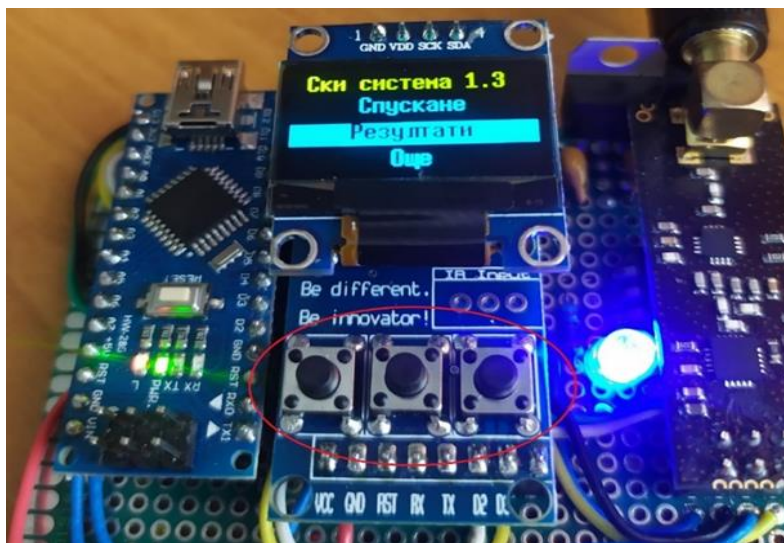
Table 15-6. Clock Select Bit Description

CS12	CS11	CS10	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk _{IO} /1 (no prescaling)
0	1	0	clk _{IO} /8 (from prescaler)
0	1	1	clk _{IO} /64 (from prescaler)
1	0	0	clk _{IO} /256 (from prescaler)
1	0	1	clk _{IO} /1024 (from prescaler)
1	1	0	External clock source on T1 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T1 pin. Clock on rising edge.

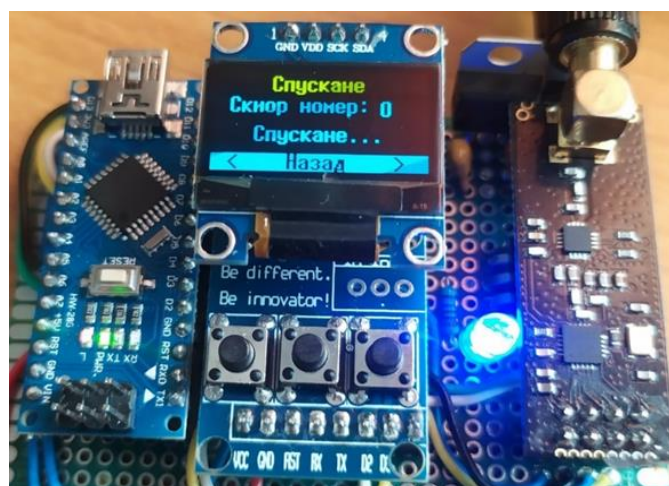
Фиг.10 Конфигуриране на Таймер 1

```
12 void setup()
13 {
14
15     Serial.begin(9600);
16     analogReference(INTERNAL);
17     //Timer 1: input capture interrupt (pin D8) & overflow interrupt
18     noInterrupts();
19     TCCR1A = 0; TCCR1B = 0; //reset Timer 1 control registers
20     TCNT1 = 0; //reset Timer 1 counter register
21     TCCR1B |= 0b11000101; //1024 prescaler, rising edge, noise canceler
22     TIMSK1 |= 0b00100001; //enable input capture & overflow interrupts
23     interrupts();
24
25 }
```

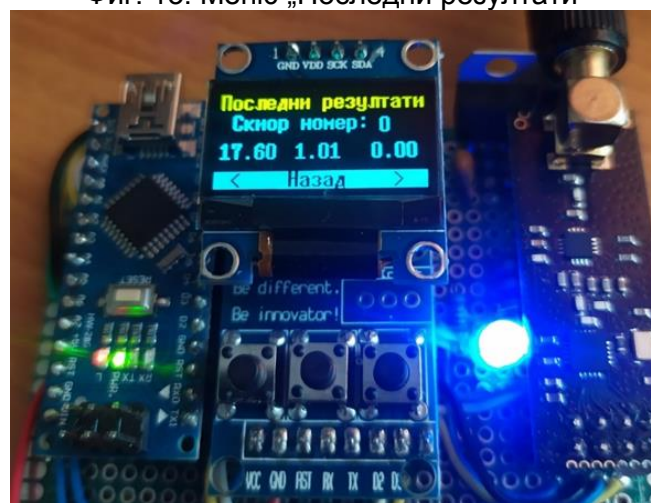
Фиг. 11 Основни менюта



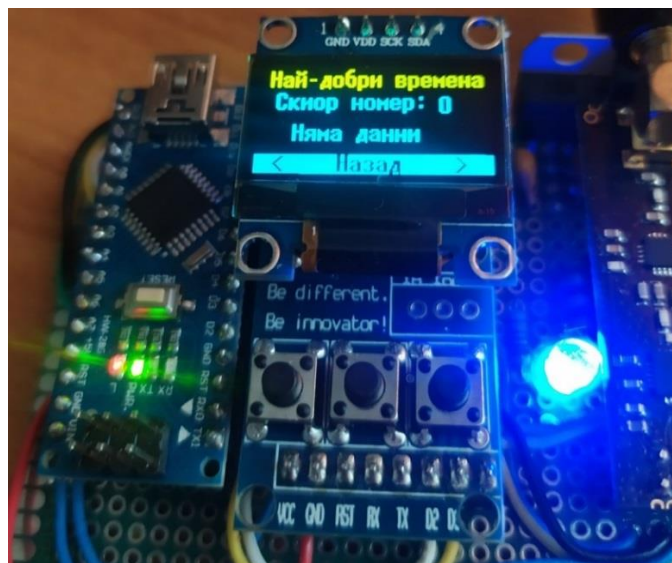
Фиг. 12. Информационно съобщение „Спускане“



Фиг. 13. Меню „Последни резултати“



Фиг. 14. Меню „Най-добри времена“



Литературни източници

- Любомиров С., Шехова, Д., Програмиране за мобилни устройства, Марти-Дени Груп, Смолян, 2018
Недев, Д., Шехова, Д., Асенов, С., Ръководство по Микропроцесорна техника, Марти-Дени Груп, 2019
Feynman R., Programming Embedded system with C and C++, California, USA, 2007
FIS Timing Booklet, ver 2.55, Nov 2017
Margolis M., Arduino Cookbook, California, USA, 2011
<<https://www.youtube.com/c/greatscottlab>>
<https://www.youtube.com/watch?v=fCxzA9_kg6s&list=PLA567CE235D39FA>

Име на кореспондиращия автор:

*Костадин Димитров Недев,
GSM 0878505041,
e-mail: koko_nedev@abv.bg*

МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛИННИТЕ УСЛОВИЯ В ЦЕНТРОВЕ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ ПРЕЗ ФОКУСА НА ИНЖЕНЕРНОТО ОБУЧЕНИЕ

Иван Божиков, Румен Попов

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

MODELING THE THERMAL CONDITIONS IN DATA CENTERS THROUGH THE FOCUS OF ENGINEERING TRAINING

Ivan Bozhikov, Rumen Popov

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski” (BULGARIA)

Abstract: Modeling of thermal processes in buildings is a widely used technique in the process of developing new high-efficiency technologies for maintaining given climatic conditions in them. The use of such mathematical models allows the performance of simulations that allow for the selection of HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning) equipment and for optimizing its operating modes. This evaluation is done by taking into account: the specific climatic conditions, the architectural and infrastructural features of the building, the specific heat load (caused by the equipment installed in it), the number of staff, their work time and many more. etc. Therefore, the mastery of methods and tools for mathematical modeling of buildings is currently presented as a mandatory element in the curricula of specialties related to the design of HVAC systems, the use of renewable energy sources and other. The terms of the COVID19 pandemic bring to the fore the development of learning content that can be easily presented and learned remotely. Modeling and simulation provide ample room for expression in this regard.

In the Faculty of Physics and Technology at the University of Plovdiv “Paisii Hilendarski” the curriculum of the bachelor's program “Technologies of Eco-energy” included the subject “Energy efficiency of buildings”. As part of the training in this discipline, with the help of the product program TRNSYS Simulation Studio a set of models for different types of buildings was developed.

This article discusses the thermal model of a typical Datacenter. It can be integrated into different types of cooling systems. In addition, it allows you to easily modify the type of equipment used, its location and quantity. It provides an opportunity for students to choose the type and location of the cooling units (convectors, fancoils) windows, walls and more. This model was studied by the authors through simulations in its basic version and analyzes of various indicators determining the energy efficiency of the building were performed. The simulation of climatic conditions was evaluated for the region of Plovdiv. The temperatures of the different building zones are calculated and represented graphically.

Key words: *Engineering education, TRNSYS building model, data center, cooling system, energy efficiency.*

Абстракт: Моделирането на топлинните процеси в сградите е широко използвана техника в процеса на разработване на нови високоефективни технологии за поддържане на дадени климатични условия в тях. Използването на такива математически модели позволява извършването на симулации, които дават възможност за избор на ОВК (отопление, вентилация и климатизация) оборудване и за оптимизиране на работните му режими. Тази оценка се прави, като се вземат предвид: специфичните климатични условия, архитектурните и инфраструктурни особености на сградата, специфичното топлинно натоварване (предизвикано от монтираното в нея оборудване), броя на персонала, времето за работа и много други. Ето защо овладяването на методите и средства за математично моделиране на сгради в момента се представя като задължителен елемент в учебните програми на специалностите, свързани с проектирането на ОВК системи, с използването на възобновяеми енергийни източници. Условията на пандемията COVID19 извеждат на преден план разработването на учебно съдържание, което може лесно

да се представя и учи дистанционно. Моделирането и симулацията предоставят достатъчно място за изява в това отношение.

Във Физико-техническия факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“ учебната програма на бакалавърската програма „Екоенергийни технологии“ включва предмета „Енергийна ефективност на сгради“. Като част от обучението по тази дисциплина, с помощта на комерсиалната програма TRNSYS Simulation Studio беше разработен набор от модели на различни видове сгради.

Тази статия обсъжда топлинния модел на типичен център за данни. Той може да се интегрира в различни модели на охладителни системи. Освен това, позволява лесно да се променя вида на използваното оборудване, неговото местоположение и количество. Предоставя възможност на студентите да избират вида и местоположението на охладителните възли (конвектори, вентилаторни конвектори), прозорци, стени и др. Моделът е изследван от авторите чрез симулации в основния му вариант и са извършени анализи на различни показатели, определящи енергийната ефективност на сградата. Симулацията на климатичните условия се оценява за района на Пловдив. Общото потребление на електроенергия, ефективността на компонентите на системата, температурата на компютърното оборудване в различни зони на сградата, също са характеризирани и представени графично.

Ключови думи: *Инженерно образование, TRNSYS модел на сграда, център за данни, охладителна система, енергийна ефективност.*

Въведение

Анализът, извършен въз основа на наличната литература [1], показва, че основните причини за повреда на хардуерните компоненти на компютърните системи, използвани в центровете за обработка на данни могат да бъдат:

- Температура на компонентите извън допустимия температурен диапазон;
- Ненормални параметри на захранването (напрежение, честота и спектрален състав);
- Неправилно избрано захранване;
- Компютърни компоненти с ниско качество;
- Неправилен монтаж на компютърно оборудване;
- Външни причини, причинени от природни бедствия;

Над 60% от отказите на хардуера се дължат на първите две причини, като причините за превишаване на работната температура на хардуерните компоненти са:

- Висока или ниска температура на околната среда (над 40 и под 10 градуса), при която работи компютърната система;
- Неправилно избрано охлаждане на топло-отделящи модули;
- Неправилно монтирани охладителни елементи;
- Неправилно разположени охлаждащи елементи, осигуряващи правилния поток на входящия студен въздух и отвеждането на горещия въздух в околната среда. Това са входящи и изходящи вентилатори;
- Забавена превантивна поддръжка на компютърната система, която трябва да е съобразена с нейната работна натовареност.

Проведеният анализ показва, че един от основните методи за подобряване на безаварийната работа на хардуера в центровете за обработка на данни и за предотвратяването на загубата на данни е правилното проектиране, разположение на компонентите и оразмеряване на системата за охлаждане. Затова в процеса на обучение на студентите в бакалавърската специалност „Екоенергийни технологии“ във Физико-технологичния факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“ по дисциплината „Енергийна ефективност“ са поставени (наред с другите) и следните задачи:

- Изготвяне на топлинен модел на център за данни;
- Изготвяне на модела на охладителната система;
- Изготвяне на модела на топлинното натоварване в центъра за данни;
- Симулация на цялата система в различни работни условия и оптимизация;
- Избор на подходящото оборудване и режими на работа на системата за климатизация.

Среда за моделиране

За целите на провежданото изследване и за обучението на студентите е избран комерсиалния програмен пакет TRNSYS, който включва няколко интегрирани модула и голям набор от библиотечни модели: TRNSYS Simulation Studio; TRNExe ; TRNBuild; TRNEdit; TRNOPT и TESS libraries.

TRNSYS Simulation Studio [2] е изключително гъвкава графично базирана софтуерна среда, използвана за симулиране на поведението на динамични системи. TRNSYS може еднакво добре да се използва за моделиране на сложни динамични системи като:

- топлоенергийни системи;
- електрически енергийни системи;
- трафични потоци;
- биологични процеси;
- икономически и финансови анализи.

Компонентите, съдържащи се в библиотеките TESS [3], представляват най-доброто от вътрешните типове, разработени от фирмата TRANSSOLAR Energietechnik GmbH. Всяка от библиотеките на компоненти идва с TRNSYS модел файл (*.tmf) за използване в интерфейса на Simulation Studio, изходен код и примерен проект TRNSYS (*.tpf), който демонстрира типично използване на моделите на компонентите, включени в тази библиотека.

TRNBuild [4] е интерфейс за създаване и редактиране на цялата геометрична и негеометрична информация, изисквана от модела на сграда (Type 56) в TRNSYS.

- настройка на конфигурацията на сградната геометрия;
- редактиране на свойствата на материалите на стените и слоевете;
- създаване на вентилационни и инфилтрационни профили;
- добавяне на енергийни потоци;
- задаване налъчисти тавани и подове;
- определяне на позиционирането на обитателите за изчисленията на комфорта.

Математичното описание на многозоновия модел на сграда в TRNSYS Type 56 (Multizone Building) отчита различните видове конвективен и радиационен топлопренос, както и топлопреноса, дължащ се на топлопроводимостта на компонентите на сградата. Разглежда се топлопреноса между отделните зони в сградата и този на зоните с околната среда.

Моделът на сградата в Type 56 е негеометричен модел на топлинния баланс с един въздушен възел на зона, представляващ топлинния капацитет на въздушния обем на зоната и капацитетите, които са тясно свързани с въздушния възел (например мебели). По този начин капацитетът на възела е отделен вход в допълнение към обема на зоната.

Конвективен топлопренос

Схемата на конвективния топлопренос в Type 56 е показана на Фиг. 1.

Фигура 1. Схеми на конвективния топлопренос в Type 56 на TRNSYS



Конвективния топлинен поток към въздушния възел $\dot{Q}_i$ се дава със следния израз

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{surf} + \dot{Q}_{inf} + \dot{Q}_{vent,i} + \dot{Q}_{cplg} + \dot{Q}_{g,c,i}, \quad (1)$$

където:

$\dot{Q}_{surf}$ е интензитета на топлообмен с повърхността на външните стени

$\dot{Q}_{inf}$ е интензитета на инфилтрация (въздушен поток само отвън), даван от

$$\dot{Q}_{inf} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{outside} - T_{air}); \quad (2)$$

$\dot{Q}_{vent,i}$ са вентилационните топлопレンоси на въздушен поток от дефиниран от потребителя източник, като система за ОВК, даден от:

$$\dot{Q}_{vent,i} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{vent,i} - T_{air}); \quad (3)$$

$\dot{Q}_{cplg}$ са топлопленоси, дължащи се на присъединен въздушен поток от зона i или на гранично условие, зададено от:

$$\dot{Q}_{cplg,i} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{zone,i} - T_{air}) \text{ и} \quad (4)$$

$\dot{Q}_{g,c,i}$ са вътрешните конвективни топлопленоси (от хора, оборудване, осветление, радиатори и др.)

$$\dot{Q}_{cplg,i} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{zone,i} - T_{air}). \quad (5)$$

Дефиницията за свързване позволява задаването на потоци от въздушна маса, които зоната получава от други зони, считани за топлинни потоци от или към въздушния възел. Дефиницията не задава автоматично въздушния поток обратно към съседната зона, както това се случва при междוזоновия обмен на въздух. За да се отчете този обратен поток, съответният съединител трябва да бъде дефиниран в съседната зона, за да получи същия въздушен поток в обратна посока. Причината за тази конвенция в TRNBuild е да се позволи на потребителя да опише кръстосана вентилация или вентилационен кръг в рамките на 3 или повече зони (например термосифон през двуетажна зимна градина).

Радиационни топлинни потоци - само към стените и прозорците

Радиационният добив за температурния възел върху повърхността на стената, показан на Фиг.2 $\dot{Q}_{r,wi}$ е:

$$\dot{Q}_{r,wi} = \dot{Q}_{g,r,l,wi} + \dot{Q}_{sol,wi} + \dot{Q}_{long,wi} + \dot{Q}_{wall-gain} \quad (6)$$

където:

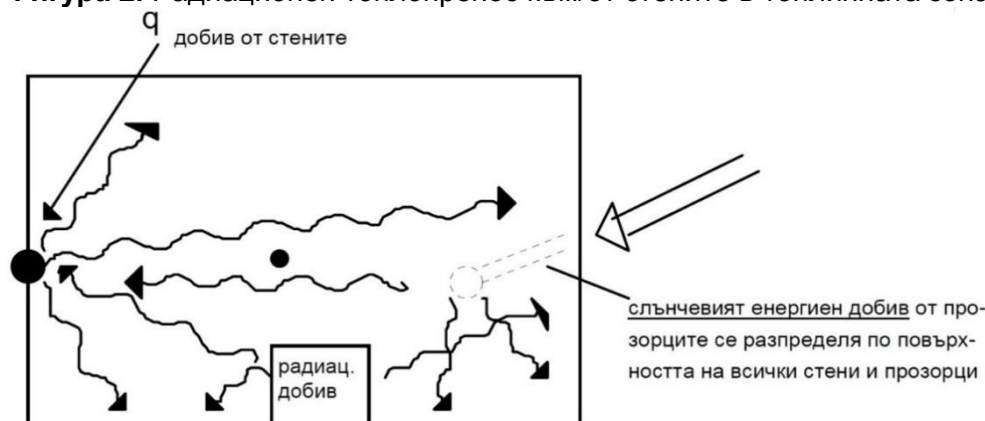
$\dot{Q}_{g,r,l,wi}$ са вътрешните радиационни добиви на зоната, получени от стената;

$\dot{Q}_{sol,wi}$ е слънчевите добиви през прозорците на зоната, получени от стените,

$\dot{Q}_{long,wi}$ дълговълновият радиационен обмен между тази стена и всички други стени и прозорци ($\epsilon_i = 1$) и

$\dot{Q}_{wall-gain}$ е зададеният от потребителя топлинен поток към повърхността на стената или прозореца. Всичките тези количества са дадени в kJ/h.

Фигура 2. Радиационен топлопленос към/от стените в топлинната зона

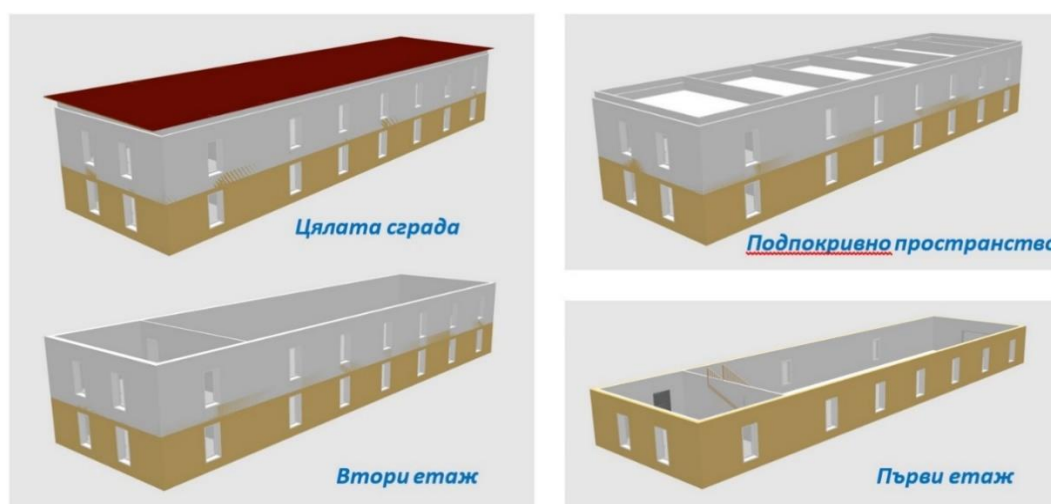


Моделът на топлинна зона отчита, също така: интегрирането на стени и прозорци (посредством метода на предавателната функция на Миталас [3,4]); дълговълновия радиационен обмен между повърхностите в зоната и конвективния топлинен поток от вътрешните повърхности; вътрешния повърхностен топлинен поток за външните стени като функция от граничните условия (температури на въздуха); топлообмена през прилежащите, вътрешни стени и стените с идентични гранични условия; общият топлинен приток от повърхностите в зоната; температурата на плаващите зони (без отопление или охлаждане) и др.

Моделиране на центъра за обработка на данни

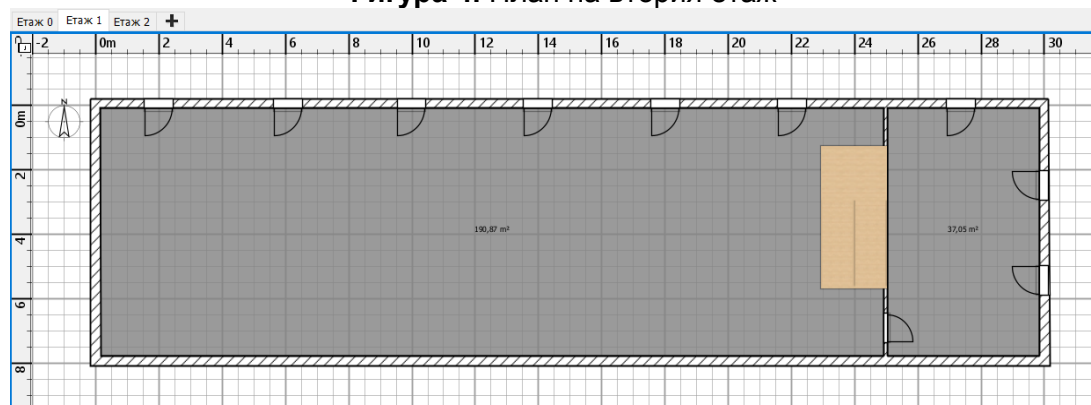
Геометричният 3D модел на центъра за обработка на данни е показан на Фиг.3. На първия етаж са разположени машинната зала (обем 600 m^3) с климатизиращото обзавеждане и помещението на системата за резервно електрозахранване (UPS - обем 115.5 m^3). На втория етаж е сървърното помещение (обем 600 m^3) и офиса (обем 115.5 m^3).

Фигура 3. Геометричен 3D модел на сградата



Планът на разположение на основните компоненти (стени, врати и прозорци) от втория етаж от сградата е показан на Фиг. 4.

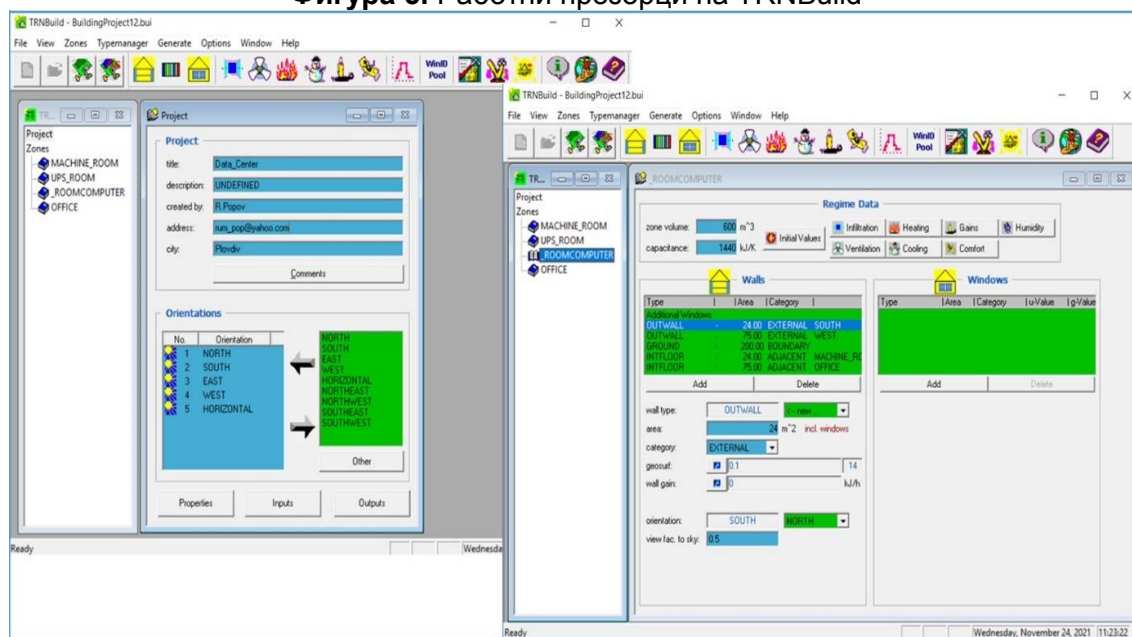
Фигура 4. План на втория етаж



Всички важни за топлообменните процеси параметри се дефинират в работните прозорци на TRNBuild (Фиг. 4). Това са: изложение на фасадата на сградата, дебелини на стените и техните слоеве, материал на слоевете, тип, размери и материал на прозорците (рамки и стъклопакети), вентилация, нагреватели, регенератори на топлина,

количество и разположение на обитателите и мн. други. Тези параметри се задават за всяка една топлинна зона поотделно.

Фигура 5. Работни прозорци на TRNBuild



В резултат на изпълнението на програмния модул TRNBuild се генерира конфигурационен файл с разширение bui. Той от своя страна се интегрира от графичната среда TRNSYS Simulation Studio във входния файл (в deck - формат), който се симулира с помощта на TRNSYS.exe.

Резултати от тестването на модела

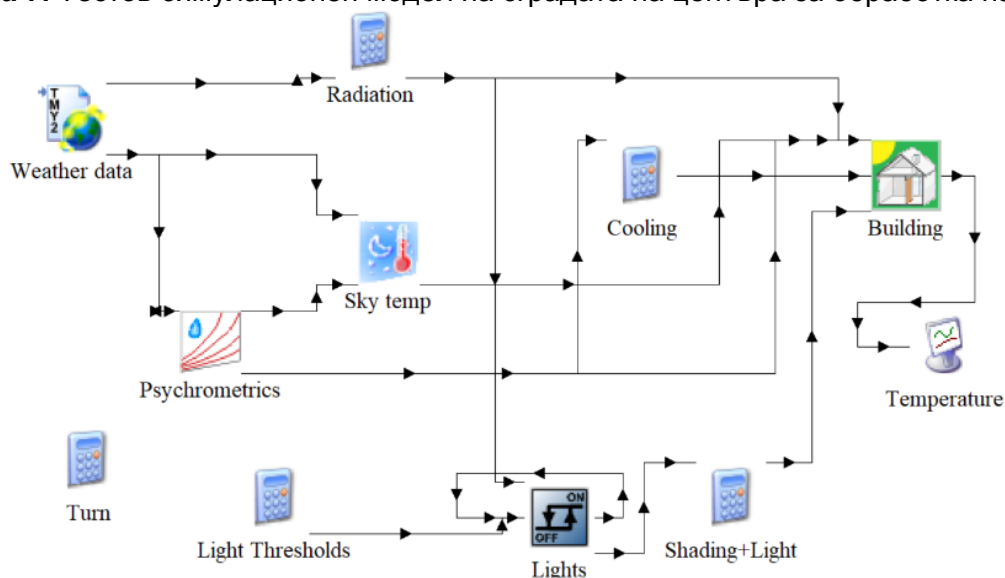
Моделът на сградата се използва в структурната схема на симулираната система (Фиг.6) под формата на библиотечен блок Type 56 – Multizone Building, в параметрите на който е указан като външен файла, описващ сградата (*.bui).

Освен моделът на сградата, с цел неговото тестване, в симулационната схема са включени: блок с метеорологични данни за една типична година (Type 109-5), с външен файл за данни за региона на гр. Пловдив, взет от базата данни Meteoronorm [7]; Type 69b (Sky temp) изчислява ефективната температура на небето за дълговълновия радиационен обмен; Type 33 (Psychrometrics) извлича стойностите на околната температура и относителната влажност на въздуха; Type 2 (Lights) двупозиционен диференциален контролер, който включва и изключва осветлението на сградата; Type 65-5 (Temperature) онлайн графичен плотер. Добавени са, също така, и изчислителни блокове за определяне на:

- компонентите на слънчевата радиация (Radiation);
- засенчването и осветеността (Shading+Light);
- зададените диапазони на включване на осветлението (Light Thresholds);
- зададената температура на охладителната система (Cooling);
- ориентацията на сградата (Turn).

Meteoronorm генерира точни и представителни типични години за всяко място на Земята. Могат да се извлекат данни за повече от 30 различни метеорологични параметъра. Базата данни е съставена на основата на измерванията от над 8 000 метеорологични станции, пет геостационарни спътника и глобално калибрирана аерозолна климатологична информация. На тази база, усъвършенстваните модели за интерполация, опиращи се на повече от 30 годишен опит, осигуряват резултати с висока точност, в световен мащаб.

Фигура 7. Тестов симулационен модел на сградата на центъра за обработка на данни

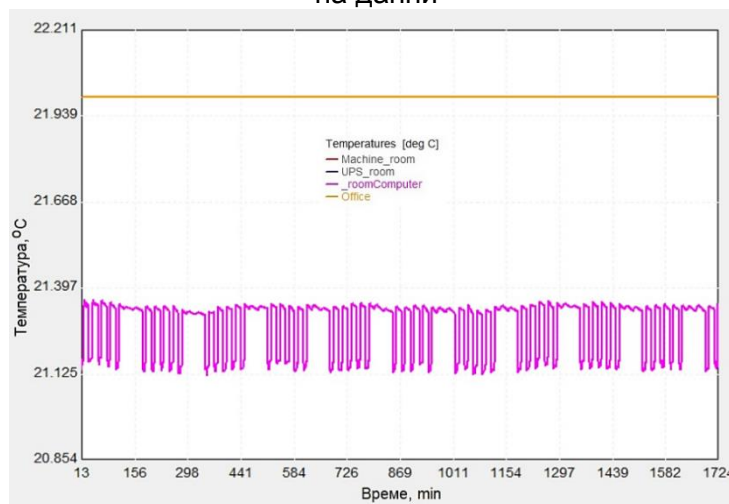


Графичният плотер изобразява температурите в четирите зони на сградата. Примерните резултати от симулацията на тестваната система за охлаждане на центъра за обработка на данни са изобразени на Фиг. 8.

Изводи

Тази статия обсъжда топлинния модел на сградата на типичен център за данни. Моделът е създаден от авторите с помощта на специализирания инструмент TRNBuild. Той може да се интегрира в симулационните модели на различни видове охладителни системи. Освен това моделът позволява лесно да се променя вида на използваното оборудване, неговото местоположение и количество. Прилагането на този модел в процеса на обучение дава възможност на студентите да избират вида и местоположението на охладителните тела (конвектори, вентилаторни конвектори, радиатори), прозорци, стени и др. Този модел е изследван от авторите чрез симулации в основния му вариант и са извършени анализи на различни показатели, определящи енергийната ефективност на сградата. Извършена е примерна симулация за климатичните условия в района на гр. Пловдив. Определени са и са представени графично температурите на помещенията в различните зони на сградата.

Фигура 8. Симулация на температурите в топлинните зони на центъра за обработка на данни



Литература

[1] Guosai Wang, et al. What Can We Learn from Four Years of Data Center Hardware Failures?. 47th Annual IEEE/IFIP Int.l Conf.on Dependable Systems and Networks (DSN), Denver, USA, 2017, pp. 25-36.

[2] Интернет страница, достъпна (декември 2021) на адрес: <http://www.trnsys.com/index.html#1>.

[3] TESS COMPONENT LIBRARIES General Descriptions, pdf, достъпен (декември 2021) на адрес: <http://www.trnsys.com/tess-libraries/index.html>.

[4] TRNSYS 17 – Multizone Building modeling with Type56 and TRNBuild. Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison, 2012.

[5] Stephenson, D.G. and Mitalas, G.P., "Calculation of Heat Conduction Transfer Functions for Multi-Layer Slabs," ASHRAE Annual Meeting, Washington, D.C., August 22-25, 1971.

[6] Mitalas, G.P. and Arseneault, J.G., "FORTRAN IV Program to Calculate z-Transfer Functions for the Calculation of Transient Heat Transfer Through Walls and Roofs", Division of National Research Council of Canada, Ottawa.

[7] Интернет страница, достъпна (декември 2021) на адрес: <https://meteonorm.com/en/meteonorm-timeseries>

*Кореспондиращ автор: проф. д-р Румен Попов,
ПУ «Паисий Хилендарски», Физико-технологичен факултет, катедра ЕКИТ,
адрес: гр. Пловдив, ул. Костаки Пеев 21,
телефон: 032 261 253,
e-mail: rumen.popov@uni-plovdiv.bg.*

СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАЛЕЛНА РЕЗОНАНСНА ВЕРИГА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНТЕГРИРАНИ СРЕДИ ЗА ПРОЕКТИРА- НЕ И АНАЛИЗ

Велислава Райдовска, Христо Базелков

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

SIMULATION INVESTIGATION OF A PARALLEL RESONANCE CIRCUIT VIA USING INTEGRATED ENVIRONMENTS FOR DESIGN AND ANALYSIS

Velislava Raydovska, Hristo Bazelkov

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The use of simulation models is often used in the training of engineering students. It is especially suitable in the conditions of distance learning process due to the complicated epidemiological situation in the last two years.

Resonance circuits are widely used in switching technology. Therefore, students must be well acquainted with the phenomenon of resonance, to determine theoretically and experimentally the quantities of the resonance circuits. The simulated research of a parallel resonance circuit in a software environment helps to acquire practical skills by students in the distance learning process

Keywords: *parallel resonance circuit, education, software environments*

Резюме: Използването на симулационни модели е често използвано в обучението на студенти от инженерни специалности. Особено подходящо е то в условията на дистанционен учебен процес поради усложнената епидемиологична обстановка последните две години.

Резонансните кръгове са с широко приложение в комутационната техника. Затова студентите трябва да познават добре явлението резонанс, да определят теоретично и експериментално величините, характерни за резонансните кръгове. Симулативното настройване и изследване на паралелна резонансна верига в програмна среда спомага за придобиване на практически умения от студентите при дистанционен процес на обучение

Ключови думи: *Резонанс на токовете, образование, програмни среди*

Въведение

Използване на симулациите в практическото обучение по всички учебни технически дисциплини е основа за модернизиране на образователната система на всяка страна и съществен елемент от Европейската образователна политика. Този подход за информатизация на образованието е заложен и в българската Национална Стратегия за въвеждане на информационни и електронни технологии в обучението. Разнообразието от виртуални платформи за изследване дават тласък на този подход. Те позволяват да се разработят модели на устройства и се изследват тяхната работа и процесите, които протичат в тях. (Velev, 2016) Такава е и тенденцията в обучението по Електротехника. Тя включва освен теоретичното запознаване с материала и експериментални изследвания като междинно звено да се включи симулационно провеждане на упражнението (Райдовска, Манев, 2017, Raydovska, 2020). През последните две години този подход бе особено полезен при дистанционното университетско обучение поради Ковид 19.

Цел

Явлението резонанс намира широко приложение в радиотехническата и измервателната апаратура. Но то може да бъде и нежелателно, даже опасно, тъй като при него е възможно да възникнат пренапрежения или свръх големи токове.

При своето обучение студентите от инженерните специалности трябва да придобият знания и умения относно трептящите кръгове, в частност паралелния кръг. Да могат да определят параметри им, да усвоят особеностите при използването им.

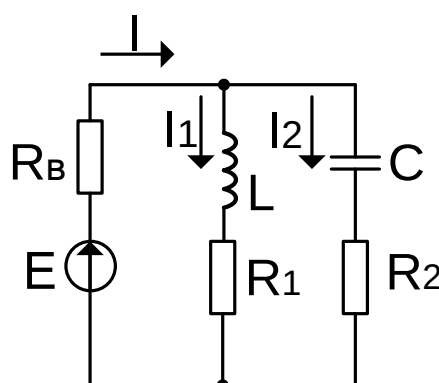
Методи

Известно е, че паралелният трептящ кръг се нарича разклонена по отношение на реактивните елементи пасивна електрическа верига, която съдържа най-малко една бобина и един кондензатор, паралелно свързани спрямо захранващия източник (фиг.1). Формулите за величините обобщена разстройка ξ , вълново съпротивление ρ , качествен фактор Q , затихване, абсолютна $\Delta\omega$ и относителна разстройка χ , нормирана честота η и коефициент на затихване δ са същите както при последователен резонансен кръг (Кюркчиева, 2001):

1. Вълново съпротивление

$$\rho = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

Фиг. 1. Паралелен трептящ кръг.



2. Качествен фактор

$$Q = \frac{I_L}{I} = \frac{I_C}{I} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{\rho}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

3. Абсолютна разстройка

$$\Delta\omega = \omega - \omega_0, \text{ rad/s}$$

$$\Delta f = f - f_0, \text{ Hz} \quad (3)$$

4. Относителна разстройка

$$\chi = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} = \eta - \frac{1}{\eta}, \quad (4)$$

където η е нормираната честота $\eta = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{f_0}$.

5.
6.
7.

8. Обобщена разстройка:

$$\xi = \frac{X}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{\rho X}{R} = QX. \quad (5)$$

9. Затихване

$$d = \frac{1}{Q} = \frac{R}{\rho} = \frac{2\delta}{\omega_0} = \frac{R}{\omega_0 L}, \quad (6)$$

където δ е коефициентът на затихване на трептенията $\delta = \frac{R}{2L} = \frac{\omega_0}{2Q}$.

В изрази (1)-(6) участва съпротивлението R . За паралелните трептящи кръгове това е загубното съпротивление на кръга и е равно на $R=R_1+R_2$.

При паралелния резонансен кръг се дефинира величината резонансно съпротивление R_0 . То се определя по един от следните изрази:

$$R_0 = \frac{L}{RC} = Q^2 R = \frac{\rho^2}{R} = \frac{\omega_0^2 L^2}{R} = \frac{1}{\omega_0^2 C^2 R}$$

Точната резонансна честота е:

$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{1 - \frac{R_1^2}{\rho^2}}{1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}}}, \quad (7)$$

където $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ е резонансната честота на кръга без загуби.

Селективността на паралелния резонансен кръг ще е толкова по-добра, колкото вътрешното съпротивление на захранващия източник е по-голямо. В идеалния случай то клони към безкрайност. На практика, колкото и голямо да е това съпротивление, то има крайна стойност. Като се отчете тази стойност за качествения фактор се получава

$$Q' = \frac{Q}{1 + \frac{R_0}{R_e}} = \frac{Q}{1 + \beta}; \quad d' = \frac{1}{Q'} = (1 + \beta)d \quad (8)$$

Този резонанс е наречен още токов резонанс, тъй като при настъпване на явлението токът през индуктивността и токът през кондензатора превишават Q пъти тока в неразклонената част от верига.

Методите да се понижи $\beta = \frac{R_0}{R_e}$ са два: или да се увеличи вътрешното съпротивление на захранващия източник, или да се понижи резонансното съпротивление. Ако приемем, че първото е невъзможно, остава втория вариант. Резонансното съпро-

тивление може да се намали чрез разделянето на някой от реактивните елементи (бобината или кондензатора). Получава се сложен паралелен трептящ кръг.

Сложният паралелен кръг има резонансно съпротивление, което е p^2 пъти по-малко от това на простия паралелен трептящ кръг при същата резонансна честота.

$$R'_0 = p^2 R_0 \quad (9)$$

За сложен трептящ кръг с две бобини:

$$p = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \quad (10)$$

За сложен трептящ кръг с два кондензатора:

$$p = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \quad (11)$$

При изчисляването на характерните величини за сложни паралелни кръгове R, L и C са обиколните параметри.

На база формули от (1)-(11) е разработена програма в среда MatLab, с която да се изчисляват търсените параметри. Например за изчисляване на резонансната честота, качественият фактор и вълновото съпротивление на паралелен резонансен кръг, чиито параметри са известни се използва следния сорс код:

```
r1=input('Активно съпротивление, в Ohm: r1=')
L=input('Индуктивност, в H: L=')
r2=input('Активно съпротивление, в Ohm: r2=')
C=input('Капацитет, във F: C=')
R=r1+r2;
disp(['Обиколното съпротивление е ',num2str(R),'Ohm, '])
f0=1/(2*pi*sqrt(L*C));
disp(['Резонансната честота е ',num2str(f0),'Hz'])
ro=sqrt(L/C);
disp(['Вълновото съпротивление е ',num2str(ro),'Ohm, '])
Q=ro/R;
disp(['Качественият фактор е ',num2str(Q)])
...
```

Резултати

На студентите се поставя задачата за паралелен трептящ кръг с параметри $L=143,3\mu\text{H}$, $C=1,592\text{ nF}$, $R=10\Omega$ да се изчислят резонансната честота, качествения фактор, приведения качествен фактор. Захранващият източник е с вътрешно съпротивление $R_v=15\text{k}\Omega$. Да се изчислят същите величини, ако вътрешното съпротивление е $R_v=150\text{k}\Omega$.

Да преценят как може да постигнат $\beta \leq 0,1$.

Необходимо е да свържат паралелния трептящ кръг в среда Multisim и да се свали зависимостта $U_{LC}(f)$.

Студентите правят необходимите изчисления и след това стартират програмата в MatLab, за да проверят верността и;

Резултатът от изпълнението на сорс кода е:

```
Активно съпротивление, в Ohm: r1=10
Индуктивност, в H: L=143.3*10^-6
Активно съпротивление, в Ohm: r2=0
Капацитет, във F: C=1.592*10^-9
Обиколното съпротивление е 10 Ohm,
Резонансната честота е 333215.7376Hz
Вълновото съпротивление е 300.0209Ohm,
```

Качественият фактор е 30.0021

$Sfa = 1.1106e+04$

$f1 = 3.2766e+05$

$f2 = 3.3877e+05$

Широчината на честотната лента, в Hz е 11106.4161

Вътрешно съпротивление на хранящия източник, в Ohm: $R_i = 5000$

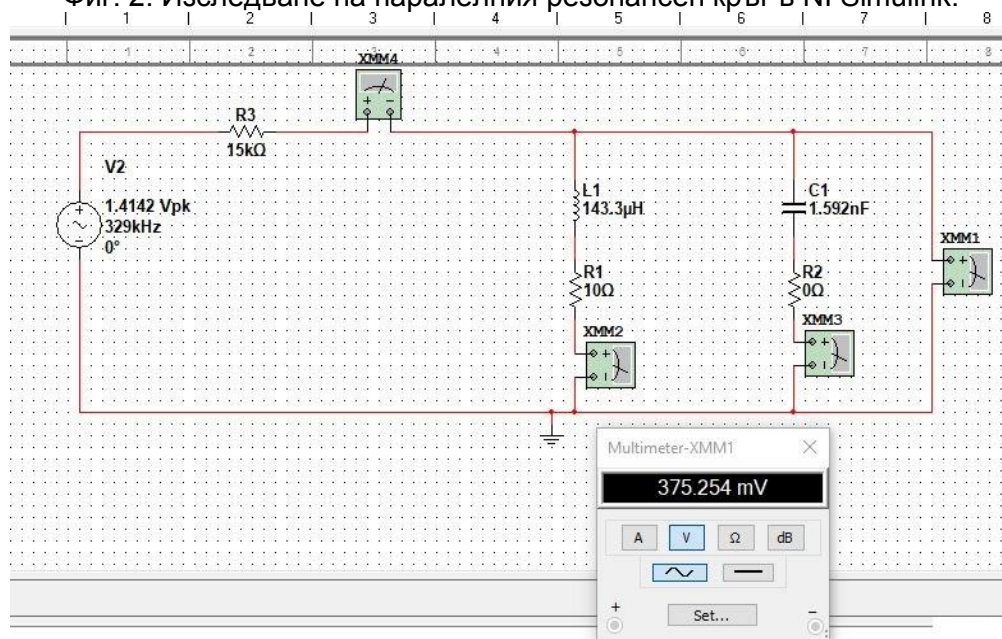
$Sfaprim = 1.1329e+04$

Приведеният качествен фактор при $R_i = 15000$ в Оме е 29.4138

Широчината на честотната лента при $R_i = 15000$ в Hz е 11328.56

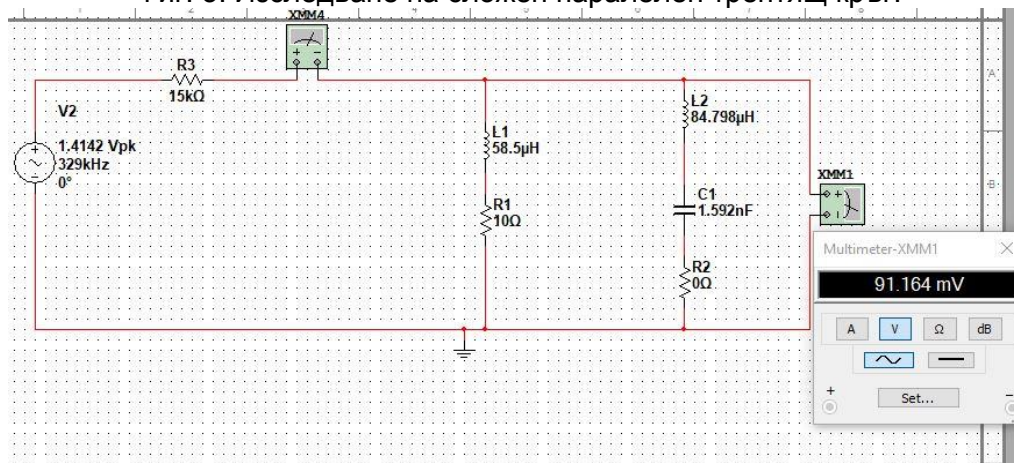
В програмна среда NI Multisim се свързва паралелния кръг (фиг.2) и се симулира работата му. Сваля се зависимостта $U_{LC}(f)$ за две стойности на вътрешното съпротивление $R_i = 15k\Omega$ и $R_i = 150k\Omega$.

Фиг. 2. Изследване на паралелния резонансен кръг в NI Simulink.



За да се изпълни $\beta \leq 0,1$ при $R_i = 15k\Omega$, се изчислява сложен паралелен трептящ кръг, в който и в двата клона има индуктивен елемент, съответно $L_1 = 58,8\mu H$ и $L_2 = 84,798\mu H$ и се снима зависимостта $U_{LC}(f)$ (фиг.3). За изчисленията отново може да се използва програмата в MatLab.

Фиг. 3. Изследване на сложен паралелен трептящ кръг.



Построяват се снетите зависимости в трите случая в обща координатна система (фиг.4). Определят се опитно качественият фактор и широчината на честотната лента. Данните са нанесени в таблица 1.

Фиг.4. Зависимост $U_{LC}(f)$ при различни стойности на вътрешното съпротивление на източника и на сложния паралелен трептящ кръг

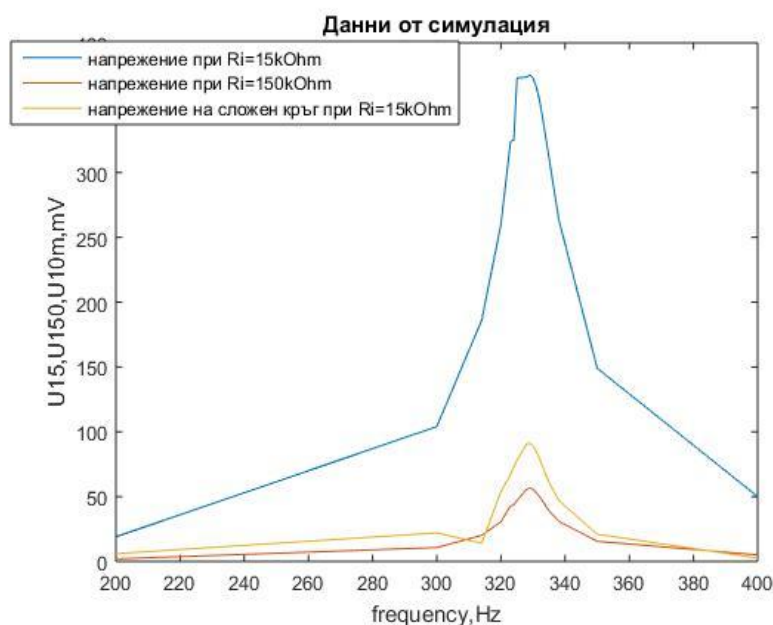


Таблица 1

Вътрешно съпротивление На захранващия източник	Характерни величини	Резонансна честота f_0	Широчина на лентата на пропускане S_a	Качествен фактор Q	Приведен качествен фактор Q'
Ω	Размерност	kHz	kHz	-	-
15 000	Теоретично изчислени	333	17.772	30	18.75
	Опитно снети	329	18		18.28
150 000	Теоретично изчислени	333	11.774		28.30
	Опитно снети	329	12		27.42

Заклучение

При изследването на паралелен резонансен кръг е използвана разработена за целта програма в програмна среда MatLab. В програмна среда NI Simulink са изследвани резонансните свойства на дадения кръг и възможността да се повиши селективността му при захранване с източник с малка стойност на вътрешното съпротивление.

Използването на програмни среди позволява на студентите да облекчат изчислителните процеси, без това да намали активното им участие или да използват програмата, за да проверят правилността на отговорите си. Симулацията на електронните устройства им позволява да натрупат определени практически умения и да са по-уверени при работа в реални условия.

Цитирани литературни източници

Кюркчиева, Р., Комуникационни вериги, Ръководство за упражнения и курсов проект, ТУ – Варна, 2001.

Райдовска В., В. Манев, Изследване на трептящ кръг в програмни среди, Сборник с доклади от националната научна конференция „Образование и наука – за личностно и обществено развитие“, 27-28 октомври 2017, книжка първа, град Смолян, Издател: ПУ „Паисий Хилендарски“, Филиал – Смолян, Печат: Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив, ISBN: 978-954-8767-65-1, стр. 143-149

Raydovska V. Building a laboratory for simulation and experimental research in electrical engineering, Proceedings of ICERI2020 Conference 9th-10th November 2020, ISBN: 978-84-09-24232-0, pp-pp. 2687 – 2697

Velev, E. Study cavitation gerotor motors, using computer simulation, XV International Scientific Conference, 2016, vol 1, Smolyan, Bulgaria, pp. 64÷66, ISSN-978-619-7180-7

*Велислава Райдовска, гл. ас. д-р,
4700 гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ 28,
тел. 0878370885*

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИСОКОЧЕСТОТНИ АКТИВНИ ФИЛТРИ ЧРЕЗ ПРОГРАМНИ СРЕДИ

Велислава Райдовска, Адрияна Казакова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

DESIGN AND RESEARCH OF ACTIVE HIGH PASS FILTERS VIA SOFTWARE ENVIRONMENT

Velislava Raydovska, Adriana Kazakova
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: In the conditions of a global pandemic due to Covid 19, the universities student learning took place in an electronic environment. This is possible due to the rapid development of computer technology and its entry into the learning process.

This paper discusses the design of an active high pass filter. A program, created in a virtual environment, is used in the process of filter calculation. The students are actively involved in the design process, as they have to make the necessary decisions at certain stages in the implementation of the program.

They implement the designed filter in a software environment and test its operability through its simulation.

The use of software environments allows students to facilitate computational processes without reducing their active participation. The simulation of electronic devices allows them to gain certain practical skills and be more confident when working in real conditions.

Key words: *Electronic filter, education, software environments*

Резюме

В условията на пандемия заради Covid-19 се налага обучението на студентите да премине в електронна среда. Това е възможно благодарение на бурното развитие на компютърните технологии и тяхното навлизане в учебния процес.

В настоящата статия се разглежда проектирането на високочестотен активен филтър. В процеса на изчислението му се използва създадена във виртуална среда програма. Студентите участват активно в процеса на проектиране, тъй като трябва да вземат необходимите решения на определени етапи при изпълнение на програмата.

Те реализират проектирания филтър в програмна среда и проверяват неговата работоспособност чрез симулацията му.

Използването на програмни среди позволява на студентите да облекчат изчислителните процеси, без това да намали активното им участие. Симулацията на електронните устройства им позволява да натрупат определени практически умения и да са по-уверени при работа в реални условия.

Ключови думи: *Електронен филтър, образование, програмни среди*

Въведение

През последното десетилетие компютърните технологии бележат бурно развитие. В обучението на студентите от инженерните специалности се налагат нови, иновативни методи, които се базират на новите IT технологии. Разработват се модели на устройства и се симулира тяхната работа във виртуални среди. (Velev, 2016, Raydovska, 2020). Особено са полезни в условията на пандемията поради Ковид 19, когато повечето университети преминаха към дистанционна форма на обучение. Такъв подход е избран и при изучаването на електронни филтри.

Цел

От електронната схемотехника е известно, че активният филтър е електронна система, способна да разделя електрическите сигнали по определен признак, като пропуска сигнали с едни честоти и задържа всички останали. Като активен елемент се използва най-често операционният усилвател, представляващ висококачествен постояннотоков усилвател с параметри, които се доближават до тези на идеалния усилвател.

При своето обучение студентите трябва да проектират активни филтри с определени параметри и да проверят работоспособността на проектираното от тях устройство.

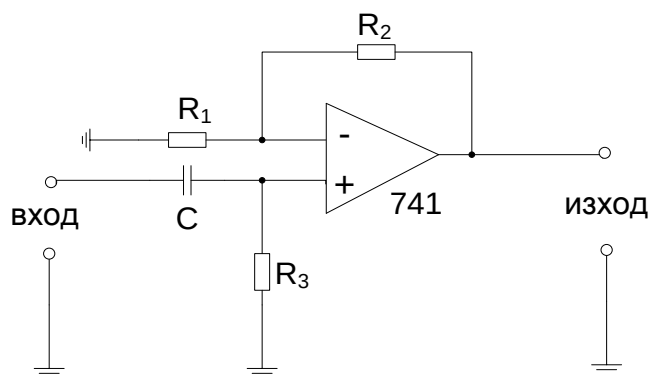
Методи

Проектирането на активния филтър се извършва по известни от литературата методики (Куцаров, 1982). Въз основа на тях е разработена програма VF_filtar.m, във среда MatLab, която студентите да използват при проектирането на високочестотен филтър. Необходимо е да се отбележи, че ролята на студента, независимо, че използва изчислителна програма в този процес е активна. Той трябва да направи избор на типа на филтъра: полиномен филтър на Бътърворт (Butterworth), полиномен или дробен филтър на Чебишев (Chebyshev), да избере реда на филтъра. Необходимо е да вземе решения за избор на конкретни схеми за изграждане на стъпалата на филтъра; да подбере подходяща стандартна стойност на използваните компоненти резистор или кондензатор.

Част от сорс кода на програма VF_filtar.m, която се отнася за изчисляване на полиномно високочестотно звено от I ред, показан на фиг. 1 е:

```
disp('програма за изчисляване на звено от първи ред')
boH1=input('коефициент: boH1=');
boB1=1/boH1
Tinf1=input('Коефициент в лентата на пропускане: Tinf1=');
fc=input('границна честота, в Hz: fc=');
deltaf=input('Допустима процентна разлика между зададена и реално получена
честота на звеното, в %: deltaf=');
delta=deltaf*0.7
disp('Изберете допустим производствен толеранс на резисторите и конден-
заторите, който да е по-малък или равен на delta')
deltaR=input('Допустим производствен толеранс резистор, в %: deltaR=');
deltaC=input('Допустим производствен толеранс кондензатор, в %: deltaC=');
Czv1=input('Избира се капацитет на кондензатора, във F: Czv1=')
R3zv1=1/(2*pi*fc*boB1*Czv1)
R3zv1=input('Избира се стандартна стойност , в Ohm: R3zv1=')
R1zv1=(Tinf1*R3zv1)/(Tinf1-1)
R1zv1=input('Избира се стандартна стойност , в Ohm: R1zv1=')
R2zv1=Tinf1*R3zv1
R2zv1=input('Избира се стандартна стойност , в Ohm: R2zv1=')
```

фиг. 1. Полиномно високочестотно звено от I ред



След като проектират всички звена, студентите изграждат модел на проектирания филтър в NI Simulink, за да проверяват дали проектираното от устройство отговаря на поставените изисквания.

Резултати

На студентите е поставено конкретно задание:

Да се изчисли електронен високочестотен филтър със следните данни:

Гранична честота $f_c = 7\text{kHz}$

Неравномерност в лентата на пропускане $\Delta a = 2\text{dB}$

Коефициент на предаване в лентата на пропускане $T_{\infty B} = 10$

Коефициент на предаване $T_a = -30\text{dB}$ при честота $f_a = 2000\text{Hz}$

Коефициентът в лентата на непропускане да намалява монотонно. Изисквания към ФЧХ: няма.

Да се симулира действието на проектирания филтър в средата на програмния продукт NI Multisim.

Те първо правят избор на типа на филтъра. Типът на филтъра се определя според коефициента на предаване в лентата на непропускане и изискванията към ФЧХ. В поставената задача е възложено с увеличение на честотата коефициентът на предаване в лентата на непропускане да намалява монотонно, а изискване към ФЧХ няма. Това налага да се избере полиномен филтър на Чебишев.

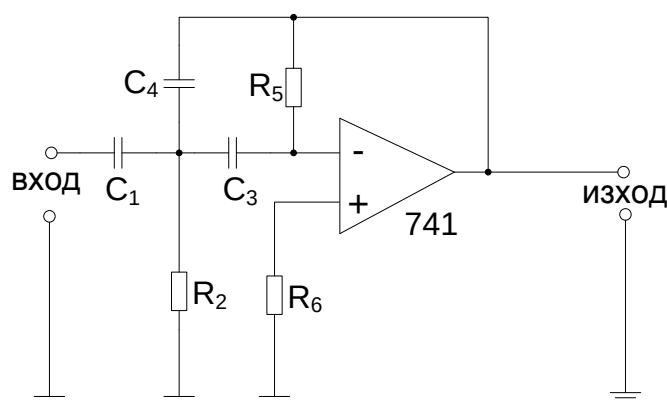
Следва да се определяне на реда n на филтъра. Според методиката (Куцаров, 1982), за да се определи редът на филтъра трябва да се изчисли нормираната честота:

$$\Omega_a = \frac{f_c}{f_a} = \frac{7000\text{Hz}}{2000\text{Hz}} = 3.5 \quad (1)$$

С помощта на изчислената нормирана честота Ω_a и коефициента на предаване T_a , редът на избрания полиномен филтър на Чебишев се определя от съответните номограми: $n=3$. Според реда на филтъра, се получава по-малък коефициент на предаване, т.е. избирателните свойства на филтъра ще се подобрят: $T_a = -34\text{dB}$.

Активната роля на студента продължава и той трябва да определи броя на звената и коефициентите на предавателните им функции. В случая филтърът, който се изчислява има 1 звено от I ред и 1 звено от II ред. Избират се подходящи схеми за реализиране на двете звена. Първото ще се реализира по схемата от фиг.1, а второто – по показаната схема на фиг. 2.

Фиг. 2. Полиномно високочестотно звено от II ред за $Q_{PH} \leq 10$



Стартира се програмата. В статията ще се демонстрира само част от изпълнението на програмата, което касае изчисляването на звеното от фиг.1. За изчисляването на стойностите на елементите процентно изменение на характеристиката на честотата на звеното е $\delta f = 10\%$. Производствените толеранси на резисторите и кондензаторите се определят по формулата $\delta R = \delta C \leq 0,7 \delta f$. Студентът трябва да избере тези толеранси, както и стойността на капацитета на кондензатор: ($C = 10 \text{ nF} \pm 1\%$) в процеса на изпълнение на програмата.

програма за изчисляване на полиномен високочестотен филтър на Чебишев

Въвеждане на изходните данни:

въведете ред на филтъра: $n=3$

програма за изчисляване на звено от първи ред

коефициент: $boH1=0,369$

коефициент: $boH1=0.369$

$boB1 = 2.7100$

Коефициент в лентата на пропускане: $Tinf1=10$

гранична честота, в Hz: $fc=7000$

Допустима процентна разлика между зададена и реално получена честота на звеното, в %: $\delta f=10$

$\delta f=7$

Изберете допустим производствен толеранс на резисторите и кондензаторите, който да е по-малък или равен на δf

Допустим производствен толеранс резистор, в %: $\delta R=1$

Допустим производствен толеранс кондензатор, в %: $\delta C=1$

Избира се капацитет на кондензатора, във F: $Czv1=10 \cdot 10^{-9}$

$Czv1=1.0000e-08$

$R3zv1=838.9739$

Избира се стандартна стойност, в Ohm: $R3zv1=845$

$R3zv1=845$

$R1zv1=938.8889$

Избира се стандартна стойност, в Ohm: $R1zv1=931$

$R1zv1=931$

$R2zv1=8450$

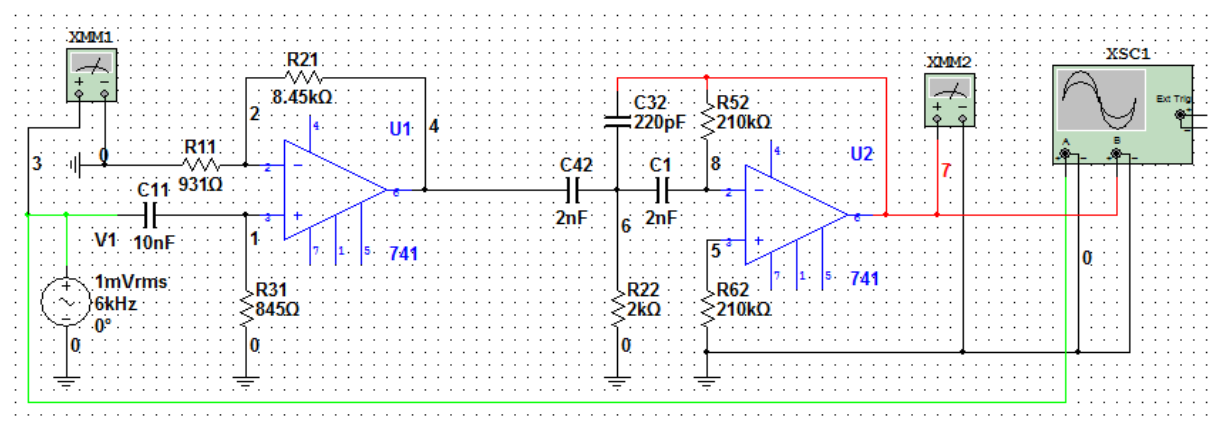
Избира се стандартна стойност, в Ohm: $R2zv1=8.45 \cdot 10^3$

$R2zv1=8450$

На няколко стъпки от изпълнението на програмата е необходимо студентът да избере стандартни стойности на съпротивленията. Операционният усилвател трябва да има следните параметри $A_{0min} \geq 5000$ и $f_{(A=1)} \geq 50f_c$ и се избира тип A741.

На фиг.3 е показана пълна принципна схема на проектирания електронен филтър в програмна среда NI Simulink. Това е виртуалната програмна среда, в която ще се „тества“ работата на проектираното устройство.

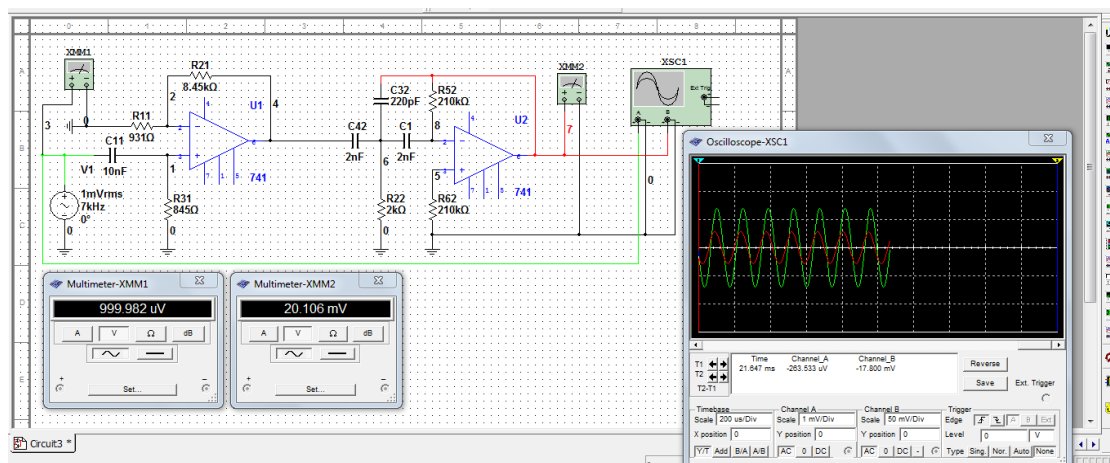
Фиг. 3. Схема на проектирания филтър в програмна среда



В процеса на симулация, източникът V_1 е настроен да генерира синусоиден сигнал с амплитуда 1 mV. Коефициентът на предаване в лентата на пропускане е приблизително равен на 10. Напрежението на изхода на филтъра се следи с мултиметър XMM2. На фиг. 4 при $f=7000$ Hz, изчисленият високочестотен филтър пропуска сигнала подаден на входа с коефициент на усилване 20. От фиг. 5 се вижда, че при $f=1000$ Hz филтърът почти не пропуска входния сигнал да достигне до изхода (при подадено 1 mV входно напрежение, на изхода едва достигат 36 μ V).

От осцилограмите, наблюдавани на осцилоскоп XSC1, се вижда, че както входният, така и изходният сигнал нямат нелинейни изкривявания. Изводът е, че сигнали с честота по малка от 7000 Hz подадени на входа не се пропускат до изхода и сигнали с по-висока честота от горната се пропускат с желания коефициент на предаване посочен в заданието.

Фиг. 4. Работа на филтъра при подаване на честота в лентата на пропускане



Фиг. 5. Работа на филтъра при подаване на честота в лентата на непропускане

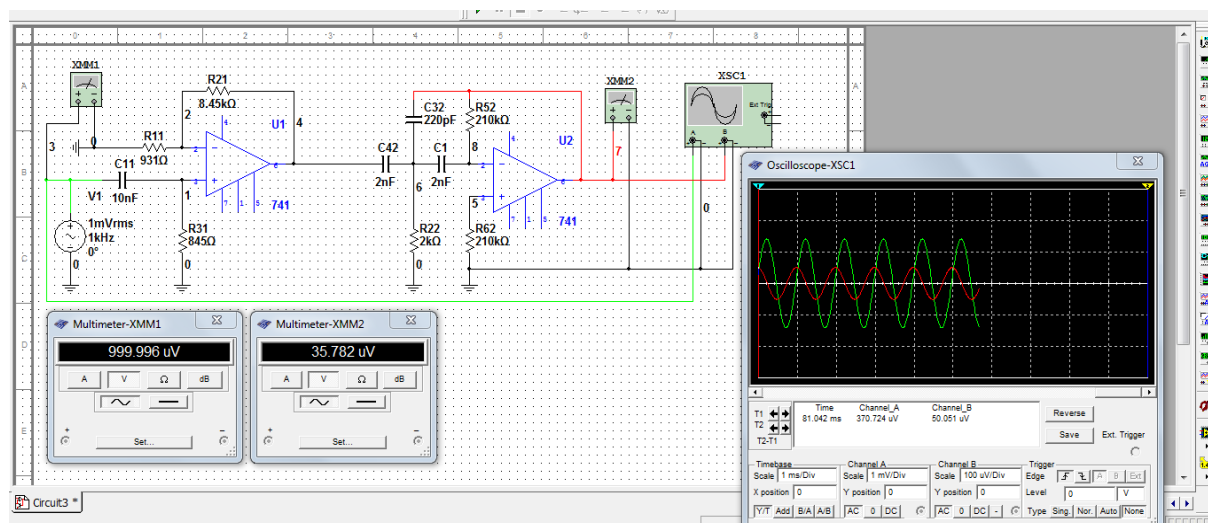


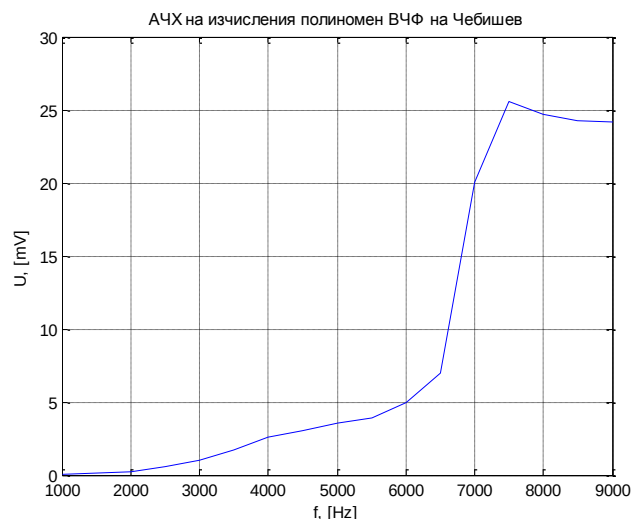
Таблица 1. Данни от проведената симулация.

f, [Hz]	1000	1500	2000	...	7000	7500	8000	8500	9000
U, [mV]	0.035	0.122	0.293	...	20.072	25.584	24.687	24.234	24.125

По данните от направената симулация, представени в таблица 1, се изчертава амплитудно-честотната характеристика на проектирания високочестотен филтър (фиг. 6). Използва се програмната среда на Matlab и следният сорс код:

1. *%изчертава опитна амплитудно-честотна характеристика*
2. *fsim=input('Въведете честотите в Hz като използвате квадратни скоби: f=')*
3. *U=input('Въведете изходното напрежението в mV като използвате квадратни скоби: U=')*
4. *plot(f,U),grid*
5. *title('АЧХ на изчисления полиномен филтър на Чебишев')*
6. *xlabel('f,Hz')*
7. *ylabel('U,mV')*

Фиг. 6. Амплитудно-честотната характеристика на проектирания високочестотен филтър



Заклучение

При проектирането на активен високочестотен филтър е използвана разработена за целта програма в програмна среда MatLab. Работоспособността на проектираното устройство е симулирана в програмна среда NI Simulink.

Използването на програмни среди позволява на студентите да облекчат изчислителните процеси, без това да намали активното им участие.

Симулацията на електронните устройства им позволява да натрупат определени практически умения и да са по-уверени при работа в реални условия.

Цитирани литературни източници

Куцаров, С., Електронни филтри, София, 1982, с. 183

Raydovska V. Building a laboratory for simulation and experimental research in electrical engineering, *Proceedings of ICERI2020 Conference 9th-10th November 2020*, ISBN: 978-84-09-24232-0, pp-pp. 2687 – 2697

Velev, E. Study cavitation gerotor motors, using computer simulation, *XV International Scientific Conference*, 2016, vol 1, Smolyan, Bulgaria, page 64÷66, ISSN-978-619-7180-7

Велислава Райдовска, гл. ас. д-р,
4700 гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ 28,
тел. 0878370885

ИЗСЛЕДВАНЕ НА WI-FI MESH МРЕЖА С МИКРОКОНТРОЛЕРИ ESP8266

Севиела Дерменджиева, Станислав Асенов, Даниела Шехова,
Ангел Чекичев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

RESEARCH OF WI-FI MESH NETWORK WITH MICROCONTROLLERS ESP8266

Seviela Dermendzhieva, Stanislav Assenov,
Daniela Shehova, Angel Chekichev
Plovdiv University "Paisiy Hilendarski"
Faculty of Physics and Technology

Abstract: The article focuses on the main problems associated with building a Wi-Fi Mesh network. The aim of the article is to investigate a implemented wireless mesh network using ESP8266 microcontrollers. The main parameters for achieving efficiency of the implemented network in data transmission from one point to another are studied. Studies have been performed regarding the energy consumed by the microcontrollers and the relevant graphical analyzes have been performed. Battery power supply of the microcontrollers has been realized and studied.

Keywords: *Microcontroller, ESP8266, Wi-Fi, Mesh network, batteries*

Абстракт: Статията е насочена към основните проблеми свързани с изграждане на Wi-Fi Mesh мрежа. Целта на статията е да се изследва реализирана безжична меш мрежа, използвайки ESP8266 микроконтролери. Изследвани са основните параметрите за постигане на ефективност на реализираната мрежа при предаване на данни от една точка до друга. Извършени са изследвания по отношение на изразходваната енергия от микроконтролерите и са направени съответните графични анализи. Реализирано и изследвано е батерийно захранване на микроконтролерите.

Ключови думи: *Микроконтролер, ESP8266, Wi-Fi, Меш мрежа, батерии.*

Въведение

По своята същност Mesh мрежата е верига от връзки. Всяка връзка (възел на Mesh мрежа) е свързана с другите, така че цялата верига (Mesh) може да достигне далечно разстояние. За да се превърне стандартния Wi-Fi в Mesh мрежа е необходимо да има наличие на поне един основен възел, който ще бъде свързан директно (безжично) към рутера. След това, всяко ново устройство, което се добавя, ще се свързва към Хъба, а не към рутера. Всяко ново устройство ще разширява мрежата и ще служи за ретранслатор за препредаване на сигнал и комуникация. Резултатът е мрежа с голямо покритие и отлична свързаност. Устройствата работят в тандем по подразбиране [1].

Mesh мрежата е подходяща за жилища с голяма площ или жилища с няколко етажа. Тя спомага за по-добра безжична връзка при неравномерна интернет свързаност. Благодарение на по-големия брой точки за достъп mesh мрежата осигурява по-добра и силна свързаност с интернет.



Фиг. 1. Wi-Fi MESH мрежа и Wi-Fi с единичен рутер

Предимства и недостатъци на Mesh мрежите

По-добро покритие

Една от основните ползи на Mesh мрежите, е способността да се покриват много по-големи площи. Това е полезно при многоетажно жилище или по-голям дом със значителна площ за покриване. С мрежова система, не се разчита на един единствен рутер, който да осигури сигнал в целия дом. Това позволява да се поставят възли на стратегически места и да се елиминират потенциалните „мъртви зони“.

По-добра надеждност

Решетъчните мрежи имат значително предимство пред една мрежа, изградена от един рутер. При проблем с единичните рутери, те трябва да се рестартират. Тъй като Mesh мрежата разчита на няколко възли, за да достави сигнал, ако някой не успее, той няма да прекъсне напълно мрежата. Тя просто ще свърже устройствата с възел, който е активен и работещ.

По-добра скорост

Независимо от местоположението и устройството, с което се работи, то ще се свърже с ретранслатор, който има най-добра връзка към момента. Това ще осигури бърза и сигурна връзка. Защото мрежата има само едно SSID име, а прехвърлянето към по-добра точка става автоматично.

Цена

Най-големият недостатък, свързан с тези мрежи, е високата цена. За съжаление, тези системи могат да бъдат много скъпи. По този начин ще трябва да се направи голяма първоначална инвестиция и обикновено е повече от дори най-добрите безжични рутери.

ESP8266 Wi-Fi микроконтролер

Микроконтролерите се използват в продукти и устройства с автоматичен контрол като контролни системи в автомобилите, медицински импланти, дистанционни управления, офис машини, домашни уреди, електроинструменти, играчки и други вградени системи. С намалените си размери и цена в сравнение с отделен микропроцесор, памет и периферни устройства, микроконтролерите са икономично решение за управление.

Възможна е реализация и на смесени аналогово-цифрови за контрол на нецифрови електронни системи.

NodeMCU е изграден с ESP8266 базиран WiFi модул. Има 10 PIO порта, 4MB Flash, два бутона, micro USB конектор и вградена PCB антена.

Платката е с размери 48mm x 25mm, с 4 монтажни отвора и с разстояние между изводите 2,54mm - съвместима с Breadboard.

Захранва се с напрежение от USB 5V или от външен захранващ източник 5V - 10V. Работното напрежение на GPIO портовете е 3,3V.

Модулът работи с NodeMCU Lua фърмуер, програмира се по сериен интерфейс с помощта на интегрирания USB-сериен порт конвертор CP2102. Намира приложение при експериментирание и изграждане на Internet of Things (IoT) проекти и прототипи.

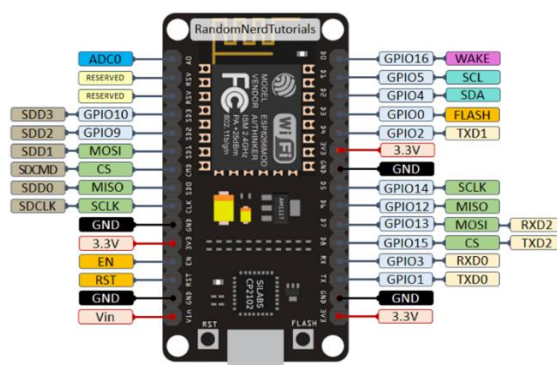
NodeMCU позволява да се програмира и с Ардуино IDE, подобно на Ардуино платките.

Характеристики:

- WiFi модул: ESP-12E с микроконтролер ESP8266, 32-bit, 802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP.
- Размери: 48mm x 25mm.
- Тегло: 3 гр.
- Захранване: 5V от USB или 5V - 10V (Vin).
- Работно напрежение: 3,3V, не толерира 5V.
- Консумация на ток: стандартно 12-70mA, максимално 200mA.
- Консумация на ток - standby: до 200uA.
- Flash: 4MB.
- 10 GPIO порта (един ADC).
- Поддържа UART, PWM, 1-Wire, I2C и др.
- Вградена PCB антена.
- Зареден с Lua фърмуер.
- Възможност за програмиране с Arduino IDE.
- USB-сериен порт конвертор CP2102.



Фиг. 2. Микроконтролер ESP 8266

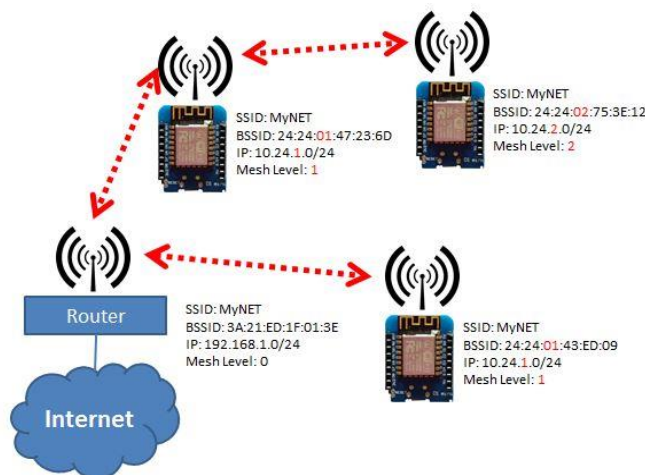


Фиг. 3. PIN OUT на ESP 8266

На Фиг. 3 е представена пин-аут диаграма на изводите на ESP 8266 dev микроконтролерите, който е представена на фиг. 2.

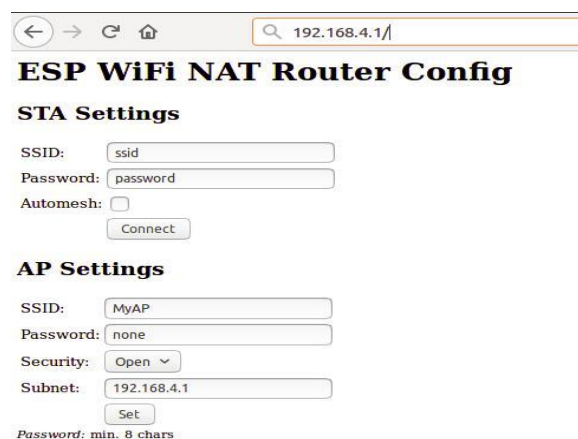
Софтуерната обезпеченост на Wi-Fi микроконтролерите се осигурява от фирмуерът ESP_wifi_repeater- пълнофункционален WiFi повторител (WiFi NAT рутер).

Това е реализация на WiFi NAT рутер на ESP8266 и ESP8285. Той също така включва поддръжка за защитна стена за филтриране на пакети с ACL, картографиране на портове, оформяне на трафика, дистанционно наблюдение, интерфейс за управление на MQTT, взаимодействие с GPIO и управление на захранването. За работата с множество рутери в мрежа, както и за покриване на по-голяма площ е включен режим „Automesh“.



Фиг. 4. Mesh мрежа с ESP8266

На фиг. 5 е представен уеб интерфейса на гореспоменатия микроконтролер [3]. Той служи за конфигуриране на основните мрежови параметри на меш устройството. Както е показано на фигурата IP адресът на микроконтролера е 192.168.4.1.



Фиг. 5. Уеб интерфейс на ESP8266

Експериментална постановка и резултати

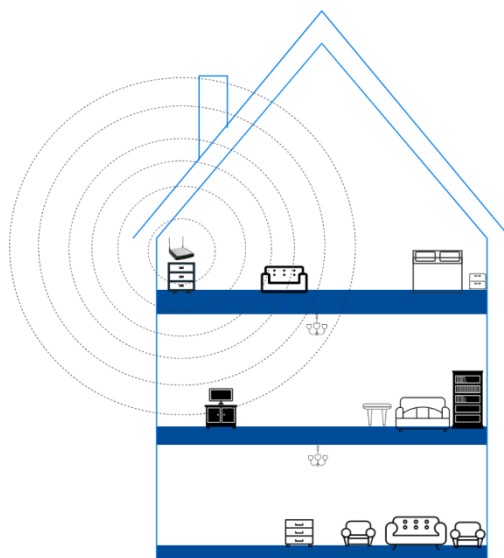
Проведени са експериментални изследвания на реализирани Wi-Fi MESH устройства с ESP микроконтролери, конфигурирани като Wi-Fi MESH възли.

Извършено е изследване на за установяване на обхватът и скоростта на съществуваща Wi-Fi мрежа, състояща се от един Wi-Fi рутер.

На фиг. 6 е представено текущото състояние и разположение на рутера. Обектът представлява семейна къща на 3 етажа с монолитна стоманенобетонна конструкция.

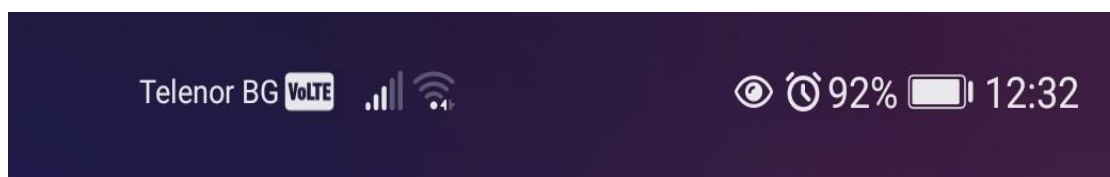
Стените са изградени от тухли и са с дебелина 30 cm. Опитната постановка реализира измерването на скоростта на сигнала и обхвата на мрежата на всеки етаж.

Фиг.6.показва обхвата на сигнала на етаж 3

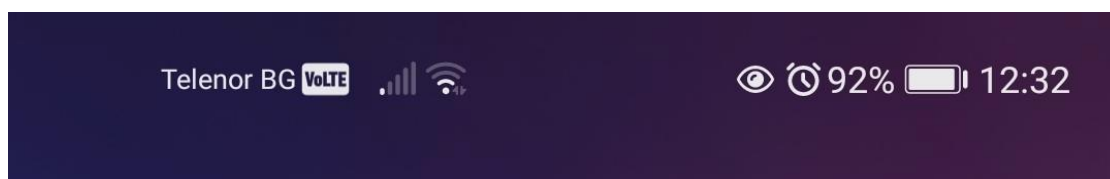


Фиг. 6. Разположение на Wi-Fi рутера и измерени скорости по етажите

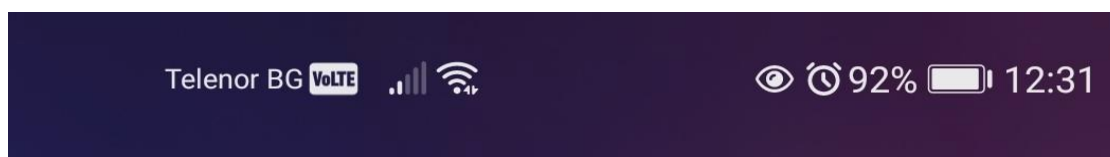
На следващите фигури (от фиг. 7.1 до фиг. 7.3) са показани обхвата на сигнала на всеки отделен етаж в сградата [2].



Фиг. 7.1. Обхват на сигнала на етаж 1



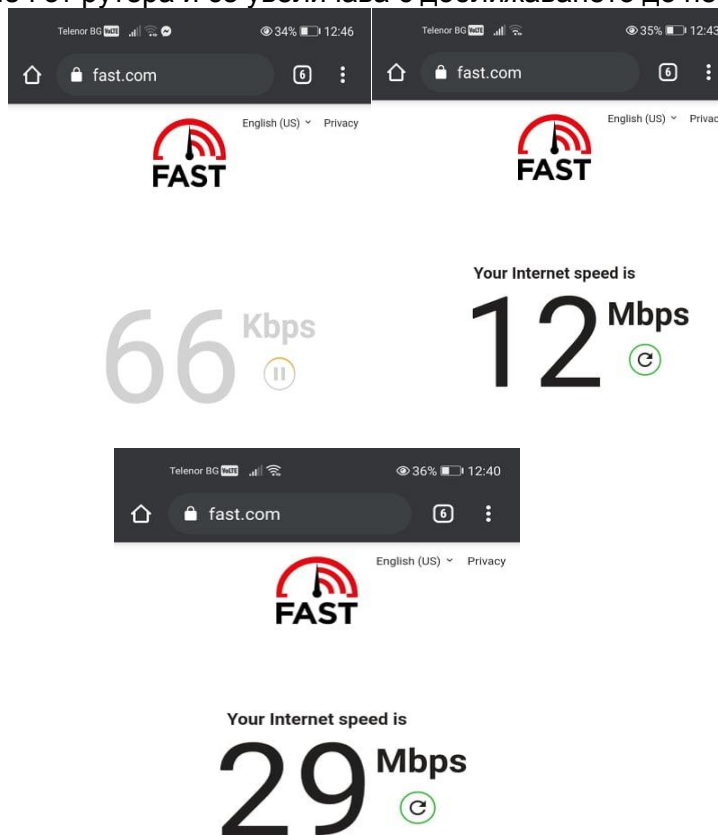
Фиг. 7.2. Обхват на сигнала на етаж 2



Фиг. 7.3. Обхват на сигнала на етаж 3

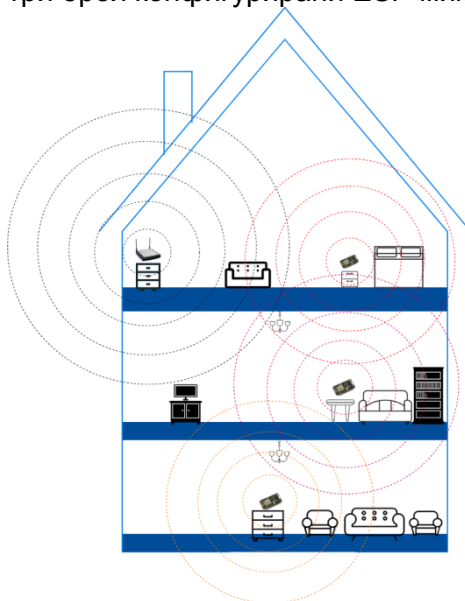
От тези фигури ясно се забелязва, че колкото сме по-далеч от рутера, толкова по-слаб се явява и сигнала който можем да използваме. Поради което е необходимо да се оптимизира самата среда или разположението на устройствата, така че да се създаде оптимално разпръскване на сигнал във всички помещения.

Следващите няколко фигури илюстрират изменението на скоростта на мрежата на всеки отделен етаж. От опита се доказва, че скоростта е също много малка, когато сме по-далеч от рутера и се увеличава с доближаването до него.



Фиг.8.1. Скоростта на мрежата на етаж 1 Фиг.8.2. Скоростта на мрежата на етаж 2
Фиг.8.3. Скоростта на мрежата на етаж 3

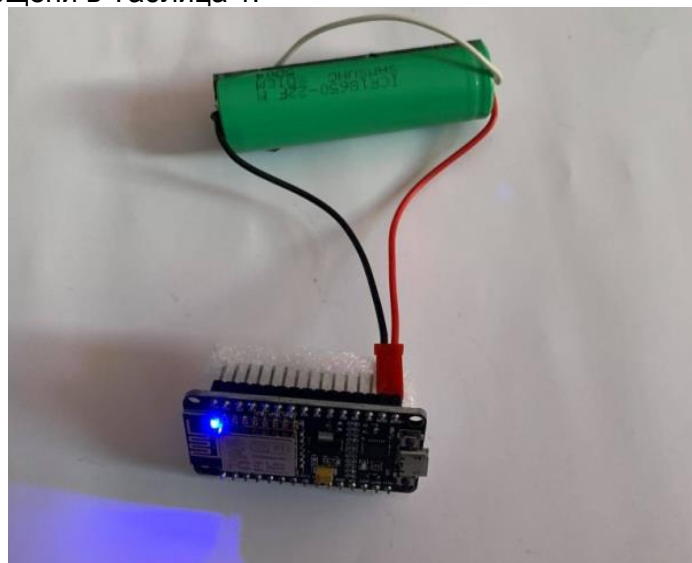
Поставени са три броя конфигурирани ESP микроконтролери.



Фиг. 9. Скорост и обхват чрез конфигурирани микроконтролери

Резултатите от изследването показват, че след използването на микроконтролерите Wi-Fi обхвата и скоростта на мрежата се уеднаквяват и подобряват на всеки един от етажите. При прилагането на първия опит – забелязахме, че скоростта и обхвата спадат със слизането на етажите, а на втория опит, когато се добавят конфигурирани ESP микроконтролери, се забелязва, че връзката на всички етажи е еднаква.

Направено е експериментално изследване, при което ESP микроконтролерите са захранени с литиево-йонна батерия 3.7 V, 2200mAh (Фиг. 10). Това позволява по-голяма подвижност и удобство при използването на устройствата. Резултатите от изследването на издражливостта и активността на микроконтролера след поставянето на батерията са обобщени в Таблица 1.

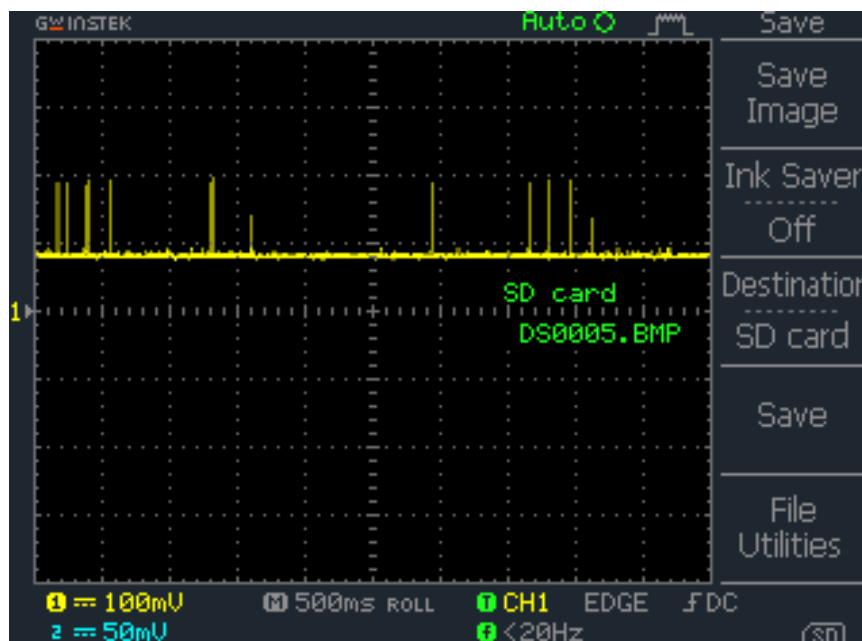


Фиг. 10. ESP микроконтролер захранен с батерия

Таблица 1. Резултати след поставянето на батерия на ESP

Брой устройства	Активен режим на работа
1	12 часа
2	8 часа
3	6 часа
4	4 часа

На Фиг. 11 е представено измерването на консумирания ток. От графиката е измерено, че когато се намираме в активен режим на работа, то устройството ще консумира 190 A.



Фиг. 11. Осцилограма на консумирания ток от устройството

Използвана литература

- [1] <https://www.elektor.com/nodemcu-microcontroller-board-with-esp8266-and-lua>
- [2] <https://www.speedtest.net/result/11672445583>
- [3] https://github.com//esp_wifi_repeater

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и Науката, за финансовата подкрепа.

*Кореспондиращ автор: ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg*

ИЗГРАЖДАНЕ НА СМАРТ СИСТЕМА ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА РАСТЕНИЯ

Савина Хайдушка, Станислав Асенов, Ангел Чекичев,
Даниела Шехова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

CONSTRUCTION OF SMART SYSTEM FOR GROWING PLANTS

Savina Haidushka, Stanislav Assenov, Angel Chekichev, Daniela Shehova

Plovdiv University "Paisii Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: The idea of the author's team in the development of the article is related to the consideration of new ideas and technological solutions in the construction and implementation of a smart system for growing plants. Attention is paid to the main elements - sensors, controllers, power supplies and others needed in the implementation of the smart system. An analysis of the main factors influencing the development of plants under different environmental conditions has been made. Based on this analysis, an algorithm was created and a smart system for growing plants in both pots and greenhouses was designed.

Keywords: *Microcontroller, Arduino, sensor, plant, smart system*

Абстракт: Идеята на авторския колектив, при разработката на статията е свързана с разглеждане на нови идеи и технологични решения при изграждането и реализацията на смарт система за отглеждане на растения. Обърнато е внимание на основните елементи – сензори, контролери, храняващи устройства и други, необходими при реализацията на смарт системата. Направен е анализ на основните фактори, оказващи влияние върху развитието на растенията при различни условия на околната среда. На база този анализ е създаден алгоритъм и е проектирана смарт системата за отглеждане на растения както в саксия, така и в оранжерии.

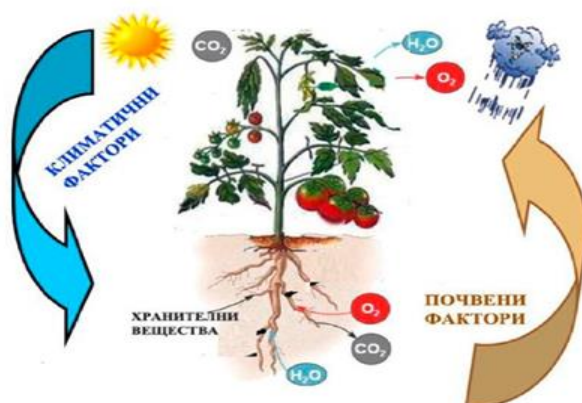
Ключови думи: *Микроконтролер, Ардуино, сензор, растение, смарт система*

Въведение

Условията на средата и животът на растенията са тясно свързани. Ако условията на средата са благоприятни за дадено растение то неговото развитие протича по-интензивно. Растенията реагират на условията на външната среда по различен начин.

Основните фактори, оказващи влияние върху развитието на растенията са: климатични, почвени и хранителните вещества, необходимо за развитие на растението [1-3].

Климатичните фактори включват осветеност, температура и влажност на въздуха. Към хранителните вещества се отнасят водата и влажността на почвата, въглеродният диоксид и кислорода. Почвените фактори оказват влияние чрез вида на почвата [4].



Фиг. 1. Фактори, влияещи на растенията

При мнозинството от растения и особено при стайните, светлината се явява най-важния фактор за растеж. Тя е решаващо важна за процеса на фотосинтезата. При който в зелените части на растенията от поетите неорганични вещества се изграждат органични съединения като въглехидрати, мазнини и белтъци. В тази връзка е редно да се акцентира върху най-важните за растенията компоненти на светлинното лъчение – продължителност и най-вече – интензивност. Те от своя страна зависят от редица фактори като сезонност, облачност, откритост. А при закрити помещения и от изложение и отдалеченост от прозорец [5].

Важно за отбелязване тук е, че при много ниски нива на светлинната интензивност, растенията спират да произвеждат кислород и дори напротив – в тъмнината те „дишат“. а растежа и цъфтенето на повечето растения са нужни поне 3.000 лукса и нагоре. Всъщност според нуждата си от светлина, растенията биват разделяни на 3 групи – с висока, със средна и с ниска нужда от светлинно лъчение.

Продължителността на светлинното лъчение е друг важен фактор за растежа и цъфтенето – особено през по-тъмната част от годината. С допълнително изкуствено осветление може значително да се подобрят условията за живот на растенията. Като им бъдат осигурени – това важи за голяма част от тях – минимум 700 лукса в продължение на 9 часа/ден [6].

От цвятния спектър растенията ползват предимно червената и синята светлина и почти напълно отразяват зелената светлина (всъщност това е и причината на бяла дневна светлина растенията да изглеждат зелени, а на червена или синя светлина – почти черни). При ниска светлинна интензивност и/или висок процент на червената компонента в светлината, растенията растат най-бързо, но това рядко е здравословен растеж. Ако бъдат подложени само на късовълново синьо светлинно лъчение при достатъчна светлинна интензивност, те ще растат много бавно.

Изводът е, че за правилния и здравословен растеж на растенията е много важен балансиран микс на синята и червената компонента в светлината, при достатъчна светлинна интензивност. При изборът на (допълнително) изкуствено осветление тези особености трябва да се съблюдават и да се използва професионално оборудване, препоръчано от специалисти.

Влажността на въздуха е количеството вода под формата на водна пара в атмосферата (измервано като процент). Саксийните растения изискват подходящ овлажен въздух за правилен растеж. Стайните растения се нуждаят от влажност на въздуха между 35% и 60%. Ако влажността е по-ниска, тогава растенията губят твърде много вода в процеса на транспирация, което води до пожълтяване и изсушаване на листата и дори до смъртта на растението. Колкото по-висока е температурата на въздуха, толкова по-бързо влажността намалява и по-голяма е загубата на вода на растенията.

Температурата е друг важен фактор за развитие на растежа на растенията. Тя оказва влияние върху растенията както в краткосрочен, така и в дългосрочен план.

Повечето биологични процеси се ускоряват при наличие на по-висока температура и този факт може да има и положителен, и отрицателен ефект. Например по-бързият растеж и по-бързото плодоношение в повечето случаи представлява предимство. Прекомерното дишане обаче е вредно, защото означава по-малко енергия за растежа на плодовете и те стават по-дребни. Някои ефекти са краткотрайни, други дълготрайни. Поглъщателният баланс на растението, например, се влияе от температурата и му се въздейства незабавно. Индукцията на цъфтежа, от друга страна, зависи от климата през по-дълъг период от време [7].

Температурата на растенията и температурата на въздуха са две различни неща, защото растенията могат да се охлаждаат чрез изпаряване и да се затоплят чрез излъчване. Растенията се стремят към оптималната си температура, важна роля за която има балансът между температурата на въздуха, относителната влажност и светлината. При изобилна светлина растението се загрява и резултатът е разлика между температурата на растението и тази на въздуха. За да се охлади, растението трябва да ускори транспирацията си. Подобно на температурата, скоростта на транспирацията зависи от външни условия, като например светлината, нивото на CO_2 в атмосферата и относителната влажност, както и от вида на самото растение.

Относителната влажност на средата зависи от температурата и скоростта на вятъра. По-високите температури обикновено водят до ускорена транспирация. Това е така отчасти, защото молекулите се движат по-бързо, но и защото топлият въздух може да побере повече водни пари. Когато въздухът около листата е неподвижен, той се насища с водни пари и забавя процеса на изпаряване. Ако въздухът е наситен от влажност, върху листата и около тях ще се кондензира тънък воден слой, предоставящ добра среда за патогени, които биха могли да нападнат растението.

Дебелината на листата ни дава визуална представа за потенциала на едно растение да се възстановява. Листата стават по-тънки през деня поради изгубената чрез транспирация вода, но когато стават по-тънки с всяка изминала нощ, това е признак, че растението не съумява да се възстанови.

Растенията могат да регулират процеса на транспирация и да се охлаждаат посредством специализирани органи, наречени устици. Устиците са специализирани клетки в листата, които могат да се отварят и затварят, ограничавайки количеството отделени водни пари. При по-висока температура устиците се отварят и отделят повече пари. Трудно е да се измерят отворите на устиците и затова използваме ДН като мерна единица. Когато устиците са отворени по-широко, повече газове могат да влизат и излизат от листата.

Природните фактори влияят на скоростта, при която се случва този процес (проводимост на устиците). Проводимостта, обаче се влияе не само от природни фактори, но и от такива, свързани с растителните хормони и цветът на светлината (дължината на вълните), които растението получава. Растителният хормон „абсцисна киселина“ регулира концентрацията на йони в устиците и предизвиква бързото им отваряне само за няколко минути. Светлина с по-къси дължини на вълните (около 400 – 500 нанометра (nm)), каквато е синята, води до по-широко отваряне на устиците в сравнение със светлина с по-дълги дължини на вълните (около 700 nm), каквато е червената.

Различни процеси протичат в растението денем и нощем и оптималната температура за него варира според тях. Транспортирането на захари става предимно нощем и в повечето случаи към по-топлите части на растението. Листата изстиват по-бързо от плодовете и цветовете и затова повечето налична енергия отива към онези части на растението, които имат нужда да растат и да се развиват.

Въглеродният диоксид има основополагащо значение за живота в природата. В обема на атмосферния въздух той заема обикновено 0,03%. Необходим е на растенията само в светлата част на денонощието като компонент на превръщане на неорганичните вещества в органични съединения – за фотосинтезата. Максимално съдържание на въглероден диоксид в почвата се установява при наличието на голямо количество органични вещества, нормална до слабо кисела или слабо алкална реак-

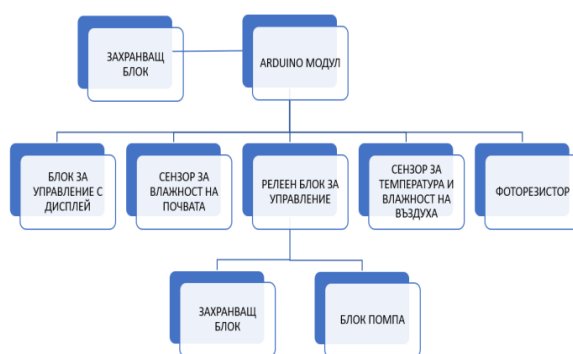
ция, достатъчно кислород и вода, оптимална температура, движение на подпочвения въздушен слой с по-ниска скорост. В почвата повишените нива на въглероден диоксид са опасни за кореновата система на растенията, защото изместват кислорода, необходим за дишането на корените и просто отравя клетките им. Постоянното разрохкване на почвения слой и разрушаването на почвената кора е полезно за обменните процеси.

Кислородът във въздуха съставлява около една пета от обема му. В процеса на фотосинтезата, извършваща се под действието на светлинната енергия и при наличието на вода, се синтезират захари, а се отделя кислород. Най-голяма необходимост от кислород изпитват растенията в процеса на дишане. Той има първостепенно значение за кореновата система, наред с водата, хранителните вещества и температурата. Концентрацията на кислород в почвата и температурата и са тясно свързани. При наличие на кислород около 3% и температура между 18 и 30 градуса по Целзий, кореновата система се развива лошо, но при 10% в същите граници развитието е перфектно. При по-високи от 30 градуса температури са необходими повишени концентрации на кислород. От наличието на кислород в почвения въздух се определя аерацията. Това означава обмен на газове между почвения и надземния слой на въздуха, както и в коренообитаемия слой. Газообменът се осъществява през почвената система на порите. По време на вегетационния период запасите от кислород в почвата, без приток отвън, могат да свършат за 1-4 дни.

Всеки фактор при растежа на растенията е взаимосвързан с всички останали и предизвикателството е да се открие всяко слабо звено във веригата. Интензивното или продължителното въздействие на неблагоприятни фактори има убийствен ефект върху растенията, при което клетките умират. След като се знаят факторите на средата, които влияят върху развитието на растенията, може да се подобри развитието им и да се предотврати умиране на клетките им.

От друга страна е забързаното и напрегнато ежедневие на повечето хора. Колкото човек и да се грижи за растенията въкъщи винаги идва даден момент, в който има неотложни задачи или отсъства за уикенда и няма кой да се грижи за цветята. От там идва и основният проблем с развитието и растежа на цветята в дома. Има липса на светлина, вода и топлина [8].

Блокова схема на системата за отглеждане на растения



Фиг. 2. Блокова схема на системата за отглеждане на растения

Захранващият блок служи за захранване на Arduino и останалите компоненти. Той съдържа следните елементи: Трансформатор, който служи за преобразуване на напрежението от 220V на 6V и четири изправителни диода свързани в схемата Грец, които служат за преобразуване на променливото напрежение на трансформатора в постоянно напрежение.

Блокът с Arduino модула служи за приемане и обработка на информацията, която се получава от сензорите и изобразява получената информация на дисплея.

Блокът със сензор за влажността служи за подаване на сигнал към Arduino с информация за състоянието на влажността на почвата.

Блокът със сензор за температурата служи за подаване на сигнал към Arduino с информация за температурата, при която се намира цветето.

Фоторезисторният блок служи за подаване на сигнал към Arduino с информация за каква част от денонощието цветето се намира под въздействието на фоторезистора.

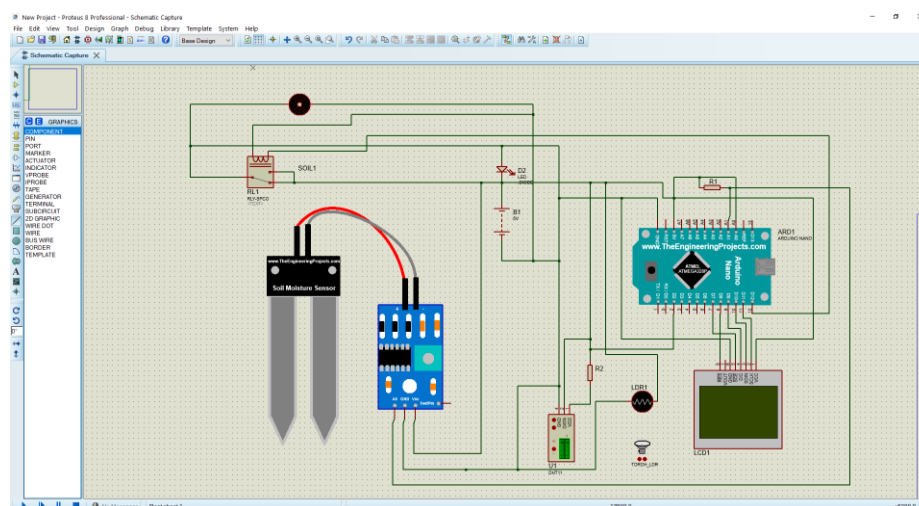
Блокът с LCD дисплея служи за да приема всяка обработена информация от Arduino, за да я изобрази на информационния екран. Дисплеят показва какво е нужно на цветето и какво е направено за него.

Захранващия блок за помпата служи да захранва помпата. Компонентите, които съдържа са: Трансформатор който служи за преобразуване на напрежението от 220V на 12V и четири изправителни диода свързани в схемата Грец, които служат за преобразуване на променливото напрежение на трансформатора в постоянно напрежение и един кондензатор 25V 470mF, който служи за филтриране на тока.

Блокът с реле служи за отваряне и затваряне на веригата на помпата и нейната работа.

Блокът с помпата служи за изпомпване на вода от съд към цветето според зададените и команди от Ардуино Нано.

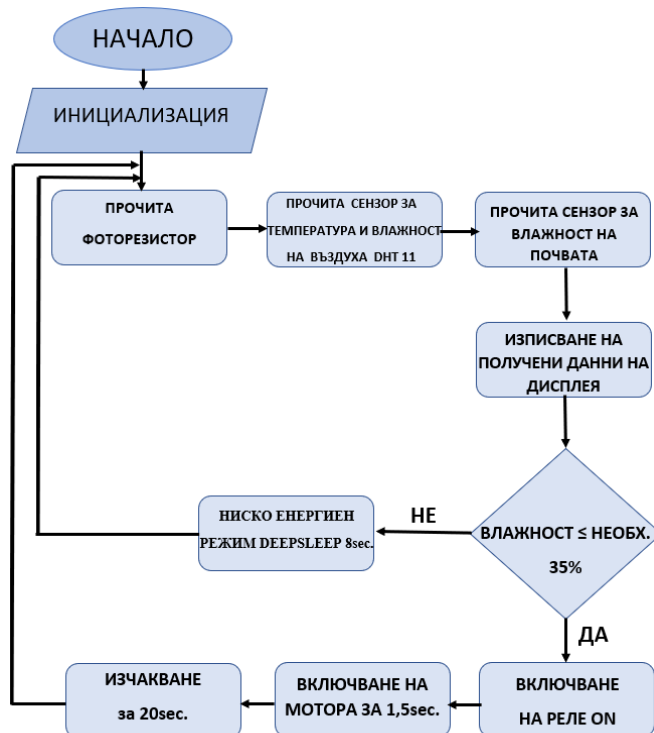
Фигура 3 представя принципната схема на автоматизираната система за отглеждане на растения.



Фиг. 3. Принципна схема на системата за отглеждане на растения в Proteus schematic

Софтуерна част на системата за отглеждане на растения

Програмата започва с инициализация. Микроконтролерът прочита данните от фоторезистора, сензора за температура и влажност на въздуха и сензора за влажност на почвата и визуализира получените данни на дисплея. Ако влажността е по-малка или равна на необходимата 35% релето се включва и захранва помпата за вода за 1 500ms. След което има изчакване от 20 000ms и програмата отново се връща на проверка на данните от сензорите. Ако влажността е над 35% се връща в началото и проверява данните от сензорите отново, докато влажността не падне.



Фиг. 4. Алгоритъм на блоковата диаграма за работата на софтуера

Изводи

Тестването на системата за отглеждане на растения е направено в срок от 3 месеца, като две еднакви растения (Фикус Бенджамин) са засети с еднакво количество и вид почва при еднакви условия в обикновена декоративна саксия и саксия, в която е изградена система за отглеждане на растения. Направено е измерване на влажността на почвата преди цветето да бъде полято с вода и след поливане с вода. Системата включва напоителна система, сензори за влажност и температура, ултравиолетова светлина, Ардуино управляващ модул и дисплей за изобразяване на получените данни от устройствата.

Растенията са тествани при стайни и външни условия, както и в светли и тъмни участъци. Цветето в обикновената саксия е поливано по преценка на човека, който го отглежда.

От получените резултати е установено, че:

- Сензорът за влажност следи за нивото на влажност и сигнализира при липсата на такава. Помпата за вода се включва, когато нивото на влажността падне под нормата и полива цветето. Като така предотвратява процеса на съхнене при растенията и подобрява растежа му. Сензорът за температура следи за повишаването на температурата в стаята или навън и така го предпазва от прекалено високи или ниски температури, които оказват влияние върху растежа.
- Ултравиолетовата светлина ускорява растежа на растението.
- Дисплеят показва данните от всеки сензор, като така информира отглеждащия растението за състоянието на цветето.

От направените тестове на изградената смарт система за отглеждане на растения е установено, че е подходяща както за стайни така и за външни растения.

Изводи от направените тестове:

- Растението с изградената смарт система е с по-голяма височина от тази на растението отгледано в обикновени условия.
- Растението с изградената смарт система няма сухи листа и стебла, за разлика от растението в обикновената саксия.

- Системата следи влажността в почвата и определя дали има нужда от вода. Това предотвратява прекаленото поливане с вода, водещо до гниене на растението, както и изсъхването на растението, поради липса на вода.

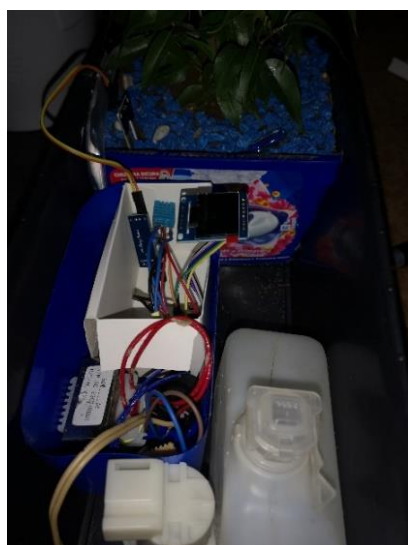


Фиг. 5. Изображение на тестваното растение, където а) изображение на растението, отглеждано в обикновена саксия; б) отглеждане на растението в изготвената смарт саксия

На следващите няколко фигури са предоставени снимки на изградената автоматизирана система за отглеждане на растения фигура 6, фигура 7.



Фигура 6. Изображение на смарт саксията за отглеждане на растения



Фигура 7. Изображение на системата отвътре и отглежданото растение

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. <https://store.arduino.cc/>
2. <http://gogors.free.bg/arduino.htm>
3. <https://category.alldatasheet.com/index.jsp?sSearchword=Sensor%20datasheet>
4. <https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardNano>
5. <https://lastminuteengineers.com/datasheets/dht11-datasheet.pdf>
6. <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>
7. <https://learn.adafruit.com/monochrome-oled-breakouts?view=all#downloads>
8. <https://www.rlocman.ru/datasheet/img.php?di=135545>

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и Науката, за финансовата подкрепа.

Кореспондиращ автор: ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр.Смолян, ул.“Дичо Петров“ №28, тел: +359878923489, e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg

ИЗГРАЖДАНЕ НА ЧАСТНА КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА ЧРЕЗ МЕШТАСТИК

Иван Санев, Станислав Асенов, Ангел Чекичев, Анна Токмакова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

BUILDING A PRIVATE COMMUNICATION SYSTEM THROUGH MESTASTIC

Ivan Sanev, Stanislav Assenov, Angel Chekichev, Anna Tokmakova

Plovdiv University "Paisiy Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: The development of modern communication devices and technologies require the implementation and construction of a new type of communication networks in which the principle of data transmission from one device to another is carried out through mesh networks. The article discusses the possibility of designing and building a real-world Meshtastic communication network, using LoRaWAN and TTGO ESP32 microcontrollers, and development boards. A study was made in real conditions in different terrains and the relevant measurements were performed. Solar and battery power supply of the communication modules and telecommunication devices is realized.

Keywords: Microcontroller, Mestastic, communication, LoRaWAN

Абстракт: Развитието на съвременните комуникационни устройства и технологии, налагат внедряването и изграждането на нов тип комуникационни мрежи, в които принципа за предаване на данни от едно устройство на друго, се извършва чрез меш мрежи. Статията разглежда възможността за проектиране и изграждане в реални условия на Meshtastic комуникационна мрежа, чрез използването на LoRaWAN и TTGO ESP32 микроконтролери, и развойни платки. Направено е изследване в реални условия при различни терени като са осъществени и съответните измервания. Реализирано е соларно и батерийно захранване на комуникиращите модули и телекомуникационни устройства.

Ключови думи: Микроконтролер, Мештастик, комуникация, LoRaWAN

Въведение

Известни са множество технологии за безжично предаване на данни от различни устройства. Такива технологии са Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, LoRa, GSM, както и различни радио-честотни технологии. Но за да се изградят частни комуникационни мрежи, повечето технологии не са достатъчно сигурни от гледна точка на подслушване и/или не са достъпни за лично ползване. В допълнение може да се каже, също така, че съществуват трудно достъпни терени, които не са покрити от обществените телекомуникационни мрежи, или пък са забранени територии от гледна точка на национална сигурност – тетра мрежи и др. В много случаи не е рентабилно изграждането и поддържането на клетъчни базови станции на такива места.

Друг основен проблем при изграждането на комуникационните мрежи се явява факторът – обхват на мрежата. Поради ограничения и прекалено малък обхват на предаване на данните и на сигналите, то технологии като Bluetooth, ZigBee и Wi-Fi не могат да участват в изграждането на една такава комуникационна система. Wifi мрежата работи на 2.4GHz честота, максималното разстояние на което може да предава пакети е 400m при пряка видимост без никакви препятствия.

От изброените безжични технологии, които биха могли да се използват за изграждане на далеко-обхватни, частни и сигурни комуникационни мрежи, единствено

LoRaWAN технологията е подходяща за реализирането на такива комуникационни мрежи.

Използването на такива мрежи, позволява осъществяването на комуникация между устройства, без да има наличие на покритие от GSM операторите, както и могат да се разполагат подвижни станции и/или нискобюджетни устройства, за изграждането на комуникационна мрежа. В допълнение LoRaWAN може да се използва дори и на места където няма покритие от потребителски радиостанции.

При LoRaWAN комуникация, информацията, която се изпраща е криптирана. От това следва, че никой освен участниците в групата не могат да имат достъп до предаваната информацията. Разстоянието, на което може да си комуникират две устройства едно от друго е до 15km. Използването на Уоки Токи е алтернативен начин за комуникация в тежки терени, но за разлика от LoRaWAN Meshtastic, те комуникират на доста по-малки разстояния. Другото предимство на Meshtastic, е че Уоки токи са лесно уязвими за подслушване, докато при Meshtastic данните са криптирани от устройство до устройство и никой освен участниците не могат да имат достъп до комуникацията.

За постигане на целта се предлага реализация на частна мрежа, използвайки „meshtastic“ устройства (Фигура 1), които са базирани на LoRaWAN технология. Те позволяват използването им на места, където няма достъп до GSM клетките, както и липсата на сигнал на радиостанции. Поради тази причина се налага използването на този тип устройства. Данните които се предават по тези устройства са криптирани. Те са достъпни само на устройства, които се намират в конкретната група. Докато при устройства като Уоки Токи разговорите може да се подслушват.



Фиг. 1 Meshtastic устройство

Mesh мрежата е съвкупност от устройства, които използват общ „език“, за да комуникират помежду си, като действат като ретранслатори, които предават сигнал на следващото устройство, вместо да говорят само с централено устройство. (Фигура 2).. Меш мрежите могат да работят с различни радиосигнали и позволяват на различни видове устройства да ги препращат един на друг. [1-3]

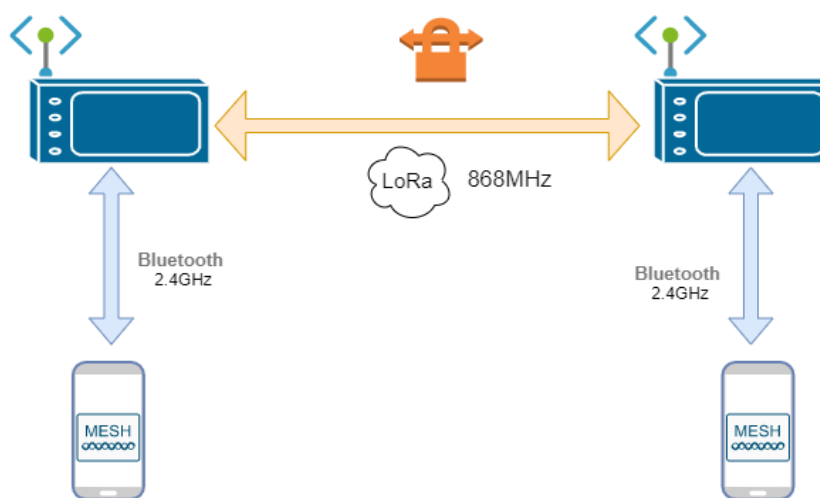
Меш мрежите могат да работят с различни видове радиосигнал и позволяват на различни видове устройства да го препращат един на друг. Меш възлите са малки радиопредаватели, които функционират на същия принцип, на който работи обикновения домашен Wi-Fi рутер с известните към момента стандарти от IEEE 802.11a, 802.11b и 802.11g, за да свързват безжичните устройства чрез същия WiFi стандарт, който почти всяка съвременна носима електроника притежава. Възлите се управляват от софтуер, който определя взаимодействието в по-голяма и сложно

изградена мрежа. Информацията преминава от точка А до точка Б, като трансферът става безжично от един мрежови възел към следващия, докато достигне финалната точка.

Възлите автоматично избират най-бързия, безопасен и надежден маршрут на информацията, известен на мрежовите специалисти още като „динамично маршрутизиране“.

Мештастик е проект на принципа на Меш технологията. Meshtastic е GPS мрежови комуникатор с отворен код, който е подходящ за места където няма надежден достъп до интернет (Туризм, ски, парапланеризъм). Той е с вграден GPS модул и LoRa радио. Има възможност да показва с изключителна точност както местоположението така и дистанцията на всеки член от групата. Всеки член от групата може да вижда както местоположението и дистанцията на всеки член така и текстовите съобщения. Радиото автоматично създава мрежа за препращане на пакети, така че всеки в групата може да получава съобщения дори от най-отдалечения член.

На фигура 2 е показана комуникация на две “Meshtastic” устройства.



Фиг. 2 Комуникация на “meshtastic”

Всеки един от участниците трябва да има смартфон на който да има инсталирано приложението, което е нужно за да работи с устройство. Смартфона комуникира с устройството посредством Bluetooth който е с честота 2.4GHz. За целта смартфона не трябва да се намира на разстояние не повече от 10м. Устройството „meshtastic“ комуникира директно с другото устройство посредством LoRa мрежата. Тя позволява комуникацията да се извършва на дълги разстояния. Максималното разстояние на което могат да комуникира две устройства е до 15км. Честотата на която работят двете устройства е 868MHz . Като пакетите които се предават са криптирани с AES256. [4]

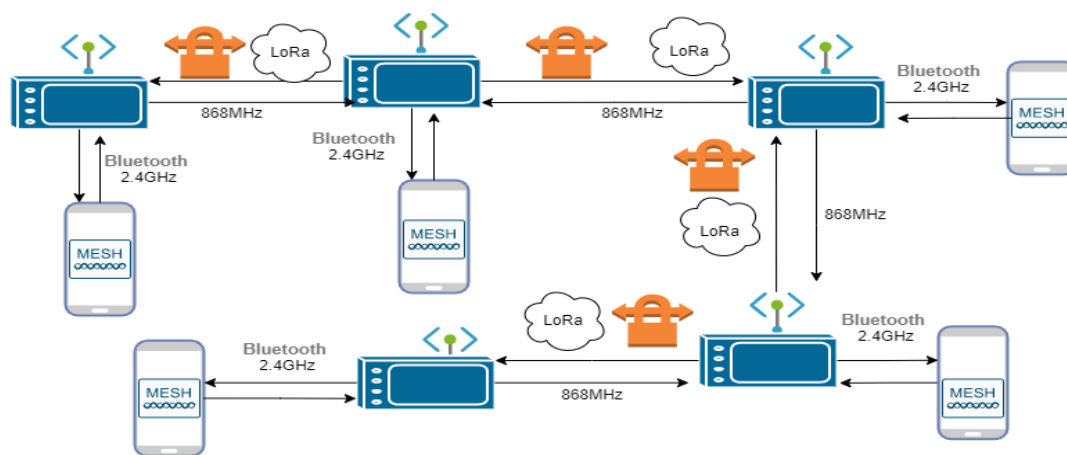
Информацията изпратена от смартфона преминава от свързаното към него устройство, то го предава криптирано към другото устройство. След като приемното устройство е получило криптираното съобщение, то го предава на свързания смартфон към него във формата на текст в приложението.

На фигура 3 е представена meshtastic mesh комуникационна архитектура. На нея е изобразена комуникацията на устройствата в комуникационна мрежа. Към всяко едно от устройствата се свързва смартфон, който посредством Bluetooth комуникира с тях. При изпращане на пакет данни (въведен текст в Чата), устройството meshtastic, който е свързан към даденото устройство приема пакета, след което той криптира съобщението и го изпраща до най - близкото достъпно устройство, посредством технологията която използва, а именно LoRaWAN. Приемачното пакет данни устройство получава криптираното съобщение и го изпраща до смартфона който е свързан към него декриптирано във формата на текст. Освен на смартфона приемачното устройство служи

и като предавател към другите участници в групата. Той изпраща пакета криптиран до следващото най-близко намиращо се устройство. По този начин съобщението ще достигне и до най – отдалеченото устройство. Мештастик е проект подходящ за планински и ски туризъм, както и на места без покритие от клетъчната мрежа. Предимството на „мештастик“ е безжичния интерфейс. За съжаление не поддържа Bluetooth 5.0 и това може да доведе до закъснения при изпращане на съобщения. Мештастик устройства са: Lilygo TTGO T-Beam Meshtastic; Lilygo TTGO Lora и Heltec Lora 32 (V2) [5].

Lilygo TTGO T-Beam Meshtastic устройство (Фигура 4)

Устройството е базирано на ESP32 микроконтролер, който е богат на функции с интегрирана Wi-Fi и Bluetooth връзка за широк диапазон на приложенията. Използва SX1276 LoRa приемо-предавателен модул. T-Beam meshtastic работи на честоти 433MHz; 868MHz; 915MHz; 923MHz. Поддържа NEO-6M GPS модул за локализиране на местоположението на устройството. Антената с която разполага T-Beam е с SMA конектор.



Фиг. 3 Meshtastic комуникационна архитектура

На устройството има три бутона. Бутон за включване и изключване, IO_38 бутон за превъртане между различните прозорци на дисплея, както и при задържане може да управляваме яркостта на дисплея. Третия бутон е за рестартиране на устройството. Устройството е с 0.96 inch OLED дисплей. [6]



Фиг. 4 Meshtastic TTGO T-Beam устройство с вграден GPS

Lilygo TTGO Lora (Фигура 5)

Устройството както TTGO T-Beam Meshtastic е базирано на ESP32 микроконтролер. Най-съществена разлика между двете устройства е че TTGO Lora няма GPS с който да се локализира местоположението на устройството. Приемо-предавателния модул е SX1276. Честотите с които работи са 868MHz и 915MHz. TTGO T-Beam

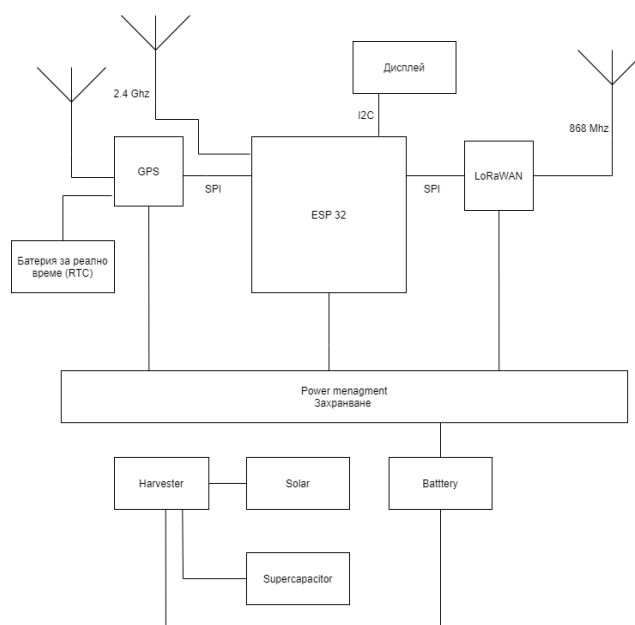
Meshtastic и TTGO Lora е антената с която разполага. TTGO LoRa устройството има слот за SD карта. Два бутона има за управление. Единия от който е switch бутон който е за включване и изключване на устройството, а втория за рестартиране [7].



Фиг. 5 TTGO Lora устройство

Блоковата диаграма на устройството TTGO LILYGO T-Beam е представена на фигура 6. Блоковата диаграма се състои от следните функционални блокове:

ESP32 е нискоенергиен микроконтролер с вграден wifi и bluetooth, работещ в диапазон от 2.4GHz до 2.5GHz. ESP32 е двудрен 32 битов процесор. Към процесора са свързани LoRaWAN модула, GPS модула, Дисплей за визуализация и Wifi антената. LoRaWAN модула и GPSa комуникат с процесора посредством SPI комуникационна шина. Дисплея е свързан посредством I2C шината. LoRaWAN модула SX1276, е с честотни възможности 433MHz; 868MHz; 915MHz; 923MHz. Свързан е към ESP32 микроконтролера чрез SPI комуникационна шина. GPS модул. – той служи за определяне на местоположението на устройството, като е базирано на самостоятелен чип NEO-6M. Иновативният му дизайн и технология за неподатливост към заглушаване на сигнала му дават перфектни способности да се справя с позиционирането, както в ради шумни градски условия, така и в пресечени планински местности.



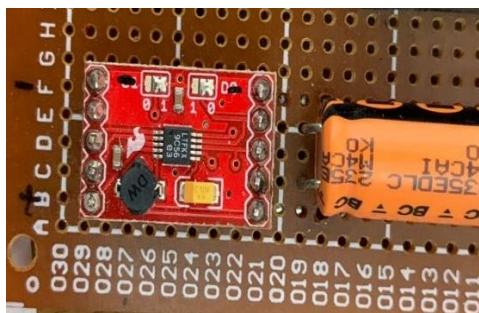
Фиг. 6 TTGO T-Beam устройство

OLED дисплея който е свързан към микроконтролера чрез I2C комуникационна шина. Той служи за визуализиране на екрана различните операции на устройството.

Power menagment (Захранване) - Модулът позволява на устройството самостоятелно да контролира зареждането на вградената си батерия. Тази интегрална схема защитава батерията от прекомерен разряд, прекомерен заряд и преминаване на голям

ток. Схемата позволява прецизно измерване на напрежението на батерията. Интегралната схема е в режим състояние на презаряд, когато напрежението на батерията достигне 4,28V. Когато напрежението на батерията падне под 3V по време на разряд, в нормален режим и когато разряда на батерията продължава над времето за изчакване 144ms или повече интегралната схема изключва мосфет транзистора който отговаря за разряда на батерията за да прекрати разряда на батерията.

Соларно захранване - Соларно зареждане на устройството посредством соларен панел и харвестер. Харвестерът (Фигура 8) е устройство, което генерира електрическа енергия от натурално възникващи източници, които в повечето случаи са неподходящи за макромасштабна (промишлена) енергийна генерация. Този тип устройства работят на класически и добре изучени физически принципи, но източниците на преобразуваната енергия се смятат за неконвенционални в общия случай.



Фиг. 7 Харвестер LTC 3588

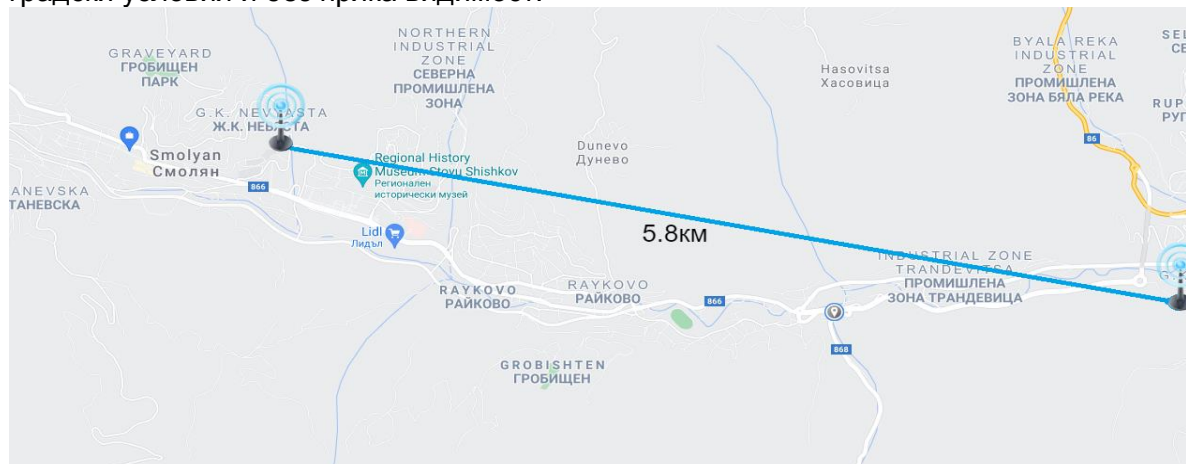
Експериментални резултати

За постигане на целите на доклада са извършени общо четири експеримента с устройствата и комуникационната система. Направени са реални опитни изследвания за установяване на работоспособността за осъществимост на комуникация чрез представените и реализираните устройства в градски условия, както и в гористи и планински терени. Също така са проведени опити и на труднодостъпни терени, на които няма GSM покритие.

Изследване на максималното разстояние между две устройства

Направена е постановка между две устройства, едното от което се намира в сграда, а другото е на разстояние 5.8km без пряка видимост.

На фигура 8 е показана комуникация на две устройства на дълго разстояние в градски условия и без пряка видимост.



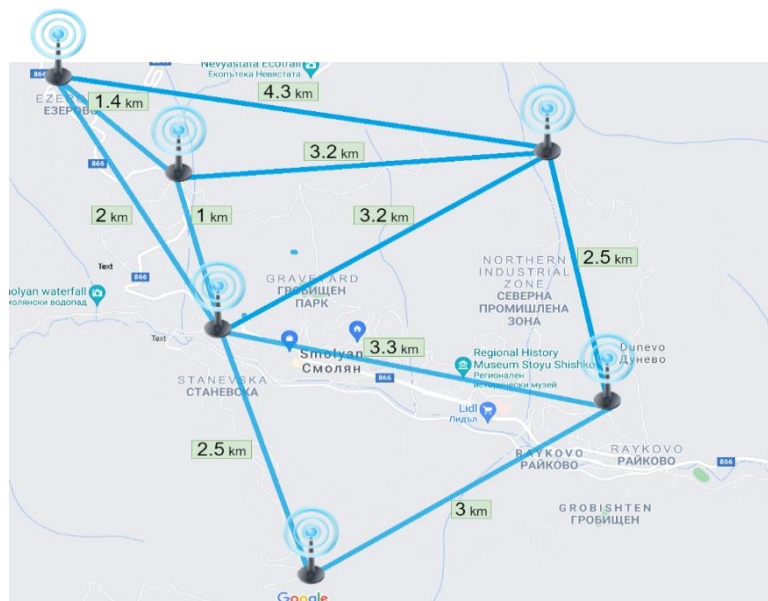
Фиг. 8 Комуникация между две устройства

Опитната постановка показва комуникация между две устройствата на дълго разстояние. Теренът е урбанизирана градска среда на територията на град Смолян. Устройствата нямат пряка видимост помежду си.

Устройството, което се намира на жк. Невястата се намира в стоманобетонна сграда, което оказва влияние върху силата и качеството на сигнала. Другото устройство е позиционирано в лек автомобил в кв. Устово (Трандевица). Устройствата комуникират директно без повторители или приемо-предавателни устройства на разстояние от 5.8km, измерено по въздушен път от приложението на GOOGLE MAPS.

Изследвания на MESH мрежа в градски условия

На фигура 10 е показано местоположението на устройствата в градски условия. На фигурата също така са отразени и разстоянията между устройствата по въздушен път.



Фиг. 9 Местоположение на устройствата в градски условия.

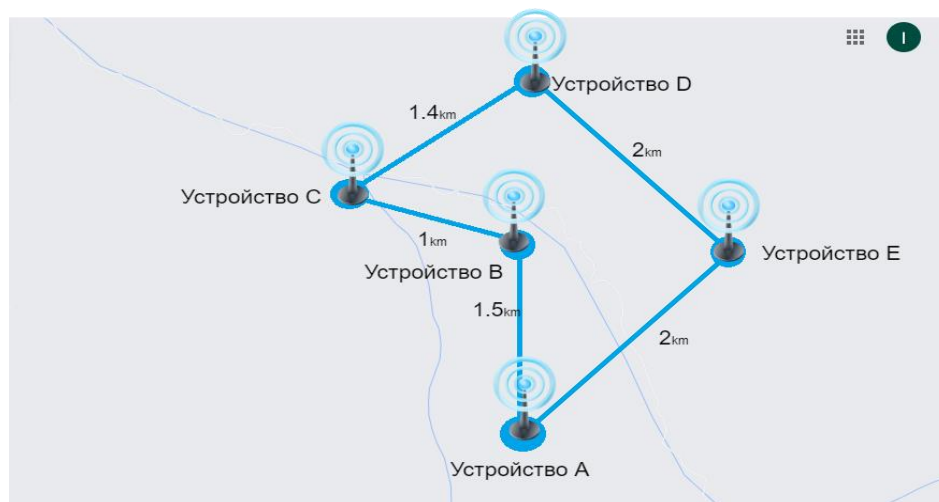
Опитната постановка е направена в градски условия . всяко едно устройство се намира на различно място в град Смолян. Устройствата са разположени на места: Райково; Смолян; Рибката; Езерата; Горски парк Амзово; Арексим. Устройствата нямат пряка видимост. Едно от устройствата се намира върху горски парк Амзово, намира се на 2.5km от устройството в Смолян и на 6.7km от устройството намиращо се на Арексим. Разстоянието на устройствата между горски парк Амзово и това в кв. Райково е 3km. Устройството което се намира на разстояние 4.5 km е устройството намиращо се на „Езерата“. Устройството което се намира на „Рибката“ е на разстояние 3.5km.

Разстоянията са измерени по въздушен път с не пряка видимост. Изследванията показват, че макар и наличието на други честоти, като например GSM честоти или радио честоти, както и wi-fi мрежи, устройствата комуникират без смущения и пакетите с данни (съобщения) се доставят бързо и до най-отдалечените участници в частната комуникационна група.

Изследване в труднодостъпни места и без покритие

На фигура 11 е показана проведената опитната постановка на устройствата в гористи терен, при който няма GSM покритие. Устройствата са именувани с буквите - А, В, С, D и Е. На фигурата също така е показано и разстоянието на всеки участник в групата. Експериментът е извършен в околията покрай село Мугла, където липсва GSM покритие от мобилните оператори. Изследването е направено на места, където Устройствата нямат пряка видимост един от друго. Всяко едно устройство се намира на различна надморска височина, като са разположени на две била. Надморската ви-

сочина е от 1350м, като на това разстояние е поставено устройство С, до най-високата точка устройство Е на надморска височина 1820м. Устройство А се намира на надморска височина 1600м разстоянието от Устройство А до устройство В 1,5км. Устройство С се намира на надморска височина 1350м. Устройство С няма пряка видимост с устройство А и комуникацията се извършва без никакъв проблем, и също така без закъснение. Устройство D се намира на 1820м надморска височина на другото било. Разстоянието на това устройство е с не пряка видимост спрямо устройство А, В, С, както и с това на устройство Е. То се намира на 2км разстояние от устройство D, и е с надморска височина 1580м.



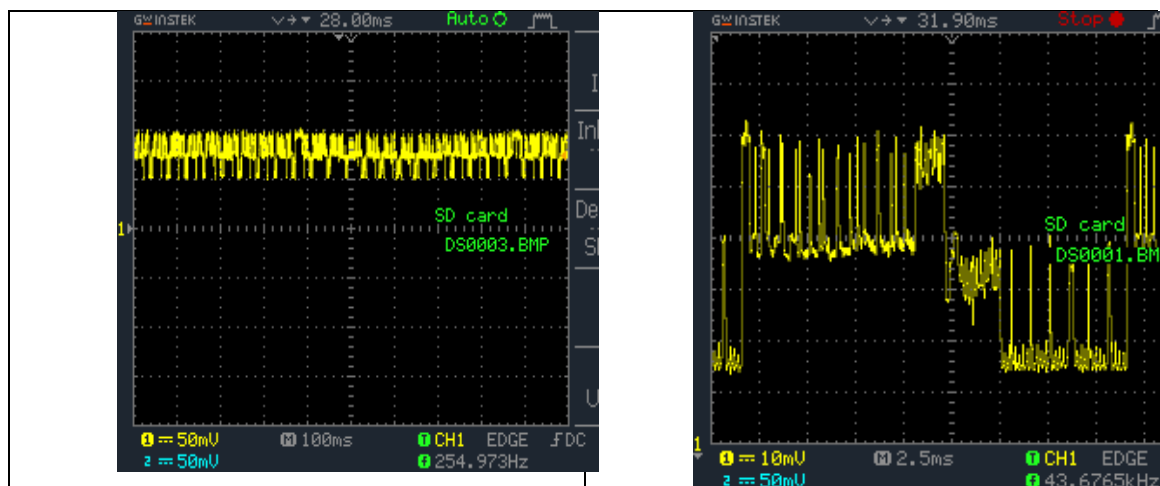
Фиг. 10 Местоположението на устройствата в трудно достъпен терен

Изследването показва, че дори на места където няма GSM покритие, устройствата функционират и осъществяват комуникация помежду си.

Изследване на консумацията на енергия от устройството

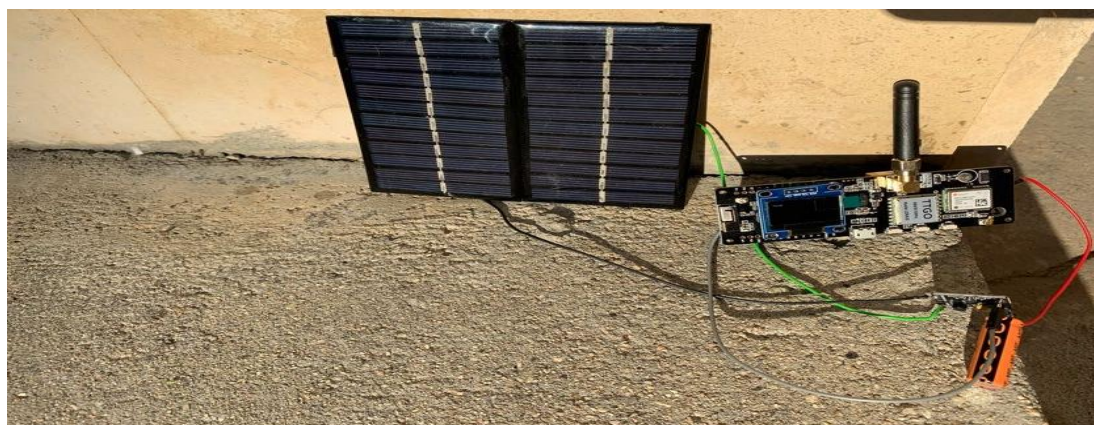
На фигурата 12 е изобразена осциограма, на която е показан консумирания ток на устройството в режим на работа, а той е 100mA. Устройството работи с батерия 18650 която е с напрежение 3.7V , 2000mAh и с 7.4Wh мощност, т.е. устройството може да работи 20 часа в активен режим. При режим „слушане“, тоест устройството е в режим изчакване на пакети консумира 50mA ток. При този режим, както следва от формулата за изчисляване живота на батерията $t = C/I$, поучения резултат на живота на батерията ще е 40ч.

На фигура 12 е показана демонстрация на захранване на устройството със соларен панел, който работи на 10V. Соларния панел е свързан към харвестер устройство, който генерира електрическа енергия от соларния панел.[10] Към харвестера е вързан суперкондензатор, който има следните параметри: 10F, 3.6V. Той замества наличието на батерията в устройството. По този начин се доказва че устройството може да бъде захранено и без наличието на батерия. При пряка слънчева светлина кондензатора ще се зареди за около 10 минути. При влошени метеорологични условия, при намалена слънчева светлина зареждането на кондензатора ще отнеме около 20 минути.



Фиг. 11 Осцилограми от проведеното изследване на консумирания ток от устройствата

В случай че няма суперкондензатор, харвестер се свързва към „meshtastic“ устройствата, като по този начин осигуряваме зареждане на батериите на устройството, посредством генерираната от слънчева светлина енергия.



Фигура 12 Захранване на устройството от соларен панел

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] About LoRa Alliance® - LoRa Alliance® (lora-alliance.org)meshtastic.org
- [2] What is LoRaWAN® Specification - LoRa Alliance® (lora-alliance.org)
- [3] Какво е Mesh Мрежа | SmartArena.bg - Смарт Технологии за Умен Дом
- [4] How does AES-256 encryption work to protect your data (atpinc.com)
- [5] Overview | Meshtastic
- [6] LILYGO® TTGO T-Beam devices | Meshtastic
- [7] LILYGO® TTGO Lora devices | Meshtastic
- [8] Flashing Firmware | Meshtastic
- [9] Release 1.3.0 - Improve upload speed logic and update dependencies · esphome/esphome-flasher · GitHub
- [10] Simple Solar Power - News - SparkFun Electronics

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и науката, за финансовата подкрепа.



Кореспондиращ автор:

ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр. Смолян, ул. "Дичо Петров" №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg

ОПТИМИЗАЦИЯ НА ОХЛАДИТЕЛНАТА СИСТЕМА НА ЦЕНТРОВЕ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ

Иван Божиков, Румен Попов

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

OPTIMIZATION OF THE COOLING SYSTEM OF DATA CENTERS

Ivan Bozhikov, Rumen Popov

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski” (BULGARIA)

Abstract: Choosing the right type of building heating and cooling system is a very current issue, in connection with the efforts to create highly efficient buildings, often equipped with renewable energy sources. The design of such buildings, even at the preliminary stage, is associated with the modeling of their thermal properties. TRNSYS Simulation Studio is one of the software products for simulation of HVAC systems, which allow detailed study of the thermal processes in them. The product is equipped with extensive libraries of components, which allows the construction of models of complex, hybrid systems, including various energy sources and energy accumulators. A wide range of valves, control devices, data processing blocks, databases for simulation of climatic conditions and many more are available. etc.

The conceptual idea of the authors of this article is to develop a TRNSYS model that includes an innovative cooling system for data centers and was designed to train students studying Masters and Bachelor courses at higher technical schools in Technologies of Eco-Energy as well as Renewable Energy Systems. TRNSYS is an excellent tool in the training of students in the field of building heating and cooling systems. It provides an opportunity for training by simulating the ability of students to choose the appropriate system structure, to select the appropriate equipment, to try different strategies, modes and algorithms of operation. They can generate reports in the form of the system or components performance data, as well as in a graphical form. The learning process can be performed remotely (in the conditions of COVID19), as it is based on simulation. The developed system can be optimized according to different criteria.

The model developed by the authors for analysis of thermal energy characteristics of the datacenter cooling system contains a model of the building and two types of cooling systems: a conventional system that keeps the temperature in the building below the set value and an innovative system that cools computer equipment directly. A comparison of the energy efficiency of the two systems has been made. The mode of operation of the proposed system has been optimized so as to reduce energy consumption.

Key words: TRNSYS HVAC system model, data center, cooling system, energy efficiency optimization.

Абстракт: Изборът на правилния тип система за отопление и охлаждане на дадена сграда е много актуален въпрос във връзка с усилията за създаване на високоефективни сгради, често оборудвани с възобновяеми енергийни източници. Проектирането на такива сгради още на предварителния етап е свързано с моделирането на техните топлинни свойства. TRNSYS Simulation Studio е един от софтуерните продукти за симулация на ОВК системи, които позволяват детайлно изследване на топлинните процеси в тях. Продуктът е оборудван с обширни библиотеки от компоненти, което позволява изграждането на модели на сложни, хибридни системи, включващи различни източници на енергия и акумулатори на енергия. Предлагат се широка гама от клапани, управляващи устройства, блокове за обработка на данни, бази данни за симулация на климатични условия и много други. и т.н.

Концептуалната идея на авторите на тази статия е да разработят модел TRNSYS, който включва иновативна охладителна система за центрове за данни и е предназначен да обучава студенти, изучаващи магистърски и бакалавърски курсове във висши технически училища по Технологии на екоенергетиката, както и възобновяема енергия. Системи. TRNSYS е отличен инструмент в обучението на студенти в областта на сградните отоплителни и охладителни сис-

теми. Предоставя възможност за обучение, като стимулира умението на студентите да избират подходящата структура на системата, да избират подходящото оборудване, да изпробват различни стратегии, режими и алгоритми на работа. Те могат да генерират отчети под формата на данни за ефективността на системата или компонентите, както и в графична форма. Учебният процес може да се извършва дистанционно (в условията на COVID19), тъй като се основава на симулация. Разработената система може да бъде оптимизирана по различни критерии.

Разработеният от авторите модел за анализ на топлинните енергийни характеристики на охладителната система на центъра за данни съдържа модел на сградата и два вида охладителни системи: конвенционална система, която поддържа температурата в сградата под зададената стойност и иновативна система, която охлажда директно компютърно оборудване. Направено е сравнение на енергийната ефективност на двете системи. Режимът на работа на предложената система е оптимизиран, за да се намали консумацията на енергия.

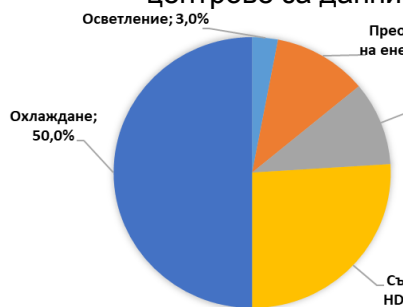
Ключови думи :TRNSYS модел на HVAC система, център за данни, охладителна система, оптимизация на енергийна ефективност.

Въведение

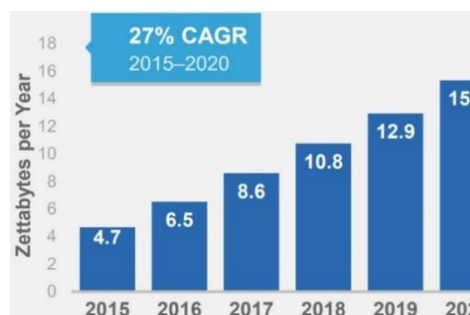
Центровете за данни консумират голямо количество енергия и основният дял заемат ИТ-техниката и системите им за охлаждане [1], както е показано на Фигура 1. Консумацията на енергия от центровете за обработка на данни към 2016 година се оценява в глобален мащаб на около 120 GW, което е приблизително 2% от световното потребление на енергия.

Развитието на редица технологии, като социалните медии, Интернет на нещата, 5- и 6G мрежите, дистанционното обучение, управяването от данни медицински и биологични приложения и мн. др., също изисква бърз растеж на производството и потреблението на данни. Според прогнозата и методологията на Cisco Global Cloud Index (CGCI), доклад за 2015-2020 г. [2] годишният глобален IP трафик на центровете за обработка на данни ще достигне 15,3 зетабайта (ZB) през 2020 г., спрямо 4,7 ZB през 2015 г. Наблюдава се (Фигура 2) комбиниран годишен темп на растеж (CAGR) от 27 процента за годините от 2015 до 2020 г.

Фигура 1. Относително потребление на енергия на различните компоненти на типичните центрове за данни

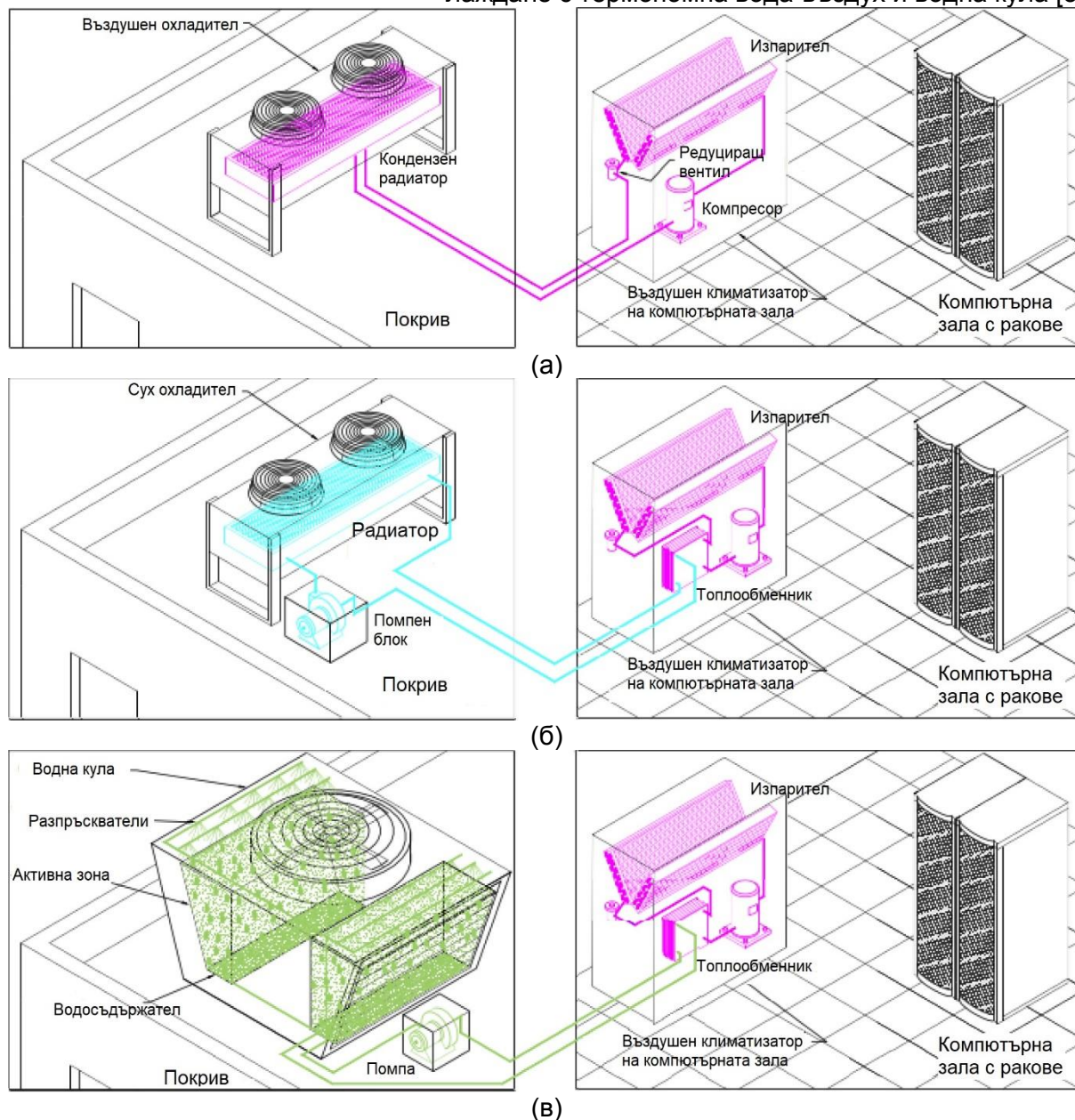


Фигура 2. Прогнозиран ръст на глобалния IP трафик в центровете за данни



В по-голямата част от съвременните центрове за обработка на данни се използва система за въздушно охлаждане на компютърните ракове с помощта на въздушни климатизатори на комютърната зала (BKKЗ), известни в английската литература като: Computer Room Air Handling (CRAH) units. Разпространени са три базови разновидности на охладителни системи (Фиг. 3а, б, в), които се прилагат в зависимост климатичните условия в региона на разположение на центъра за данни. Първият тип се прилага при влажен и топъл климат, вторият при променлив студен/топъл климат, а третият при сух и топъл климат.

Фигура 3. Въздушни климатизатори за компютърната зала: (а) охлаждане с термopомпа въздух-въздух; (б) ВККЗ с воден разтвор на етилен гликол и (в) ВККЗ с охлаждане с термopомпа вода-въздух и водна кула [3]



Според изследване, проведено в [4] при проектно ниво на натоварването (100%) на ИТ обзавеждането и на охлаждането, разбивката на средно-годишното потребление на електроенергия от охладителната система е показана на Фигура 4. Вентилаторът на ВККЗ е основният консуматор на енергия, който потребява около 50,9% от общата годишна енергия за охлаждане. В системата от Фиг. 3,в) чилърите, помпите и охладителните кули използват съответно 22,8%, 17,1% и 9,2%. Вижда се, че снижаването на разходите за вентилиране на помещението има значителен потенциал при понижаването на разхода на електроенергия. При непълно натоварване на компютърното и комуникационното оборудване не е необходимо вентилаторите да работят на пълно натоварване и може да се икономисат значителни количества енергия. Показано е също, че през около 42% от времето (осреднено за година) ИТ техниката не работи с пълно натоварване.

Фигура 4. Разбивка на потреблението на електроенергия на охладителната система при 100% натоварване



Анализът показва, че основните направления, по които ще се работи с цел снижаване на енергийните разходи при експлоатацията на центровете за данни са следните:

- създаване на по-бързи алгоритми за обработка и съхранение на данни, изискващи от по-малко изчислителна мощност на процесора;
- създаване на енергийно по-ефективни процесори;
- прилагане на стратегии за оползотворяване/повторно използване на топлината (тъй като това косвено означава загуба на по-малко енергия);
- създаване на икономайзери, ограничаващи излишния разход на енергия;
- разработване на по-ефективни методи и технологии за топло/студо-пренасяне.

В тази статия ние сме концентрирали вниманието си върху последните две от изброените по-горе направления.

Моделиране на охладителната система на IT зала в център за данни

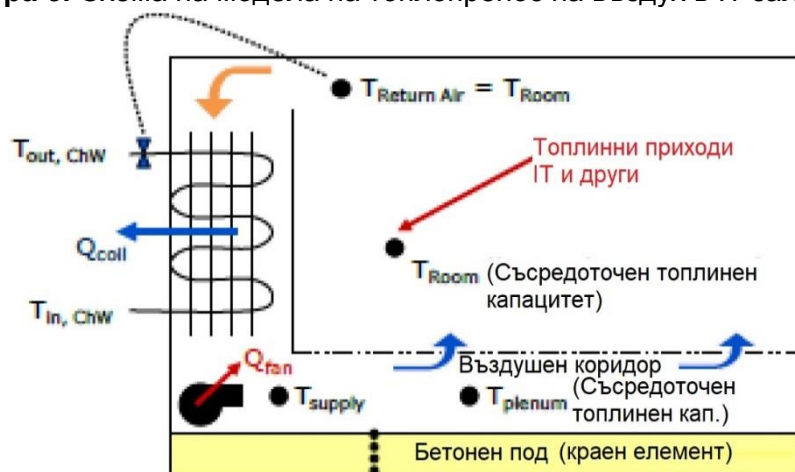
Много учени са изследвали феномените на топло- и масопренос в помещенията на центровете за данни, използвайки свои собствени числени инструменти и модели, както [5]. Наскоро в [6] беше разработен и експериментално потвърден опростен термодинамичен модел, който може да се използва за изследване на възможностите за оптимизация в центрове за данни с въздушно охлаждане. Резултатите от този анализ подчертават компромиса между понижаването на температурата на подавания въздух и увеличаването на въздушния поток, който трябва да се вземе предвид при оптимизиране на работата на IT инфраструктура с въздушно охлаждане. Моделът е използван и за параметрична оценка на общата консумация на енергия от охладителната система, за случаи с и без херметичност на въздушния тунел. Анализът показва потенциал за до 60% спестяване на потреблението на енергия от охладителната инфраструктура чрез използване на оптимизирана конфигурация на затворен тунел с байпасна рецикулация, вместо традиционен затворен тунел, в който всички отработени газове от центъра за данни се стичат към блоковете на ВККЗ. В [7] е разработен динамичен топлинен модел в реално време, за да се оцени отрицателния ефект от повишаването на температурата в центровете за данни след прекъсване на охлаждащото захранване. Обсъдени са някои стратегии като: поставяне на резервно захранване на критичното охладително оборудване; избор на оборудване с по-кратко време за рестартиране и използване на студо-акумулиране за преодоляване на това явление.

Други изследователи извършват изследвания на съоръжения на центрове за данни, използвайки стандартни пакети за моделиране на енергия, като eQuest или TRNSYS [8]. Това са изключително гъвкави софтуерни среди, използвани за симулиране на поведението на енергийните системи. В [7] е извършено проучване и анализ на

потенциала за спестяване на енергия чрез свободно въздушно охлаждане на центрове за данни, с използването на пакета eQUEST. Моделът на IT помещението е твърде опростен и ниската ефективност на формирането на въздушните потоци не се взема предвид.

Предложеният в [9] модел описва 5 MW централа за студена вода, използвана за охлаждане на център за данни в Обединеното кралство. С цел изследване на влиянието на повредите на охладителя върху температурните профили на водата и въздуха в [9] е използван TRNSYS модел. Освен това, е показано как топлинната инерция на компонентите на системата, на конструкцията на сградата, или на резервоарите за съхранение позволява осъществяването на подходящ дизайн. Топлообменът от страни на IT залата се моделира чрез разделяне на IT залата на различни зони. Всяка зона представлява условната част от залата, обслужвана от всяко звено на ВККЗ и не се предполага взаимодействие между различните зони. Схема на зона и свързвания с нея ВККЗ е представена на Фигура 5.

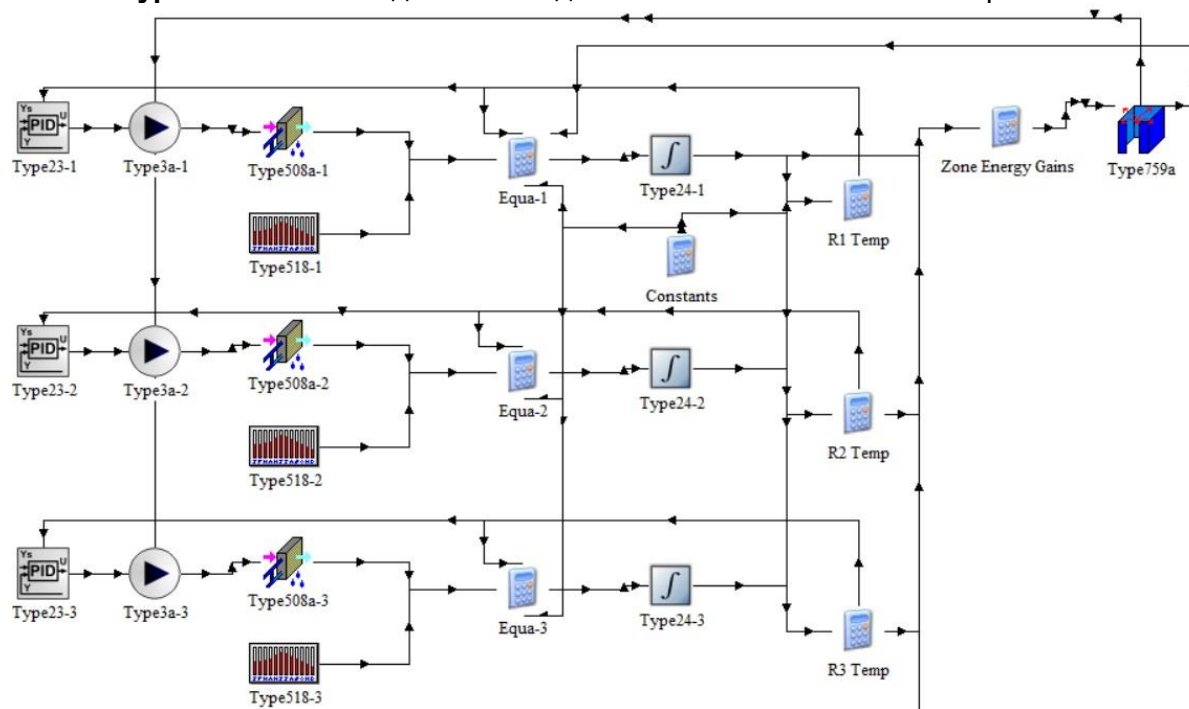
Фигура 5. Схема на модела на топлопренос на въздух в IT зала от [9]



В тази статия се обсъждат резултатите от анализа на ефективността на иновативна охладителна система на център за обработка на данни с помощта на разработеният от авторите TRNSYS модел. Моделът представлява комбинация от две нива на абстракция. На първото ниво се симулира работата на иновативна охладителна система и топлинните и енергийни режими на компютърното помещение, взето отделно, без да се отчита влиянието на останалите компоненти и зони на сградата и външните условия. Извършва се оптимизиране на функционалните режими на работа на охладителната система, така щото чрез поддържане на топлинния баланс на помещението да се осигури зададена температура в него, независимо от натоварването на IT оборудването. Така се осигурява минимизиране на енергийното потребление на охладителната система. На следващия етап се използва многозонов модел на сградата и топлинно и енергийно симулиране на работата на охладителната система (включително чилъри, водни кули, помпена система и др.) на центъра за данни с отчитане на метеорологичните условия. Така се осигурява възможност за целогодишен анализ на енергийната ефективност на сградата. При това се използват два сравнително прости модела, като първият се симулира с малка стъпка във времето (за да се настрой добре режима на икономайзера), а вторият със значително по-голяма, за да се извърши целогодишен енергиен анализ. На Фиг. 6 е показана схемата на модела на охладителната система на залата с IT техника. Тя е разработена в TRNSYS Simulation Studio и използва еднозонов модел на помещението Type 759 (като елемент на многозонова сграда) със съсредоточен топлинен капацитет и без контрол на параметрите. Тази подпрограма моделира нивото на температурата и влажността на обикновена строителна зона, подложена на ефекти на инфилтрация, вентилационни ефекти, загуби през обвивката, вътрешни топлинни и масови приходи и топлопроводни и конвективни об-

мени със съседни зони. Моделът използва две диференциални уравнения за решаване на топлинния и масовия баланс на всяка времева стъпка. Температурата и влажността на зоната се контролират външно чрез кондициониране на вентилационния поток.

Фигура 6. TRNSYS модел на охладителната система на компютърната зала



Инерционните ефекти, свързани с топлинния капацитет на компютърните шкафове (ракове) се моделират посредством изчисляване на температурните изменения във времето на раковете, представени като съсредоточен топлинен капацитет. За целта се използват изчислителни блокове от тип Equation и интегратори (Type 24), с чиято помощ се решава уравнението на топлинния баланс (1):

$$\rho \cdot V \cdot c \cdot \frac{dT}{dt} = \dot{E} - h \cdot A \cdot (T_{\text{lump}} - T_{\text{amb}}) \quad (1)$$

където ρ е плътността на материала на шкафа; V е обемът му; A е площта на външните му стени; и c е специфичната му топлина. Входната величина $\dot{E}$ се използва за отчитане на топлинната енергия, погълната от шкафа или извлечена от него вследствие на работата на IT оборудването и вентилационната система за охлаждане на рака. Конвективният член от дясната страна на уравнение (1) представлява топлинните загуби в околната среда (залата).

На Фиг. 6 (поради идентичната структура) са показани само три от общо 12 компютърни рака. Блокът Zone Energy Gains сумира енергийните приходи за зоната от всички работещи в нея ракове.

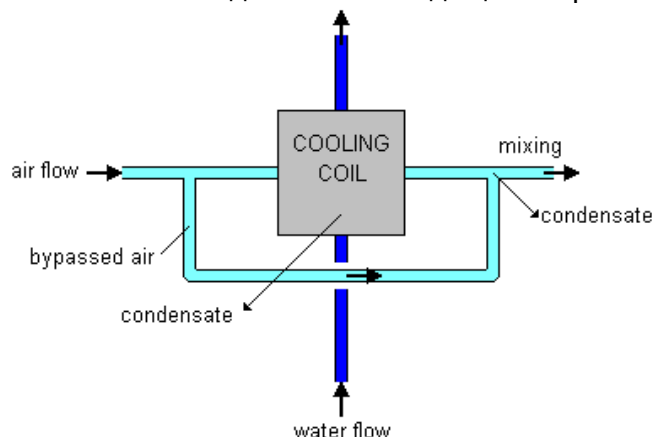
Идеята на представената тук охладителна система е да се елиминира значителния разход на енергия, свързан с транспортирането на големи потоци въздушна маса, която охлажда раковете, за сметка на подаването на студена вода към серпантини, монтирани непосредствено пред засмукващите отвори на вградената в шкафове регулируема вентилационна система. Водата се подава с постоянна температура от буферния съд на термopомпата към системата от паралелно свързани охлаждащи серпантини чрез помпа с регулируема производителност.

Type 508 [10] моделира охладителна серпантина, използвайки един от четирите възможни режима на управление. Охлаждащата серпантина се моделира с помощта

на байпасен подход, при който потребителят определя част от въздушния поток, който заобикаля серпантината. Приема се, че останалата част от въздушния поток излиза от серпантината при средната температура на флуида в намотката и при наситен с влага режим. Двата въздушни потока се смесват отново след серпантината. В своя неограничен (неконтролиран) режим на работа, серпантината охлажда и обезвлажнява въздушния поток, доколкото е възможно, като се имат предвид входните условия както на въздуха, така и на флуидните потоци.

Фиг. 7 показва схема на техниката, използвана за моделиране на охлаждащите серпантини. Една част от въздушния поток преминава през самите серпантини и излиза в наситено състояние при средна температурата на флуида, протичащ през серпантините. Другата част от въздушния поток (наречена байпасна фракция) не влиза в никакъв контакт със серпантината, а я заобикаля, запазвайки входното си състояние, където се смесва повторно с частта от въздушния поток, която е преминала през бобина серпантината.

Фигура 7. Схема на модела на охлаждащата серпантина [10]



Туре 3: [11] Помпа/вентилатор с променлива скорост без ефекти на влажност се използва за моделиране на въздушния поток, създаден от вградената в раковете вентилационна система. Този модел помпа/вентилатор изчислява масовия разход, използвайки променлива контролна функция, която има стойности между 0 и 1, и фиксиран (посочен от потребителя) максимален капацитет на потока. Консумацията на мощност на помпата или вентилатора може също да бъде изчислена като линейна функция на масовия разход или чрез дефинирана от потребителя връзка между масовия разход и консумацията на енергия. Определена от потребителя част от мощността на помпата/вентилатора се преобразува в топлинна енергия на флуида.

Туре 3 задава скоростта на флуида за компонентите след помпата. Разходът на входящия флуид, въведен в рутинната програма Туре 3, се използва само за проверка на съответствието.

Изходната температура се изчислява като

$$T_o = T_i + \frac{P * F_{par}}{\dot{m} C_p} \quad (2)$$

Изходният масов разход е просто

$$\dot{m}_o = \gamma \dot{m}_{max} \quad (3)$$

Ако са предоставени само необходимите параметри, се приема линейна зависимост между дебита и консумацията на мощност:

$$P = \gamma P_{max} \quad (4)$$

Ако са предоставени повече от четири параметра, допълнителните параметри се използват като коефициенти в полином, отнасящ консумацията на мощност към разхода:

$$P = 0, T_o = T_{in}, \text{ ако } m = 0, \text{ или} \quad (5)$$

$$P = P_{\max} [c_0 + c_1\gamma + c_2\gamma^2 + \dots + c_i\gamma^i], \text{ ако } m > 0, \quad (6)$$

Коефициентите $c_0, c_1, c_2, \dots, c_i$ се въвеждат като незадължителни параметри 5, 6, 7, ..., $i+5$. В Табл. 1 са дадени всички обозначения, използвани за математичното описание на Туре 3.

Таблица 1. Използвани обозначения

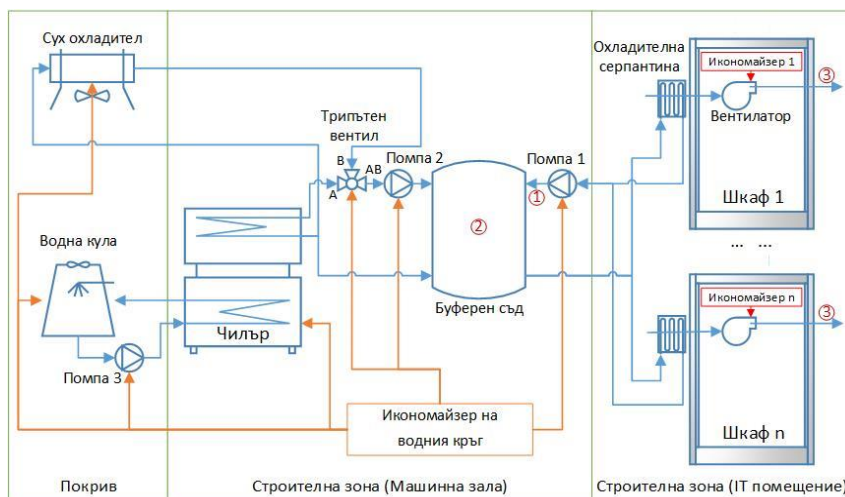
Озна- чение	ед. мярка	описание
C_i	[-]	коефициенти на полинома, свързващ $P/P_{\max}$ и $\dot{m}/\dot{m}_{\max}$
C_p	[kJ/kg. K]	специфична топлина на флуида
F_{par}	[kJ/hr]	част от мощността на помпата/вентилатора, преобразувана в топлинна енергия на флуида
$\dot{m}_{pump}$	[kg/hr]	масов разход на помпата/вентилатора
$\dot{m}_{max}$	[kg/hr]	максимален масов разход (когато $\gamma = 1$)
P_{power}	[W]	консумация на мощност на помпата или вентилатора
T_i	[°C]	температура на входящата течност
T_o	[°C]	температура на изходящата течност
γ	[-]	контролна функция ($0 \leq \gamma \leq 1$)

Резултати

Проведеният анализ на възможностите за икономии на електроенергия в системите за охлаждане на центрове за обработка на данни ни даде възможност да създадем оптимизирана структурата на тези системи, която да се използва като базова в процеса на обучение на студентите в областта на енергийната ефективност на сгради. Схематично инсталацията е изобразена на Фиг. 8 и позволява да се реализират едновременно два типа икономайзери:

- икономайзер на въздушната охладителна система, интегриран във всеки един rack (Икономайзер 1 - n);
- икономайзер на водната охладителна система.

Фигура 8. Схема на охладителната инсталация на центъра за данни



В зависимост от конфигурацията на центъра за данни могат да се използват необходимия брой компютърни ракове (шкафове от 1 до n), разположени в съответната строителна зона – IT помещението.

Регулирането на температурата на рака става с помощта на вградения в него пропорционално-интегрално диференциален (ПИД) регулатор, който задава производителността на вентилатора. Температурите на раковете се задават такива, че изходящия въздушен поток да има температура, равна на тази в IT помещението. Така при спадане на натоварването на съответния рак се намалява производителността на вентилаторите му, което възстановява топлинния баланс на рака и на помещението. При такъв режим на работа през охладителната серпантина се отвежда точно такова количество топлина енергия, колкото постъпва от IT оборудването. При това, за разлика от стандартните ВККЗ, не се транспортират излишно големи въздушни маси, което намалява енергопотреблението.

Задаването на профила на натоварване на всеки един компютърен рак (поотделно) се извършва с помощта на блокове Type 518 (Фиг. 6), които използват за целта външни файлове с данни. Няколко компютърни рака могат да използват общ профил, като в Type 518 за тези ракове се укаже един и същи файл. Това позволява да се симулира гъвкаво натоварването на различните типове IT оборудване: сървъри, твърди дискове и комуникационна техника.

Икономайзерът на водния кръг осигурява няколко различни режима на работа на системата за водно охлаждане, които водят до пестене на енергия:

- регулиране на разхода на студена вода от буферния съд в зависимост от температурата на входящия поток (точка 1) с помощта на Помпа 1, която е с променлива производителност;
- регулиране на температурата на водата в буферния съд (точка 2) чрез включване и изключване на чилъра и Помпа 2;
- използване на система за естествено охлаждане с помощта на сухия охладител и задействане на трипътния вентил в позиция В, без включване на чилъра, водната кула и Помпа 3 (в зависимост от атмосферните условия и натоварването на центъра за данни);

Тези режими позволяват да се реализират значителни икономии на електроенергия, чрез временното изключване на големи консуматори, без при това да се прави компромис с топлинните условия за работа на IT техниката. Студентите могат чрез симулации да тестват различни алгоритми за пестене на енергия и да търсят оптималните режими за работа на центъра за данни.

Изводи

В средата на TRNSYS е разработен симулационен модел, представящ динамиката на топлинните процеси в компютърната зала на център за обработка на данни (Фиг. 6). Предложената водна охладителна система, комбинирана с въздушното охлаждане на раковете, дава възможност за оптимизиране на разходите на енергия за охлаждане в зависимост от натоварването на IT техниката.

Създадена е структурна схема (Фиг. 8) и симулационен модел на охладителната система на цялата сграда, включващ многозонов модел на сградата, на компонентите на системата за климатизация (чилъри, циркулационни помпи, водни кули, буферни съдове, сухи охладители, регулиращи вентили и др.), както и на климатичните условия.

Двата базови модела позволяват на студентите, чрез модификация на параметрите и/или структурата им, да извършват предварително проектиране на охладителната система на центрове за данни, прилагайки различни алгоритми и стратегии за икономия на енергия. Те могат правилно да изберат типа на оборудването.

Литература

- [1] M Dayarathna, Y Wen, and R Fan. Data Center Energy Consumption Modeling: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18(1):1–794, 2016.
- [2] Cisco. Cisco Global Cloud Index : Forecast and Methodology , 2015–2020. White Paper, pages 1 – 29, 2016.
- [3] Tony Evans. The Different Technologies for Cooling Data Centers. White Paper 59, 2:1–16, 2012.
- [4] Y. Fu, W. Zuo, M. Wetter, J. W. VanGilder, P. Yang. "Equation-based 1 object-oriented modeling and simulation of data center cooling systems." Energy 2 and Buildings, 198, pp. 503-519.
- [5] Zhou R, Wang Z., Modeling and control for cooling management of Data Centres with Hot Aisle containment. In: Proceedings of ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition; 2011.
- [6] Demetriou DW, Khalifa HE., 2012. Optimization of enclosed aisle data centers using bypass recirculation. J Electron Pack 2012;134.
- [7] Lin P, Zhang S, VanGilder J., Data center temperature rise during a cooling system outage. Schneider Electric. White paper 179; 2013.
- [8] TRNSYS v17, 2010, TRNSYS- A Transient System Simulation Program, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin -Madison-, USA
- [9] Kummert M, Dempster W, McLean K., Thermal analysis of a data centre cooling system under fault conditions. In: Proceedings of the 11th International IBPSA Conference, Glasgow; 2009.
- [10] TRNSYS 16 – TESS Library Documentation, TYPE 508: cooling coil with various control modes. Thermal Energy System Specialists, LLC, Madison, USA, 2004.
- [11] TRNSYS 16 – Mathematical Reference, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin -Madison-, USA, 2007.

Кореспондиращ автор:

проф. д-р Румен Попов,

ПУ «Паисий Хилендарски»,

Физико-технологичен факултет,

катедра ЕКИТ,

адрес: гр. Пловдив, ул. Костаки Пеев 21, телефон: 032 261 253,

e-mail: rumen.popov@uni-plovdiv.bg.

ЕВОЛЮЦИОННИ АЛГОРИТМИ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ – СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ

Сезгин Исмаил

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR OPTIMIZATION - STATE AND PROSPECTS

Sezgin Ismail

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski“

Abstract: Evolutionary algorithms for optimization are one of the most successful areas of artificial intelligence, with application in various fields of knowledge. Most smart devices and appliances have built-in expert systems. The most important component of these systems is the knowledge that serves to model expert human thinking when solving various tasks.

In this article, the authors share their study of various stochastic methods used for solving the problems of classical optimization techniques, which is essential for the development of master's programs for distance learning imposed by COVID 19 in hardware and software systems' disciplines

The theoretical assignments aim to prepare students for an in-depth analysis of real system and practical choice of a model for presenting knowledge, as well as an appropriate tool for the realization of a demonstration prototype of an expert system.

The article focuses on current issues in the evaluation of systems with evolutionary algorithms.

An analysis of the possibilities for application of the genetic algorithm (GA) and the swarm particle method (PSO) is made. The main problem with the systems is the presence of local optimums, in which it is difficult to achieve a global optimum. GA and PSO are very good for optimization problems with several local minima, where traditional algorithms fail. GA and PSO techniques can be effectively used to estimate the unknown parameters of linear and nonlinear systems, delayed systems, chaotic systems and high noise systems.

The possibilities of the Real Coded Genetic Algorithm (RCGA), which is suitable for the evaluation of nonlinear systems and AHPSO-Adaptive Hybrid Particle Swarm Optimization, are also analyzed.

The development of new versions of stochastic evolutionary algorithms is the current and active direction in modern scientific research around the world.

In the implementation of this type of algorithms, there are a number of problems, the main of which are: accuracy, speed, overcoming local optimums etc.

The existence of unsolved problems requires the development of new versions of stochastic evolutionary algorithms, which under certain conditions give better results.

In the complex COVID 19 pandemic environment, distance and project-based learning in universities is increasing dominantly. The state of optimization algorithms opens new perspectives for the trainees to develop modern and innovative solutions in this field.

Keywords: *local search, evolutionary strategies, evolutionary algorithms, genetic algorithm, particle swarm method, genetic programming.*

Резюме: Еволюционни алгоритми за оптимизация са едно от най-успешните направление на изкуствения интелект, с приложение в различни области на знанието. Вградени експертни системи има в повечето интелигентни апарати и уреди. Най-важният компонент на тези системи са знанията, които служат за моделиране на експертното човешко мислене при решаване на различни задачи. В тази статия авторите споделят своето проучване на различни стохастични методи, използвани за решаване на проблемите на класическите оптимизационни техники, което е от съществено значение при разработването на магистърски програми за дистанционно обучение, наложени от пандемията COVID 19.

Теоретичните постановки целят да подготвят студентите за задълбочен анализ на реална система и практически избор на модел за представяне на знанията и подходящо средство за реализация на демонстрационен прототип на експертна система. Акцентите на доклада са фокусирани върху актуалните проблеми при оценката на системи с еволюционни алгоритми.

Направен е анализ на възможностите за приложение на генетичния алгоритъм (GA) и метода на рояка частици (PSO). Основен проблем при системите е наличието на локални оптимуми, при които се постига трудно глобален оптимум. GA и PSO са много добри при оптимизационни проблеми с няколко локални минимума, където традиционните алгоритми грешат. Техниките на GA и PSO могат да бъдат ефективно използвани за оценка на неизвестните параметри на линейни и нелинейни системи, системи със закъснение, хаотични системи, системи с високо ниво на шум. Анализирани са възможностите и на реално - кодирания генетичен алгоритъм (RCGA - Real Coded Genetic Algorithm), който е подходящ за оценка на нелинейни системи и на AHP SO-Adaptive Hybrid Particle Swarm Optimization).

Разработката на нови версии на стохастични еволюционни алгоритми е актуално и активно направление в съвременните научни изследвания по света. При реализацията на този тип алгоритми съществуват редица проблеми, основните от които са: точност, бързодействие, преодоляване на локални оптимуми и др. Наличието на нерешени проблеми налага разработване на нови версии на стохастични еволюционни алгоритми, които при определени условия дават по-добри резултати.

Ключови думи: локално търсене, еволюционни стратегии, еволюционни алгоритми, генетичен алгоритъм, метод на рояка частици, генетично програмиране

Въведение

През последните години бяха развити много стохастични методи с цел решаване на проблемите в класическите оптимизационни техники при оптимизация на телекомуникационни модели. Еволюционните алгоритми представляват методи за глобално паралелно изследване и оптимизация, основани на принципите на естествения подбор [1] и популационната генетика [2]. Коректността на структурата на еволюционните алгоритми като абстракция на естествената еволюция беше оспорвана от Channon and Dampier [3], но това не трябва да е повод за прекалено безпокойство от страна на инженера, който използва алгоритъма за ясно поставени цели. Четирите нови стохастични метода са: локално търсене (LSh - Local Search), еволюционни стратегии (ES - Evolutionary Strategy), генериране на еволюционни алгоритми (EA - Evolutionary Algorithms), метод на рояка частици (PSO - Particle Swarm Optimization). Целта на тези методи е създаване на математически модели, чрез които да се опише поведението на динамичната система. Целите, за които може да се използва моделът са: предсказване, описание, оптимизация на процесите, обучение, откриване на грешки, проектиране на контролери.

Предсказването чрез модел може да се използва при оптимизация на телекомуникационни модели. Моделът може да се прилага при изучаването на вътрешното и външното поведение на не технически системи, особено в случаите, когато не могат да се провеждат експерименти или пък са много скъпи, каквито са химичните реактори, биологичните и икономическите системи. За оптимизация на процеса понякога реалната система се симулира чрез динамичен модел, който може да се използва в различни условия на работа. Динамичните модели също могат да се използват за откриване на грешки като изследвания и измерван процес се сравнява с познати модели. Конструкцията на съвременните контролери е базирана на модели, описващи поведението на входа/изхода на процеса, който трябва да се управлява. Прилагането на еволюционните алгоритми осигурява точност, бързодействие, сходимост и устойчивост[43].

Актуални проблеми при оценка на системи с еволюционни алгоритми.

Основен проблем при системите е наличието на локални оптимуми, при които се постига трудно глобален оптимум. В [3] се представя оценка на модел, базиран на генетичен алгоритъм (GA) за преодоляване на локалните оптимуми, подходящ за авторегресивен интегриран с пълзящо средно (ARIMA - Autoregressive Integrated Moving Average) модел. При това всички оценявани параметри са значими, но в етапа на оце-

няване има значителни закъснения. Използвани са три примера за доказване на ефективността на GA при предсказване на цената на динамична памет с произволен достъп (DRAM - Dynamic Random-Access Memory). Въпреки, че GA се нуждае от повече компютърно време в етапа на оценяване на модела, това се преодолява с помощта на съвременните технологии, като целта е получаване на по-точни резултати при предсказването.

Един от най-големите проблеми в областта на обработката на сигналите е проблемът с адаптивното филтриране на неизвестни инвариантни във времето или променливи във времето параметри. В [4] се прилага хибриден еволюционен алгоритъм (XEA) за построяване на модели, които не само имат малка средноквадратична грешка (MSE - Mean Squared Error), но също са подобни на реалните системи. Експерименталните резултати показват, че предложеният метод успява да оцени неизвестни системи даже и в случаите с висок допълнителен шум. XEA определя правилния порядък на неизвестна система, без да използва много априори информация в сравнение с други методи, представени в литературата. Всички модели, получени чрез предложения алгоритъм са стабилни. Големият недостатък на предложения алгоритъм е обема и сложността на работата по пресмятането. Друг недостатък е селекцията на оптимума.

Повечето процеси в индустрията се характеризират с нелинейно и променливо във времето поведение. Определяне на параметрите на математически модели на типични нелинейни системи е важно за много инженерни области.

В [5], предлагат ефективен хибриден GA, наречен адаптивен генетичен алгоритъм на симулираното закаляване (ASAGA - Adaptive Simulated Annealing Genetic Algorithm), който е алгоритмичен метод за решения на задачи за глобална оптимизация, особено дискретна и комбинаторна оптимизация. Като пример е посочена дискретна система. Предложеният алгоритъм е по-добър от простите GA, като ASAGA допринася за прилагането на алгоритъма на изкачването на върха (hill-climbing) и осигурява по-бърза сходимост.

Като оптимизационна техника в адаптивния процес се прилага селективен генетичен алгоритъм (BrGA - Breeder Genetic Algorithm), който обединява GA и еволюционните стратегии - случайно търсене на модел, чрез безполово размножаване. Разработени са математически изрази [6], като се прилага BrGA. Като непозната система е използван филтър с безкрайна импулсна характеристика, определен от диференциални уравнения от втори ред. При експериментите се прави пълна оптимизация, като при увеличаване на броя на коефициентите в (ARMA –Autoregressive Moving Average) модела има по-ниска средна грешка и добра фазова характеристика.

Генетично програмиране (GP - Genetic Programming) е метод за оценка на модели [7]. GP автоматизира процеса на пробата и грешката при оценяването на структурата и следователно може да изпитва много потенциални модели, но трябва да се посочат някои недостатъци - важно за пресмятането на годността на модела е да се избере функция, оценяваща съответствието между модела и характеристиките на системата. Тъй като броят на оценките на функцията за годност може да е голям, рутинните симулации трябва да са бързи и трябва да връщат цифровата стойност на годността на модела, подходящо мащабирана за оператора на GP.

Реално - кодиран генетичен алгоритъм (RCGA - Real Coded Genetic Algorithm) е подходящ за оценка на нелинейни системи [8]. От симулацията и от експерименталните резултати се вижда, че идентификационните резултати на механичния модел са близки до експерименталните резултати на системата.

Получените резултати показват възможност за използване на RCGA за оценка на неизвестни коефициенти в математически модели, описани с обикновени диференциални уравнения от втори ред [9].

RCGA успешно се прилага за точно определяне на неизвестните параметри на клас нелинейни системи. В [10] се предлага RCGA за определяне на неизвестните параметри и управление на клас нелинейни системи с: обект 1-апериодично звено от 1

ред със закъснение, представен в дискретна форма, обект 2-нестабилна нелинейна система. Критерий за оценка - квадратична грешка SSE. Сравнява се RCGA с двоично кодиран GA. За пропорционално - интегрално - диференциален контролер (PID - Proportional-Integral-Derivative controller), RCGA се сравнява с Циглер-Николс метода за настройка [11]. Според прогнозните резултати от предложения метод, оптимално е проектиран PID контролер.

Традиционните методи за оптимизация имат проблеми със сходимостта и крайният резултат и оценката силно зависи от началното задаване на параметрите. В [12] се предлага модел, базиран на хибриден подход на нелинеен авторегресионен модел с екзогенен вход (NARX - Nonlinear Autoregressive Exogenous) и генетичен алгоритъм за определяне на индекса инсулинова чувствителност, който дава добри резултати. Моделът не се нуждае от начална параметризация и сходимостта винаги е гарантирана.

Реално кодираният GA има по-малко време за сходимост в сравнение с конвенционалния GA с двоичен код при нелинейни системи. В [13] е приложен метод за оценка на система и настройка на контролер в нелинеен pH процес в индустрията. Резултатите от симулацията показват, че подходът, базиран на GA е ефективен при оценка на параметрите в различни точки от нелинейната система и при изчисляване на оптималните параметри на PID контролер. Резултатът от симулацията показва, че GA дава задоволителни резултати за настройка на PID контролера и дава възможност за следене на заданието бързо и с минимално отклонение.

В [14] предложеният реално-кодиран GA дава добри резултати при моделиране на различни нелинейни системи. В случая редът на Волтера се използва за моделиране на нелинейни системи. Предложеният алгоритъм дава точни резултати, когато се прилага към системи от втори и трети ред с относително голяма памет, с цел извличане на малък брой стойности на ядрата. Популацията на GA и операторите се избират по такъв начин, че да ускорят решението. Функцията на годността не допуска незначителните кандидати да присъстват в крайното решение.

При неизвестни начални условия GA се прилага за определяне на оптималните параметри на математическия модел, чрез решаване на диференциално уравнение от втори ред [15].

В [16] се предлага подобрен GA за изчисляване на система от коефициенти на цифров филтър с безкрайна импулсна характеристика на (IIR - Infinite Impulse Response).

За оценяване на параметрите на клас нелинейни системи, които се описват в пространството на състоянието чрез модел в дискретна форма със закъснение, с критерий за оценка - обща сума от квадратична грешка (SSE - Summation of Square Error), се прилага подобрен реално кодиран GA [17]. Резултатите от симулацията на два вида технологични системи показват, че с прилагания алгоритъм се получават по-точни оценки.

За определяне на неизвестните параметри на системи с гъвкава структура, в които се изисква бързо доближаване до глобалния оптимум, в [18] е предложен ефективен GA с нова стратегия, базирана на операцията очистване (truncation).

За да се получат оптималните параметри на модела в [19] са проучени две хибридни стратегии: прилагането на градиентен алгоритъм в качеството на операция на GA за локално изследване и вземане на най-добрият индивид от GA като начална стойност на алгоритъма на метода на градиента. Тук са използвани два различни алгоритъма на градиента: алгоритъм на (LMA - Levenberg-Marquardt) и новият алгоритъм на (TRA - Trust-Region Algorithm).

В [20] се решава задачата за оценяване на параметрите на неминимално фазова система с крайна импулсна характеристика и шум, с полуинварианти от четвърти ред и GA. Системата с крайна импулсна характеристика се задава чрез симетричен, независим и идентично представен негаусов ред.

В [21] се предлага хибриден подход, който включва GA и алгоритми на търсене (BF - Bacterial Foraging) за решаване на задачата за оптимизация на функция. Използва се GA за подобряване на скоростта на обучение и сходимостта. Създаден е нов хибриден алгоритъм, съставен от GA и BF, който се прилага за изследване на различни тест-функции. От графичните и емпирични резултати се вижда, че предложеният хибриден метод е с добри характеристики.

За определяне на неизвестните параметри на нелинейни многовходови-многоизходни системи в [22] се използват два еволюционни метода за пресмятане, а именно диференциална еволюция (DE - Differential Evolution) и диференциална еволюция, базирана на опозиция (ODE - Opposition based Differential Evolution) за откриване на приблизителни стойности в околностите на глобалния минимум, както и LMA алгоритъма за обучение на невронна мрежа (NN - Neural Network). Това проучване е насочено към ефективността на методите на меките изчисления (soft computing), каквито са еволюционното пресмятане (evolutionary computation) и методът на невронните мрежи NN за определяне на неизвестните параметри на нелинейни системи с прави управляващи сигнали. Посоченият по-горе метод е изпитан върху силно нелинейна многовходова - многоизходна система с два ротора (TRMS - Twin Rotor Multi-input-multi-output System), за да се провери ефективността на идентификацията. Предложеният алгоритъм наречен невронна мрежа, базирана на опозиционна диференциална еволюция (ODE - NN) дава по-добри резултати при идентификацията на системата в сравнение със съществуващия метод невронна мрежа, базирана на диференциална еволюция (DE-NN) по отношение на скорост, сходимост, както и способност за оценка.

Подобрена двоична оптимизация на рояка частици (IBPSO - Improved Binary PSO) за селекция на характерни белези, като алгоритъма на K най-близки съседни (K-NN-K-Nearest Neighbor), служи за оценяване на класификационните проблеми на гените белези [23]. IBPSO отстранява локалния оптимум и се стреми към точни класификационни резултати в област с малък брой гени. Предложеният метод може да се използва като инструмент за предварителна обработка с цел оптимизиране на процеса на селекция на белезите, тъй като повишава точността на класификация и в същото време изисква минимален ресурс за пресмятане. Експерименталните резултати показват, че методът ефективно опростява селекцията на гените (белезите) и намалява общия брой на необходимите гени.

В [24] е разгледана подобрена оптимизация с интелекта на ятото (PSO - Particle Swarm Optimization), техника - (IPSO - Improved PSO), която използва механизъм с ограничителни неравенства, наречена стратегия на притискането на динамичното пространство на изследване (още наричана стратегия на сандвича) с цел ускоряване на оптимизационния процес и едновременно с това се запазват базовите положения на конвенционалния метод на рояка частици. Предлага се нов подход за решаване на задачата за оптимално производство на мощност с оглед на краткосрочно планиране. Получените числени резултати са сравнени с тези, получени чрез динамичното програмиране (DP - Dynamic Programming), нелинейно програмиране (NLP - Non Linear Programming), еволюционно програмиране (EP - Evolutionary Programming) и диференциални еволюционни методи (DE - Differential Evolution). Резултатите от симулацията показват, че предложеният IPSO метод е най-добрият от изброените по отношение на скорост на сходимост, време за решение и стойност на минимума.

Адаптивната оптимизация на неизвестна система [25] е формулирана като оптимизационна задача и след това е решена чрез използване на PSO и (BFO - Bacterial Foraging Optimization) техниките. BFO и PSO алгоритмите се прилагат към симулирани стандартни нелинейни (MIMO - Multiple Input Multiple Output) системи. Получените резултати са сравнени с тези, получени от използването на подхода невронна мрежа от висок ред, която използва по-високи комбинации на входа си и обратно размножаване (FLANN-BP - Functional Link Artificial Neural Network-Back Propagation). Сравнението показва, че предложените нови методи са по-бързи и по-точни, с по-малко време за

изчисления, по-ефективна идентификация на нелинейна система, спрямо тези получени от прилагането на FLANN-BP подхода [26].

Определянето на неизвестните параметри на системите е сложна задача, поради тяхната нелинейност още повече в динамична среда. [27] Методът базиран на оптимизацията на рояка частици (PSO) в различни варианти се прилага с цел решаване на сложни задачи за оптимизация. Системите с (IIR - Infinite Impulse Response) филтри се използват в моделирането на реално съществуващи системи, поради малкия им брой коефициенти и по-доброто им поведение в сравнение с филтрите с крайна импулсна характеристика.

В [28] се предлага PSO с квантова инфузия (PSO-QI with Quantum Infusion) за определяне на неизвестните параметри на стандартни IIR системи и реално съществуващ проблем в енергийните системи. Характеристиката на PSO-QI се пресмята чрез PSO и диференциални еволюционни алгоритми (DEPSO - Differential Evolution and PSO). Резултатите показват, че PSO-QI има по-добра характеристика в сравнение с алгоритмите, използвани за определяне на неизвестните параметри на динамични системи.

Характеристиката на PSO-QI се сравнява с тази на DEPSO. Изследването показва, че квантовите алгоритми, алгоритмите на рояка и EA могат да се прилагат при определяне на неизвестните параметри на системи, като хибридните алгоритми имат по-добра характеристика, тъй като съчетават свойствата на алгоритмите, участващи в хибрида. Резултатът показва, че PSO-QI има по-бърза сходимост и по-голяма устойчивост от останалите алгоритми, и е обещаващ за онлайн приложения. Недостатък - сложен в изчислително отношение и изискващ повишен брой оценки на годността.

PSO е базиран на стохастичното изследване и е гъвкав и ефективен инструмент за решаване на сложни инженерни проблеми. В [29] се предлага определяне на неизвестните параметри на модел чрез използване на PSO. Създаден е традиционен dq-модел, представляващ система с два входа и три изхода в dq координатна система. Получените симулационни резултати, както и резултати от изпитанията потвърждават ефективността на използвания алгоритъм по отношение на точността.

В [30] се предлага нов модел, получен по метода анализ на главните компоненти (PCA - Principal Components Analysis) за оценка на процеси със смесени сигнали, които се срещат често в управлението на статистическите (SPC-Statistical Process Control) и инженерните процеси (EPC-Engineering Process Control). Сигналите на процесите, разглеждани в това изследване включват несъгласувани дисперсни редове, авторегресионни числови редове, стъпкова промяна, Гаусови шумове в данните на процеса. Чрез предложения модел структурата на разделяне с цел възстановяване на оригиналните сигнали се разглежда като нелинеен проблем за оптимизация, където само разделящата матрица е неизвестна. Създава се модел чрез използване на некорелативен принципен компонентен анализ (UCCA - Un Correlative Component Analysis). Моделът е предназначен да намери оптимална разделяща матрица чрез минимизиране на „грешката на оценяване“ на реконструираната смесваща матрица, подложена на ограничението. Всички реконструирани източници нямат корелативна зависимост помежду си т.е. те са „некорелативни“ (“uncorrelative”). Избран е PSO да служи за изследване на предложения UCCA модел, поради своите предимства: ефективност на пресмятането и лесно прилагане в практиката.

В [31] се представя алгоритъм, който използва метода на най-малките квадрати, наречен настройка на вектора (VF-Vector Fitting), развит от Густавсен и разширен до оценка на система от дробен ред в честотна област. Този алгоритъм действа в противовес на добре познатия алгоритъм на Лви (Levy), който използва само итерация за пресмятане на параметрите на модела. Използването на итеративния метод ефективно насочва еволюцията на параметрите на модела към оптималните стойности. По време на итерацията полюсите на модела се пресмятат и се използват за начални полюси за следващия модел, така се получава стабилност на оценения модел. Алгоритъмът VF се асоциира след това с евристичния метод на оптимизация PSO, водещ до

нов алгоритъм на идентификация на система от дробен порядък. Алгоритъмът работи по йерархичен начин - на най-високото ниво PSO определя дробния порядък, на най-ниското ниво алгоритъмът VF оценя останалите параметри.

Оцененият модел е предавателна функция, написана във форма полюс-остатък и има силно нелинеен характер. Главното предимство е налагане на стабилност на модела за разлика от алгоритъма на Лви (Levy). Използването на PSO метода за определяне на параметрите на система от дробен порядък дава възможност за създаване на хибриден алгоритъм. Резултатът, получен за съизмерими системи показва, че алгоритъмът може да се разшири за обобщени системи от дробен порядък, където е необходима оценка не само на един порядък, а на вектор от дробен порядък.

Много от алгоритмите за клъстеризация, базирани на GA са предлагани с цел намиране на оптималното разделяне на поредица от данни. Малко от тях използват алтернативни стохастични изследвания вместо GA и симулираното закаляване. Два обещаващи алгоритъма за цифрова оптимизация, които не са много разпространени извън евристичния алгоритъм са оптимизацията на рояка частици (PSO) и диференциалната еволюция (DE) са представени в [32]. Резултатите от GA за еволюционния подход с опорни точки на клъстеризацията са сравнени с тези PSO и DE. Емпиричните резултати показват, че DE е по-добър при решаване на тежки задачи за клъстеризация и устойчивост (репродуктивност) на резултатите. GA и PSO дават същите резултати само при решаване на задачи, съдържащи прости редици от данни.

DE е евристичен метод, който дава обещаващи резултати за решаване на сложни оптимизационни задачи. Характерно за DE са проста структура, лесна употреба, сходимост, качество на решението и устойчивост. Резултатите от симулацията за оценка на параметрите на структурна система при условия, включващи ограничени изходящи данни, сигнали с шум и без предварително да е известна масата, коефициента на поглъщане (демпфериране) или коравината, показват ефективността на предложения метод. DE предлага предимствата на съчетаването на относително проста и ефективна форма на самоадаптираща се мутация. DE не се нуждае от настройка на параметрите в сравнение със значителната настройка за PSO метода, оригиналния GA и някои модифицирани GA [33]. Разгледани са две различни структурни системи. Едната е структурна система с осем степени на свобода (8-DOF), а другата е с 20 степени на свобода. Резултатите от DE превъзхождат тези, получени чрез PSO при решаване на трудни задачи с неизвестни проблеми в масата и показват устойчивост на резултатите. DE е обещаващ метод за оптимизация на параметрите на структурните системи в случаите, когато няма изискване за предварителна информация за структурата.

В [34] се предлага алгоритъм на „хибридна оптимизация на рояка частици с подвижни граници“ (hmPSO - hybrid moving boundary PSO), който комбинира ефективността на (BPSO - Basic Particle Swarm Optimization) и (NM - Nelder-Mead) метод съответно за глобални и локални изследвания. NM методът е алгоритъм за локално изследване и е избран защото е директен алгоритъм - оптимизира целевата функция без да се нуждае от информация за градиента на функцията и не използва производна. BPSO също не се нуждае от информация за градиента на оптимизираната функция. BPSO включва два различни рояка частици, едните прелитащи през „глобалната“ област (т.е. изследвайки цялото изучавано пространство) и другите над „локалната“ подобласт (т.е. изследвайки най-обещаващия регион на търсене). Комбинацията от BmPSO и метода за локално изследване NM, показва увеличение на скоростта на пресмятане, докато роякът се предпазва от предварително достигане на сходимост. Метода за локално изследване NM има ключова роля за стесняване на границите на подобластта на изследване на BPSO. Комбинацията от BPSO с NM значително подобрява ефективността и избягва преждевременната сходимост към локален минимум.

В [35] PSO се използва за решаване на две оптимизационни задачи - оценяват се параметрите на статична нелинейна функция и линейна динамична подсистема. Предложеният метод опростява значително процедурата по определяне на неизвестните параметри. Освен това не е нужна информация за структурата на статичната не-

линейна функция. Експерименталните резултати са задоволителни даже и в среда с наличие на шум.

В [36] е описана техника за определяне на неизвестните параметри на горивна клетка с мембрана за обмен на протони (PEM - Proton Exchange Membrane), чрез използването на PSO в условията на характеристиката напрежение-ток. Резултатите от симулацията с помощта на PSO са задоволителни даже и в случаите, когато има наличие на шум.

В [37] е предложен нов метод за определяне на неизвестните параметри на система, базиран на хибридно генетично програмиране с подобрен PSO алгоритъм. Предложеният алгоритъм CSV-PSO има адекватна и бърза сходимост и висока точност на пресмятане, по-висока в сравнение с тази на GA с двоичен код.

Проблемите на хаотични системи със случаен шум се изследват в [38] с прилагане на нов метод, базиран на оптимизацията на рояка частици (PSO), с цел решение на проблема чрез неотрицателна многомодална нелинейна оптимизация, която намира най-добрата комбинация от параметри и закъснения по време, така че се минимизира целева функция. Разглеждат се два типа нелинейни хаотични системи: хаотични системи без закъснение и хаотични системи със закъснение. Описват се чрез система диференциални уравнения. Резултатите от симулацията за хаотична система без закъснение (Lorenz, Chen) и системи със закъснение със случаен шум показват ефективността на PSO.

Познаването на параметрите и закъснението е много важно за управлението и синхронизацията на хаотични системи със закъснение. В [39] оценката на параметрите на хаотична система със закъснение е дадена чрез третиране на закъсненията като допълнителен параметър. Оценката на параметрите е преобразувана в оптимизационен проблем, който намира най-добрата комбинация като целева функция, която трябва да се минимизира. PSO се използва за оптимизиране на целевата функция чрез еволюцията на частиците. Системите със закъснение са по-сложни и динамично неадекватни от тези без закъснение. Проблемът за определяне на неизвестните параметри на хаотична система със закъснение е преобразуван в задача за оптимизация на параметрите, чрез конструиране на подходяща функция на годността [40]. Предлага се нов оптимизационен метод наречен хаотичен рояк от мравки (CAS - Chaotic Ant Swarm), който симулира хаотичното поведение на една мравка и самоорганизиращото се поведение на колонията от мравки. Целта е решаването на оптимизационния проблем за хаотична система със закъснение. Числената симулация потвърждава ефективността на предложения метод.

Хибридните системи се състоят от взаимодействащи си дискретни и непрекъснати части [41]. Вниманието в това изследване е насочено към оценяване на параметрите на хибридна система чрез използване на адаптивен хибриден алгоритъм на рояка частици (AHPSO-Adaptive Hybrid Particle Swarm Optimization) Разработена е методология за едновременно определяне на неизвестните параметри на дефекти и събития, превключващи режима на работа на системите. Методът е базиран на глобалния анализ на аналитичното излишество (GARRs - Global Analytical Redundancy Relations) от модела на графа на хибридната система. Извлечена е унифицирана формула с времеви ред за смяна на режима и начални коефициенти на режима (IMC - Initial Mode Coefficients) за представяне на превключването на режима. Поради непрекъснатия характер на превключването на режима се представя AHPSO, представляващ комбинация от реално кодиран (RPSO - RealPSO) с реални стойности и PSO в двоичен код (BPSO - Binary PSO). Целта е едновременна оптимизация на различни части от решението. Методът използва размити системи, за да настрои динамично параметрите на алгоритъма. GARRs се използват като индекс на годността на AHPSO.

Недостатъците на PSO методите се свързват с ниската скорост при получаване на глобалния минимум. Изследванията напоследък показват, че методите, базирани на популации постигат висока скорост за сметка на високи изисквания към функциите [42]. Предлага се модификация на правилата за обновяване на алгоритъма за оптими-

зация на рояка частици с цел да се направи сходимостта по-бърза. В резултат се получават две нови версии на PSO. Първата версия модифицира правилото за обновяване на скоростта (PSO-CIV - with Constant Interia and maximum Velocity limiting). Втората версия модифицира правилото за обновяване на позицията на (PSO-DIV - with Dynamic Interia and maximum Velocity limiting). Резултатите показват, че подобрените методи имат по-добра сходимост и по-добра ефективност.

Изводи

На база на направения анализ се вижда, че:

1. Разработката на нови версии на стохастични еволюционни алгоритми е актуално и активно направление в съвременните научни изследвания по света.
2. При реализацията на този тип алгоритми съществуват редица проблеми, основните от които са: точност, бързодействие, преодоляване на локални оптимуми и др.
3. Наличието на нерешени проблеми налага разработване на нови версии на стохастични еволюционни алгоритми, които при определени условия дават по-добри резултати.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Darwin, C, *The origin of species*, London: John Murray, 1859,
- [2] Fisher, R, A, *The genetical theory of natural selection*, Oxford: Clarendon Press, 1930,
- [3] Channon, A, D, & Damper, R, I, Towards the evolutionary emergence of increasingly complex advantageous behaviours, *International Journal of Systems Science*, 31 (7) (2000), pp, 843–860.
- [4] Theofilatos Konstantinos, Grigorios Beligiannis, Spiridon Likothanassis. Combining evolutionary and stochastic gradient techniques for system identification. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 227 (2009), p.p. 147-160.
- [5] Il-Kwon Jeong, Ju-Jangle. Adaptive Simulated Annealing Genetic Algorithm for System Identification. *Engng Applic. Artif. Intell.*, vol.9, №5, p.p.523-532,1996.
- [6] Montiel Oscar, Castillo Oscaro, Melin Patricia, Sepulveda Roberto. The evolutionary learning rule for system identification. *Applied Soft Computing* 3 (2003), p.p. 343–352.
- [7] Gray J. Gary, Murray-Smith J. David, Yun Li, Ken C. Sharman, Weinbrenner Thomas. Nonlinear model structure identification using genetic programming. *Control Engineering Practice* 6 (2007), p.p.1341-1352.
- [8] Rong-Fong Fung, Chin-Lung Chiang, Guo-Ching Wu. System identification of a pick-and-place mechanism driven by a permanent magnet synchronous motor. *Applied Mathematical Modelling* (2009), journal homepage: www.elsevier.com/locate/apm
- [9] Tutkun Nedim. Parameter estimation in mathematical models using the real coded genetic algorithms. *Expert Systems with Applications* 36 (2009), p.p. 3342–3345.
- [10] Chang Wei-Der. Nonlinear system identification and control using a real-coded genetic algorithm. *Applied Mathematical Modelling* 31 (2007) , p.p. 541–550.
- [11] Astrom K.J., Wittenmark B. *Adaptive Control*. Addison-Wesley, Massachusetts, 1995.
- [12] Ghosh S., S. Maka. Genetic algorithm based NARX model identification for evaluation of insulin sensitivity. *Applied Soft Computing*(2009), www.elsevier.com/locate/asoc.
- [13] Valarmathi K., D. Devaraj, T.K. Radhakrishnan. Real-coded genetic algorithm for system identification and controller tuning. *Applied Mathematical Modelling* 33 (2009), p.p. 3392–3401
- [14] Hazem M. Abbas, Mohamed M. Bayoumi. An adaptive evolutionary algorithm for Volterra system identification. *Pattern Recognition Letters* 26 (2005), p.p.109–119.
- [15] Nyarko Karlo Emmanuel, Scitovski Rudolf. Solving the parameter identification problem of mathematical models using genetic algorithms. *Applied Mathematics and Computation* 153 (2004), p.p. 651–658.
- [16] Chang Wei-Der. Coefficient Estimation of IIR Filter by a Multiple Crossover Genetic Algorithm. *Computers and Matematics with Application* 51(2006), p.p.1447-1444.

- [17] Chang Wei-Der. An improved real-coded genetic algorithm for parameters estimation of nonlinear systems. *Mechanical Systems and Signal Processing* 20 (2006), p.p.236–246.
- [18] Tam S.M., K.C. Cheung. Genetic algorithm based defect identification system. *Expert Systems with Applications* 18 (2000), p.p.17–25.
- [19] Mariscotti A., P. Pozzobon. Genetic algorithm approach for the determination of the electrical parameters of railway traction lines. *Measurement* 41 (2008), p.p.169-177.
- [20] Maha Shadaydeh, Yegui Xiaob, Yoshiaki Tadokorob, Identification of nonminimum phase FIR (Finite impulse response) systems via fourth-order cumulants and genetic algorithm. *Signal Processing* 60 (1997) p.p. 339-347.
- [21] Dong Hwa Kim, Ajith Abraham, Jae Hoon Cho. A hybrid genetic algorithm and bacterial foraging approach for global optimization. *Information Sciences* 177 (2007), p.p.3918-3937.
- [22] Subudhia Bidyadhar, Debashisha Jenab. A differential evolution based neural network approach to nonlinear system Identification. *Applied Soft Computing* J.(2010),doi:10.1016/j.asoc.2010.01.006.
- [23] Chuanga Li-Yeh, Hsueh-Wei Chang, Chung-Jui Tu, Cheng-Hong Yang. Improved binary PSO for feature selection using gene expression data. *Computational Biology and Chemistry* 32 (2008), p.p.29-38.
- [24] Hota P.K., A.K. Barisal, R. Chakrabarti. An improved PSO technique for short-term optimal hydrothermal scheduling. *Electric Power Systems Research* 79 (2009), p.p. 1047–1053.
- [25] Majhi Babita, Panda G. Development of efficient identification scheme for nonlinear dynamic systems using swarm intelligence techniques. *Expert Systems with Applications* 37 (2010), p.p. 556–566.
- [26] Bhuvaneswari R., S.Subramanian. Multi-objective parameter estimation of induction motor using particle swarm optimization. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 23 (2010), p.p. 302-312.
- [27] R. Popov. Separately excited DC – machine model parameter estimation, using Artificial Intelligence techniques. *Proc. of the First European Polytechnical University Int. conference „Education, Science, Innovations“*, 9-10 June 2011, Pernik, Bulgaria, pp. 442-450.
- [28] Luitel Bipul, Ganesh K.Venayagamoorthy. Particle swarm optimization with quantum infusion for system identification. *Applications of Artificial Intelligence* (2010), oi:10.1016/j.engappai.2010.01.022.
- [29] Liu Li, Wenxin Liu, David A. Cartes. Particle swarm optimization-based parameter identification applied to permanent magnet synchronous motors. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 21 (2008), p.p. 1092–1100.
- [30] Shu-Kai S. Fan, Yen Lin, Chih-Min Fan, Yi-Yi Wang. Process identification using a new component analysis model and particle swarm optimization. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 99 (2009), p.p.19-29.
- [31] Mansouri R., M. Bettayeb, T. Djamah, S. Djennoune. Vector Fitting fractional system identification using particle swarm optimization. *Applied Mathematics and Computation* 206 (2008), p.p.510–520.
- [32] Paterlinia Sandra, Thiemo Krink. Differential evolution and particle swarm optimisation in partitional clustering. *Computational Statistics & Data Analysis* 50 (2006), p.p.1220-1247.
- [33] Tang Hesheng, Songtao Xue, Cunxin Fan. Differential evolution strategy for structural system identification. *Computers and Structures* 86 (2008), p.p. 2004–2012.
- [34] Zhang Y., D. Gallipoli, C.E. Augarde. Simulation-based calibration of geotechnical parameters using parallel hybrid moving boundary particle swarm optimization. *Computers and Geotechnics* 36 (2009), p.p. 604–615.

- [35] Tang Yinggan, Leijie Qiao, Xinping Guan. Identification of Wiener model using step signals and particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications* 37 (2010), p.p. 3398-3404.
- [36] Meiyong Ye, Xiaodong Wang, Yousheng Xu. Parameter identification for proton exchange membrane fuel cell model using particle swarm optimization. *International Journal of Hydrogen Energy* 34 (2009), p.p. 981-989.
- [37] Feng Xia-Ting, Bing-Rui Chen, Chengxiang Yang, Hui Zhoua, Xiuli Ding. Identification of visco-elastic models for rocks using genetic programming coupled with the modified particle swarm optimization algorithm. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences* 43 (2006), p.p. 789–801.
- [38] Fei Gao, Ju-Jang Lee, Zhuoqiu Li., Hengqing Tong, Xiaohong Lü. Parameter estimation for chaotic system with initial random noises by particle swarm optimization. *Chaos, Solitons and Fractals* 42 (2009), p.p.1286-1291.
- [39] Kargupta, H., Smith, R, E., *System identification with evolving polynomial networks*, Proceeding of the 4th International Conference on Genetic Algorithm, University of California, San Diego, USA, 1991, p.p., 370-376.
- [40] Tang Yinggan, Mingyong Cui, Lixiang Li, Haipeng Peng, Xinping Guan. Parameter identification of time-delay chaotic system using chaotic ant swarm. *Chaos, Solitons and Fractals* 41 (2009), p.p. 2097–2102.
- [41] Ming Yu, Ming Luo, Danwei Wang, Shai Arogeti, Xinzheng Zhang. Simultaneous fault and mode switching identification for hybrid systems based on particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications* 37 (2010), p.p.3000–3012.
- [42] Ali M.M., P.Kaelo. Improved particle swarm algorithms for global optimization. *Applied Mathematics and Computation* 196 (2008), p.p.578-593.
- [43] R. Minchev, Educational and technological approaches for the development and deployment of a rechargeable lithium-ion battery for transport equipment, EDULEARN21 Proceedings, pp. 6398-6402. Conference name: 13th International Conference on Education and New Learning Technologies
Dates: 5th-6th July, 2021, Web of Science. Pages: 6398-6402, Publication year: 2021, ISBN: 978-84-09-31267-2, ISSN: 2340-1117.

Сезгин Исмаил, гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ 28, моб. тел. +359 87 8262198,
e-mail: sezgin_fh@abv.bg

СТАТИСТИЧЕСКИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОБРАБОТКА НА ДАННИ – EXCEL, SPSS, LABVIEW И MATLAB

Ангел Чекичев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“,
Физико-технологичен факултет

STATISTICAL INSTRUMENTS FOR DATA PROCESSING - EXCEL, SPSS, LABVIEW AND MATLAB

Angel Chekichev

Plovdiv University Paisii Hilendarski, Physico-technological Faculty

Abstract: The article focuses on the main software products used in statistical data processing - Excel, SPSS, LabView and Matlab. The idea is to provide an opportunity for students studying such disciplines at the University of Plovdiv to easily and affordably master the basic methods of statistical processing, as well as the possibilities of these tools to depict different types of statistical characteristics.

Key words: statistics, instrument, program

Абстракт: Статията е насочена към разглеждане на основните програмни продукти, които се използват при обработката на статистически данни – Excel, SPSS, LabView и Matlab. Идеята е да се предостави възможност на студентите, изучаващи такива дисциплини в Пловдивския университет, лесно и достъпно да усвоят основните методики за статистическа обработка, както и възможностите на тези инструменти да изобразяват различни видове статистически характеристики.

Ключови думи: статистика, инструмент, програма

Въведение

Развитието на съвременните компютърни и комуникационни техники и системи довежда до внедряването и използването на по-бързи и ефективни инструменти за обработка и анализ на данни. Това предполага по-ефективното и целесъобразно използване на съществуващите програми и средства в областта на статистическия анализ.

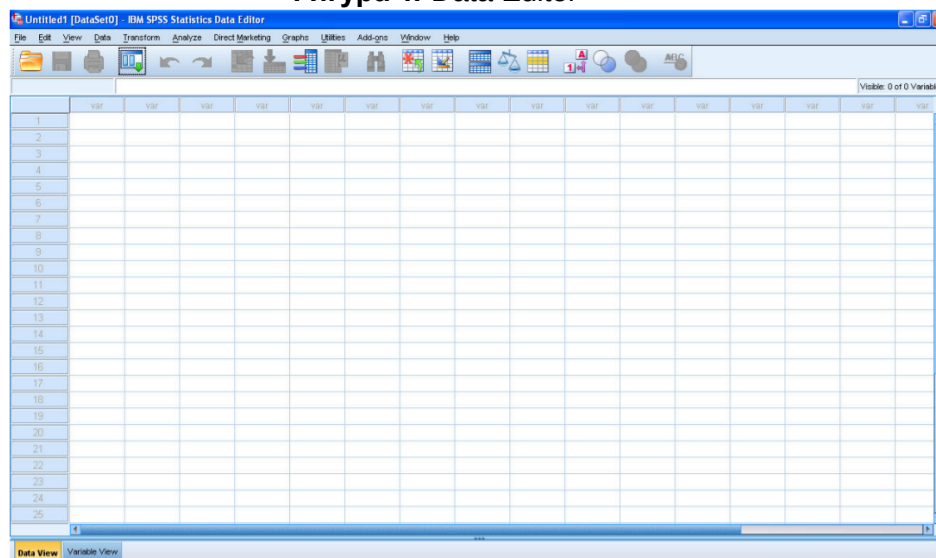
Статията разглежда основните положения при използването на няколко програмни среди за обработка и анализ на статистически данни. Идеята е да се обогатят познанията в областта на статистиката и да се създадат компетенции и умения у студентите, изучаващи такива дисциплини в Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, за боравене с различни среди и инструменти за програмиране и визуализиране на статистически характеристики.

Основни положения на инструмента SPSS

SPSS - Statistical Package for Social Science е мощен инструмент за извършване на различни действия върху данни и за осъществяване на статистически анализ в графична среда. Този инструмент е реализиран посредством описателни и прости диалогични менюта, чрез които студентите, изучаващи такива дисциплини да бъдат удовлетворени от използването на тази развойна среда и от набора от инструменти за статистически анализ на данни, събирани по различни поводи и в различни области. SPSS е еднакво добър инструмент както в икономиката, така и в медицината, социологията, психологията и други области (Харалампиев, 2009).

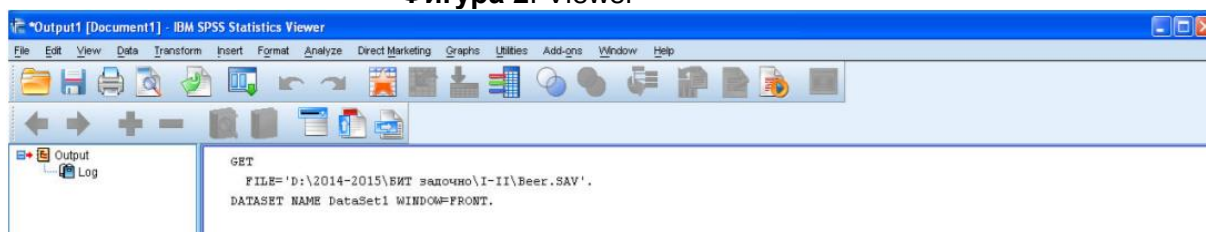
При стартирането на програмата SPSS се отваря Data Editor (фиг. 1).

Фигура 1. Data Editor



SPSS работи с два прозореца Data Editor, който се използва за дефиниране, въвеждане и редактиране на данни и Viewer, предназначен за отпечатване на резултатите от статистическата обработка под формата на таблици и графики. За се осъществи прехода от единия прозорец към другия се използват табулаторите в долната лента на екрана. Viewer (фиг. 2) – този прозорец не е видим, защото се активира автоматично след осъществяване на статистическа обработка. В него се извеждат изчислените статистически показатели и графични изображения.

Фигура 2. Viewer

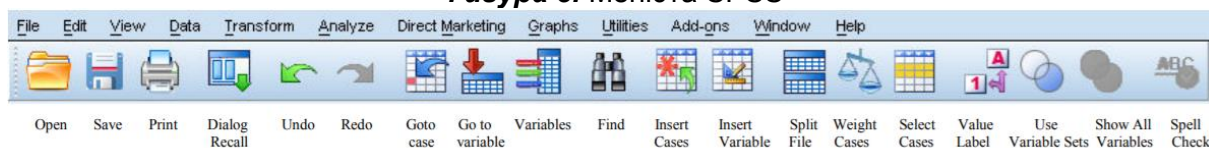


Изгледът е разделен на два панела:

- левият панел съдържа компактен изглед на съдържанието;
- десният панел съдържа статистически таблици, диаграми и текст.

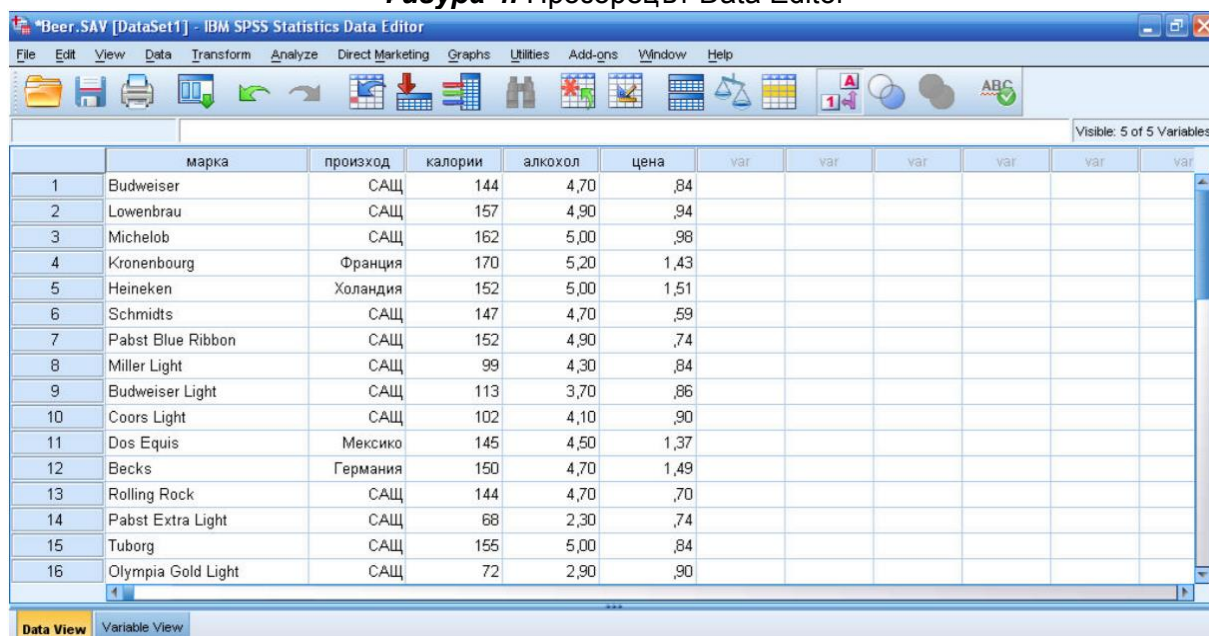
Също така, Viewer спомага да се изведат и служебни съобщения: за грешки, изпълнените команди и др. В самият прозорец може да се работи като в елементарен текстов редактор, да се копира и прехвърля текст към други приложения. На създадения файл се дава служебно разширение *.SPO.

Съдържанието на Viewer може да бъде експортирано във файл с различен формат – HTML, MS Word (doc, rtf), MS Excel и др. Менюто (фиг. 3) и на двата прозореца е еднакво, но иконите са различни. Менюто на SPSS съдържа някои от основните за Windows програмите подменюта, както и някои специализирани функции. Така изглежда в прозореца Data Editor:

Фигура 3. Менюта SPSS


В допълнение на файловете, запазени в SPSS формат, може да се отворят Excel, SAS, Stata и други файлове без да се преобразуват или да се въвежда информация за дефиницията на данните. Отварянето на файлове с данни активира набор от данни. Ако съществуват един или повече отворени файлове с данни, те си остават отворени и са достъпни за следваща употреба в сесията. Произволното кликуване в прозореца Data Editor за отворен файл с данни активира набора от данни.

Редакторът на данни предоставя удобен метод за създаване и редакция на данни под формата на електронна таблица. Прозорецът Data Editor (фиг. 4) се отваря автоматично, когато започнете сесия (период на работа).

Фигура 4. Прозорецът Data Editor


	марка	произход	калории	алкохол	цена	var	var	var	var	var	var
1	Budweiser	САЩ	144	4,70	,84						
2	Lowenbrau	САЩ	157	4,90	,94						
3	Michelob	САЩ	162	5,00	,98						
4	Kronenbourg	Франция	170	5,20	1,43						
5	Heineken	Холандия	152	5,00	1,51						
6	Schmidts	САЩ	147	4,70	,59						
7	Pabst Blue Ribbon	САЩ	152	4,90	,74						
8	Miller Light	САЩ	99	4,30	,84						
9	Budweiser Light	САЩ	113	3,70	,86						
10	Coors Light	САЩ	102	4,10	,90						
11	Dos Equis	Мексико	145	4,50	1,37						
12	Becks	Германия	150	4,70	1,49						
13	Rolling Rock	САЩ	144	4,70	,70						
14	Pabst Extra Light	САЩ	68	2,30	,74						
15	Tuborg	САЩ	155	5,00	,84						
16	Olympia Gold Light	САЩ	72	2,90	,90						

В SPSS могат да се добавят или изтриват променливи и да се променят атрибутите като: име на променлива; тип данни; брой на цифрите или буквите; брой на знаците; ширина на колоните; подравняване и други. Всичките тези атрибути се запамятват, когато се записва даденият файл с данни.

Необходимо е разбира се да се спазват и основните правила при дефинирането на имената на променливите, които са важни и от съществено значение. Също така типът данни е необходимо да бъде посочен правилно и точно, защото той определя данните на за всяка една променлива.

Важна и съществена е скалата за измерване на променливата. Тя може да бъде количествена, ординална или номинална (табл. 1).

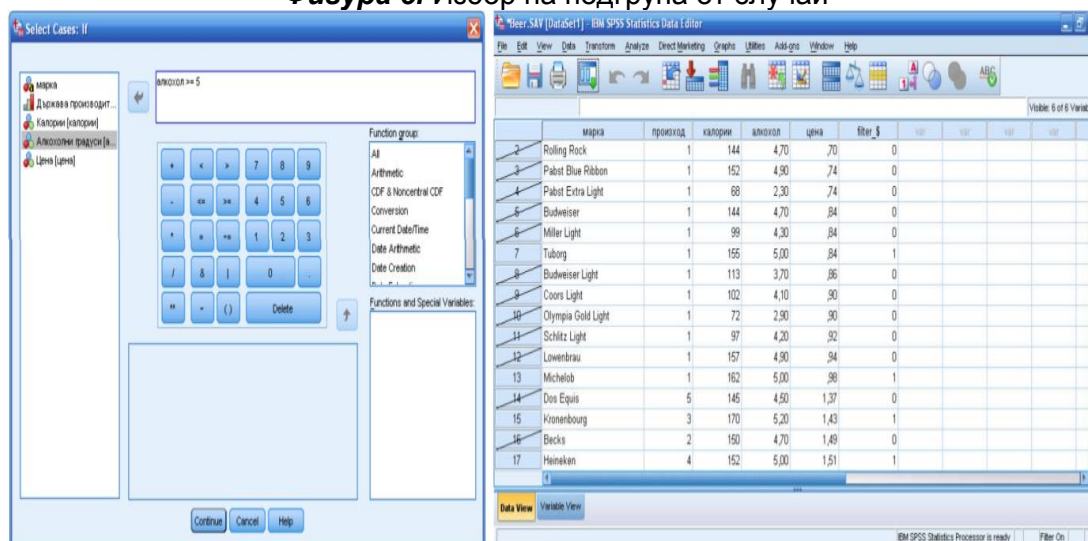
Таблица 1. Скала за измерване на променлива

Скала на измерването	Тип на данните			
	Числови	Нечислови (стрингови)	Дата	Време
Метрична (Scale)		n/a		
Рангова (Ordinal)				
Номинална (Nominal)				

Програмата SPSS предоставя възможност на студентите при своето обучение да извършват различни действия върху данните, освен да задават имена на съответните променливи, техните типове и скала за измерване, но също така да се правят извадки по дадени критерии; да се избират подгрупи от случаи; да се осъществява сортиране на файловете с данни; да се създаде нова променлива; да се създават и редактират графики – бар, пай, хистограма; да се извършва статистическа обработка на данни и да се извършват проверки.

Критериите, които се използват за определянето на подгрупа могат да бъдат: стойността на променливи и диапазон; дата и време; номер на редовете; аритметични изрази; логически изрази; функции.

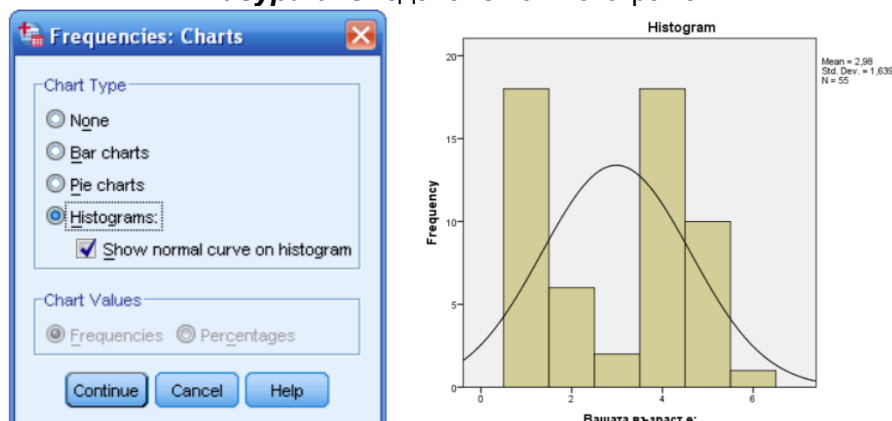
Фигура 5. Избор на подгрупа от случаи



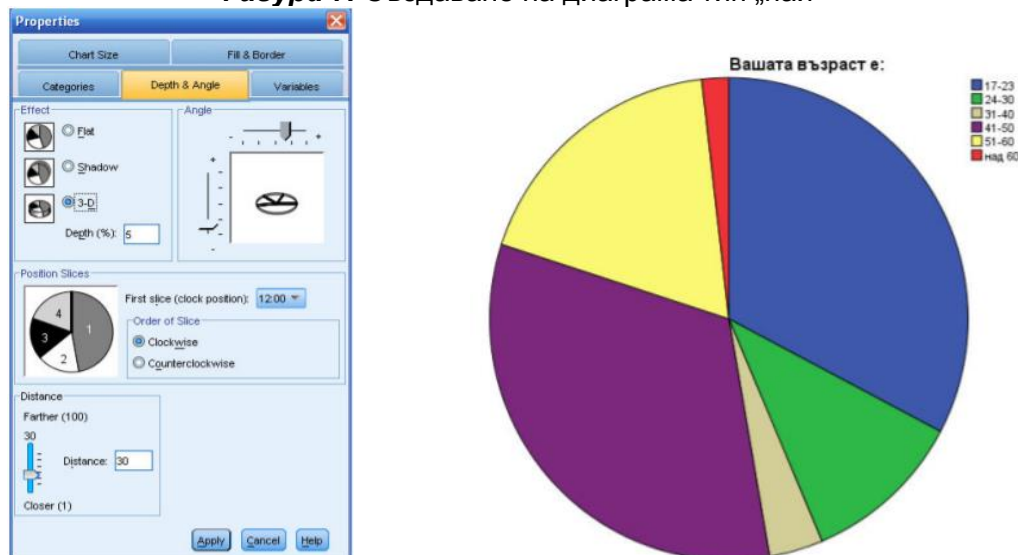
Сортирането на данните може да се осъществи по един или няколко признака, като за целта се извършва прехвърляне на дадената променлива, по която ще се осъществи съответната сортировка. Също така се избира типа на сортирането – по низходящ или възходящ ред.

Следващите няколко фигури илюстрират създаването на различните видове графики в програмната среда SPSS.

Фигура 6. Създаване на хистограма



Фигура 7. Създаване на диаграма тип „пай“



Използване на Excel при извършване на статистическа обработка на данни

Статистическите функции в Excel изчисляват всички стандартни статистически стойности, като средна стойност, максимална стойност, минимална стойност и стандартно отклонение. За повечето от статистическите функции е необходимо да се предоставят списък от стойности, които могат да бъдат общ набор от наблюдения или само извадка на общия набор от наблюдения.

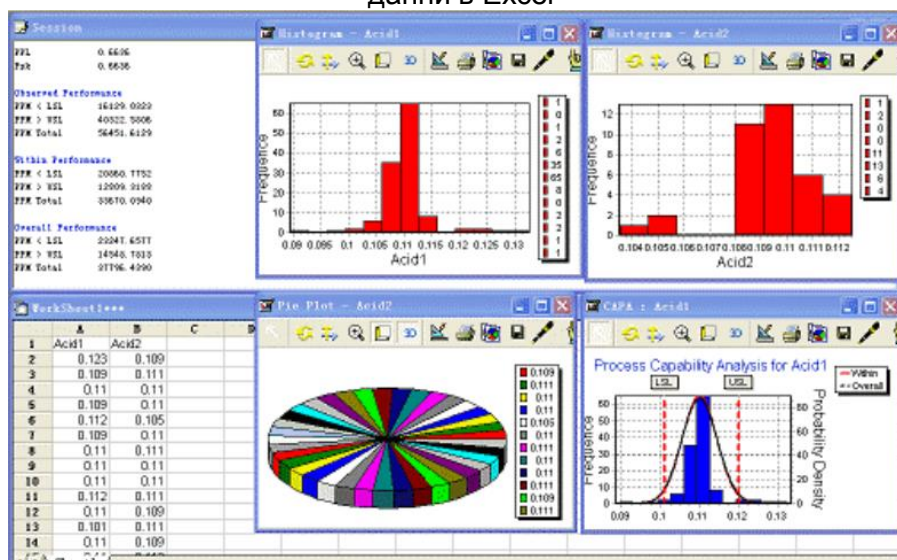
Excel съдържа десетки статистически функции, много от които не се използват често в практиката, но за да се обогатят познанията е хубаво да се споменат някои от тях, които в някои случаи са полезни в света на бизнеса (МакФедрис, 2017).

Статистическите функции в Excel са изключително полезни при извличането на аналитичен смисъл от абсурдни данни. Много от тези функции може по принцип да изглеждат странно и дори да са неясни, но са важни и съществени при статистическата обработка на данни. Това твърдение е общовалидно за т.нар. описателна статистика или дескриптивната статистика. Този тип статистика се използва предимно, когато е необходимо да се направи по-обстоятелствен анализ или да се предостави по-добра цялостна картина на явлението в основата на числата.

Описателната статистика се състои от 16 фундаментални компонента, които част от тях се изучават по математика в 10 и 12 клас от учениците в гимназиален етап,

а именно: сума; преброяване; средно аритметична величина; медиана; мода; максимална стойност, минимална стойност; размах; отклонение; дисперсия и други.

Фигура 8. Пример за илюстриране на възможностите за статистическа обработка на данни в Excel



LabView и Matlab

Развойни среди LabView и Matlab предоставят широк набор от възможности и инструменти за осъществяване на дейности по обработка и анализ на статистически данни, получени при наблюдения или друг начин.

И двете среди са универсални, които дават възможности на студентите да създават и проектират както програмен код, така и модели за симулиране и анализиране на потоци от данни чрез създаване на графични зависимости.

Заклучение

Използването на различни видове инструменти и програмни среди за обработката на статистически данни е важно за обогатяването на познанието и общата култура на студентите в редица инженерни направления не само в областта на икономиката и бизнеса. Това са възможности, чрез които студентите да усъвършенстват своите капацитивни умения и способности, но и да развият способности, които биха им били полезни за тяхната бъдеща реализация.

Използването на SPSS, Matlab, Excel и LabView при статистическа обработка на данни е важно не само от това, че студентите ще имат възможност да използват и манипулират различни данни и променливи, но и възможността да изграждат и проектират свои собствени бази данни от анализи е от изключителна важност за развитието на общите им представи за статистиката като наука и средство.

Литература

МакФедрис, П., Excel 2016 – Формули и Функции, Зест Прес, 2017, с. 277

Харалампиев, К., Работа с данни в SPSS, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 2009, с. 14-44

<http://ebox.nbu.bg/statmethods/Base%20Guide/Bulgarian/SPSS.pdf>

http://barc.wi.mit.edu/education/hot_topics/pdf/matlab.pdf



eng. Angel Chekichev
mobile telephone: 0878463587
e-mail: ma8721@abv.bg

ИЗГРАЖДАНЕ И ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИ ВИРТУАЛЕН ИНСТРУМЕНТ С LABVIEW

Ангел Чекичев, Румен Попов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

BUILDING AND USING A STATISTICAL VIRTUAL TOOL WITH LABVIEW

Angel Chekichev, Rumen Popov

Plovdiv University Paisii Hilendarski, Physico-technological faculty

Abstract: The development of computer technology and the widespread use of personal computers lead to the development of a new direction of information management technologies - remote technologies. Based on this, the authors of the article focus their efforts on building and using a virtual tool for statistical data processing, implemented with LabView. The aim is to provide an opportunity for students studying disciplines related to the statistical data processing to easily get acquainted with basic statistical parameters and to have the conditions to process and analyze them remotely under COVID-19 conditions.

Key words: *LabView, statistics, instrument, virtual*

Абстракт: Развитието на изчислителната техника и широкото използване на персонални компютри, довеждат до развитие на едно ново направление на информационно-управляващите технологии – технологии от дистанция. Изхождайки от това, авторите на статията насочват своите усилия в изграждането и използването на виртуален инструмент за обработка на статистически данни, реализиран с LabView. Целта е да се предостави възможност на студентите, изучаващи дисциплини, свързани с обработката на статистически данни, лесно да се запознаят с основни статистически параметри и да имат условия да ги обработват и анализират от дистанция при условия на COVID-19.

Ключови думи: *LabView, статистика, инструмент, виртуален*

Въведение

Динамиката в развитието на съвременната техника и внедряването на новите технологични средства и ресурси, свързано с все по-бързото им усъвършенстване и достъпните цени, определя създаването и изграждането на нови технологични области и направления в развитието на информационно-управляващите технологии – в частност системите за измерване, управление и контрол.

Използването на разнообразни и различни виртуални инструменти се оказва една добра възможност както за вграждането на новите технологични решения, така и за осигуряване на дистанционно обучение на студентите, които могат да използват широки функционални възможности и висока гъвкавост при манипулирането на съответните панели, бутони и други.

Виртуален инструмент LabView

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) представлява среда за разработване на приложения подобно на модерните C и BASIC среди. Но LabVIEW се различава от тях по един основен показател – докато другите системи използват текстови езици за програмиране, то LabVIEW използва графичен програмен език G.

LabVIEW, подобно на C или BASIC е програмна система с общо предназначение, притежаваща мощни библиотеки от функции. LabVIEW включва библиотеки за приемане, анализ, представяне и съхраняване на данни. Особен интерес за нас представлява библиотеката за статистически анализ. Средата също така извършва обмен на данни с хардуер, поддържащ стандартите за комуникация GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485.

Програмите, които се разработват с LabVIEW се наричат виртуални инструменти (virtual instruments), тъй като техния вид и действие имитират реални устройства. Виртуалните инструменти (VI) се състоят от интерактивен потребителски интерфейс, диаграма на потока от данни (код на програмата) и икона с връзки, която дава възможност на VI да се извиква като подпрограма от други VI.

Интерактивния потребителски интерфейс на VI се нарича преден панел, тъй като наподобява панела на физическо устройство. Предния панел, може да включва бутони, плъзгачи, графичен дисплей и други входни полета и индикатори. Чрез клавиатурата или мишката може да се въвежда информация и след това да се видят резултатите на екрана.

Предният панел предлага интерактивен интерфейс за връзка на входове и изходи с разработвана инструментална система. Когато виртуалния инструмент бъде завършен, неговия преден панел може да се използва за управление на системата чрез превключване на „захранването“, преместване на прозореца, превключване на бутони или въвеждане на стойност от клавиатурата. Панелът отговаря моментално, като предоставя обратна връзка от системата в реално време.

Виртуалния инструмент изпълнява инструкции, създадени в диаграмата на потока от данни (блокова диаграма) с помощта на езика за програмиране G. Блоковата диаграма представлява програмния код на VI. При нейното конструиране не се налага съобразяване със синтактичните подробности на традиционните езици за програмиране.

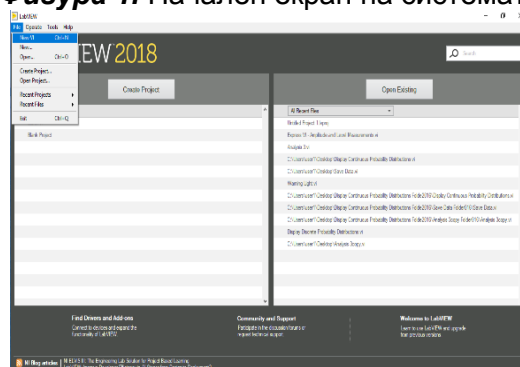
За създаването и се използват функционални блокове от палетите на меню Functions. След това тези функционални блокове се свързват с линии, наречени жици (wires), указващи начина на преминаването на данните от един блок към следващия. Тези блокове могат да бъдат аритметични и логически функции, функции за управление, съвременни VI за събиране на данни, VI анализи или входно изходни функции за работа с файлове. Последните могат да запазват или получават данни в ASCII, двоичен или дори произволни формати. Всеки блок се представя във вид на икона.

Потоците на данните се движат по жиците които свързват крайните стойности и иконите. Типът на данните, определя и начина по който се изчертават жиците. Например: тънки линии означават цифрови константи, дебели линии означават масив от цифрови данни, а много дебели линии означават магистрални данни.

Стъпки при създаване на блокова диаграма на виртуален инструмент с LabView

Първоначално всеки един студент е необходимо да си инсталира програмния продукт LabView на своето устройство – дали ще бъде лаптоп или компютър, не е от важно значение. При стартирането на иконата на LabView потребителите виждат на своя десктоп появата на следния начален екран:

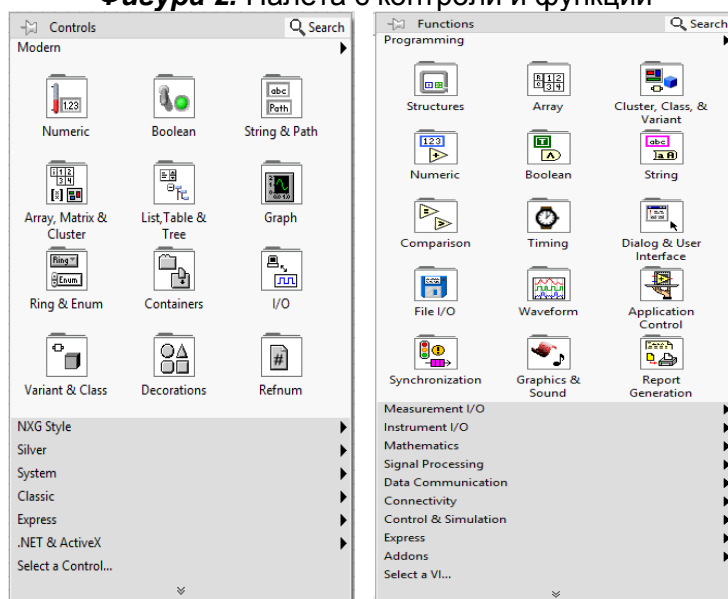
Фигура 1. Начален екран на системата



От менюто File се избира New VI, което води до отварянето на два нови прозореца, като единият от тях е със сив цвят и се нарича още панел за управление, а другият – с бял цвят, известен още като функционален панел или блокова диаграма.

От съответните менюта могат да се направят и настройват тези панели. От менюто View на Front Panel се избира Tools Palette, за да могат да се извикат и визуализират на екрана съответните инструменти (фиг. 2).

Фигура 2. Палета с контроли и функции



Палетата с инструменти може да се използва при създаване, модифициране и коригиране на VI. След като се избере инструмент от това меню, курсорът на мишката приема формата на инструмента. Ако изберете Show Help Window от Window-меню и поставите кой да е инструмент от палетата с инструменти върху Sub VI или функционална икона, може да се прочете информацията в Help-прозореца, отнасяща се до този Sub VI или функция.

Чрез палетата с контроли може да се добавят контроли и индикатори. Те са разделени на подменюта според предназначението си. Всяка опция съдържа подопция с възможност за избор на контроли и индикатори. Палета с контроли е активна само когато прозорецът преден панел е активен.

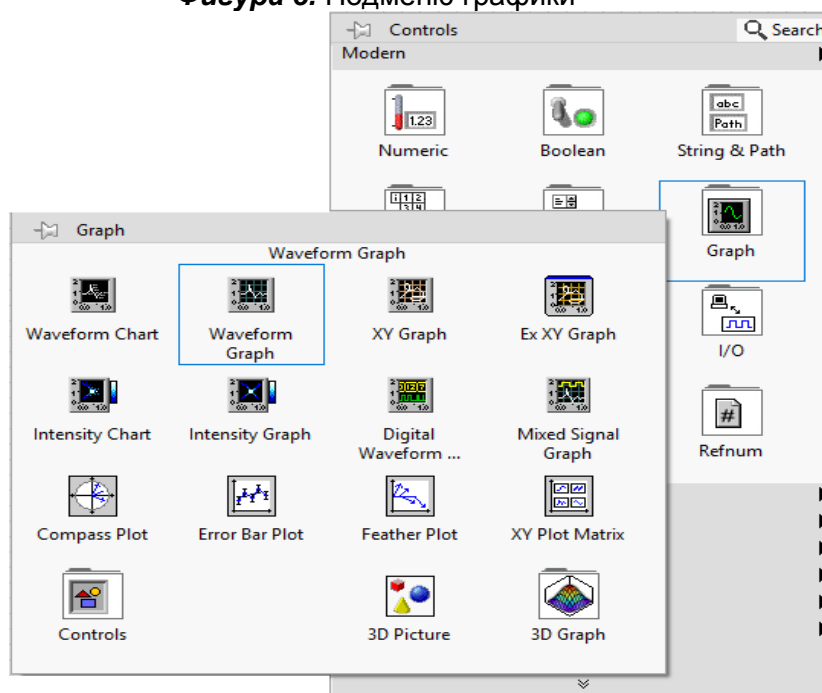
Блоковата диаграма се изгражда с помощта на палета с функции. Те са групирани в подменюта в зависимост от функцията, която изпълняват. Всеки елемент в па-

летата показва подпалета с икони. Ако тази палета е невидима, може да се отвори чрез избор на Show Functions Palette от Window-меню. Палетата с функции е активна само когато прозорецът функционален панел е активен.

Изобразяване на графики от данни

Програмната среда на LabVIEW ни дава възможност за зареждане на данни, които да обработваме по различни начини; данни предварително въведени в програмата (директно или генерирани от някакъв сигнал или друг генератор на данни), данни получени от външен dos или excel файл или данни от реално време от някое външно измервателно или DAQ устройство.

Фигура 3. Подменю графики



Графичният потребителски интерфейс на LabVIEW е много интерактивен. Във всеки един момент от времето студентите много лесно и бързо се ориентират и могат своевременно да избират елемент от библиотека или посредством познанията си по програмиране да напишат прости и сложни програмни кодове.

Всяка графична зависимост може да се модифицира чрез използване на основните настройки на вмъкната графика. LabView предоставя добри възможности за модификация на дадена графична зависимост както от страна на основните видове линии, координати и т.нат., така и от страна на форматирането и предпечатната му подготовка.

Усъвършенстван инструментариум за изчертаване на графики

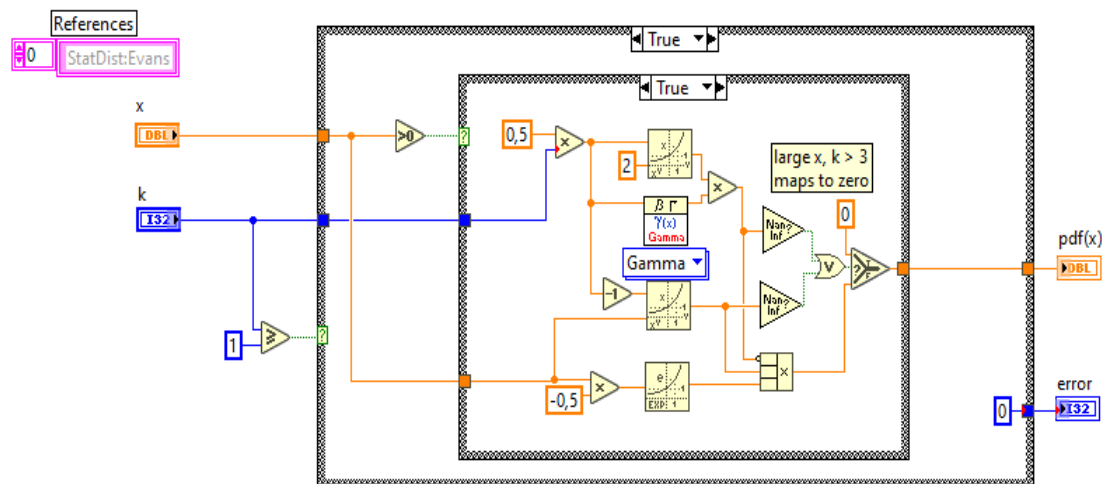
Усъвършенстваният инструментариум се намира в палета с функции на блоковата диаграма в подменю Addons на добавени драйвери на външни устройства или библиотеки. Той се сваля допълнително в LabVIEW с помощта на JKI VI Package Manager: До тук разгледаните графични дисплеи и генератори на сигнали имат някои ограничения. Направени са за строго специфични цели. Например дисплеите се конфигурират автоматично спрямо източника на данни (сигнали). За нашите цели е нужно да изберем инструменти, които лесно могат да бъдат модифицирани.

Advanced Plotting Toolkit ни предлага точно такива възможности. С него лесно и бързо можем да визуализираме информация или данни, които идват от различни източници:

- Данни предварително записани в текстови файл.
- Данни постъпващи в реално време от някакъв DAQ модул.

На следващата фигура е илюстрира симулационна схема в средата на LabView за реализиране на Хи-Квадрат тест.

Фигура 4. Хи-Квадрат тест



Заклучение

Използването и разработването на виртуални инструменти за обработка на данни може да бъде внедрено и използвано с висока ефективност при обучението на студенти по Електрически измервания ЕИСПП, ИСС и други области на инженерното образование в Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Физико-технологичен факултет.

Използването на виртуалните инструменти предоставя широка гама от възможности за осигуряването на дистанционно обучение, но заедно с това и бързо и адекватно усвояване на поставените теоретични задачи чрез използването на интерактивен способ за визуализиране и анализиране на своевременно получените данни от виртуалната лаборатория. Също така предоставя един по-широк мироглед за теоретичните аспекти на съответните дисциплини.

Литература

LabVIEW™; Getting Started with LabVIEW; National Instruments; June 2013 (373427J-01)

LabVIEW-for-Everyone-Graphical-Programming-Made-Easy-and-Fun-Third-Edition

Спиридонов Р., В Гърбева, Н Паунков Мониторинг на мощността на фотоволтаичен панел, Списание на Технически Университет София – филиал Пловдив „Фундаментални науки и приложения“, том. 19, книга 1 стр 209-214, Техсис' 2013, ISSN 1310-8271

eng. Angel Chekichev

mobile telephone: 0878463587

e-mail: ma8721@abv.bg

ПРЕПОДАВАНЕ НА ПРОГРАМИРУЕМИ ФУНКЦИОНАЛНИ ГЕНЕРАТОРИ ПО ВРЕМЕ НА ПАНДЕМИЯ

Даниела Шехова, Слави Любомиров, Ангел Чекичев,

Станислав Асенов, Георги Иванов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Физико-технологичен факултет

TEACHING PROGRAMMABLE FUNCTION GENERATORS DURING A PANDEMIC

Daniela Shehova, Slavi Lyubomirov, Angel Chekichev,

Stanislav Asenov, Georgi Ivanov

Plovdiv University "Paisii Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: The authors of the paper share their experience on the application of the educational simulation software TINA (Toolkit for Interactive Network Analysis) TI in the teaching of the discipline of Electronic Circuit Engineering, during the pandemic COVID-19 in Plovdiv University "Paisii Hilendarski".

Two years after the launch of COVID19, many activities in the education system continue to take place online. Teachers are faced with the challenge of continuing to develop adequate analogues to traditional teaching methods.

Computer modelling of difficult-to-reproduce processes and phenomena has taken an increasingly important place in recent years in the teaching of engineering disciplines in university education.

Computer modelling of difficult-to-reproduce processes and phenomena has taken an increasingly important place in recent years in the teaching of engineering disciplines in university education.

In this context, we chose the TINA TI platform for the study of function generators, due to the fact that it is designed for the study of electronic circuits through simulation and analysis. TINA TI is a DesignSoft product for Texas Instruments and is fully functional but does not support some features available in the full version of TINA. It is convenient to use as it has minimal hardware and software requirements.

Key words: TINA TI, functional generators, COVID19.

Абстракт: Авторите на статията споделят своя опит за приложението на образователния симулационен софтуер TINA (Toolkit for Interactive Network Analysis) TI при преподаването на дисциплината Електронна схемотехника, по време на пандемията COVID-19 в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Две години след началото на COVID19, много дейности в образователната система продължават да се провеждат в онлайн среда. Преподавателите са изправени пред предизвикателството да продължават да разработват адекватни аналози на традиционните методи на преподаване.

Компютърно моделиране на трудно възпроизведими процеси и явления заема все по-важно място през последните години в преподаването на инженерни дисциплини в университетското образование.

В този контекст избрахме платформата TINA TI за изследване на функционални генератори, поради това, че тя е предназначена за изучаване на електронни схеми чрез симулация и анализ. TINA TI е продукт на DesignSoft за Texas Instruments и е напълно функционална, но не поддържа някои функции, налични в пълната версия на TINA. Удобна е за използване, тъй като има минимални апаратни и програмни изисквания.

Ключови думи: TINA TI, функционални генератори, COVID19.

Въведение

Известно е за програмируемите функционални генератори, че честотата на изходния сигнал се управлява от цифров код [1], [2]. Тяхното изучаване и разбиране от студентите е от съществено значение, тъй като намират приложение в цифровите фазово-затворени вериги, за създаване на тестови сигнали, за изследване на електронни схеми, цифрови комуникации и мрежи, тестова и измервателна апаратура, навигационна и радиолокационна техника, био-медицински приложения и др.

Моделирането на програмируемите функционални генератори в средата на TINA-TI се извършва на три етапа:

- създаване на принципната схема в схемния редактор (schematic editor);
- симулиране на работата на цифрово програмируем генератор, чрез тестване в реално време с виртуални инструменти;
- представяне и анализиране на получените резултати [3], [7].

Компютърният модел на програмируеия функционален генератор предоставя възможност с лекотата да се изследват параметрите му, така че студентите да получат истинско интерактивно преживяване.

Иновативните подходи на преподаване целят получаването на устойчиви знания от обучаемите, които да им осигурят успешно начало на кариерното развитие [4], [5], [6], [9], [10].

В статията е предложена методология за симулационно изследване на програмируеия функционален генератор [8].

На фиг.1, е представена принципна схема на програмируем генератор на сигнали с правоъгълна и триъгълна форма. На изхода на цифрово-аналоговия преобразувател (ЦАП) - DAC 7821 и преобразувателя на ток – напрежение U1TL082 е включен интегратор (U2, C и R) и компаратор (U3, R1 и R2). Сигналите с триъгълна форма се получават на изхода на интегратора, а на изхода на компаратора се получават правоъгълните сигнали [11]. Програмното управление на честотата на генерираните трептения се изразява във формиране на аналогово напрежение на изхода на ЦАП, което зависи от зададения цифров код на неговите входове. Това напрежение управлява изменението на честотата на трептенията, която се определя по формулата:

$$f = \frac{1}{4RC} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{\sum_{n=0}^7 A_n 2^n}{256} \quad (1)$$

Фиг.1. Принципна схема на цифрово управляем генератор

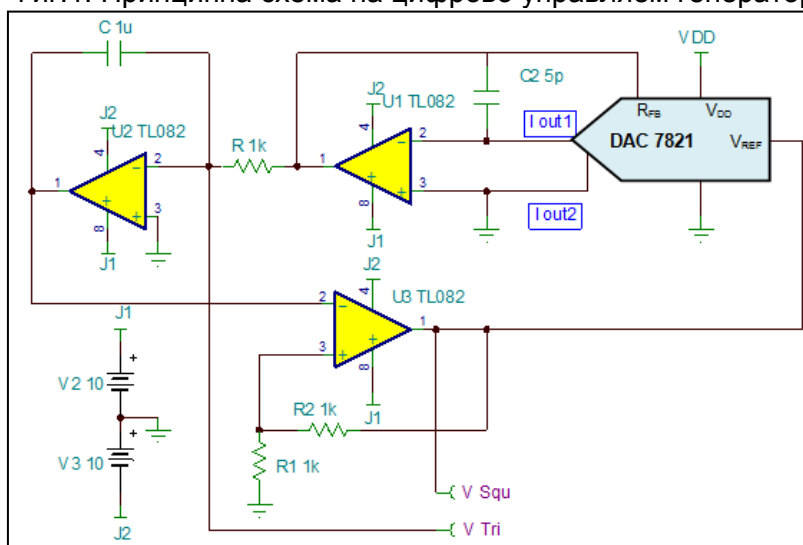


Таблица 1. Симулационни и изчислени стойности за периода и честотата на генерираните колебания

Цифров код	Изчислена стойност F, Hz	Симулационна отчетена стойност T, ms	Симулационна отчетена стойност F, Hz
1000 0000	250	4,11	243
0100 0000	125	7.91	126
0010 0000	62,5	15,83	63,17
0001 0000	31,25	35,81	29,97
.....			
1111 1111	498,05	2,03	492,61

Анализът на резултатите, представени в таблица 1, дават основание да се направят следните изводи:

- за постигане на по-високи честоти на генерираните трептения е необходимо повече старши разряди да бъдат установени в състояние лог. „1”;
- при промяна на честотата на генерираните сигнали, амплитудите им се запазват постоянни във времето;
- при по-ниски честоти се увеличава времето за самовъзбуждане на функционалния генератор;
- получените разлики между симулационно отчетените и теоретично изчислените стойности се дължат на невъзможността курсорите прецизно да се позиционират в точките от осцилограмите, в които се провеждат симулационните измервания.

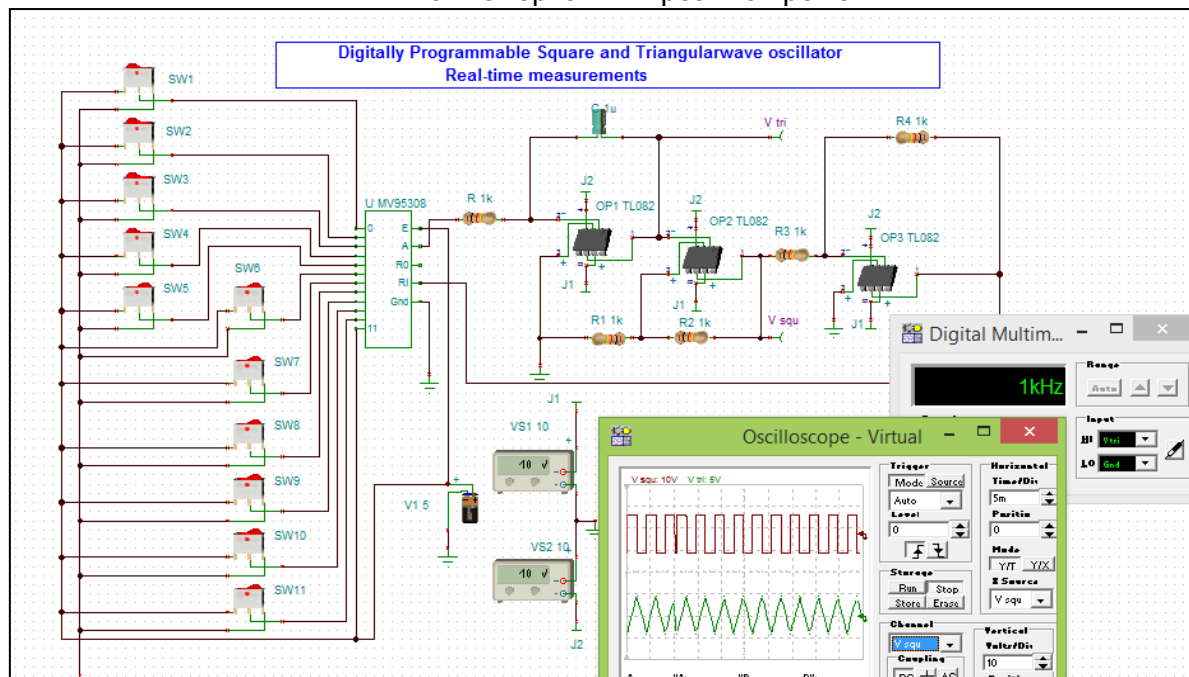
2.2. Симулационни измервания в реално време

На фиг. 3 е представен симулационен модел за провеждане на измервания в реално време. Той е 3D трансформация на модела от фиг. 2. и предоставя възможност на обучаемите да изградят представа за схемната реализация на ПФГ с реални компоненти и измервателни уреди.

При провеждането на измервания в реално време е приложен подходът на **STEM** /Science, Technology, Engineering, Math - Наука, Технология, Инженерство, Математика/ базираното обучение. Това, което отличава STEM от традиционното образование и наука е смесената учебна среда и демонстрирането на обучаемите как научният метод може да бъде приложен в реалната практика. Голяма част от STEM-уроците включват изграждане на модели и симулация на ситуации.

Работните места в реалния свят са интердисциплинарни. Рядко една работа изисква само един набор от знания и умения. От тук идва и необходимостта да научим студентите как различните научни дисциплини се интегрират и работят заедно. Образованието не е запаметяване на факти, необходимо е да се мисли критично и да се оценява информацията.

Фиг. 3. Измервания в реално време



Чрез интегриране на дейностите по STEM в инженерното образование на студентите се предоставя възможност за развитие на умения, необходими за адаптация в динамично развиваща се прагматична и технологична среда. Уменията, формирани чрез STEM им осигуряват стабилна основа за успех, както в университета, така и в реалния живот.

С помощта на виртуалния осцилоскоп, както е показано на фиг. 3. може да се измерват и анализират параметрите на генерираните сигнали от осцилатора.

В средата на този програмен продукт студентите усвояват нормалния работен процес на инженерната професия:

- проектиране (създаване на компютърния модел на осцилатора),
- симулиране на неговата работа,
- тестване и отстраняване на грешки.

Заклучение

Компютърните модели за изследване на функционални генератори и резултатите от проведените симулационни изследвания, потвърждаващи работоспособността им са разработени в отговор на необходимостта на студентите от гъвкаво обучение, достъп по всяко време и от всяко място при провеждане на онлайн обучение в условията на пандемичната обстановка, продиктувана от COVID 19.

Библиография

- [1] Bruce. Op Amps for Everyone: Manufacturer Design Aids., 4th, pp. 161-177, 2019.
- [2] Christian Kyle. Analog Circuit Simulation with TINA-TI. ECE 480, November 4th, 2018.
- [3] Christian Kyle, "Analog Circuit Simulation with TINA-TI", pp. 16, November 4th, 2019. [https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/fall13/group07/Application%20Note%20\(Tina-TI\).pdf](https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/fall13/group07/Application%20Note%20(Tina-TI).pdf)
- [4] Stoyanova D, Kafadarova N, Stoyanova-Petrova S, Sotirov S, Mileva N. Teaching "Electrical Engineering" During the Lockdown-Exploring Teachers' and Students'

- Perceptions on How to Improve IT. *Proceedings of Conference EDULEARN21*, 2021, pp:5024-5028
- [5] Stoyanova D, Stoyanova-Petrova S, Mileva N, Dobрева T. COVID-19 and Engineering Education – our Recommendations to Enhance Student Engagement. *Proceedings of Conference ICERI2021* 2021, pp.5653-5656
- [6] Stoyanova-Petrova S, Stoyanova D, Kafadarova N, Sotirov S, Mileva N. New Trends in Online Teaching-Learning in "Electrical Engineering" Higher Education course During a Pandemic. *Proceedings of Conference EDULEARN21*, 2021, pp: 5012-5016
- [7] TI. Analog &Mixed-Signal TINA-TI Application FAQs from TI
<http://www.ti.com/analog/docs/gencontent.tsp?familyId=02&genContentId=33361>
- [8] Peter Yakimov, Daniela Shehova, Slavi Lyubomirov, "Annual Journal of Electronics", Computer modeling and simulation investigation of a function generator, vol.8, ISSN 1314-0078, pp.70-75, Sofia q2014.
- [9] Raydovska V. Teaching voltage stabilizers via integrated Environments for design and analysis. *Proceedings of Conference ICERI2021*, 2021, pp: 6274 – 6282
- [10] Raydovska V. Teaching of insulation constructions of the Electrical devices via software environment. *Proceedings of Conference ICERI2021*, 2021, pp:1414 – 1419
- [11] Yongchun Wang, Xin You, "Software and Modeling Testing" in *Implementation of a Function Generator*, pp.17-23, University of Gävle, Faculty of engineering and sustainable development, , 2012.

Кореспондиращ автор:

доц. д-р Даниела Шехова,

Пловдивски университет „Паусий Хилендарски“

гр. Смолян, ул. Дичо Петров 28

Моб. тел.: 0887984838

E-mail: shehovadaniela@gmail.com

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА СИСТЕМИ. ПРОБЛЕМИ И СЪВРЕМЕННИ МЕТОДИ

Сезгин Исмаил, Слави Любомиров

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

SYSTEM IDENTIFICATION. PROBLEMS AND MODERN METHODS

Sezgin Ismail, Slavi Lyubomirov

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski“

Summary: The authors of the article focus on the issue of identification of processes and phenomena in telecommunication models. It occupies one of the central places in modern management theory. It is generally defined as finding a model of the object, based on a limited number of measurements of input and output quantities that can be subjected to random interference. Conceptually, it is substantiated that the basis of the theory is the construction of a mathematical model (identification), which is an information-algorithmic approach. The models of statics and dynamics of objects are two sides of the same task: creating a mathematical description in order to optimally manage objects. While the study of statics aims to determine the optimal established technological regime of the site, the study of its dynamics creates a prerequisite for creating an automatic control system that supports this mode. Ignoring either of these two aspects degrades the quality of the decision obtained. The authors argue that it is pointless to create a perfect automatic control system that maintains poorly chosen static mode of the object. On the other hand, if we know the optimal technological regime, but we cannot maintain it well enough, the efficiency of the site will also not be high.

In order to achieve its goals, the identification borrows, adapts and develops a number of scientific knowledge for:

- Generation of test signals and analysis of their properties by means of measuring instruments, mathematical statistics, methods for signal conversion;
- Modeling of real processes using basic laws between physical quantities;
- Presentation of feasible structures of models and algorithms for their transformation from one type to another;
- Simulation of processes as an element of the procedures for verification of the reliability of the obtained models;
- Implementation of optimization procedures and recursive algorithms for parametric estimation;
- Use of statistical criteria and elements of correlation analysis in verifying the quality of the evaluated model;
- Development of numerical methods of optimal and parallel implemented algorithms in programming languages, etc.
- New ideas have been developed and implemented, such as:
- Identification of models in the state space. These are the so-called "Subspace" methods, especially powerful for multidimensional systems;
- Identification for management purposes. With the development of the theory of robust control, ideas are activated to determine the properties of the model in the frequency domain, to specify through iterative circuits identification in a closed loop and subsequent synthesis of a regulator, to search for alternative ways of presenting errors and disturbances in the model;
- Identification through many similar models ("set-membership" - identification). The ergodic (averaged) properties of noise are rejected. It is assumed that it is unknown, but within set limits.

- Identification by nonlinear models. Older applications with Voltaire's models are being revived and the world of neural networks, fuzzy models and others is entering the world.

Key words: *identification of processes and phenomena, identification of models, modeling of real processes, numerical methods of optimal and parallel realized algorithms.*

Резюме: Авторите в статията акцентират върху въпросът за идентификация на процеси и явления в телекомуникационните модели. Той заема едно от централните места в съвременната теория на управлението. Най-общо той се определя като намиране на модел на обекта, въз основа на ограничен брой измервания на входните и изходните величини, които могат да бъдат подложени на случайни смущения. Концептуално се обосновава, че основата на теорията е построяването на математически модел (идентификацията), който е информационно алгоритмичен подход. Моделите на статиката и динамиката на обектите са две страни на една и съща задача: създаване на математично описание с цел оптимално управление на обектите. Докато чрез изследване на статиката се цели да се определи оптималният установен технологичен режим на обекта, изучаването на динамиката му създава предпоставка за създаване на система за автоматично управление, която да поддържа този режим. Пренебрегването, на който и да е от тези два аспекта влошава качеството на полученото решение. Авторите извеждат виждането, че безсмислено е да се създава съвършена система за автоматично управление, която да поддържа лошо избран статичен режим на обекта. От друга страна ако знаем оптималния технологичен режим, но не можем да го поддържаме достатъчно добре, ефективността от работата на обекта също няма да бъде висока.

За постигане на своите цели идентификацията заимства, адаптира и развива редица научни знания за:

- Генериране на тестови сигнали и анализиране на техните свойства чрез средства за измерване, математическата статистика, методите за преобразуване на сигнали;
 - Моделиране на реални процеси с използване на основни закономерности между физически величини;
 - Представяне на реализуеми структури на модели и алгоритми за преобразуването им от един тип в друг;
 - Симулиране на процеси като елемент на процедурите за проверка на достоверността на получените модели;
 - Реализиране на оптимизационни процедури и рекурсивни алгоритми за параметрично оценяване;
 - Използване на статистически критерии и елементи на корелационния анализ при удостоверяване на качеството на оценения модел;
 - Разработване на числени методи на оптимални и паралелно реализирани алгоритми на езици за програмиране и т.н.
- Разработени са и се прилагат нови идеи като:
- Идентификация на модели в пространството на състоянията. Това са т.нар. „subspace” методи, особено мощни за многомерни системи;
 - Идентификация за целите на управлението. С развитието на теорията на робастното управление се активират идеи за определяне на свойствата на модела в честотната област, за доуточняваща чрез итеративни схеми идентификация в затворен контур и последващ синтез на регулатор, за търсене на алтернативни начини при представяне на грешките и смущенията в модела;
 - Идентификация чрез множество сходни модели (“set-membership” - идентификация). Отхвърлят се вече ергодичните (осреднени) свойства на шума. Приема се, че той е неизвестен, но в рамките на зададени ограничения.
 - Идентификация чрез нелинейни модели. Възраждат се по-стари приложения с модели на Волтера и се навлиза в света на невронните мрежи, размитите модели и други.

Ключови думи: *идентификация на процеси и явления, идентификация на модели, моделиране на реални процеси, числени методи на оптимални и паралелно реализирани алгоритми.*

Въведение

Настоящият етап на развитие на съвременното общество се определя главно от развитието на комуникационни инструменти, които осигуряват комуникация между крайни потребителски устройства, които включват както мобилни, така и стационарни телефони, персонални компютри, смартфони и др., както и сървъри за различни цели, мейнфреймове и суперкомпютри. Взаимодействието на тези устройства позволява обработката на информационни потоци за различни цели. Но за достъп до съвременни инфокомуникационни услуги и формиране на глобално информационно пространство е необходимо да се осигури комуникационна среда чрез телекомуникационни мрежови технологии.

Телекомуникационна мрежа (днес този тип мрежи включват и компютърни мрежи) е комуникационна мрежа, която осигурява взаимодействието на различни крайни съоръжения (включително компютри) с цел използване на всякакви ресурси, които могат да бъдат: мрежови услуги, специализирано оборудване, софтуер или данни масиви. Днес телекомуникационните мрежи осигуряват и предаване на мултимедийни информационни потоци.

Основните качествени показатели на телекомуникационните мрежи и системи, като показатели за тяхната ефективност, са вероятностно-временни характеристики (средно време на закъснение, вероятност от загуби и др.), чието изследване е посветено на такива научни области като теорията на опашките и теорията на телетрафика.

В този аспект идентификацията е от изключително важна и дава теоретична основа, и конкретни практически средства при изграждане на математически модели на системи (процеси, обекти) на базата на измерена информация за преобразувани сигнали през тези системи. В процеса на идентификация обектът се третира като „черна кутия“ и изследователят придобива свобода да избира по сложност структура на модела, дори без да я обвързва с конкретния физически процес. Цялостното определяне на модела изисква да се организира експеримент с обекта и да се обработят по подходящ начин входно-изходните наблюдения от него. Така идентификацията се оформя като експериментален подход за оценяване /определяне/ на модели. Обхванатите в тази област на изследване методи и алгоритми са изключително разнообразни, защото зависят от много фактори: тип, количество и качество на наблюдаваните данни; постиган баланс между икономично описание и точност на представяне на реална система; ниво на използваните технически и програмни средства и т.н.

Концепции и методи за идентификация на обекти и системи.

Трябва да се отбележи, че съвременните телекомуникационни мрежи осигуряват предаване и обработка на много информационни потоци с помощта на голям брой устройства: комутатори, рутери, сървъри и др. По този начин структурата на връзките (топологията) между обслужващите системи на мрежата взаимодейства с процесите на получаване на информация и разпределение на трафика. Участието на топологията в обслужването на информационните потоци в телекомуникационна мрежа се осъществява чрез използване на теория на графите и влиянието на процеса.

Необходимостта от отчитане на идентификацията на телекомуникационни системи, проблемите и съвременните методи е от изключителна важност.

Моделирането (в широк смисъл) е основен способ за изследване във всички области и представлява научнообоснован метод за оценяване на характеристиките на системи и процеси и се използва за вземане на инженерни решения. Това се отнася особено за сферата на управление на системи, където в основата е вземането на решения на база на получената информация. Съществуващите и новопроектирани системи ефективно се изследват с помощта на математични модели (аналитични и имитационни).

Идентификацията на системи, като обект на проектирането на управление, има отношение към процедурата на създаване на математическо описание на динамиката на система/процес, на базата от измерени данни, така че да се осигури точно предсказване на бъдещия характер на поведение, при зададени входове [1, 2].

Двете главни подзадачи в идентификацията на системи са: (1) да се определи структурата на модела, описваща функционалното отношение между входните и изходни променливи на обекта; и (2) да се оценят параметрите на модела с вече избраната структура. Първоначален и естествен подход към идентификация на система с последователност от данни е използването на различни линейни уравнения между входните и изходните наблюдения.

Повечето от процесите, които се срещат в практиката, са нелинейни и е възможно да се опишат с модел, който е само с умерена нелинейност, или с линеен модел, важащ в ограничена област. Нелинейните системи, обаче, могат адекватно да се опишат в целия работен диапазон само от нелинеен модел [3, 4]. Потребността от подобрене на качеството на продукта, докато се поддържа безопасна и икономична работа, води до това обектите да бъдат управлявани в широка област относно номиналната работна точка. Това налага ограничения и поражда нелинейности в поведението на системата. Например, при химическите реактори често възникват нелинейности поради механизмите на реакцията или зависимостта на константите на реакциите от температурата. Тази нелинейност е част от процеса и трябва да се отрази в модела.

Тъй като нелинейните системи имат голямо разнообразие в поведението си, главните трудности при идентификация на нелинейни процеси са свързани с избора на структура на модела. Повечето от методите за идентификация допускат, че структурата на системата е дадена априори. Следователно те са алгоритми за оценка на параметри. Ако структурата не е известна априори, структурната идентификация обикновено се изпълнява чрез оценка на параметрите за различни структури.

Има различни подходи за получаване на нелинейни модели. Аналитичното моделиране се състои в извеждане на модели от основни закони във физиката, механиката, икономика и т.н., за да се опише динамичният характер на изменение на явление или процес. Това се прави за подсистемите на неизвестна система, чиито свойства са добре известни от основните закони и така, комбинирайки тези подсистеми, математически се получава модела на цялата система. Например аналитичните модели, основани на законите на физиката и прилагането на материалния и енергиен баланс над компонентите или състоянията, може да включват описание на течението на флуида и транспортните процеси в системата. Използват се обикновени и/или частни диференциални уравнения. Тези модели предлагат няколко потенциални предимства, тъй като включват детайли относно физическата същност на системата. Те могат по-добре да представят нелинейния характер на статиката и динамиката на системата. Това позволява моделът да бъде използван извън работната област, в която е построен. Друго предимство при използване на аналитични модели е, че състоянията обикновено са физически величини, които може да се измерват, като например температура или концентрации на компонентите. Но тези модели са трудоемки и често имат голяма размерност. В резултат математическото описание може да включва голям брой уравнения и много параметри, които трябва да се оценят.

В много случаи системата е сложна и основните явления не са достатъчно добре изучени, за да се получи аналитичен модел. При такъв сценарий са полезни емпиричните модели. При малко или въобще никаква априорна информация за процеса, системата се третира като "черна кутия", или като "сива кутия", ако е налична информация за системата [5]. В емпиричното моделиране отначало се избира структура на модела и идентификационната задача включва определяне на параметрите му, така че да има най-добро приближение с входно-изходните данни. Между широко използваните емпирични модели са авторегресията с външни входни сигнали (ARX - Autoregressive with exogenous input) [6], изкуствените невронни мрежи (ANN - Artificial Neural Networks) и полиномиални модели, като например моделите на Volterra-Laguerre [7]. Параметрите, описващи модела се идентифицират чрез обработване на данните с регресионен анализ и времето за получаване на тези модели е значително по-малко.

Етапи на емпиричната идентификация.

Основната цел е да се получи емпиричен модел на неизвестния физически процес. Задачата за идентификация на системата се заключава в построяването на математичен модел по даден набор от наблюдавани входни и изходни данни. Тези данни са получени от експерименти, които внимателно са проектирани и изпълнени.

Задачата за идентификация включва определяне на параметрите β на емпиричния модел, така че предсказаната характеристика по модела най-плътно да доближава характеристиката на процеса y , за едни и същи входове u . Обикновено моделите получени от идентификационни методи имат ограничена истинност: например те са валидни за даден експеримент, даден вход, и т.н. Следователно получените параметри осигуряват добро представяне на системата в областта на изменение на входните променливи. Процедурата за идентификация на системата протича в следните етапи:

1. Избор на структура на модела.
2. Проектиране на входната последователност $u(k)$ при зададена структура на модела.
3. При зададен вход $u(k)$, генериране на изходен сигнал на системата $y(k)$.
4. Оценяване на параметри на модела на база входно-изходния набор от данни.
5. Оценка на качеството на идентифицирания модел, основано на предполагаемите параметри.
6. Подобряване на модела, ако е необходимо.

3.1. Избор на структура на модела.

Един от най-трудните етапи в създаването на емпиричния модел е селекцията на подходяща структура. При това може да се използват два различни подхода. В първия, изследователски, структурните данни като времеконстанти, амплитуда и коефициент на предаване в установен режим са решени. Тази информация може да се получи, подавайки на процеса специфични входни сигнали - синусоиди, стъпални въздействия с различна амплитуда и пр. Тези налични данни тогава се използват за избор на структура на модела, която показва характер на поведение, подобно на това на процеса. Другият подход е потвърждаващият, при който се избира структура и при обработване на данните се приема или отхвърля нейната уместност. В параметричното моделиране структурата е фиксирана и идентификационната задача се редуцира до определяне параметрите на модела, така че най-добре да съответстват на входно-изходните данни на процеса[12].

По принцип изборът на структурата се облекчава от наличната априорна информация. Използваните в теорията и практиката на автоматичното управление линейни модели с постоянни параметри за описание на технологичните обекти са валидни при сравнително тесен диапазон на изменение на входните променливи и смущенията и неизменност на свойствата на обекта за достатъчно голям период от време (стационарност). Практически системите са нелинейни в някаква степен, затова често са необходими нелинейни модели за постигане на приемливо съответствие в поведението модел / обект.

При дефиниране на входа на нелинейна система като $u(t)$, изхода като $y(t)$, и при набор от данни D_n , състоящ се от n входно-изходни данни, тогава целта е да се намери:

$$y(t) = f(u(t), \beta) + e(t), \quad (1.1)$$

където основната функция $f(\cdot)$ е неизвестна, β е вектор на параметрите и $e(t)$ е шумът, за който често се допуска, че е независим и нормално разпределен, с постоянна дисперсия σ^2 . Уравнение (1.1) води до представяне с модел нелинейна авторегресия пълзящо средно с външен входен сигнал (NARMAX - Nonlinear Autoregressive Moving Average model with exogenous inputs), който осигурява представяне за широк клас нелинейни системи.

При предположение, че истинската функция $f(.)$ е непрекъсната и гладка (в повечето системи за проектиране това предположение е оправдано), задачата за нелинейната идентификация на системата може да се разглежда като задача за апроксимация на функция, която намира оценителя на f . За апроксимация на f може да бъдат избрани много типове нелинейни модели [8, 9].

Точността на апроксимация на процеса е мярка за качеството на модела. Оценката на точността е пряко свързана с приетия критерий, който зависи от целта, за която ще се използва моделът. Това е така, тъй като точността по един критерий може да е висока, а по друг да е свързана със значителна грешка. Например, близки по поведение във времевата област процес и модел могат да бъдат твърде различни в честотната област. Това се дължи на обстоятелството, че при трансформацията на Фурие се интегрира с горна граница безкрайност.

3.2. Планиране на входните сигнали.

Планирането на набора от входно-изходни данни u - y може да облекчи оценяването. Оптималното планиране на експеримента е предмет на статистиката се използва за получаване на гладка повърхнина на отклика, въз основа на множество от експериментални променливи при добре контролирани експериментални условия. Целта е входните и изходни данни да са максимално информативни, дори в присъствието на неизвестни смущаващи величини. Един начин на прилагане на концепцията на оптималното планиране на експеримента при избор на модел, е да се оценят собствените стойности от матрицата на плана ФТФ. Добре известно е, че моделът, основан на оценки по метода на най-малките квадрати има тенденция да бъде неудовлетворителен за и около лошообусловена регресионна матрица (или матрица на плана).

Съществуват два подхода на експериментално планиране при идентификация на линейна система. Това са известното условие входният сигнал да възбужда съществени за обекта честоти и по-късно предложеното робастно планиране на спектрална плътност на входа [10]. Това се постига с планиране на входния сигнал [10] и по този начин се гарантира съответствие при обръщане на регресионната матрица на пространството на входовете.

Поради факта, че за планирането на експеримента при идентификацията на нелинейна система липсват формални правила, се прибегва до комбиниране с контролен експеримент в реално време. За линейни системи обикновено се използват случайният двоичен сигнал или детерминираният псевдо-случаен двоичен сигнал (PRBS - Pseudo Random Binary Signal). При нелинейни системи, тези сигнали не могат да изявят някои нелинейности, така че е необходимо въвеждането на повече нива в последователността. Като специален случай Nowak и Veen показват, че идентификацията на модел на Volterra от ред N изисква входната поредица да има поне $N+1$ нива. От друга страна, този входен сигнал се прилага върху обекта, например върху регулиращ вентил, така че не би трябвало да имат резки преходи, които могат да причинят износване. В допълнение амплитудата на входните сигнали не трябва да е голяма, за да се избегне насищане. В същото време амплитудата на входния сигнал трябва да е достатъчна, така че изходната характеристика да лежи извън зоната на нечувствителност. В допълнение желателно е последователността да е с колкото се може по-малка дължина, така че идентификацията на системата да не пречи на нормалната работа на обекта.

Тези практически изисквания са често в конфликт с теоретичните резултати. Доведено е, че дисперсията на грешките на коефициентите се намалява при използване на по-дълга последователност. Всъщност асимптотичната сходимост се постига, когато дължината на последователността клони към безкрайност. В допълнение дисперсията също намалява, когато амплитудата на входа е възможно най-висока, т.е. отношението сигнал/шум е високо. Пример на такава последователност е белият Гаусов шум (GWN - Gaussian White Noise), който е напълно случаен и некорелиран, така че входната последователност има максимално възможната енергия.

3.3. Оценяване на параметрите.

В повечето случаи структурата на модела и оценяването са взаимосвързани, затова е почти невъзможно да се провери качеството на модела без оценка на неговите параметри и е съществено да се определи структурата на модела преди оценка на неговите параметри. Подходът, който се използва за оценяване на параметрите, основан само на комплект от данни от наблюдения, се нарича off-line или batch оценяване.

Изборът на структурата и на входния сигнал влияят върху сложността на задачата за оценяване на параметрите. Например, моделът на Hammerstein, който се състои от нелинейна функция без памет, следван от линейен динамичен елемент, е нелинейен по параметри и изисква итеративна процедура за оценяване на параметрите. От друга страна, в модела на Wiener, при който местата на двата блока са разменени, линейният динамичен елемент предшества нелинейността без памет, задачата за оценка е сравнително по-лесна и неитеративна [11]. По принцип оценяването на параметрите за моделите, които са линейни по параметри като модела крайна импулсна характеристика (КИХ), е по-лесно и параметри се получават по метода на най-малките квадрати. За модели, които са нелинейна функция от параметрите, е необходимо нелинейно итеративно решение на задачата за оценка на параметрите.

3.4. Проверка на модела (Model Validation).

След като структурата и параметрите са били подходящо избрани според зададените критерии, такъв модел е необходимо да се провери дали добре характеризира системата или не. Окончателната цел е модел, който отразява в основата си истинската динамиката и предсказва точно изхода. Щом като е получен моделът, който най-добре съответства на входно-изходния набор от данни, неговата истинност трябва да бъде проверена. Проверката за достоверност на идентифицирания модел оценява близостта на модела и данните. Просто сравняване на изходите на процеса и модела не е достатъчно за установяване на адекватността на модела. Поради това реакцията на модела на делта функция или на стъпален входен сигнал се използват за сравняване с априорната информация за процеса, например времеконстанта или предавателен коефициент. Когато получените по модела оценки значително се отклоняват от процеса, приетият модел трябва да се ревизира, като се измени структурата или входно-изходния набор от данни бъде по-информативен. Анализът на остатъците е друга мярка, която се използва за характеризирание на идентифицирания модел. Когато автокорелацията или взаимокорелацията на времевия ред на резидуумите с входа не показва съществено взаимодействие, т.е. когато тези корелации са в 95%-ните доверителни интервали, моделът може да бъде избран за адекватно представяне на процеса. Накрая, другата важна мярка на модела е неговата устойчивост, т.е. моделът на стабилен процес е с ограничен вход/ограничен изход в целия работен диапазон.

3.5. Цел/общност на модела.

Моделът се получава чрез използване на определен набор от данни, но би трябвало да се тества при независим набор от данни. Когато функциите f са неизвестни, предсказаната стойност и точността от моделирането на целевата функция $y(t)$ се увеличава при увеличаване на сложността на модела. Така може да се стигне до моделиране на шума, съдържащ се в $y(t)$, ако се преследва висока точност. Главната цел на структурата на модела е способността да осигури апроксимация на изхода на системата при нови входни данни. Ефектите от оценяване на параметрите на модела може да се анализират чрез средната квадратична грешка (MSE - Mean Square Error) на оценения параметър, която може да се използва като мярка за пригодност на модела (generalisation/общност).

3.6. Интерпретация на модела.

Моделът често се използва за интерпретиране свойствата на процеса и за извличане на познание за системата. Много полезната при линейните системи взаимна заменяемост на представянето на модела във времевата и честотната област не е в сила за нелинейни модели. Поради нелинейния характер и по-високата сложност на модела е много трудно нелинейните модели да бъдат използвани за обяснение на структурните характеристики на системата освен ако преднамерено в моделиращата стратегия / процес не са залегнали такива усилия и информация.

Изводи

На база на направения анализ се вижда, че:

1. Има необходимост от създаването и апробирането на конкретни процедури, реализиращи алгоритмите за идентификация на системи.
2. Да се създадат модели на специфични класове на сложни системи.
3. Да се тестват с помощта на метода на Монте - Карло симулациите възможностите на алгоритмите за автоматизирано определяне параметри и структура на специфични класове сложни системи.
4. Да се изследва значимостта на факторите, влияещи върху качествата на отделните алгоритми и се проведе сравнителен анализ на качествата на предложените алгоритми.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ljung, L. System Identification: Theory for the User. Prentice-Hall, N. J., 2nd edition, 1999.
- [2] Söderström T., P. Stoica. System Identification. PH, 1989.
- [3] Велев, К. Идентификацията на обекти със зависима от външни параметри динамика. Автореферат на докторска дисертация, 1985.
- [4] Хаджийски, М. Математичните модели в съвременните системи за технологично управление. Автоматика и информатика, 3, 2003.
- [5] Dahlquist, E. Use of modeling and simulation in pulp and paper industry, 2008, ISBN 978-91-977493-0-5.
- [6] Kailath, T., H. Sayed. Linear Estimation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 2000.
- [7] Fu, Y., G. Dumont.. An optimum time scale for discrete Laguerre network. IEEE Transactions on Automatic Control, Vol. 38, Issue 6, June 1993, pp. 934-938.
- [8] Loria, A., F. Lamnabhi-Lagarrigue, Elena Panteley (Eds.). Advanced Topics in Control Systems Theory. Lecture Notes from FAP 2005. Lecture Notes in Control and Information Sciences, Springer-Verlag London Limited 2006.
- [9] Söderström, T., P. Van Den Hof, B. Wahlberg, S. Weiland. Introduction to the special issue on data-based modelling and system identification. Automatica 41, pp. 357-358, 2005.
- [10] Rojas, C., J. Welsh, G. Goodwin, A. Feuer. Robust optimal experiment design for system identification. Automatica, Vol. 43, Issue 6, Pages 993-1008, 2007.
- [11] Saha, P., S. Krishnan, V. Rao, S. Patwardhan. Modeling and Predictive Control of MIMO Nonlinear Systems Using Wiener-Laguerre Models. Chemical Engineering Communications, Aug. 2004, Vol. 191, Issue 8, pp.1083-1119, 37p.
- [12] R. Minchev, Educational and technological approaches for the development and deployment of a rechargeable lithium-ion battery for transport equipment, EDULEARN21 Proceedings, pp. 6398-6402. Conference name: 13th International Conference on Education and New Learning Technologies
Dates: 5th-6th July, 2021, Web of Science. Pages: 6398-6402, Publication year: 2021, ISBN: 978-84-09-31267-2, ISSN: 2340-1117.



*Сезгин Исмаил,
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ 28,
моб. тел. +359 87 8262198,
e-mail: sezgin_fh@abv.bg*

ЕДНОВРЕМЕННО НАБЛЮДЕНИЕ НА СВЕТКАВИЦИ НА НЯКОИ КОМПАКТНИ КОСМИЧЕСКИ ОБЕКТИ В ГАМА И ОПТИЧНИЯ ДИАПАЗОН

Марко Дойков

Пловдивски университет Паисий Хилендарски,
Физико-технологичен факултет

SIMULTANEOUS MONITORING OF FLARES OF SOME COMPACT SPACE OBJECTS IN THE γ - AND OPTICAL RANGES

Marko Doikov

Faculty of Physics and Technology at Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract: In this work, an attempt is made for the first time to formulate the principles of simultaneous registration of optical and γ -quanta using a single sensor containing different semiconductor detectors of these quanta. The analysis of the available data on the effect on the semiconductor surfaces is performed in the sense of determining the recombination rate of local bands after the passage of quanta from the indicated ranges. All calculations took into account the low level of signal to noise and the influence of noise caused by the influence of parasitic effects on the accumulation of useful signals. The considered method is intended and applied for research and modelling of the phenomena of thermonuclear p - p explosions on the surface of heavy white dwarfs with strong magnetic field (in astrophysics, called polars), after adequate amounts of hydrogen fall on the magnetic columns.

Key words: *Combined two-channel sensors for γ - and optical radiation, long-term monitoring of rare events in the γ - and optical ranges, registration and correlations of rare weak signals, quantum electronics, optical semiconductors.*

Резюме. В тази работа е направен опит за първи път да се формулират принципите за едновременна регистрация на оптични и γ -кванти с помощта на единичен сензор, съдържащ различни полупроводникови детектори на посочените кванти. Извършва се анализ на наличните данни за ефекта върху полупроводниковите повърхности в смисъл да се определят скоростите на рекомбинация на локалните ленти след преминаване през тях на кванти от посочените диапазони. Всички изчисления взеха предвид ниското ниво сигнал/шум и влиянието на шума, причинен от влиянието на паразитни ефекти върху натрупването на полезни сигнали. Разглежданият метод е предназначен и се прилага за изследване и моделиране на явленията на термоядрени р-р експлозии на повърхността на тежки бели джуджета със силно магнитно поле (в астрофизика наречено полярни) след попадане на адекватни количества водород по протежение на магнитните колони.

Ключови думи. *оптично излъчване, квантова електроника,*

1. Въведение: Бързината на процесите на отделяне на енергия при термоядрени експлозии се характеризира с краткотрайни и гигантски амплитудни изригвания в γ -обхвата и големи амплитуди с дълъг интервал от време на изригвания в оптиката. Поради това беше поставена задачата да се подготви сензор, който да записва началото на γ -светкавица, вероятността за което при липса на такива сензори е незначителна. Въпросът е, че след по-достъпно регистриране на оптични светкавици, активната фаза в γ -обхвата често вече е загубена. От изчисленията, извършени в [1], може да се види, че времената на гама изригвания принадлежат към интервала от време от порядъка на 0,07 - 0,01 s. След това разработването на оптична светкавица отнема седмици, в зависимост от структурата на изследваната система. Енергийният диапазон в интересувания ни γ диапазон е 0,1–150 MeV. Това включва линиите на дву- и едно-фотонна анихилация на позитрони и много други линии на индуцирана от експлозия γ -

лъчение. За решаване на проблемите за регистриране на такива процеси се разглеждат свойствата на полупроводникови елементи от матричната структура, изпитващи едновременно действие на посочените γ - и оптични лъчи. За разлика от оптичните кванти, колимирането на γ -лъчите е невъзможно поради факта, че техният коефициент на отражение е практически нулев, което доведе до големи трудности при създаването на рентгенови телескопи. Следователно, чувствителният γ -сензор трябва да има полезна площ, достатъчна за регистрация, а размерите на матричните клетки не са ограничени от минималния размер поради факта, че дължините на вълните на γ -квантите са ограничени от размерите на ядрата. Предложената от нас прототипна инсталация съдържа тръба, огледало, отразяващо оптичното излъчване вътре в нея, многопикселни матрици от оптични и γ -лъчи. Работата се състои от въведение, три раздела и заключение. Първият раздел разглежда свойствата на проводниците, изпитващи вътрешен фотоелектричен ефект под въздействието на оптични и γ -лъчи. Във втория се извършва анализ на техниката за обработка на информация с малко съотношение сигнал/шум при бързо протичащи процеси. В третия раздел е предложен дизайн на инструмент за едновременно изследване на обекти в γ - и оптични лъчи. Заключение е посветено на анализа на получените резултати.

2. Специфика на полупроводниците, изложени на оптични лъчи

Осветяването на повърхността на полупроводник с дебелина $2A$ от оптични кванти е свързано с механизмите на външния и вътрешния фотоелектричен ефект. В повечето случаи съотношението между дебелината и линейния коефициент на поглъщане γ може да се разглежда като неравенство $2A\gamma \leq 1$. Характеристика на полупроводниковите структури е наличието на капани на техните повърхности и в някои случаи вътре в обемите, които заемат. В този случай можем да приемем, че животът на положителните и отрицателните носители на заряд е еднакъв в обхвата на оптичното излъчване. Скоростите на повърхностна рекомбинация на миноритарните носители на заряд ще бъдат еднакви. В този случай уравнението за непрекъснатост за всеки вид заряд, например положителен (дупка), има формата:

$$D = \frac{d^2 p}{dz^2} - \frac{\delta p}{\tau} + g = 0 \quad (1)$$

Тук $\delta = \frac{1}{\gamma}$; $\delta \leq L_e$, s – е скоростта на рекомбинация на миноритарните носители на заряд (дупки). При нулеви гранични условия $g_s = 0$:

$$\pm D \frac{d\delta y}{dx} \Big|_{(z = \pm A)} = s\delta p \text{ (для } z = \pm A) \quad (2)$$

Тогава имаме:

$$\delta p = g\tau \left(1 - \frac{s}{sch\left(\frac{A}{L}\right) + sh\left(\frac{A}{L}\right)} ch\left(\frac{x}{L}\right) \right) \quad (3)$$

Където $L = \sqrt{D\tau}$ е дължината на дифузия, а $S = \frac{sL}{D}$ е скоростта на безразмерна повърхностна рекомбинация.

$$\overline{\delta p} = g\tau \left(1 - \frac{S^L sh\frac{A}{L}}{s \cdot ch\frac{L}{A} + sh\frac{A}{L}} \right) \quad (4)$$

За много тънки плочи $ch\frac{L}{A} \approx 1$; $sh\frac{A}{L} \approx \frac{A}{L}$ тогава имаме крайния израз за плътността на неосновните носители на заряд (дупки) и основните - електрони - δn

$$\overline{\delta p} = \overline{\delta n} = g\tau \left(\frac{\frac{A}{L}}{S + \frac{A}{L}} \right) \quad (5)$$

Ще се възползваме от факта, че намаляването на стойността на $\frac{A}{L}$ води до неограничено намаляване на фотопроводимостта. Освен това в края на раздела ще сравним характерните времена на пристигане на квантите - τ_{ph} (с осветеността на детектора) с времената t . Ако квантите пристигат рядко $\tau_{ph} \ll \tau$, тогава настъпва спад на фотопроводимостта с характерно време $\tau_{\sigma ph}$. В задачите, които решаваме, съотноше-

нието сигнал/шум е малко, времената на натрупване и протичането на характерните сигнални процеси в оптиката са големи. Това води до факта, че изискванията за връщане на полупроводника в първоначалното му състояние, характерни за физическите условия на мястото, в което се намира детекторът, са лесни за изпълнение в съвременните условия. Много по-лесно е да насочите оптичния детектор към необходимата космическа цел с ниска осветеност след появата на базите данни, получени от спътника GAIA. Трябва да се отбележи, че бинарната полярна система, която ни интересува, се намира в зоната на получените собствени движения, което позволи да се определи разстоянието до нея. По този начин, преди да извършим изследване, ние знаем границите на общата промяна на енергията в оптичния обхват и съответно настройваме детектора да регистрира всички междинни потоци по време на наблюдението.

2.1 Специфичност на полупроводниците, изложени на γ -лъчи

Взаимодействието с полупроводниците на γ -лъчението води до факта, че то прониква на много по-големи дълбочини от оптичните кванти. Гама лъчението, проникващо в полупроводник в енергийния диапазон 0,1 - 150 MeV, взаимодейства с атомите и предизвиква атомен фотоелектричен ефект по такъв начин, че се отстраняват главно К-електрони. За сравнение, оптичните електрони пренасят слабо свързани валентни електрони през забранената зона към лентата на свободните електрони. От своя страна, атом с К-ваканция, възникваща във валентната зона, има забележима йонизираща енергия, достигаща стотици електронволта. Връщането към стабилно, основно състояние преминава през няколко канала. Първият канал е каскадни преходи с излъчване на кванти на твърди ултравиолетови и меки рентгенови лъчи. Според правилата за подбор на квантовата механика това ще бъдат квантови преходи от типа $2p - 1s$, $3d - 2p - 1s$ и т.н. На практика най-често се срещат отбелязаните първи два прехода. Вторият канал за освобождаване и пренос на енергия на К-дупката е образуването на Оже електрони [2]. Третият е прехвърлянето на част от енергията на силно възбудено състояние към кристалната структура на полупроводника под формата на топлинна енергия. Първите два канала от своя страна водят до по-нататъшна йонизация или разкъсване на химичните връзки на полупроводниковите атоми. В крайна сметка само един γ квант води до лавинообразно увеличаване на концентрацията на дупки и електрони и причинява рязко увеличаване на проводимостта на полупроводника. От друга страна, преносът на топлина от отбелязаната йонизация също увеличава проводимостта. Тези процеси, с доста редки събития на пристигането на γ -кванти, водят до значително повишена вероятност за фиксиране на пристигането му. Въпреки това, многоканалната природа на горните процеси, засягащи проводимостта, налага калибриране на енергията на входящия γ квант. А именно, нека разгледаме ефекта на възникващите канали за отстраняване на силно йонизирани състояния върху проводимостта на полупроводниците и нейните релаксационни характеристики.

2.2. Механизмът на взаимодействие на γ -квантите с атомите на полупроводниковите сензори

К-йонизация

Тъй като в рамките на решаваната задача енергийният диапазон на γ -квантите е 0,1–150 MeV, дължините на вълните на γ -квантите са сравними с атомната област, локализирана близо до ядрото. Следователно, според изчисленията (Gould 1985), той взаимодейства с К-електрони с по-голяма вероятност. Като се има предвид, че характерният химичен състав на полупроводниците принадлежи на атоми на Si, Se и др. Енергиите на йонизация на К-електроните в отбелязаните атоми лежат в енергийния диапазон от стотици eV [3]. Тоест на дадено място в полупроводника е възникнала съхранена енергия, която е достатъчна за прехвърляне на стотици електрони в зоната на проводимост. Въпреки това, подробното разглеждане на по-нататъшното отстраняване на възбуждането на К-нивота към атомите дава възможност да се оцени ефективността на влиянието на всеки от каналите върху проводимостта на полупроводника и времето, необходимо за връщането му към неговата оригинално състояние. Първият, най-вероятен канал на де-възбуждане е каскадните преходи на електрони към К-

вакансия. За маркираните елементи такива преходи пораждават твърди UV кванти, в редки случаи меки рентгенови кванти. Тези кванти от своя страна предизвикват вътрешен фотоелектричен ефект. Обикновено в разглежданите полупроводникови атоми има не повече от два такива кванта.

2.3. Механизмът на взаимодействие на γ -квантите с атомите на полупроводниковите сензори.

Оже-ионизация

Механизмът на появата на Оже електрони е свързан с факта, че освен образуването на каскадни кванти, има канал за пренос на енергия на възбуждане на повисоко свързани електрони и по-нататъшното им отстраняване от атома. Предвид техния брой и висок йонизационен капацитет, по-нататъшните йонизационни загуби на Оже електрони в полупроводника предизвикват рязко увеличаване на концентрацията на свободните електрони в полупроводника. Резултатите от движението на Оже електрони и производителността на образуването на свободни електрони в полупроводник.

2.4. Механизмът на взаимодействие на γ -квантите с атомите на полупроводниковите сензори. Еволюционни връзки за описание на обобщения сигнал

Образуването на краен, сериозен импулс под действието на този поток е тясно свързано както с микроскопичните, така и с макроскопичните свойства на полупроводниците. Те включват реалните ε_1 въображаемите части на коефициента ε_2 и проводимостта във всеки пиксел на матрицата. Първо, нека се спрем на първия макроскопичен параметър. В работите на Драйна [4], е разгледано влиянието на йонизационните процеси на К-обвивките на атомите върху стойностите на $\varepsilon_1, \varepsilon_2$. За да се определи връзката между ε_1 и ε_2 , е необходимо да се използват отношенията на Кронинг-Крамерс, като се вземе предвид йонизацията на К-обвивките от твърди γ - и рентгенови кванти. В този случай можем да кажем. Като начало, нека установим дължината на пътя на електрон $l_e(h\nu)$, който попадна в зоната на проводимост на полупроводник след йонизация на атомното К-ниво. Ясно е, че такъв електрон от своя страна има енергия, достатъчна да йонизира полупроводниковите атоми, с които се сблъсква по време на своето движение. Нека вероятността фотон, удрящ полупроводника да предизвика посочената йонизация, ще бъде обозначена като P_b и изразена с формулата (Drine Weigh 2006) за частици, съдържащи въглерод:

$$P_b \approx l_e(h\nu) \sum_i n_i \sigma_i(h\nu) \quad (6)$$

$$l_e(h\nu) = 30nm \left(\frac{\rho}{g \cdot cm^{-3}} \right)^{-0.85} \left(\frac{E_e}{keV} \right)^{1.5}, 300eV < h\nu < 1 MeV \quad (7)$$

Интересуващите ни обекти се намират в посочения енергиен диапазон. С други думи, съгласно съотношенията (5) и (6) се оценява комплексната част от диелектричната константа ε_2 . След това е необходимо да се обърнем към отношенията Кронинг-Крамерс, за да се изчисли реалната му част - ε_1 .

$$\varepsilon_1(\omega) - 1 = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{\chi \cdot \varepsilon_1(\omega')}{\chi^2 - \omega'^2} d\chi \quad (8)$$

Тук за диелектричната константа трябва да бъде изпълнено правилото за сума:

$$Z_{eff} = \frac{1}{n_a} \frac{m_e}{2\pi^2 e^2} \int_0^\omega \omega' \varepsilon_2(\omega') d\omega' \quad (9)$$

В горната формула m_e, e , е са масата и заряда на електрона, n_a – концентрация на даден тип атоми. След като получим необходимите макроскопични параметри, можем да пристъпим към определяне на проводимостта на даден полупроводник и решаване на крайния проблем - определяне на характеристиките на токов импулс вътре в разглеждания пиксел, изложен на γ - и твърди рентгенови кванти. Удобството на дадения формализъм се състои в това, че той има обобщеност и е валиден за всички разглеждани полупроводници. Пренасянето на твърди кванти в твърдо вещество зависи само от основните атомни и квантовомеханични параметри, дадени във формули (5) - (8) и не е много чувствително към структурата на веществото. Въпреки това, за да решим окончателния проблем, нека се спрем на влиянието на процеса на атомна К-

йонизация върху проводимостта [3]. Отбележете в началото, че напречното сечение на фотойонизацията на К-ниво е сравнимо със средния размер на К-обвивката, определен от квантовата електродинамика по формулата на Bethe-Heitler и $\sigma_K \approx 0.06 \cdot Z_l m_p c m^2$. Съгласно (8) това означава, че в скалата на дебелините на слоевете $L \approx \frac{1}{n_a \sigma_K} \approx 0,15 \text{ cm}$, $l_e(1 \text{ MeV}) \approx (10 - 12) \text{ nm}$. В рамките на резултатите, получени при $h\nu = 1 \text{ MeV}$, имаме хиляди К-електрони, инжектирани в лентата на проводимост. По време на рекомбинация в К-вакансията, още няколко хиляди Оже електрони влизат в лентата на проводимост. Тяхната енергия е достатъчна, за да образуват стотици повече електрони всеки. Тези 1 гама квант от тази енергия води до образуването на $6 \cdot 10^5$ електрона електрони на проводимост. От друга страна, част от натрупаната йонизираща енергия се изразходва не за електронни преходи, а се прехвърля към топлинни вибрации на кристалната структура. Повишаването на температурата на полупроводника след това също води до увеличаване на проводимостта на целия пиксел по скалата на дълбочината на проникване на γ квантите. Амплитудата на тока е от един γ -квант може да се оцени по формулата: $I = enSv$. Като се вземе предвид напречното сечение на клетките - S, получената концентрация на електрони - n, средната скорост - v, е възможно да се оцени амплитудата на токовия импулс - I. Интервалът от време на възбуждането на токовия импулс от един квант се определя от скоростта на γ -кванта в полупроводника и дълбочината на неговото проникване и скоростта на релаксационните процеси.

Заклучение: За едновременното регистриране на оптични и γ -кванти се нуждаем от детектор, който се състои от два слоя: първият слой е оптичен сензор, който е насочен директно в космоса, а вторият слой е полупроводник за регистриране на гама лъчение. По-добре е да се използва полупроводник на базата на тежки метали (Fe, Ni, Cr, W, Cu, Ag, Au и др.) поради по-малката ширина на лентата. Полупроводникът има плътност по-висока от оптичната матрица и в резултат на това позволява регистрирането на гама лъчение. Когато звезда избухне, гама квантите първо достигат до нас и едва тогава виждаме оптична светкавица. Но тъй като този процес се извършва за част от секундата, се нуждаем от оптична матрица, която трябва да направи 10 000 кадъра за 1 секунда. Следователно, чувствителният γ -сензор трябва да има полезна площ, достатъчна за регистрация, а размерите на матричните клетки не са ограничени от минималния размер поради факта, че дължините на вълните на γ -квантите са ограничени от размерите на ядрата. Предложената от нас прототипна инсталация съдържа тръба, огледало, отразяващо оптичното излъчване вътре в нея, многопикселни матрици от оптични и γ -лъчи. За да изчислим минималната дебелина на гама плоча, върху която се гасят гама лъчите, използваме емпиричната формула $l_e(h\nu) = 30 \text{ nm} \left(\frac{\rho}{\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}} \right)^{-0.85} = 3 \times 10^{-6} \times 2^{-0.85} \times 5000^{1.5} = 5,9 \text{ mm}$. Времето на релаксация на полупроводник, който регистрира гама кванти, се изчислява по формулата $\tau_m = \frac{\epsilon_0 \times \epsilon}{\sigma}$, например, за силиций s за изследване на нашите процеси на наблюдение, това е достатъчно за нас 10^{-5} тоест няма да има насищане на детектора.

Литературни източници:

1. Doikov D. N. Inducing Intrinsic γ -Ray Emission of the Interstellar Medium by Intense Fluxes of Protons and α -Particles in Active Galactic Nuclei Odessa Astronomical Publications. - 2020. – Vol. 33. – P. 28-33.
2. В.Л.Бонч-Бруевич.,С.Г.Калашников.,Физика на полупроводниците, Москва, 1977, с. 268-271, 576-599,347-366,338-342.
3. P.Sigmund Particle Penetration and Radiation Effects. /Sprinder. Berlin – Ytidelberg – New York – 2006.

4. Smith R.K. Soft X-ray scattering and halos from dust / R.K Smith and E. Dwek//
Astrophys. J. –1998. – Vol. 503. – P.831-842.

Марко Дойков,

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”,

0886726407,

marik.doikov@gmail.com

КОНСЕРВАТИВЕН ПОДХОД В СЪЗДАВАНЕТО НА ОЩЕ ПО-ДИНАМИЧЕН УЕБ ДИЗАЙН

Христина Георгиева

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

CONSERVATIVE APPROACH TO CREATION MORE DINAMIC WEB DESIGN

Hristina Georgieva

Faculty of Physics and Technology, “Paisii Hilendarski” University of Plovdiv

Abstract: The paper presents creation of internet news site combining classical approach to building static sites and contemporary methods in dynamic web design. This is achieved using multidisciplinary approach, unifying journalistic view concerning requirements for site design and IT solutions for their implementation. The approach is conservative, based on software solutions from the beginning of internet sites developing, upgraded by contemporary tools and resources to achieve dynamic platform. Created site <http://visoko-v-rodopite.eu>, „ВИСОКО В РОДОПИТЕ“ uses advantages both of dynamic and static design, accomplishing better indicators concerning its dynamics. This is media site focused on presentation of tourism in Rodopy mountain and Smolyan district.

Key words: web design, dynamic sites design

Резюме. Представено е разработването на новинарски интернет сайт, комбиниращ класическия подход при изграждането на статични сайтове и съвременните методи на динамичния web дизайн. Приложен е мултидисциплинарен подход, съчетаващ журналистически фокус относно изискванията за оформяне на сайта и IT решения за тяхната реализация. Подходът е консервативен, базирайки се на софтуерни решения от зората на създаването на интернет сайтове, надградени с модерните средства за постигане на динамична платформа. Създаденият сайт <http://visoko-v-rodopite.eu>, „ВИСОКО В РОДОПИТЕ“ залага на предимствата и на динамичния, и на статичния дизайн, постигайки още по-добри показатели по отношение на неговата динамика. Сайтът е новинарски с основен фокус върху представяне на туристическия потенциал на област Смолян и Родопите.

Акцентът в публикацията е върху информационните уебсайтове, които изискват необходимост от често допълваща се информативност за читателите. Считани за медиите на дигиталното общество, информационните уебсайтове се развиват изключително динамично през последните години. Представени са новите технологии в проектирането и дизайна на интернет сайтовете през последните години, които все повече са доминирани от променящите се очаквания на аудиторията и пазара. От изключителна важност е светкавичното бързодействие и синтезиран поглед върху лавината от информация, която е част от основните изисквания към съвременните сайтове, независимо дали са информационни, специализирани, административни и др. В този контекст като основен подход, който авторите представят при реализирането на сайта се очертава преобладаваща роля на аудио-визуалните информационни носители, както и възможност за интегриране на интерактивни технологии.

Представеният сайт е само отправна точка за по-нататъшно надграждане, вписвайки интерактивни технологии и съвременни уеб приложения.

Ключови думи: уеб дизайн, проектиране на динамични сайтове,

Въведение

Считани за медиите на дигиталното общество, информационните уебсайтове се развиват изключително динамично през последните години. Новите технологии в про-

ектирането и дизайна на интернет сайтовете през последните години все повече са доминирани от променящите се очаквания на аудиторията и пазара. Светкавично бързодействие и синтезиран поглед върху лавината от информация са част от основните изисквания към съвременните сайтове, независимо дали са информационни, специализирани, административни и др. Друг аспект на модернизирането на уебсайтовете са агресивните видео ефекти, които понякога стигат до манипулативни PR практики.

1. Тенденции в web дизайна

Изборът между статичен или динамичен интернет сайт вече не е актуален за съвременните тенденции в web дизайна. Интернет платформите и сайтовете са доминиращо динамични, отговаряйки на изключително бързо променящият се дигитален свят [1].

В представения сайт „Високо в Родопите“ се търсят възможности за постигане на още по-добри показатели по отношение на неговата динамиката. Подходът е консервативен, базирайки се на софтуерни решения от зората на създаването на интернет сайтове, надградени с модерните средства за постигане на динамична платформа.

„Високо в Родопите“ е реализация на замисъл за създаване на информационна платформа, която да съчетава новинарския аспект и фокус към развитието на туризма в област Смолян и региона. В този контекст като основен подход при реализиране на сайта се очертава преобладаваща роля на аудио-визуалните информационни носители, както и възможност за интегриране на интерактивни технологии [2, 3].

Приложен е мултидисциплинарен подход, съчетаващ журналистически фокус относно изискванията за оформяне на сайта и IT решения за тяхната реализация.

2. Цели при оформяне на сайта „Високо в Родопите.“

При създаването на сайта „Високо в Родопите“ са използвани основополагащите възможности на HTML. На езика на web дизайна понятието динамичен разделя поколението на HTML и съвременните решения за сайтове с по-агресивна динамика. В случая опциите за постигане на динамични параметри са изпълнени чрез надграждане със софтуерните решения на CSS, PHP, MySQL. Разработен е като интеграция на html, css и php файлове [4, 5, 6].

Целите при оформяне на сайта „Високо в Родопите са формулирани в следните аспекти:

- Новинарски сайт с акцент върху представяне на Смолянска област като туристическа дестинация
- Проектиране на олекотен дизайн, позволяващ по-лесна навигация, бързодействие и извеждане на няколко фокуса в интернет страницата
- Възможност за гъвкаво актуализиране на информацията в новинарския сайт
- Използване на аудио-визуални и интерактивни изразни средства

За разлика от визуалните редактори, HTML дава повече свобода при изпълнение на вижданията на проектанта. От друга страна може да бъде по-трудно внасянето на промени в първоначално заложените опции и схеми от визуалния редактор, както и по отношение на поправки на кода. Готовите софтуерни решения понякога са усложнени като код, което също може да доведе до излишно натоварване на ресурсите и забавяне. Като допълнение към възможностите на HTML при проектирането на сайта се доразвиват опциите за динамичен дизайн именно от CSS, PHP, MySQL [3, 7, 8].

Основната страница на сайта обединява навигационни ленти, меню и хипервръзки към основните страници-рубрики.

3. Структурата на интернет сайта

В съответствие с посочените изисквания към сайта, при проектирането се залагат следните страници, рубрики и елементи:

Начална страница, в която са разположени контейнери с новини, групирани по рубрики. Главата на страницата е със заглавието на сайта, под което е лентата за навигация с връзки към другите страници. Блоковете с рубрики са:

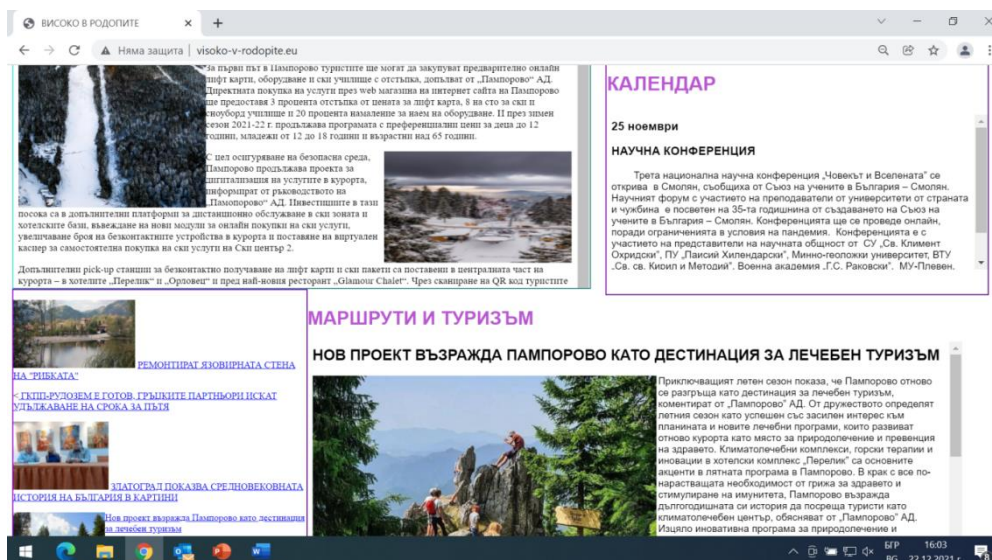
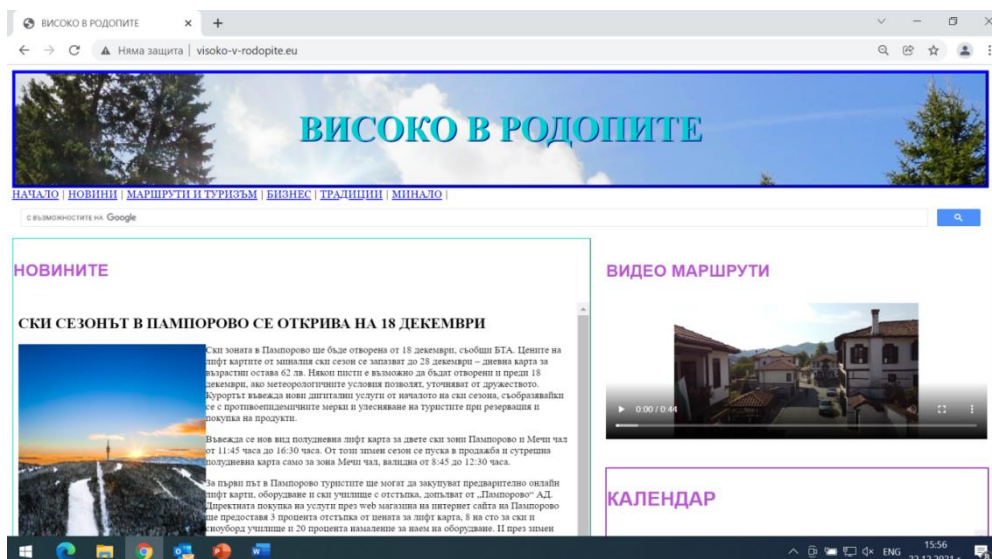
- **НОВИНИТЕ** - помества се водещата новина в пълен обем;

- ВИДЕО МАРШРУТИ - видео файл, който представя туристически обекти, дестинации или забележителности;
- ДНЕС – включва кратък текст и снимка за предстоящо за деня събитие;
- Колона с линкове към последни или водещи новини;
- Блокове на рубриките МАРШРУТИ И ТУРИЗЪМ, ТРАДИЦИИ, МИНАЛО, БИЗНЕС, в които са поместени по една водеща за рубриката новина;

По една страница за всяка от рубриките НОВИНИ, МАРШРУТИ И ТУРИЗЪМ, БИЗНЕС, МИНАЛО, ТРАДИЦИИ. Във всяка страница се съхраняват новините, класифицирани към съответната рубрика. Визията на всяка от тези страници повтаря изображението на главата на началната страница.

Организацията на разполагане на новините в сайта следва схемата актуалните за деня и седмицата информационни текстове да остават на първа страница, а след това се запазват в контейнерите и съдържанието на съответните страници по рубрики и раздели.

За въвеждане на обща графична концепция се използва CSS, за да се унифицират основните характеристики, свързани с визуализирането върху страниците на различните видове файлове.



За създаването на сайта е заимстван по-широко използвания напоследък модел на разполагане на текстовете в уеб страниците в блокови контейнери. Тази концепция на дизайн почти измества схемата с разделянето на страниците на фреймове. Всеки от блоковете на началната страница е със заглавието на рубриката, а вътре се помества една от новините, която се счита за най-актуална или с най-висок приоритет за раздела. Разделянето на страницата на блокови контейнери дава раздвиженост на изображението, както и повече възможности за динамично обновяване и на текстовото съдържание, и на графичната концепция.

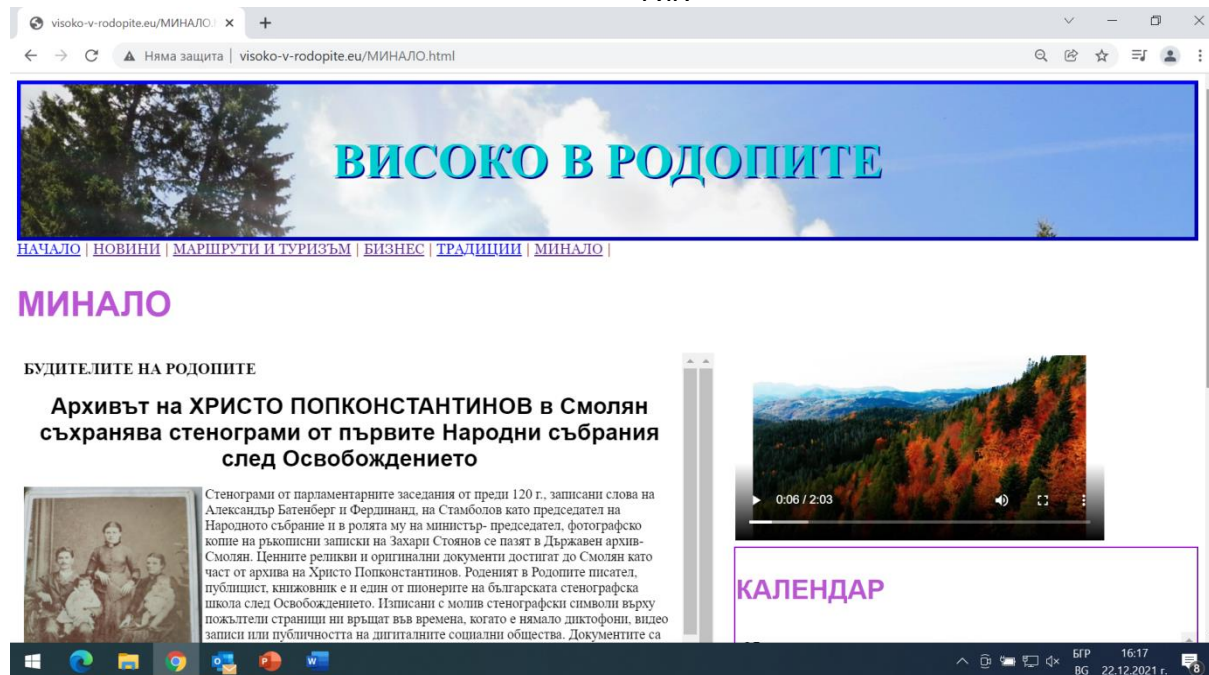
4. Оформяне на страниците

Общата графична схема от главната страница се запазва като рамка и по отношение на следващите страници. Следва се концепцията за водеща тематична новина на всяка от страниците НОВИНИ, МАРШРУТИ И ТУРИЗЪМ, БИЗНЕС, МИНАЛО, ТРАДИЦИИ. Със същата позиция на страниците остават рубриките ДНЕС и ВИДЕО МАРШРУТИ. Следващият блоков контейнер включва съдържание с връзки към новините, съдържащи се в тематичната рубрика.

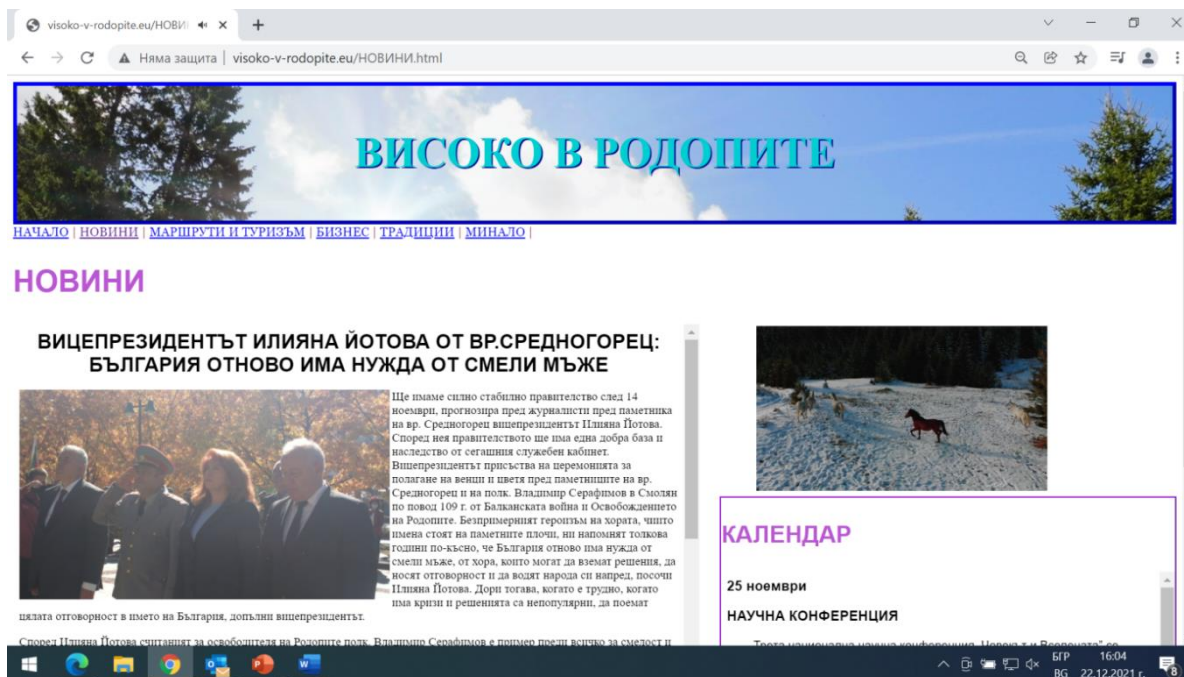
Първоначално се създават поредица от страници, в които се помества като отделен модул новината с или без илюстрация – видео или снимка. HTML документите се пишат на обикновен текстов редактор, в случая Notepad, с разширение html. Отнасяйки се към новинарския формат на сайта, преобладаваща част от първоначалните страници с новините са оформени със снимки в .jpg формат. Следи се за опцията align, за да се определи къде точно в текста ще се помести фото изображението за илюстрация. Важно е да се балансира в подреждането на снимките, за да не се претрупва оформлението и да не се измества фокусът на вниманието от текста към илюстрациите.

При създаването на главната страница (index.html) се следва определената вече концепция на оформяне на страницата, но са включени блокови контейнери, в които се поместват новини от всяка от страниците-рубрики. Под главата на страницата се оформя навигацията с връзки към тези страници. В съдържание вляво са поместени връзки към самите публикации.

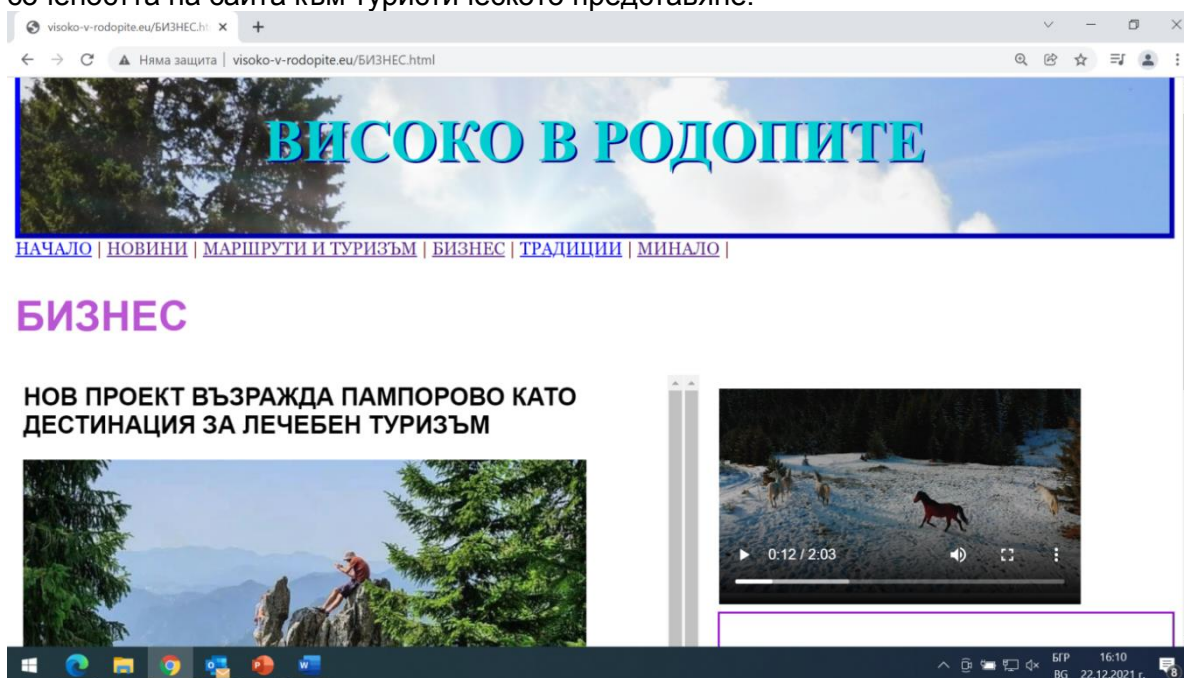
Фиг.



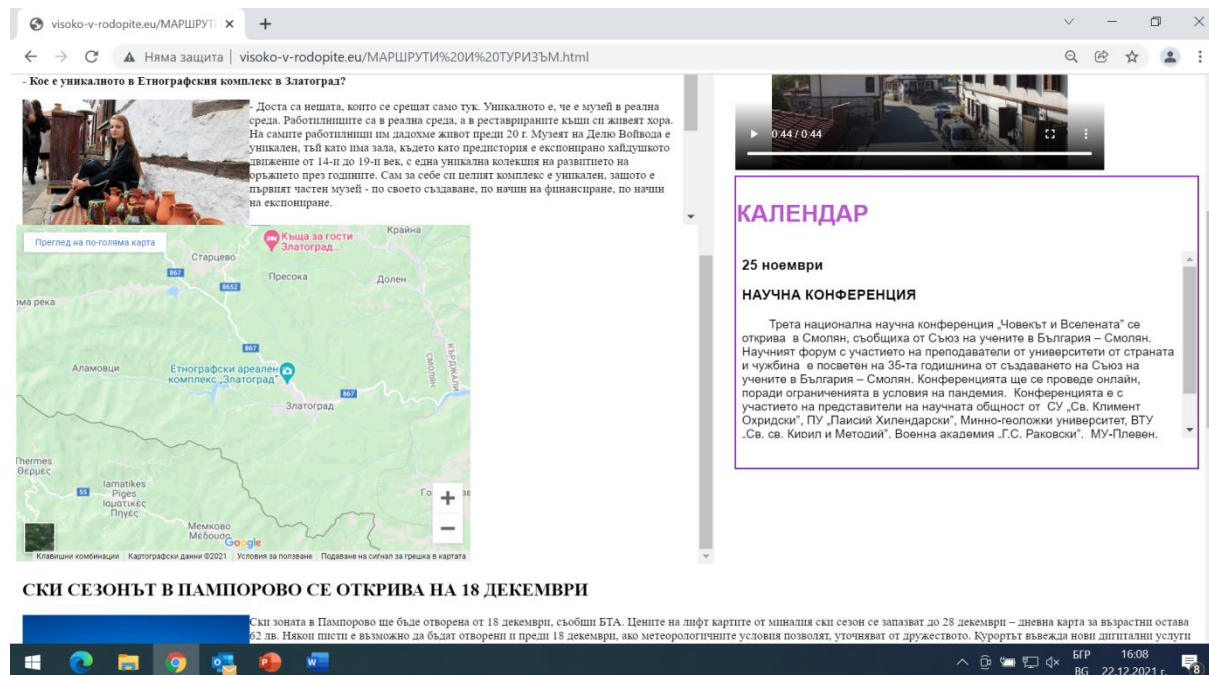
При дизайна на страниците е поддържан баланс между текст и визуални ефекти, акцентирайки върху няколко фокуса.



Основните въздействия се търсят чрез видео файлове, съобразявайки се с насочеността на сайта към туристическото представяне.



Разработена е страница „МАРШРУТИ И ТУРИЗЪМ“, в която са интегрирани възможностите на Google Maps.



За постигане на обща визуална и графична концепция между модулите на сайта е използван CSS, унифицирайки основните характеристики, свързани с визуализирането върху страниците на различните видове файлове. За задаване на стиловете на главната страница е използван вариантът на вградените в самия код стилови набор, тъй като той е с най-висок приоритет при изпълнението. Задаването на стиловете за част от модулите на страниците – рубрики е чрез външни CSS файлове.

4. Заключение

Създаването на „Високо в Родопите“ е опит за съчетаване на журналистическия и програмния поглед при дизайна на интернет сайтове. Конфигурирането на съвременните интернет медии изисква по-гъвкав подход по отношение на тяхната структура, визия и начин на функциониране. Съобразявайки се с предпочитанията на поколение-то интернет читатели, при разработването на сайта е приложен балансиран подход между визуални ефекти и четивност на текстовете. Основавайки се на базови модели от статичния дизайн, актуализирани с потенциала на методите на интерактивни обекти и въздействия, сайтът постига добри показатели по отношение на динамичните параметри като повишена скорост, лесно навигиране, олекотен дизайн.

Проектираният сайт е само отправна точка за по-нататъшно надграждане, вписвайки интерактивни технологии и съвременни уеб приложения.

Използвана литература

- [1] Колисниченко Д. HTML5 & CSS3, Издателство „Асеновци“ 2017.
- [2] HTML в лесни стъпки, Колектив на СофтПрес, 2005.
- [3] D.K. Academy, Да направим собствен блог с WordPress, 2018
- [4] Джесика Нюман Бек, WordPress: Бързо ръководство, 2017 г.
- [5] С. Наков, онлайн лекции - <https://nakov.com/>
- [6] Създаване на сайт с WordPress, superhosting.bg
- [7] LisaSabin-Wilson, WordPress All-In-One FOR DUMMIES 4-издание, 2018 г.
- [8] Въведени в PHP, postvai.com



*Инж. Христина Георгиева (кореспондент на БТА),
smolyan@bta.bg,
тел. 0889444135*

ОНЛАЙН ПРЕПОДАВАНЕ НА СХЕМИ СЪС СМЕСЕНИ СИГНАЛИ

Даниела Шехова, Слави Любомиров, Ангел Чекичев, Станислав Асенов
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”
Физико-технологичен факултет

ONLINE TEACHING OF SCHEMES WITH MIXED SIGNALS

Daniela Shehova, Slavi Lyubomirov, Angel Chekichev, Stanislav Asenov
Plovdiv University “Paisii Hilendarski”
Faculty of Physics and Technology

Abstract: The COVID-19 pandemic requires educational institutions to continue to conduct the learning process online in electronic environments. COVID-19 posed new challenges to the academic staff of Plovdiv University “Paisii Hilendarski” to continue to develop a complex of electronic learning tools that directly correspond to the taught material.

The authors of this paper share their experiences in online teaching of mixed-signal circuits, which are the main interconnects between the digital and analog parts of electronic devices and systems.

The Proteus and Multisim software environments are well suited for use in engineering education for the study of mixed-signal circuits as they simulate, test, and analyze the processes occurring in digital-to-analog converters while maintaining the teaching focus on the course concept.

The simulation models developed in these environments provide an opportunity for trainees to follow and learn the process of engineering work: creating a design of the mixed-signal circuit under study, simulating its performance, testing, conducting real-time measurements of the signals in the circuits using virtual instruments, and debugging.

A simulation model of a digital-to-analog converter (DAC) with voltage summation built from an 8-bit R2R matrix was created in the Proteus environment. It allows learners to reinforce their knowledge of the superposition principle with ease. To demonstrate the resolution of the DAC, the input binary combinations are generated from the Arduino Mega 2560.

In the Multisim environment, a simulation model of a DAC with current summation was created. Multisim simulation is a good way to successfully prepare learners for prototyping a real circuit.

Key words: *Proteus, Multisim, online teaching*

Абстракт: Пандемията COVID-19 изисква образователните институции да продължават да провеждат учебния процес онлайн в електронни среди. COVID-19 постави нови предизвикателства пред академичните преподаватели от Пловдивския университет „Паисий Хилендарски” да продължават, да разработват комплекс от електронни средства за обучение, които пряко да кореспондират с преподавания учебен материал [1],[2], [3].

Авторите на настоящата статия споделят своя опит при онлайн преподаването на схеми със смесени сигнали, които са основни свързващи звена между цифровата и аналоговата част на електронните устройства и системи.

Софтуерните среди Proteus и Multisim са подходящи за приложение в инженерното образование за изучаването на схеми със смесени сигнали тъй като се симулират, тестват и анализират процесите протичащи в цифрово-аналоговите преобразуватели, като се запазва фокусът на преподаването върху концепцията на курса. Симулационните модели, разработени в тези среди осигуряват възможност на обучаваните да проследяват и усвояват процеса на инженерната работа: създаване на проект на изследваната схема за смесени сигнали, симулиране на нейната работоспособност, тестване, провеждане на измервания в реално време на сигналите в схемите с помощта на виртуални инструменти и отстраняване на грешки.

В средата на Proteus е създаден симулационен модел на цифрово-аналогов преобразувател (ЦАП) със сумиране на напреженията, изграден от 8 битова R2R матрица. Той позволява на обучаемите с лекота да затвърдят знанията си за принципа на суперпозицията. За демонстриране на разделителната способност на ЦАП входните двоични комбинации се генерират от Ардуино Мега 2560.

В средата на Multisim е създаден симулационен модел на ЦАП със сумиране на токовете. Multisim симулацията е добър начин за успешна подготовка на обучаемите за прототипизиране на реална схема.

Ключови думи: *Proteus, Multisim, онлайн преподаване.*

Въведение

Софтуерните среди за компютърно моделиране и симулиране на електронни схеми-Multisim и Proteus са Spice базирани и са преназначени за изучаване на електронните схеми чрез симулация и анализ. Те осигуряват възможности за извършването на постоянноточови, променливоточови, параметрични, шумови, температурни и други видове анализи. В тези софтуерни среди се използват стандартни Spice модели на електронни компоненти, в разработката на които участват водещи производители на електронни компоненти - Analog Devices, Burr-Brown, Motorola, National Semiconductor, Texas Instruments, Zetex и др. [4], [5].

Съвременните системи за събиране и обработка на аналогова информация изискват поддържане на високо качество на сигналите, приложени към входовете на преобразувателите. Това представлява предизвикателство при избора на схемите и устройствата в аналоговия канал, което е предмет на аналоговите и смесените схеми. Изучаването им изисква проектиране и изследване на електронни средства, даващи възможност за придобиване на устойчиви знания и умения в областта.

В процеса на проектирането, развитието и изследването на специфични и универсални средства за обучение по аналогови и смесени схеми се съчетават симулационни процедури и физически експерименти, за да се повиши качеството на обучението, така че обучаемите да имат компетентности, необходими на бизнеса и бързо развиващите се нови области.

Разработените и изследвани симулационни модели на схеми със смесени сигнали, представени в настоящата статия подготвят студентите за провеждането на експериментални изследвания с наличните макети в университетските лаборатории, по график, съобразен с пандемичната обстановка.

Цифрово-аналогови преобразуватели със сумиране на напреженията

Основната принципна схема на ЦАП със сумиране на напреженията е показана на фиг. 1.

За основен елемент на резисторната матрица от типа R-2R, ще използваме резистор

$R = 5 \text{ k}\Omega$ и $2R = 10 \text{ k}\Omega$. На входовете на матрицата X_0, X_1, X_2, X_3 се подава цифров код. Когато са подадени само лог. „0“, ключовете K_0, K_1, K_2, K_3 са включени към „земя“. На изхода $V_{out} = 0$. Когато са подадени само лог. 1, всички ключове ще бъдат включени към източника на опорно напрежение V_{ref} . На изхода V_{out} ще се появи максимално възможно напрежение. Ако в подавания на входовете код има 0 и 1, то ключовете с 0 ще се превключват към „земя“, а ключовете с 1 ще се превключват към източника на опорно напрежение. В резултат на изхода ще се появи напрежение (V_{out}), равно на сумата от напреженията на съответните резистори, които са включени към опорно напрежение (V_{ref}). Следователно за определяне на стойността на изходното напрежение се прилага методът на суперпозицията, който в синтезиран вид гласи: „Въздействието на сумата е равна на сумата от въздействията“ [6], [7]. Напрежението на изхода на матрицата може да бъде определено по формулата:

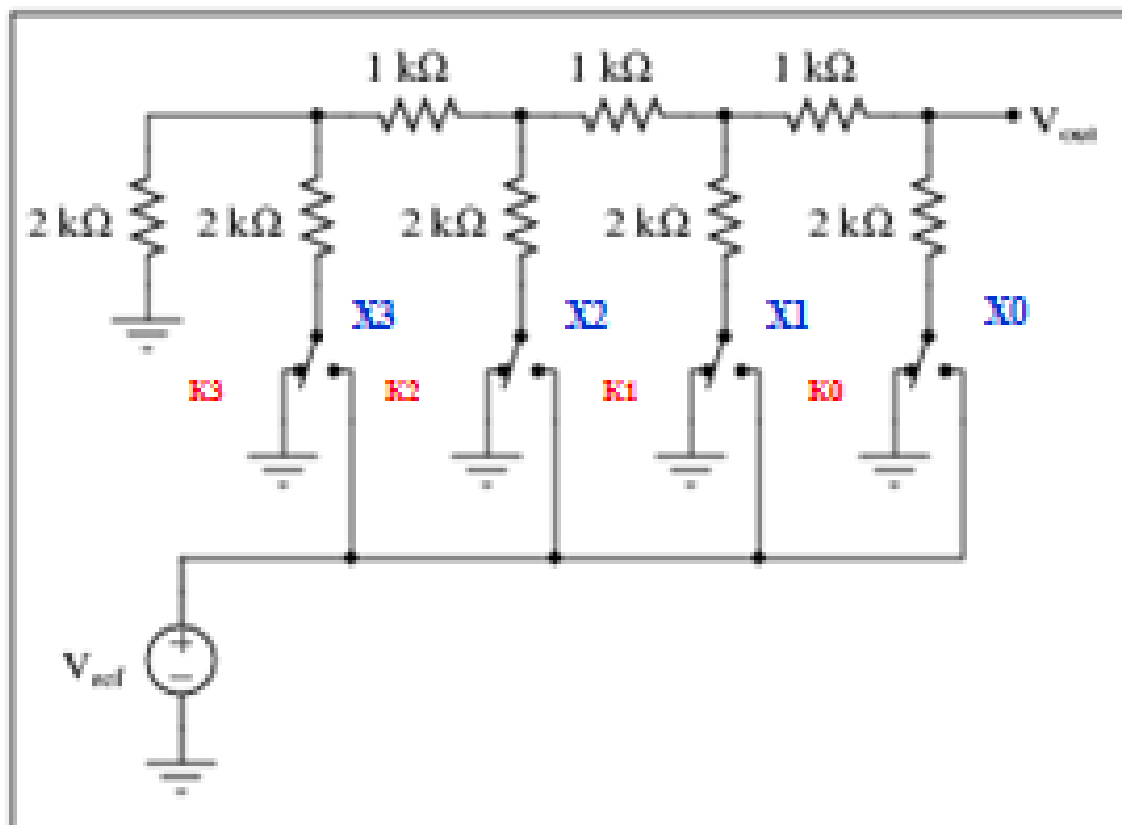
$$V_{out} = V_{ref} \cdot (X_3/2 + X_2/4 + X_1/8 + X_0/16). \quad (1)$$

- V_{ref} - източник на опорно напрежение.
- резисторна матрица, с помощта на която се формират токовете, съответстващи на разрядите на ЦАП.

генератори на ток с устройство за управление, които осигуряват точната стойност на токовете (в някои от ЦАП този възел отсъства).

- токови ключове с устройство за управление, които включват съответствие с входния код определени звена на резисторната матрица.

Фиг. 1. Принципна схема на ЦАП със сумиране на напреженията



Симуляционно изследване на цифрово-аналогов преобразувател с R-2R матрица в средата на Proteus

Proteus е симулатор на ниво интерактивна система. Продуктът позволява симулация на смесени схеми, микропроцесорни модели и интерактивни компонентни модели.

Преди провеждане на симуляционното изследване се използва средата на Proteus, за симулиране работата на ЦАП и визуализиране на предавателната му характеристика, като се използва зависимостта:

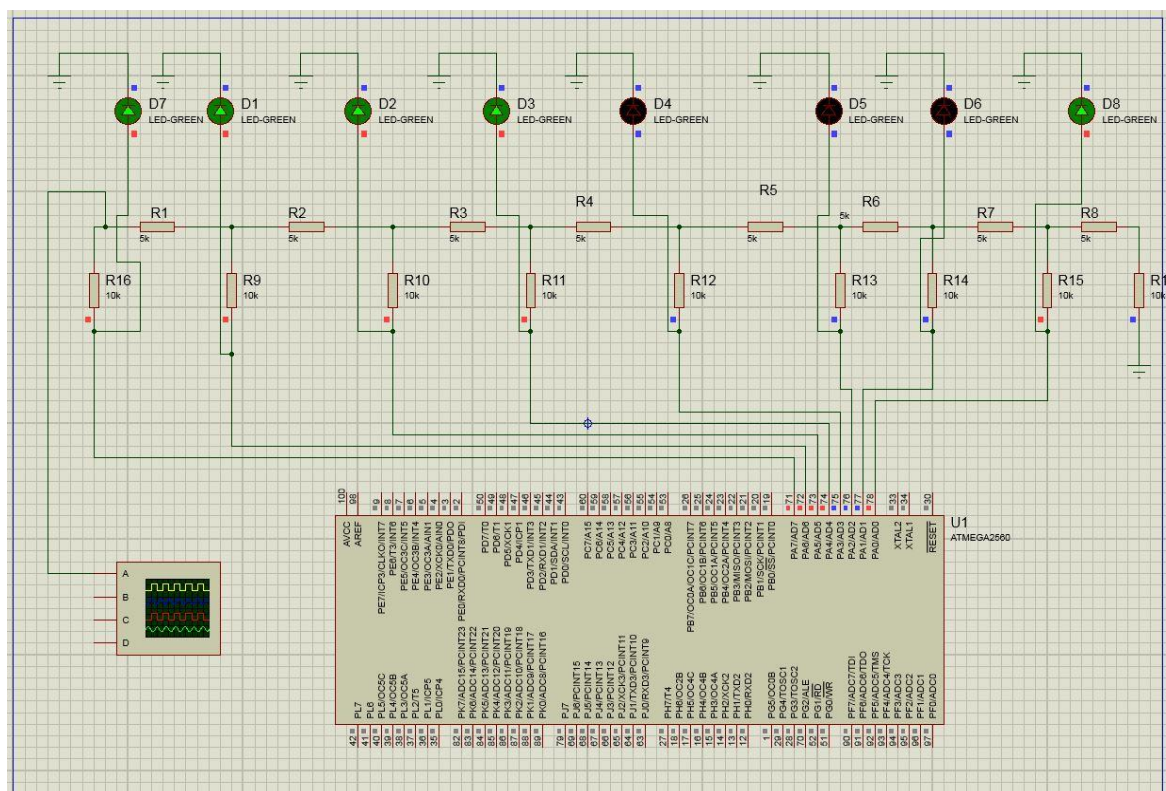
$$U_{out} = U_{ref} \left(\frac{N}{2^n} \right), \quad (3)$$

където n е броят на разредите, N е десетичният код на подадената двоична комбинация за преобразуване и U_{ref} е опорното напрежение.

На фиг. 2. е представен симуляционният модел на ЦАП с R-2R матрица в средата на Proteus. За изграждане на модела са използвани:

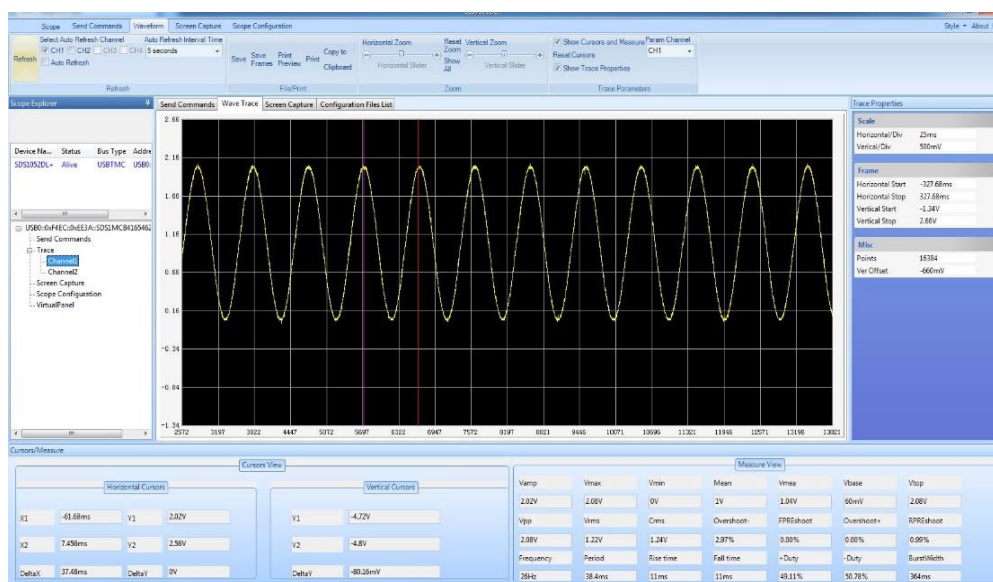
- $R1=R2=R3=R4=R5=R6=R7=R8=5K\Omega$;
- $R9=R10=R11=R12=R13=R14=R15=R16=R17=10K\Omega$;
- ATMEGA 2560;
- Осцилоскоп.

Фиг. 2 Симуляционен модел на ЦАП с R-2R матрица в средата на Proteus



На фиг. 3. са представени осцилограмите, получени при симуляционното изследване на ЦАП с R-2R матрица.

Фиг. 3. Осцилограми от симуляционното изследване на ЦАП с R-2R матрица



Следенето на изменението на генерираните сигнали се извършва с осцилоскоп SIGLENT.

Използва се софтуерният продукт EasyScope, посредством който се осъществява комуникационен интерфейс за връзка с осцилоскопа SIGLENT.

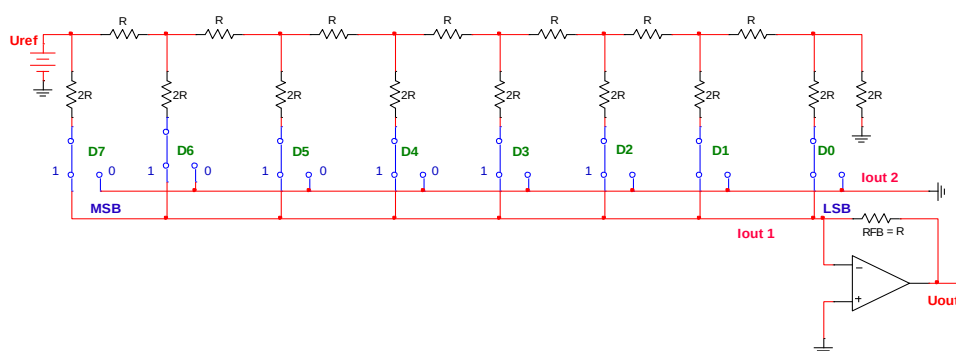
EasyScore позволява управление и настройка на генерираните сигнали с цел отчитане на техните параметри с висока точност.

Цифрово-аналогови преобразуватели със сумиране на токовете

Принципът на изграждане на ЦАП със сумиране на токовете с използване на R - $2R$ матрица се основава на задаване на токове от опорно напрежение V_{ref} и токоформиращи резистори R - $2R$ - фиг. 4. Управляващите входове MSB (Most significant bit) – LSB (Least Significant Bit) съдържат нули и единици и определят позициите на MOSFET ключове в схемата на интегралните ЦАП. При позиция 1, част от V_{ref} ще определя протичането на ток към изход I_{out1} . При позиция 0, част от V_{ref} ще определя протичането на ток към изход I_{out2} .

При включване на ОУ на изхода на матрицата точката на сумиране на токовете е виртуалната нула на ОУ, обхванат от отрицателна обратна връзка чрез резистора $R_{FB}=R$. Източникът на опорно напрежение U_{ref} е постоянно натоварен с характеристикното съпротивление на матрицата $R_i = 2R \parallel 2R = R$ [6].

Фиг. 4. ЦАП със сумиране на токовете с R - $2R$ матрица и ОУ на изхода



Симуляционно изследване на цифрово-аналогов преобразувател с R - $2R$ матрица в средата на Multisim

С цел изучаване на принципа на изграждане на ЦАП със сумиране на токовете с използване на R - $2R$ матрица е създадена тестовата схема от фиг.5. в средата на Multisim, като са приложени принципите за схемотехническо моделиране.

При провеждането на симуляционното изследване студентите използват измервателни сонди, които измерват токовете във всички клонове на веригата.

Моделът предоставя възможност чрез превключватели да се подават различни комбинации на битовете на входния цифров сигнал, за които с измервателни сонди да се измерват токовете и напреженията в клоновете на веригата без да е необходимо изчакване или допълнително стартиране на симулацията. В статията са представени теоретичните изчисления за разделителна способност на 4-битов DAC и 8-битов DAC и е направено сравнение с получените симуляционни резултати.

629

$$U_{out} = -\frac{R_F}{2^n R} U_R N, \quad \text{където } -\frac{R_F U_R}{R 2^n} = U_{LSB}.$$

(5)

След заместване във формула 5. за разглеждания случай се получава

$$U_{out} = \frac{-10k\Omega}{10k\Omega * 256} 5V * 255 = 4.98V$$

Симулационното изследване при стойност на резистора $R_F=R_{F2}=51k\Omega$ се провежда по аналогичен начин, измерената стойността на изходното напрежение е $U_{out} = -25.36V$, а изчислената е $U_{out} = -25.4V$.

Заклучение

Използваните софтуерни среди осигуряват възможност схемите да се стартират и редактират на лаптопи, таблети, смарт телефони. Може да се използват в университета, у дома по всяко време и навсякъде, където има достъп до интернет. Това е полезно за електронното обучение на студентите, особено по време на пандемичната обстановка за да учат и създават електронен хардуер.

Предложените модели се използва при обучението на студенти от професионалното направление „Комуникационна и компютърна техника“ във Физико-технологичния факултет на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Библиография

- [1] Stoyanova D, Kafadarova N, Stoyanova-Petrova S, Sotirov S, Mileva N. Teaching “Electrical Engineering” During the Lockdown-Exploring Teachers’ and Students’ Perceptions on How to Improve IT. *Proceedings of Conference EDULEARN21*. 2021, pp:5024-5028
- [2] Stoyanova D, Stoyanova-Petrova S, Mileva N, Dobрева T. COVID-19 and Engineering Education – our Recommendations to Enhance Student Engagement. *Proceedings of Conference ICERI2021* 2021, pp.5653-5656
- [3] Stoyanova-Petrova S, Stoyanova D, Kafadarova N, Sotirov S, Mileva N. New Trends in Online Teaching-Learning in “Electrical Engineering” Higher Education course During a Pandemic. *Proceedings of Conference EDULEARN21*, 2021, pp: 5012-5016
- [4] Raydovska V. Teaching voltage stabilizers via integrated Environments for design and analysis. *Proceedings of Conference ICERI2021*, 2021, pp: 6274 – 6282
- [5] Raydovska V. Teaching of insulation constructions of the Electrical devices via software environment. *Proceedings of Conference ICERI2021*, 2021, pp:1414 – 1419
- [6] Positive voltage out of the DAC R-2R, 2019, <<https://www.electronicstutorials.ws/combination/r-2r-dac.html>> 05.12.2021
- [7] 2R DAC, 2018, <<https://electronics.stackexchange.com/questions/341445/positive-voltage-out-of-the-dac-r-2r>> 07.12.2021

доц. д-р Даниела Шехова,
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
гр. Смолян, ул. Дичо Петров 28
Моб. тел.: 0887984838
E-mail: shenovadaniela@gmail.com

РЕГИСТРИРАНЕ НА ПРОМЕНИ В ЗЕМНОТО ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВЛЕНИЕ В РАЙОНА НА СЕИЗМИЧНА СТАНЦИЯ „РОЖЕН“ (RZN), ЮЖНА БЪЛГАРИЯ

Светослав Хаджигенчев

Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

RECORDING OF CHANGES IN EARTH ELECTRICAL RESISTIVITY IN THE AREA OF SEISMIC STATION "ROZHEN" (RZN), SOUTHERN BULGARIA

Svetoslav Hadzhigenchev

University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria

Faculty of Physics and Engineering Technologies

Abstract: Instrumentation for monitoring geoelectrical resistivity was built by the author in the area of seismic station "Rozhen" (RZN) in 1984. The records are compared with seismic activity within a radius of 300 km and magnitude greater than 2.5. Almost all recorded resistivity anomalies occurred during preparation and realization of earthquakes. The changes started from a few hours to a little more than a day before the earthquake, with maximum amplitudes of the anomalies reaching up to 25%.

Keywords: earthquake precursors, geoelectric resistivity, apparent resistivity

Резюме: Апаратура за мониторинг на геоелектрично съпротивление е изградена от автора в района на сеизмична станция „Рожен“ (RZN) през 1984г. Записите се сравняват със сеизмичната активност в радиус от 300 км и магнитуд по-голям от 2.5. Почти всички регистрирани аномалии на съпротивлението са възникнали по време на подготовка и реализиране на земетресения. Промените започват от няколко часа до малко повече от денонощие преди земетресението, като максималните амплитуди на аномалиите достигат до 25%.

Ключови думи: предвестници на земетресения, геоелектрично съпротивление, привидно съпротивление

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 Китай и САЩ.

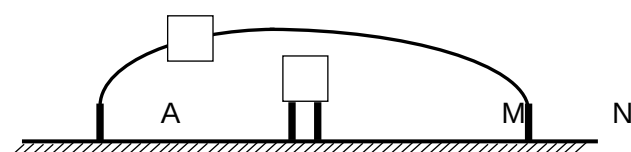
Методите за измерване на пространствени и времеви вариации на аномалиите на геоелектричното съпротивление, предхождащи земетресенията са подобни на съпротивителните методи при търсене и проучване водни хоризонти, рудни и нерудни полезни изкопаеми [2]. Те се основават на измерването на специфичното електрическо 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.

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 Измервателна схема на Шлюм-

(токовете) електроди A и B е около 200 метра. Разстоянието между приемните електроди M и N е 10 м. С цел намаляване до минимум на токовете на утечка, проводниците към захранващите и приемните електроди са с PVC изолация и обвивка.

Установката е разположена на около 600m от сеизмичната станция, и е ориентирана в посока NNE – SSW - Фиг.2. Всички електроди са пръти от неръждаема стомана с диаметър 16mm и дължина 1 m. Разстоянието между захранващите

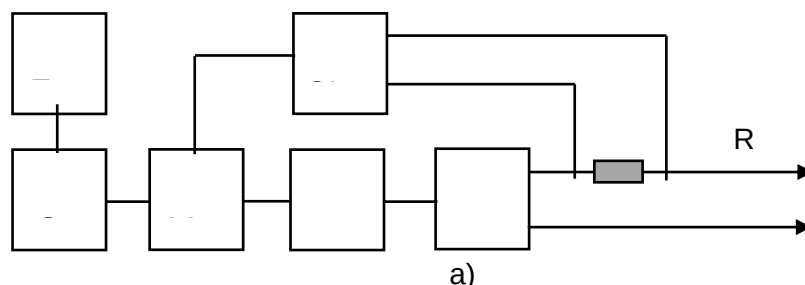


Фиг.2 Установка на сеизмичната станция

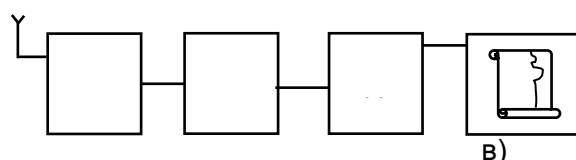
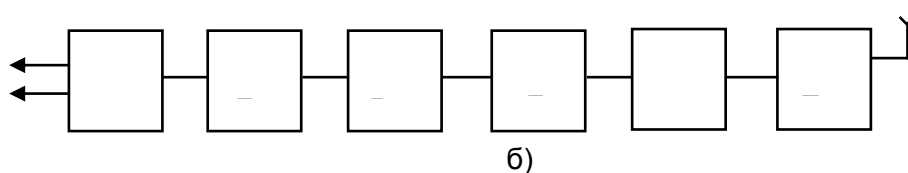
За избягване влиянието на поляризацията на приемните електроди, апаратурата работи на променливо напрежение с честота 22Hz, като стабилизира тока в захранващите електроди на 200mA. По този начин напрежението в приемните електроди е пропорционално на привидното съпротивление. Максималното напрежение в 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 25 - 100m [4]. Измерванията се извършваха автоматично през 15 минути.

Данните се прехвърляха до сеизмичната станция със от маломощен предавател – приемник, където се регистрираха на промишлен електромеханичен регистратор на температура.

Блокова схема на апаратурата е показана на Фиг.3.



Фиг.3 а), Блокова схема на апаратурата



Фиг.3 б),в), Блокова схема на апаратурата

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, U-F – преобразувател напрежение – честота, M – модулатор, Tr – предавател, Rcv – приемник, D – демодулатор, F-U – преобразувател честота – напрежение, REG – регистратор

Таймерът (T) задава интервала между измерванията – 15min. 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 от датчика на ток (R), включен последователно на захранващите електроди A и B и през галваничния изолатор (GI) 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 (R), подава се на преобразувателя напрежение – честота (U-F), от там през модулятора (M) - на маломощния предавател на 27MHz (Tr).

Приетият в приемника (Rcv) сигнал след демодулатора (D) се подава на преобразувателя честота - напрежение (F-U), изходният сигнал на който се записва от регистратора (REG).

Резултати

Сеизмичната активност в региона се обуславя основно от земетресения в Егейско море и континентална Гърция и по-малко от България, Северна Македония, Албания, Сърбия и Турция и за периода на наблюдение - декември 1984г. до февруа-

ри 1985г. може да се оцени като сравнително висока. Така, за този период с епицентри в радиус от 300 км. около сеизмична станция „Рожен“ (RZN) са станали 16 земетресения с магнитуд над 2.5. Данните са от каталозите на International Seismological Centre (ISC) и United States Geological Survey (USGS), както и от записите на самата сеизмична станция RZN.

Всички вариации са от тип „бухта“ с непрекъснато намаляване на съпротивлението, което според проучванията е преобладаващия модел [5, 6]. Въпреки късия срок на наблюденията, регистрирани са няколко типа изменения. Най-често срещаните случаи са показани на Фиг.4 и Фиг.5 при две земетресения в района на Лариса, Гърция.



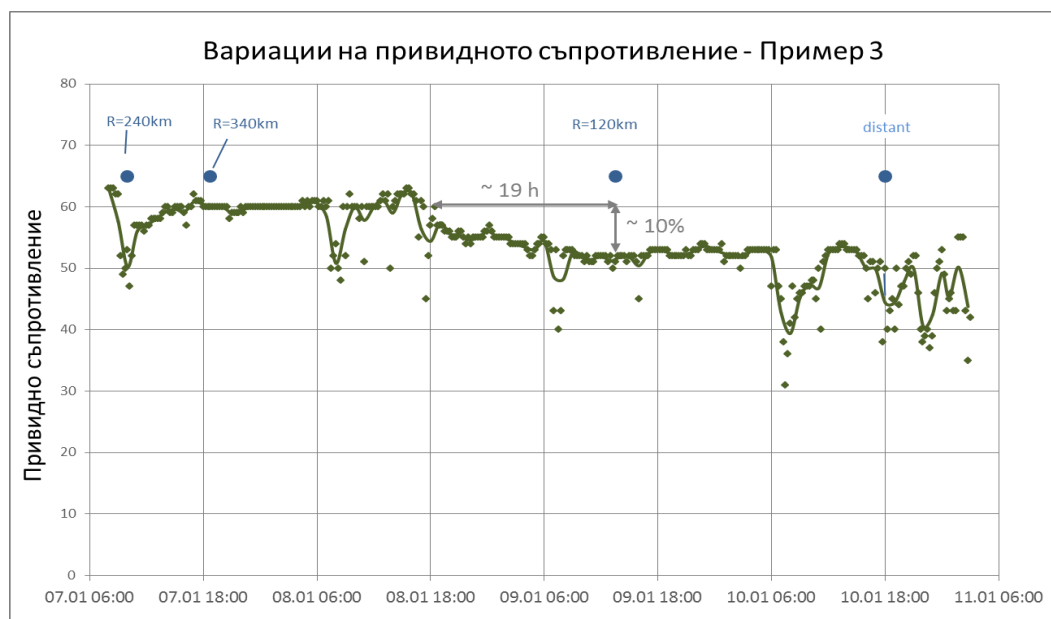
Фиг. 4 Вариации на привидното съпротивление пример 1



Фиг. 5 Вариации на привидното съпротивление пример 2

Привидното съпротивление започва да намалява от няколко часа до малко повече от денонощие преди земетресението, като се възстановява преди - Фиг. 5 или след него - Фиг. 4. Максималните амплитуди на вариациите до 20-30% при докладвани такива от други автори от 3 до 30%.

Интересен е записът от периода 07-11.01.85г. за който в каталозите на ISC и USGS в радиус 300km от RZN не намираме земетресения, а имаме регистрирани, макар и по-малки (~10%), вариации на привидното съпротивление - Фиг.6.



Фиг. 6 Вариации на привидното съпротивление пример 3

На записите на сеизмографите (тип CM-3) в сеизмична станция RZN обаче виждаме, че макар и слаби има записани 4 земетресения с епицентрални разстояния 240,340,120km и едно далечно.

Регистриращото устройство не беше поставено на резервно хранване поради сравнително голямата му консумирана мощност. По тази причина регистрацията беше прекъсвана от честите спирания на хранването в планинския район, в който работеше апаратурата. Това доведе до пропускане на запис на привидното съпротивление по време на земетресение на територията на България за периода на наблюдение, на 100km от сеизмичната станция (06:33 UTC на 16.02.1985г. с $M = 4.5$ и дълбочина $h=10$ km с епицентър на 4km NW от Якоруда).

Заклучения

В тази работа е описана апаратура за регистриране на вариациите на привидното съпротивление и са представени някои резултати, получени с нея в района на сеизмична станция „Рожен“ (RZN) в Южна България.

Въпреки че липсата на данни поради честите прекъсвания на записите не позволява да се получи пълна картина за поведението на привидното съпротивление преди, по време и след земетресенията, можем определено да заключим, че:

- = наблюдаваните вариации на привидното съпротивление са свързани със сеизмичната активност;
- = те могат да бъдат предизвикани от подготовката на сравнително далечни земетресения - с епицентър до около 250-300km от мястото на регистрацията на съпротивлението;
- = промените са с непрекъснато намаляване на съпротивлението и започват да се случват от няколко часа до малко повече от денонощие преди основния удар;
- = амплитудите на вариациите са от 10 до 30%.

Препоръки към бъдещи разработки:

- = апаратурата задължително трябва да е енергонезависима;
- = 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 финансиращи 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. Zhang, HK., Shen, QX., Wu, W. *et al.* An approach on dynamic earthquake prediction by georesistivity measurements. *Acta Seismologica Sinica* 9, 439–446 (1996).
6. 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.

Светослав Хаджигенчев

4700 Смолян, бул. България 17, ап.1

0876357177, h_svetoslav@yahoo.com

ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ, СВЪРЗАНИ С ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ КИБЕР АТАКИТЕ

Ивайло Узунов

Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

PROBLEMS AND SOLUTIONS RELATED TO THE CONSEQUENCES OF CYBER ATTACKS

Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Summary. The issue of protecting and protecting the confidentiality of personal and business information is critical on a global scale. With the advent of new technologies, most cybercrime is based on vulnerabilities and vulnerabilities in computer networks and systems. Malicious perpetrators are constantly finding vulnerabilities and new ways to circumvent the protection mechanisms in place. The main goal of the cybercriminal is to scan the host's machine in order to obtain important business, business or consumer information that will help him gain remote access to the information resources of the running operating system. Most cybercrime is based on vulnerabilities and vulnerabilities in computer systems and networks. With their in-depth knowledge of computer technology, most cybercriminals find a way to deploy and exploit dangerous malicious computer and network attacks that can cause irreparable damage to computer system resources. Every day, cyberattacks cause damage such as theft of electronic identity documents, unauthorized electronic withdrawal and transfer of money, malicious intrusion into computer systems for theft of confidential information, installation of spyware to monitor every activity of the user on the Internet, sending malicious programs to monitor every activity of the user on the Internet, sending malicious emails with special script links by e-mail, aimed at being opened by the user, to gain remote access to the computer system of his victim. That is why the problem of cybersecurity is of particular importance.

In order to significantly reduce these attacks and improve cybersecurity, the article presents various methods: installing antivirus software, installing firewalls, monitoring and disabling open ports, using VPN networks and more.

The general scheme of operation of anti-virus software, the general scheme of operation of VPN networks, the general scheme of operation of firewalls are presented.

In this context, the author of the article focuses on one of the main contemporary issues, namely cybersecurity. Emphasis is placed on the types of cyber attacks and vulnerabilities in computer systems and networks. The author of the article presents and analyzes methods and solutions for preventing and dealing with cyber attacks.

Key words: *cybersecurity, computer systems, computer networks, cyber attacks, antivirus software.*

Резюме. Проблемът със защитата и опазването на конфиденциалността на личната и служебна информация е от критична важност в глобален мащаб. С навлизането на новите технологии повечето от извършените киберпрестъпления са базирани на слабите места и уязвимости в компютърните мрежи и системи. Злонамерените извършители постоянно намират слаби места и нови начини, с които да заобиколят приложените защитни механизми. Основната цел на киберпрестъпника е да осъществи сканиране на машината на хоста с цел получаване на важна бизнес, служебна или потребителска информация, която ще му помогне да получи отдалечен достъп до информационните ресурси на стартираната операционна система. Повечето извършени киберпрестъпления са базирани на слаби места и уязвимости в компютърните системи и мрежи. Със своите задълбочени познания в компютърните технологии повечето киберпрестъпници намират начин да приложат и експлоатират опасни злонамерени компютърни и мрежови атаки, които могат да причинят непоправими щети на ресурсите на компютърните системи. Всеки ден кибератаките причиняват щети като откраждане на електронни документи за

самоличност, неоторизирано електронно теглене и прехвърляне на пари, злонамерено проникване в компютърните системи за кражба на конфиденциална информация, инсталиране на шпионски програми, които да следят всяка дейност на потребителя в интернет, изпращане на злонамерени програми които да следят всяка дейност на потребителя в интернет, изпращане на злонамерени писма със специални скрипт линкове по електронна поща, целящи да бъдат отворени от потребителя, за получаването на отдалечен достъп до компютърната система на своята жертва. Ето защо проблемът свързан с киберсигурността е от особена значимост и важност.

С цел значителното намаляване на тези атаки и подобряване на киберсигурността в статията се представят различни методи: инсталирането на антивирусни софтуери, поставянето на защитни стени, следенето и изключването на отворени портове, използването на VPN мрежи и др.

Представени са принципна схема на действие на антивирусните софтуери, принципна схема на работата на VPN мрежите, принципна схема на действието на защитните стени.

В този контекст автора на статията акцентира върху един от основните съвременни проблеми, а именно киберсигурността. Акцентирано е върху видовете кибератаки и уязвимите точки в компютърните системи и мрежи. Автора на статията представя и анализира методите и решенията за предотвратяване и справяне с кибератаките.

Ключови думи: киберсигурност, компютърни системи, компютърни мрежи, кибератаки, антивирусни софтуери.

I. Проблеми свързани с последствията от кибератаките

Въведение. В наши дни интернет и информационните технологии оказват все по-голямо влияние върху нашата икономика и на практика върху всички сфери на нашето съвременно общество. Интернет даде възможност да комуникираме, да извършваме плащания да споделяме информация с останалия свят без дори да се налага да излизаме от къщи. Наличието на едно отворено киберпростанство даде тласък на политическо и социално приобщаване в световен мащаб, то премахна абсолютно всички бариери за свободна комуникация. По време на пандемията от ковид 19 информационните и комуникационни технологии (ИКТ) се превърнаха в гръбнак в нашия икономически живот и са ресурс с критично значение за всички икономически сектори. Те са в основата на сложните системи, които поддържат функционирането на нашите икономики в ключови сектори като здравеопазване, енергетика, финанси, образование, транспорт и др.

Голяма част ИКТ формират жизнено важна част от европейската икономика и общество, като предоставят съществени продукти и услуги, или представляват основната платформа за други критични инфраструктури. Пандемията от коронавирус доведе до внезапно и мащабно преминаване към онлайн услуги. Хората прекарват повече време онлайн и в по-голяма степен зависят от цифровите комуникации. Тази засилена онлайн активност може да привлече злонамерени субекти и да увеличи възможността за кибератаки. Това се отнася и за децата, които сега прекарват повече време онлайн, вероятно без надзор, в сравнение с преди. Въпреки че това им позволява да продължат образованието си и да поддържат връзка със своите връстници, според европейската директива има признаци, че рисковете нарастват [7].

1. Технологии за мрежова сигурност

Днес ние повече от всякога като общество зависим от информационната и комуникационната инфраструктура, като извършване на стопанска дейност и упражняване на правата и свободите като граждани. Информационните системи са податливи към инциденти свързани със сигурността, например човешки грешки, природни бедствия, кибератаки, технически повреди и др. [8, 10].

II. Решения свързани с последствията от кибератаките

2.1. Същност на VPN

Технологиите за мрежова сигурност включват много аспекти и това изследва как да се гарантира сигурността в интернет с използването на VPN. Основната функция на

VPN (виртуална частна мрежа) е да създаде частна мрежа в публичната мрежа и да криптира комуникацията. Същността на VPN е да се изгради мрежов тунел в публичната мрежа използвайки съответната технология за криптиране, която може да извършва предаването на данни безопасно и да попречи на другите да подслушват. IPSec VPN използва отдалечен достъп чрез IPSec протокол, който осигурява тунел през публична мрежа за две частни мрежи за предаване на данни [4]. Този тунел е криптиран за да се гарантира сигурността на данните. Предимството на IPSec VPN е че това е мрежов метод от мрежа към мрежа, който може да установи многостепенна мрежа. Режим на фиксирана мрежа подходящ за между институционална мрежа; потребителите могат да имат прозрачен достъп и не е необходимо да влизат. Въпреки огромните предимства, които интернет ни донесе има и много недостатъци; хората могат да имат лесен достъп до всички видове информация чрез интернет, да предават информация с висока скорост, което може да доведе до рискове в сигурността. В напълно отворената мрежа на интернет предаването на данни се основава на мрежовите протоколи TCP/IP, които не разполагат с механизми за сигурност и по този начин са обект на кражба на данни. VPN е технология за отдалечен достъп. Накратко отдалечения достъп е за отдалечен достъп до ресурси на интернет сървър. Ако искате да използвате VPN за постигане на отдалечен достъп трябва да настроите VPN сървър във вътрешната мрежа. Ако служителите на компанията в командировка искат да имат достъп до VPN сървъра, те могат първо да се свържат с интернет, да се свържат с VPN сървъра на компанията през интернет и накрая да получат достъп до интернет на компанията през VPN сървъра. Това по същество е предаване на данни от край до край, реализирано чрез използване на технологията за криптиране за установяване на частен тунел за комуникация на данни в публичната мрежа. Данните се криптират по време на предаването през тунела, така че може да се гарантира сигурността на комуникацията между този клиент и VPN сървъра. Данните могат да се предават безопасно в тунела чрез криптиране на данни. Изграждането на такъв тунел е като отваряне на деликатен канал от край до край, но VPN всъщност използва публичния канал на интернет така че VPN се превръща във виртуална частна мрежа. Предимствата на VPN включват простота и удобство: стига да можете да се свържете с интернет можете да обменяте вътрешни мрежови ресурси чрез VPN сървъра [6]. Поради тези предимства VPN се използва широко в големите предприятия.

Една от основните функции на VPN е да установи частна мрежа в публичната мрежа и да извършва криптирана комуникация. Същността на VPN е да се създаде мрежов тунел използвайки технология за криптиране в публична мрежа за да се извърши безопасно предаване на данни с насочване и да се предотврати надушването на други. VPN използва протоколи за криптиране за установяване на тунели за връзка между множество интранети за различни физически адреса в интернет. Много прилича на създаване на допълнителен специфичен тунел за комуникация и предаване, но всъщност този тунел е просто насложен върху обществената мрежа без истинско физическо оборудване. Това е виртуална реалност на VPN като виртуална частна мрежа. Така наречената частна мрежа е мрежа, която потребителите създават за да изпълняват специфични функции според различните им нужди. Отнася се до използването на протокола SSL за внедряване на нов тип VPN технология за отдалечен достъп [1]. SSL протоколът се използва широко от различните браузъри и също се използва от Outlook, който използва TCP протокол за предаване на данни. В сравнение с IPSec, VPN и друга традиционна VPN технология, SSL VPN включва функции на просто внедряване без клиент поддръжане на евтина мрежова адаптивност, който го прави много подходящ за отдалечен мобилен офис и без специализирани сцени за управление на достъп до клонове. Изглед от седем слойния модел на OSI, SSL, VPN е технология базирана на слой 7 приложен слой за разлика от традиционната VPN връзка като IPSec VPN (мрежов достъп от слой 3), L2TP (слой 2 връзка за данни) SSL VPN е създаден на принципа на разделянето на разрешения за приложения, механизмът за трансфер на данни не е просто препращане на пакети. От гледна точка на цялостната сигурност

на бизнеса, SSL VPN има по-нисък фактор на безопасност. Едновременно с това поради характеристиките на гъвкавостта на внедряване и използване и така нататък SSL VPN излиза от множество сигурни решения като мрежова логическа изолация на сървър-а силни приложения за удостоверяване разглеждани от гледна точка на сигурност разглеждани от потребителите многостранна стойност.

2.2. Тунелиране

Тунелирането е технология за изграждане на канал за предаване на данни от край до край предназначен за отделни потребители в обществена мрежа. Тази технология е базирана на интернет, така че докато потребителите имат достъп до интернет те могат да установяват отдалечен защитен тунел чрез съответната конфигурация за достъп до VPN сървър, до който искат да имат достъп. Тунелът капсулира рамката от данни или пакета данни, които трябва да бъдат предадени в нов IP header и го изпраща. Тези нови header съдържат специфична информация за маршрутизиране за насочено предаване в интернет. След достигане на крайната дестинация рамката/пакетът с данни се разопакова. В обобщение тунелната технология включва основно капсулиране на рамка пакети от данни.

2.3. Криптиране

VPN криптирането се отнася до процес, при който VPN използва криптиран тунелен протокол за криптиране на пакети от данни чрез алгоритъм за криптиране за да предотврати наблюдение и подслушване като същевременно предотвратява промяната на съобщенията. Технологията за криптиране използва основно ключа за декриптиране на съответния пакет данни. Ключът е като парола, която потребителите могат да изберат произволно според системата. Тъй като ключът е избран на случаен принцип той е трудно да бъде разбит, а ключът е единственият параметър използван от комуникиращите страни за криптиране и предаване на данни, което повишава сигурността на системата. Според вида на ключа системите за криптиране могат да бъдат разделени на две категории: симетрични криптиращи системи и асиметрични криптиращи системи

2.4. Идентификация на самоличността

Технологията за удостоверяване на самоличност, както подсказва името е да провери самоличността на потребителите, които имат достъп до VPN сървър. Технологията за удостоверяване на самоличността записва информационната технология за самоличност, записва информацията за самоличността на потребителите, които имат достъп до VPN сървър в конкретна база данни. Когато потребителят се опита да получи достъп до VPN сървър технологията за удостоверяване на самоличността ще сравни информацията за самоличността на потребителя и информацията за самоличност, която вече е съхранена в базата данни. Ако е като на потребителя е разрешен достъп до VPN сървър, ако информацията не е същата достъпа на потребителя се отказва.

2.5. Управление на обем на ключове

Управлението и обемът на ключове са ядрото на криптирането във VPN. Ключът може да бъде ръчно разпределен или динамично конфигуриран с помощта на съвременните протоколи за ключ. Методът за ръчно конфигуриране е подходящ само за частни или малки мрежи. Ако това е широко мащабна мрежа по принцип е невъзможно ръчно да се конфигурират и употребяват ключовете от отделните потребители. Динамичното конфигуриране на ключове с помощта на протоколи за ключове разчита на софтуера за автоматично управление на ключове, които също работят дори когато броя на потребителите е огромен. Този метод има по-добра производителност и по-добра сигурност от ръчната конфигурация при сложни мрежи. Интернет протоколите за обмен на ключове трябва да предоставя ключова информация при договаряне на SA.IKE протоколът и ISAKMP протоколите са двата най-често използвани протокола за обмен на ключове в интернет. По същество той определя обмен на ключове. Протоколите ISAKMP не предоставят специфичен обмен на ключове, но осигуряват рамка за всеки протокол за обмен на ключове.

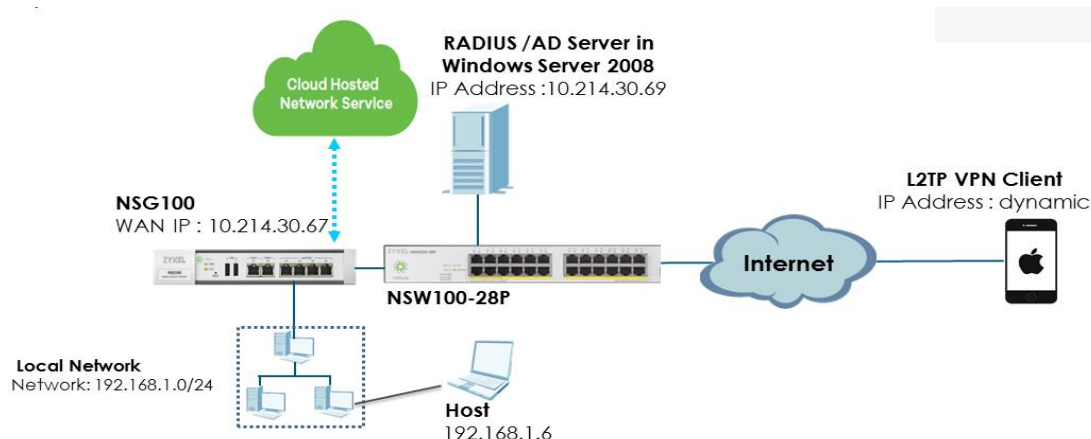
2.6. ISAKMP протокол

Протоколът ISAKMP включва основно методи за проверка на самоличността и методи за обмен на информация, които позволяват договаряне на услуги за сигурност за двете комуникаращи страни. Както бе споменато по-горе за да се установи SA между комуникационните страни, първо трябва да се договори SP. Ако SP е сложен той трябва да бъде опростен. ISAKMP също използва SA предложения и полезен товар за преобразуване за да представи SP. В заглавната част на ISAKMP пакета се състои от бисквитката на инициатора и отговаря за следващия полезен товар, основната версия логото, идентификатора на съобщението и дължината на съобщението.

2.7. IKE протокол

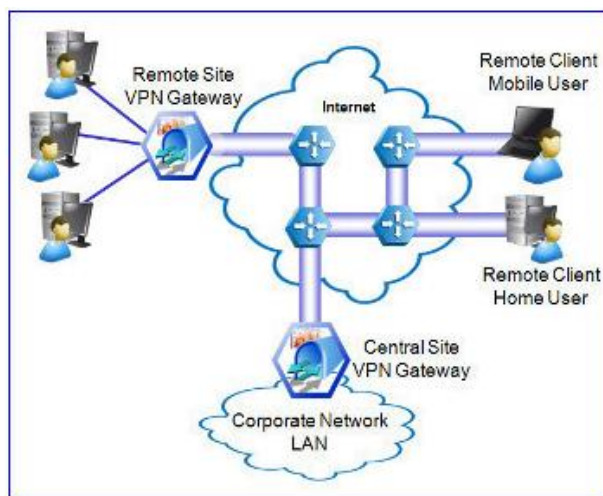
IKE протоколите използват дългосрочни ключове за удостоверяване на двете страни в комуникацията и установяване на връзката. На първия етап IKE проверява самоличността на комуникаращите страни и предоставя ключ, а след това и двете страни установяват SA необходим за предаване на данни на втория етап въз основа на ключа. Първият етап използва IKAKMP SA а вторият етап използва IPSec SA. IPSec предоставя две схеми за криптиране заглавка за удостоверяване (AH, RFC2402) и капсулиране на защитен товар (ESP, RFC2406). Повечето реализации на IPSec са базирани на ESP тъй като се счита за по-сигурен от AH. Има две VPN конфигурации за корпоративна среда: VPN клиент към шлюз и VPN от шлюз към шлюз. В VPN от клиент до шлюз мобилните работници и работещите от разстояние имат достъп до защитена информация в интернет на компанията през публичния интернет както е показано на фиг.1.

Фиг.1. Интернет на компанията през публичния интернет



RADIUS сървърът предоставя функцията AAA (authentication, authorization, and accounting) за поддръжка на отдалечен клиент останалото е илюстрирано на следващата фиг. 2.

Фиг. 2. Поддръжка на отдалечен клиент



Този документ основно приема Openswan за реализиране на проста IPSec VPN мрежа под Linux и установява VPN тунел между две виртуални машини за връзка. Openswan се състои основно от модул за обработка на IPSec и модул за обмен на ключове, сред които модулът за обработка на IPSec работи в ядрото на операционната система и реализира функции като корелация на сигурността, управление на ключове, криптиране и дешифриране на пакети и проверка на потребителя [2, 3].

3. Антивирусни програми и тяхната класификация

За откриване, премахване и защита срещу компютърни вируси са разработени няколко вида специални програми, които ви позволяват да откривате и унищожавате вируси. Такива програми се наричат антивирусни програми. Тези програми могат да бъдат класифицирани в пет категории: филтри, детектори, инспектори, лекари (фаги) и ваксинатори (имунозотери) [10].

Антивирусните филтри или „стражите“ са резидентни програми, които уведомяват потребителя за всички опити на програма да запише на диска и още повече да го форматира, както и други подозрителни действия. В същото време се показва заявка за разрешаване или забрана на това действие. Принципът на действие на тези програми се основава на прихващането на съответните вектори на прекъсване [5]. Предимството на програмите от този клас в сравнение с програмите-детектори може да се дължи на тяхната гъвкавост по отношение както на известни, така и на неизвестни вируси, докато детекторите са конкретни типове, известни на програмиста в момента. Филтриращите програми обаче не могат да проследят вируси, които имат директен достъп до BIOS, както и BOOT вируси, които се активират дори преди стартирането на антивируса, в началния етап на зареждане на DOS. Недостатъците включват и честото задаване на заявки за операция.

Най-разпространените у нас са детекторните програми или по-скоро програми, които съчетават детектор и лекар. Най-известните представители на този клас Aidstest, Doctor Web, MicroSoft AntiVirus. Антивирусните детектори са предназначени за специфични вируси и се основават на сравняване на последователността от кодове, съдържащи се в тялото на вируса, с кодовете на програмите, които се сканират. Много програми за детектор също позволяват да лекуваме „заразени файлове“ или дискове, като премахваме вируси от тях (дезинфекцията се поддържа само за вируси, известни на програмата детектор). Програми от този тип трябва да се актуализират редовно, тъй като бързо стареят и не успяват да открият нови видове вируси.

Одиторите са програми, които анализират текущото състояние на файловете и системните области на диска и го сравняват с информация, съхранявана преди това в

един от файловете с данни на одитора. Това проверява състоянието на сектора BOOT, таблицата FAT, както и дължината на файловете, времето за тяхното създаване, атрибутите, контролната сума. Чрез анализиране на съобщенията на одиторската програма, потребителят може да реши какво е причинило промените: вирус или не. Програми от тип одитори са сред най-надеждните средства за защита срещу вируси.

Последната група включва най-неефективните антивируси – ваксинаторите са резидентни програми паметта, които предотвратяват инфекции на файлове. Ваксините се използват, ако няма лекарски програми които да „лекуват“ този вирус. Ваксинацията е възможна само срещу известни вируси. Ваксината модифицира програмата или диска по такъв начин, че да не повлияе на тяхната работа и вирусът ще ги възприеме като заразени и следователно няма да бъде въведен. Програмите за ваксини в момента са с ограничена употреба.

3.1. Скенери

Антивирусните скенери са пионерите на антивирусното движение, което се появи почти едновременно със самите компютърни вируси. Техният принцип на действие е да търсят файлове, памет сектори за зареждане за вирусни маски, т.е. уникален програмен код на вируса. Вирусните маски (описания) на известни вируси се съдържат в антивирусната база данни и ако скенерът срещне програмен код, който съответства на едно от тези описания, той показва съобщение за откриването на съответния вирус. Тук възниква първия проблем, тъй като най-малката модификация на вируса може да го направи невидим за скенера: програмния код няма да съответства напълно на описанието в базата данни. Например, има много варианти на вируса Чернобил и за почти всички от тях антивирусните компании трябваше да издадат отделна актуализация на антивирусната база данни. Друг аспект на този проблем е т. нар. полиморфни вируси, т.е. вируси, които нямат постоянен програмен код: заразявайки друг файл, те, използвайки криптиране, променят външния си вид самостоятелно, като запазват своята функционалност. Прикачването на скенери към антивирусни програми представлява втория проблем: времето между появата на вируса и пускането на съответната актуализация, потребителят остава практически незащитен от атаки на нови вируси. За това скоростта на доставяне на антидота вече е намален до минимум, в някои случаи за минути. Но вирусите не стоят на едно място: използвайки електронна поща, те могат да се разпространят по целия свят за броени секунди! По този начин дори сегашната скорост на развитие и предоставяне на защита срещу нови вируси не може да се счита за достатъчна. Ето защо още в началото на 90-те години експерти изобретиха и въведоха в скенерите оригинален начин за откриване на неизвестни вируси – евристичен анализатор, т.е. анализ на последователността от команди в сканирания обект, натрупване на статистика и вземане на решения за наличие на неизвестен компютърен вирус в него. Този метод обаче се характеризира с фалшиви положителни резултати, недостатъчно ниво на надеждност и липсата на гаранция за ефективно отстраняване на откритите вируси. За борба с полиморфните вируси бяха измислени други техники: алгоритмични езици, които описват всички възможни версии на кода и системи за автоматично декриптиране на код (емулатори). Третият проблем: антивирусния скенер сканира файлове само когато потребителят го „помоли“ да го направи, т.е. ще стартира програмата. Това изисква постоянно внимание и концентрация. Много често потребителите забравят да проверят съмнителен файл, изтеглен например от интернет, и в резултат на това заразяват компютъра си сами. Така скенерът е в състояние да определи факта на заразяване след факта, т.е. след като вирусът се появи в системата. Други недостатъци на скенерите включват големия им размер, който се определя от необходимостта да „носите“ антивирусна база данни със себе си, високите изисквания към системните ресурси и ниската скорост на сканиране за вируси. Въпреки това, важното предимство на скенерите са, че са в състояние да блокират разпространението на интернет червеи, ефективно да премахват вируси от заразени файлове и сектори за зареждане на диска и да възстановят тяхната функционалност. Последното е възможно ако вирусът не е унищожил оригиналното съдържание на заразеният обект.

3.2. Монитори

Развитието на хардуерните възможности на компютрите и появата на по-модерни операционни системи направи възможно разработването на втория тип анти-вирусни програми – антивирусни монитори. Понастоящем се разграничават три основни типа: файлови монитори, монитори за пощенски програми, и монитори за специални приложения. В основата си те са един вид скенери, които са постоянно в паметта на компютъра и автоматично сканират всички използвани файлове в реално време. Съвременните монитори извършват в момента на отваряне и затваряне на програмата. Това елиминира възможността за стартиране на вече заразени файлове и заразяване на файла с резидентен вирус. За да активира антивирусна защита, потребителят трябва само да зареди монитора, когато операционната система или приложението стартира. По правило това се прави от самия антивирусен пакет по време на инсталирането му по следните начини:

- Добавя инструкция за стартиране на монитор към директорията на автоматично изпълними програми или към съответното поле на системния регистър;
- Регистрира монитора като системна услуга, като се стартира независимо от потребителското име;
- Интегрира монитора в програма за електронна поща или друго приложение.

Поради фоновия режим на работа, антивирусните монитори позволяват на потребителя да не се натоварва с притесненията за ръчно сканиране на всеки нов файл, антивирусното сканиране ще се извърши автоматично. Ако бъде открита злонамерена програма, мониторът, в зависимост от настройките, ще излекува файла, ще блокира изпълнението му или ще го изолира, премествайки го в специална карантина за по-нататъшно разследване. Файловите монитори са най-разпространеният вариант на този тип антивирусен софтуер. Те работят като част от операционна система, проверявайки в реално време всички използвани обекти, независимо от техния произход или принадлежност към някое приложение. Работата на файловите монитори се основава на прихващане на антивирусно филтриране на потока от данни, входна точка на операционната система. Ако в обекта, пристигащ на входната точка, не бъдат открити злонамерени програми, той се изпраща за изпълнение. В противен случай обектът, съгласно описания по-горе сценарий се дезинфекцира, блокира или изолира. Файловите монитори се използват широко както на работни станции, така и на файлови сървъри и сървъри на приложения. Ако се използват на сървър, трябва да се уверите, че мониторът поддържа многонишкова обработка на файлове, т.е. може да проверява много файлове едновременно. В противен случай това може да повлияе негативно на производителността както на сървъра, така и на мрежата като цяло.

Мониторите за пощенски програми са антивирусни модули, които се програмират за електронна поща – както сървърни, така и клиентски. Всъщност те стават неразделна част от програмата и автоматично я проверяват, когато пристигне ново писмо. За разлика от файловите монитори, те изискват по-малко системни ресурси и са много по-стабилни, тъй като възможността за системен конфликт на ниво приложение е значително по-малка, отколкото на ниво операционна система, в допълнение може да се каже, че мониторите „поща“ проверяват всички входящи и изходящи съобщения веднага щом бъдат получени или изпратени. Файловите монитори са в състояние да разпознаят злонамерен код само когато потребителят се опита да го стартира. В допълнение, антивирусния модул е в състояние не само да открие, но да дезинфекцира успешно всички секции от заразени съобщения: прикачени файлове, други съобщения от всяко ниво на влагане, вградени OLE обекти и самото тяло на съобщението. Такъв интегриран подход не дава шанс на вирусите да се „скрият“ в която и да е част на съобщението.

3.3. Сменете одиторите

Третият тип антивирусни програми са проверките на целостта. Тази технология за защита се основава на факта, че вирусите са обикновени компютърни програми,

които имат способността да създават тайно нови обекти или да инжектират в съществуващи обекти (файлове, сектори за зареждане). С други думи, те оставят следи във файловата система, които след това могат да бъдат проследени и да се открие наличието на злонамерен софтуер. Принципът на одиторите за промяна се основава на премахване на оригиналните „отпечатъци“ (CRC-суми) от файловете, системни сектори и системния регистър. Тези „пръстови отпечатъци“ се съхраняват в базата данни. При следващото стартиране одиторът проверява „разпечатките“ с техните оригинални и информира потребителя за настъпилите промени, отделно подчертавайки подобни на вируси и други неподозрителни промени.

3.4. Имунизатори

Също така е необходимо да се спомене такова разнообразие от антивирусни програми като имунизатори. Те са разделени на два вида: имунизатори, които съобщават за инфекция, и имунизатори, които блокират инфекцията с всякакъв вид вирус. Първите обикновено се записват в края на файловете (като файлов вирус) и всеки път, когато файлът се стартира, той се проверява за промени. Има само един недостатък на такива имунизатори, но той е основен: абсолютната невъзможност за откриване на инфекция с невидими вируси, принципът на маркиране. Вторият тип имунизатори предпазват системата от въздействие на конкретен вирус. Файловете се променят по такъв начин, че вирусът ги приема като вече заразени. Например, за да предотвратите заразяване на COM файл от вируса на Йерусалим, достатъчно е да добавим реда MSDos в края му. За да се предпази с резидентен вирус, в паметта на компютъра се записва програма, която имитира копие на вируса. Когато се стартира, вирусът се натъква на него и вярва, че системата вече е заразена. Вторият тип имунизация не може да бъде разпознат като универсален, тъй като файловете не могат да бъдат имунизирани срещу всички известни вируси: всеки от тях има свои собствени методи за определяне на заразяването на файлове.

Заклучение

За минимизиране на риска от кибератаки е необходимо да се използват съвременни операционни системи, антивирусните софтуери да бъдат лицензирани и актуализирани, регулярно да се променят паролите за достъп, да не се отварят съобщения от непознати източници.

Използвана литература

- [1] Guanqun Wang, Yunxiao Sun, Qinggang He, Guodong Xin*, Bailing Wang*, A Content Auditing Method of IPsec VPN, 978-1-5386-4210-8/18/\$31.00 ©2018 IEEE
- [2] Irfaan Coonjah, Pierre Clarel Catherine, K. M. S. Soyjaudah, Design and Implementation of UDP Tunneling-based on OpenSSH VPN, 978-1-5386-4119-4/18/\$31.00 ©2018 IEEE
- [3] Lin Shaofeng, Guo Chaoping, Sun Weifeng, Design and Implementation of an Enhanced VPN Isolation Gateway, 978-1-5386-1227-9/17 \$31.00 © 2017 IEEE
- [4] ZHIEI XU, JIE NI, Research on network security of VPN technology, 978-1-6654-2261-1/20/\$31.00 ©2020 IEEE
- [5] Saman Mirza Abdulla, Omar Zakaria, Devising A biological model to detect polymorphic computer viruses, 978-0-7695-3892-1/09 \$26.00 © 2009 IEEE
- [6] WuKeHe, ZhaoPeng, CuiWenChao, ZhangXianKang, CuiJun, Tunneling SSL VPN Based on PF_RING, 978-1-7281-0945-9/19/\$31.00©2019 IEEE
- [7] https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/digital-solutions-during-pandemic_bg.
- [8] <https://www.strategy.bg/PublicConsultations/View.aspx?lang=bq-BG&Id=5878>
- [9] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/?uri=CELEX%3A52013J_C0001
- [10] <https://bitserv.ru/bg/antivirusnye-programmy-ih-klassifikaciya-antivirusy/>



Кореспондиращ автор:

Ивайло Узунов,

докторант ПУ “Паисий Хилендарски”,

ivoouzunov@gmail.com,

моб. тел. 0877956003

РЕАЛИЗИРАНЕ НА ИНТЕРАКТИВНО СМАРТ ОГЛЕДАЛО

Добромир Бозов, Станислав Асенов, Анатолий Парушев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE SMART MIRROR

Dobromir Bozov, Stanislav Assenov, Anatoliy Parushev

Plovdiv University "Paisiy Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: *The article presents a realized and fully functioning project of an interactive smart mirror, allowing the use of sensors and actuators to achieve interactivity and innovation. Development boards and single-board computer systems were used, providing the software of the smart system. The project is characterized by innovation and interactivity, combining knowledge and skills acquired by students trained in engineering specialties at the Faculty of Physics and Technology of PU "Paisii Hilendarski".*

Keywords: *Microcontroller, development board, smart mirror.*

Абстракт: Статията представя реализиран и напълно функциониращ проект на интерактивно смарт огледало, позволяващо използване на сензори и изпълнителни механизми за постигане на интерактивност и иновативност. Използвани са развойни платки и едноплаткови компютърни системи, осигуряващи софтуерната обезпеченост на смарт системата. Проектът се характеризира с иновативност и интерактивност, съчетавайки знания и умения придобити от студентите обучавани в инженерните специалности от Физико-технологичния факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Ключови думи: *Микроконтролер, развойна платка, смарт огледало.*

Въведение

През последните години сме свидетели на навлизането на много “смарт” електронни устройства, които предлагат различни информационно-интерактивни функционалности [1].

Статията представя реализиран проект на интерактивно смарт огледало, позволяващо използване на сензори и изпълнителни механизми за постигане на интерактивност и иновативност.

Проектът се характеризира и съчетава знания и умения придобити от студентите, обучавани в инженерните специалности от Физико-технологичния факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Цел

Изработването на интерактивното смарт огледало има за цел да повиши и затвърди знанията и практическите умения на студентите от инженерните специалности. В процеса на реализация на смарт огледалото, студентите решават основни инженерни казуси, базирайки се и обосновавайки се на знания придобити и утвърдени в учебния процес. Това неминуемо води до значително повишаване на техните умения за работа в екип и придобиване значително самочувствие и умения за справяне с възникнали инженерни казуси [2].

За успешната реализация на интерактивното смарт огледало, пред студентите са поставени следните инженерни задачи:

- да се определи материала и вида на полу-прозрачната огледална повърхност;
- да се подбере необходимия микроконтролер и необходимите периферни устройства;

- да се извърши подбор на сензори и изпълнителни механизми;
- да се осигури програмното осигуряване.

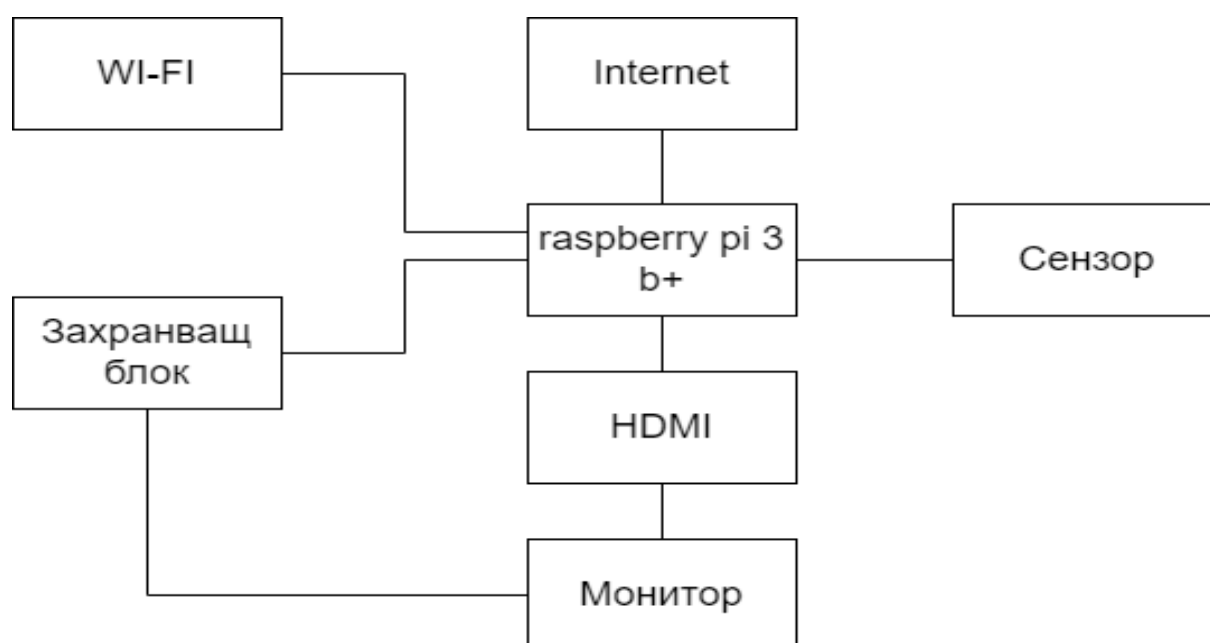
Избор и необходими материали

Блоковата диаграма на интерактивното смарт огледало е представена на фиг.

1. Тя се състои от следните функционални блокове:

- едноплатков компютър Raspberry Pi 3 [3];
- Захранващ блок - осигуряващ необходимите захранващи напрежения на отделните блокове;
- Сензори – осигуряващи интерактивността на смарт огледалото;
- HDMI, монитор – осигуряващи визуалната интерактивност на огледалото;
- Internet и Wi-Fi блоковете осигуряват свързаността на огледалото със световната интернет мрежа.

Фиг. 1. Блокова диаграма на смарт огледало



Софтуерна реализация

Софтуерната обезпеченост е реализирана чрез използването на операционната система на едноплатков мини компютър Raspberry Pi 3 B+.

Приложенията, като календар, температура и други са реализирани чрез използването на програмните езици –XML, HTML и PHP.

Сензорите за близост, осветеност и температура са свързани към Raspberry Pi 3 B+, чрез I2C и SPI комуникационните интерфейси.

MagicMirror² е модулна платформа за интелигентни огледала с отворен код. С нарастващ списък от модули за инсталиране, MagicMirror² позволява да се превърне огледалото в коридор или баня във личен асистент. MagicMirror² е създаден от създателя на оригиналния MagicMirror с невероятната помощ на нарастващата общност от сътрудници [4].

MagicMirror² се фокусира върху модулна система от плъгини и използва Electron като обвивка на приложението. Така че няма нужда да се инсталира друг уеб сървър или браузър.

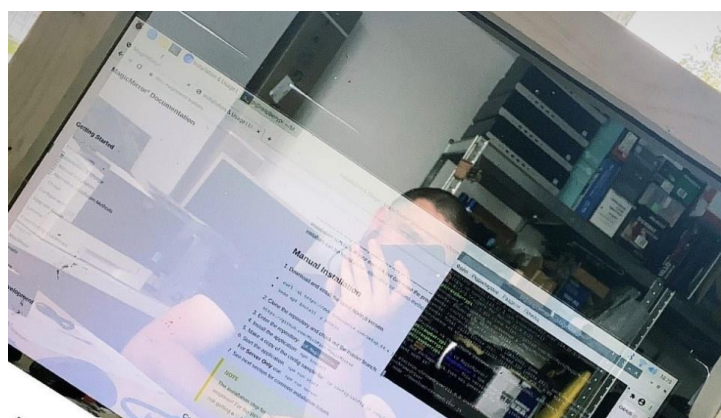
Началния екран на смарт огледалото е представен на фиг. 2 и фиг. 3.

На фиг. 4 е представен изглед на реализираното смарт огледало.

Фиг. 2 Начален екран на реализираното смарт огледало



Фиг. 3 Екран на реализираното смарт огледало



Фиг.4 Вътрешен изглед на реализираното смарт огледало



Заклучение

Статията представя реализиран и напълно функциониращ проект на интерактивно смарт огледало, позволяващо използване на сензори и изпълнителни механизми за постигане на интерактивност и иновативност. Използвани са развойни платки и едноплаткови компютърни системи, осигуряващи софтуерната безопасност на смарт системата. Проектът се характеризира с иновативност и интерактивност, съчетавайки знания и умения придобити от студентите обучавани в инженерните специалности от Физико-технологичния факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Използвана литература

- [1]. S. Sahana, M. Shraddha, M. P. Phalguni, R. K. Shashank, C. R. Aditya and M. C. Lavanya, "Smart Mirror using Raspberry Pi: A Survey," 2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), 2021, pp. 634-637, doi: 10.1109/ICCMC51019.2021.9418408.
- [2]. A. Johri, S. Jafri, R. N. Wahi and D. Pandey, "Smart Mirror: A time-saving and Affordable Assistant," 2018 4th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/CCAA.2018.8777554.
- [3]. G. Gao, C. Bai, W. Zheng and C. H. Liu, "The Future of Smart Dressing Mirror: An Open Innovation Concept Video," 2015 IEEE 12th Intl Conf on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2015 IEEE 12th Intl Conf on Autonomic and Trusted Computing and 2015 IEEE 15th Intl Conf on Scalable Computing and Communications and Its Associated Workshops (UIC-ATC-ScalCom), 2015, pp. 369-369, doi: 10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCOM-IoP.2015.82.
- [4]. <https://docs.magicmirror.builders>

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и Науката, за финансовата подкрепа.

Кореспондиращ автор:

ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр.Смолян, ул.“Дичо Петров“ №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg

МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИ В ОБЛАСТТА НА ИНФОРМАЦИОННАТА СИГУРНОСТ

Мая Симеонова, Станислав Асенов, Слави Любомиров,
Анна Токмакова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

METHODOLOGY OF TRAINING STUDENTS IN THE FIELD OF INFORMATION SECURITY

Maya Simeonova, Stanislav Assenov, Slavi Lyubomirov, Anna Tokmakova
Plovdiv University "Paisii Hilendarski", Faculty of Physics and Technology

Abstract: The idea for the development of this article is related to the lack of methodological guidelines for the training of students in "Information Security" at the University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Faculty of Physics and Technology. A methodological guide has been developed, combining eight basic topics in information security. Different types of software tools and products necessary for the implementation of the respective experimental tasks are considered. The methodology considers basic concepts, terms and positions in ensuring the protection of personal data and information when working with cloud technologies and various types of network attacks.

Keywords: Security, Information, Attack, software tools, methodology

Абстракт: Идеята за разработката на тази статия е свързана с липсата на методически насоки при обучението на студенти по „Информационна сигурност“ в ПУ „Паисий Хилендарски“, Физико-технологичен факултет. Разработено е методично ръководство, обединяващо осем базисни теми по информационна сигурност. Разгледани са различни видове софтуерни инструменти и продукти, необходими за реализиране на съответните експериментални задачи. Методиката, разглежда основни понятия, термини и положения при осигуряване на защита на личните данни и информацията при работа с облачни технологии и различни видове мрежови атаки.

Ключови думи: Сигурност, Информация, Атака, софтуерни инструменти, методика.

Въведение

С навлизането на новите технологии голяма част от извършените киберпрестъпления са базирани на слаби места и уязвимости в компютърните мрежи и системи.

Основната цел на киберпрестъпника е да осъществи сканиране на целевия хост, за да придобие важна потребителска информация, която ще му помогне да получи отдалечен достъп до информационните ресурси на стартираната операционна система.

Кибер атаките причиняват огромни щети като кражба на електронни документи за самоличност, неотризирано електронно теглене и прехвърляне на пари, злонамерено проникване в компютърни системи за кражба на конфиденциална информация, инсталиране на шпионски програми, които да следят всяка дейност на потребителя при влизането му в Internet, изпращане на злонамерени писма със специални скрипт линкове по електронната поща, целящи да бъдат отворени от потребителя, за да може след това извършителят да получи отдалечен достъп до машината на своята жертва и др.

Целта на доклада е насочена към реализирането на ръководство в областта на „Информационната сигурност“ и запознаване на студентите с основни умения, техники и способности, необходими при осъществяването на мероприятията по отношение на киберсигурността.

Сканиране на системните и мрежови устройства

Компютърната и мрежова сигурност е състояние на защитеност на компютърните системи и мрежи срещу опитите за несанкциониран достъп до обработваната и съхраняваната информация, водещи до деструктивни действия и получаване на лъжлива информация[2].

Има три главни аспекта на сигурността на компютърните системи и мрежи:

- Уязвимост;
- Заплаха;
- Противодействие.

Формите на организиране на атаките са много разнообразни, но като цяло те се включват в една от следните категории [5]:

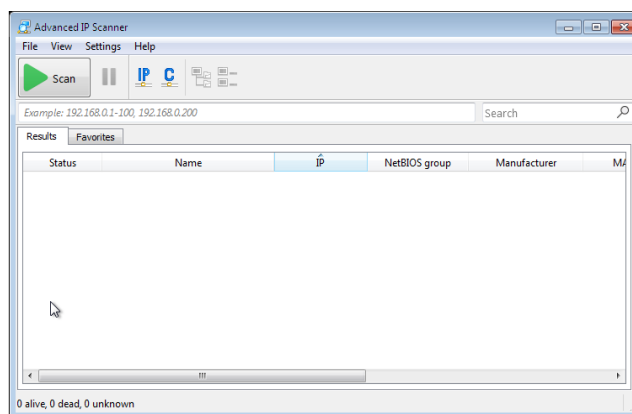
- отдалечено проникване в компютърна система или мрежа чрез програми, които получават неотризиран достъп до друг компютър през Интернет;
- отдалечено блокиране на компютърна система или мрежа чрез програми, които през Интернет блокират работата на отдалечен компютър или на отделна негова програма;
- чрез мрежови скенери – програми, които събират информация за мрежата, за да определят кои от компютрите и програмите работещи на тях, са потенциално уязвими за атаки;
- чрез скенери за уязвимости – програми, които проверяват големи групи от компютри в търсене на уязвимости към конкретен вид атаки;
- чрез програми, които откриват лесно разгадаеми пароли в шифрирани файлове с пароли;
- чрез мрежови анализатори – програми, прослушващи мрежовия трафик и с възможност за автоматично отделяна на имена на потребители, пароли и номера на кредитни карти от трафика и др.

Задължение на всеки системен администратор и специалист по сигурност на мрежата е да предпази инфраструктурата си от атаки и врагове.

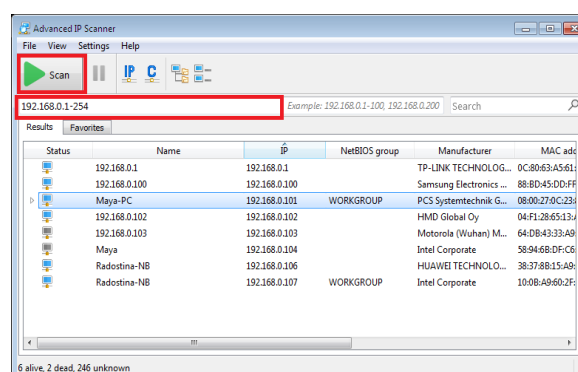
Първата стъпка в сканирането на мрежата е да се проверят включените системи. Това става с ICMP (Internet Control Message Protocol) сканиране. ICMP е един от основните протоколи в Интернет комуникацията. Използва се главно от мрежови устройства като рутери за изпращане на съобщения за грешка, недостъпност на Интернет услуга или, че хостът не може да бъде достигнат.

1.3 Сканиране на системните и мрежови ресурси с помощта на Advanced IP Scanner.

Advanced IP Scanner е безплатен мрежов скенер, който дава различни видове информация за компютрите в локалната мрежа: мрежово сканиране и извличане на имена, производител, IP и MAC – адреси.



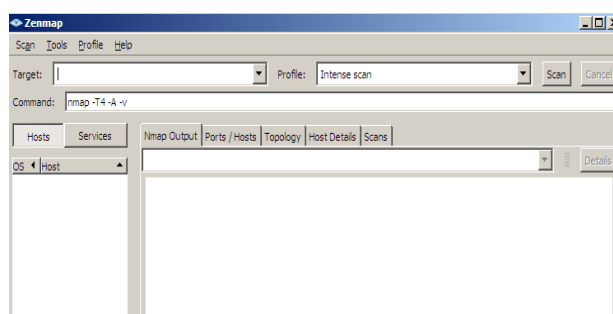
Фиг.1. Основен прозорец на програмата.



Фиг.2 Стартиране на сканирането и резултати.

1.4. Проучване и одит на мрежа с помощта на Nmap

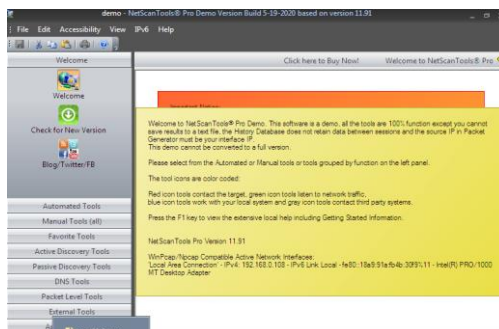
Nmap е безплатен инструмент, който работи под Microsoft Windows, Linux и други операционни системи и позволява да се извърши изключително детайлно сканиране на мрежата и отделните устройства, както в активен, така и в пасивен режим. Мрежовите администратори могат да използват Nmap за сканиране на мрежа, мониторинг на хостове или uptime услуги. Нападателят го използват за извличане на информация като активни хостове в мрежата, услуги (име на приложение и версия), тип на пакетни филтри, защитни стени и операционни системи [1].



Фиг.3 Графичен интерфейс на Nmap

1.5 Сканиране на мрежа с помощта на NetScan Tools Pro.

NetScan Tools Pro е инструмент за активно сканиране на мрежи, който работи под Microsoft Windows и позволява лесна употреба чрез интуитивен графичен потребителски интерфейс. Включените инструменти са свързани със сканиране на портове, ping sweep (откриване на активни устройства в дадена мрежа), анализ на DNS и др.



Фиг.4 Основен прозорец на NetScan Tools Pro

Мерки за противодействие

Целта на сканиращия тест е да се оцени мрежовата сигурност чрез идентифициране на активни (live) системи, откриване на отворени портове и свързаните към тях услуги. Сканирането на мрежата с няколко инструмента дава повече сигурност, че няма да има пропуски в сигурността.

Sniffing – подслушване на пакети

Подслушването на пакети е процес на наблюдение и улавяне на всички пакети данни, които преминават през дадена мрежа, използвайки софтуер (приложение) или хардуерно устройство. Програмите за следене на трафика се наричат снифери (sniffer) или протоколни анализатори.

Една от най-популярните специализирани Linux дистрибуции, за анализ на мрежовата сигурност е Kali (наследява Back Track). Този пакет съдържа всички необходими инструменти за провеждане на задълбочен анализ на сигурността на комуникациите [9].

Мерки за противодействие

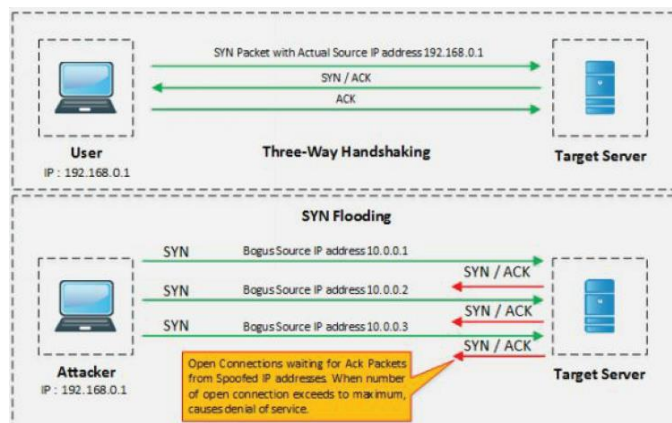
Мрежовият снифинг е процес на мониторинг на мрежата и събиране на информация за мрежовите ресурси, стартирани процеси на отделните машини и отворени портове. Снифингът се извършва като програмата за снифинг конфигурира мрежовата карта (NIC) да работи в режим на пропускане на всички пакети (promiscuous mode). Всеки кадър в мрежата е адресиран или до всички машини, или до машини с определен (уникален) MAC – адрес. При използване на режим на пълно пропускане всички пакети се изпращат към протоколния стек и са достъпни за анализ [3].

DoS атаки

Едни от най-опасните мрежови атаки са DoS. Те целят дадено устройство или услуга да са недостъпни до потребителите, което може да доведе до редица проблеми за бизнес процесите. Използваните методи при този тип атаки са най-различни и някои от по-често срещаните са [5]:

- генериране на голям обем от заявки или трафик;
- изпращане на грешни данни с цел препълване на буфер;
- генериране на нови записи в маршрутни таблици;
- изтриване на части от конфигурационни файлове и др.

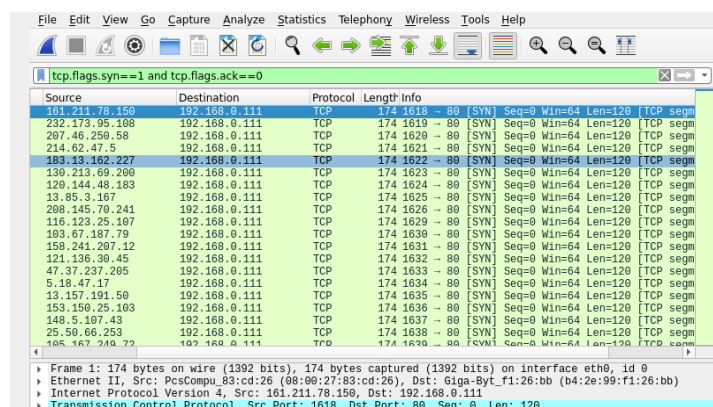
Ако всички тези SYN пакети са с невалиден адрес на източника, няма да бъде получен очаквания отговор за приключване на процедурата по договаряне на сесия. „Времето за живот“ (TTL) на всяка една от полуотворените сесии е зададено и, след неговото изтичане, връзката се унищожава. Но в рамките на това време тя е заета ресурс (порт, памет), който не може да се използва за друг процес. Увеличаването на тези съединения може да изчерпи ресурса, който е заделен за тях, при което се блокират комуникационните ресурси на съответния хост. Това е и целта на атаката [13].



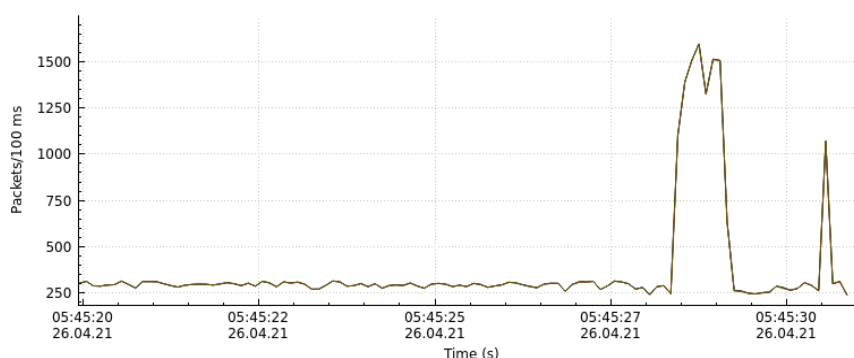
Фиг.5 SYN Flooding [13]

```
(kali@kali)-[~]
$ sudo hping3 -c 15000 -d 120 -S -w 64 -p 80 --flood --rand-source 192.168.0.111
[sudo] password for kali:
HPING 192.168.0.111 (eth0 192.168.0.111): S set, 40 headers + 120 data bytes
hping in flood mode, no replies will be shown
```

Фиг. 6 Команда за стартиране на SYN Flood атака



Фиг. 7 Филтриране на SYN пакетите
Wireshark I/O Graphs: wire.pcapng



Фиг.8 Графика на трафика

Wireshark - Protocol Hierarchy Statistics - wire.pcapng

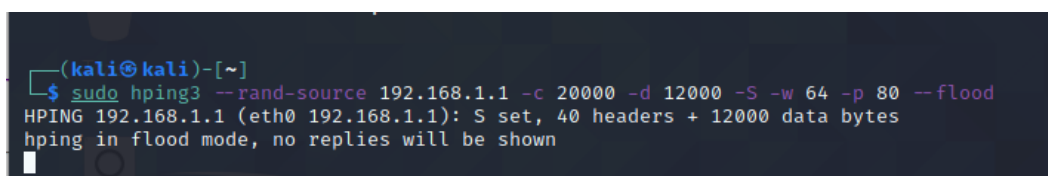
Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Pa
Frame	100.0	71421	100.0	12427254	5,855 k	0
Ethernet	100.0	71421	8.0	999894	471 k	0
Internet Protocol Version 4	100.0	71421	11.5	1428420	673 k	0
Transmission Control Protocol	100.0	71421	80.5	9998940	4,711 k	71421

Фиг. 9 Статистика Йерархия на протоколите

3.4 DDoS атака на рутер

При мрежовите атаки нападателите са фокусирани върху проникването в периметъра на корпоративната мрежа и получаването на достъп до вътрешни системи.

DDoS (Distributed Denial of Service) атаката представлява злонамерено действие, целящо да направи дадена машина в мрежата или услуга в Уеб, недостъпна за нейните потребители. DDoS е мащабен вариант на DoS атаката. При DDoS атака се използват множество (стотици, хиляди) компрометирани машини (компютри, IoT устройства и други), за сваляне на една единствена цел. Организацията и използването на толкова много устройства, намиращи се на различни места по света, работещи като едно цяло, се нарича ботнет (мрежа от заразени устройства) [13].



```
(kali@kali)-[~]
$ sudo hping3 --rand-source 192.168.1.1 -c 20000 -d 12000 -S -w 64 -p 80 --flood
HPING 192.168.1.1 (eth0 192.168.1.1): S set, 40 headers + 12000 data bytes
hping in flood mode, no replies will be shown
```

Фиг. 10 DDoS атака на рутер

Мерки за противодействие

От гледна точка на анализ на риска DoS атаките се считат за изключително опасни и е задължително да се вземат необходимите мерки за тяхното предотвратяване. Откриването на DoS атаки може да се направи след анализ на поведението на мрежата и на отделни системи, като се следи за [3]:

- Необичайно забавяне в скоростта на обмяна на данни.
- Значително забавяне в работата на отделни софтуерни модули, приложения и операционни системи.
- Отказан достъп до мрежова услуга или сървърно приложение за продължителен интервал от време.
- Изключително голям брой записи за грешки в журналите.
- Повишаване на броя на грешно доставени пакети по мрежата.

Най-сигурният начин за справяне с DoS/DDoS атаките е използването на защитени VPS и VDS услуги, системата и софтуера да са внимателно конфигурирани, както и да бъдат редовно актуализирани [3].

Уеб – базирани атаки

Използването на уеб – базирани бизнес приложения и социални мрежи на работното място от страна на служителите нараства с всеки изминал ден. Целта на използването на тези програми в повечето случаи е в полза на компанията, въпреки това тяхното използване представлява сериозна опасност за сигурността на фирмената мрежа [12].

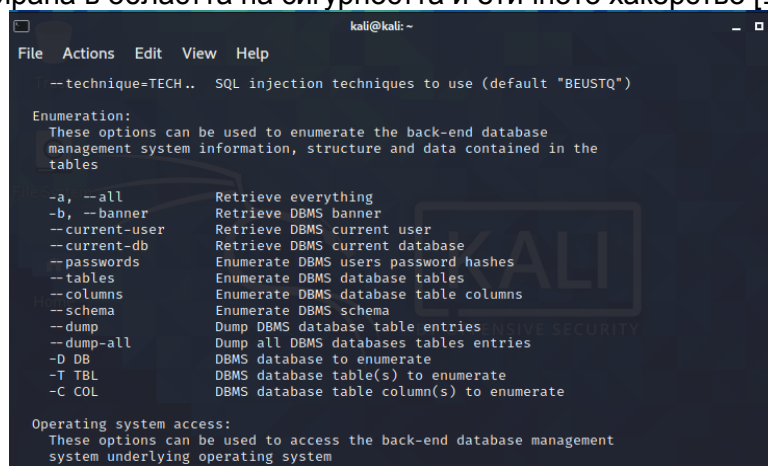
SQL Injection е най-често срещаната уязвимост на уеб сайтове в Интернет. SQL Injection или SQLi е вид атака срещу уеб приложение, която позволява на атакуващия да вмъква злонамерени SQL изрази в уеб приложението, получавайки достъп до чувствителни данни в базата данни или унищожавайки тези данни. Това е един от десетте най-критични рискове за сигурността на уеб приложенията според OWASP (Open Web Application Security Project). SQL Injection уязвимостта може да засегне всеки уебсайт или уеб приложение, което използва SQL база данни като MySQL, Oracle, SQL Server и др. Нападателите могат да използват такава атака, за да получат неоторизиран достъп до чувствителни данни: информация за клиенти, лични данни, търговски тайни, интелектуална собственост и др. [8].

За да извърши SQLi атака, нападателят първо трябва да намери уязвими потребителски данни в уеб страницата или уеб приложението. Уеб страница или уеб приложение, което има уязвимост към SQLi, използва потребителски вход директно в SQL

заявка. Нападателят може да създаде входно съдържание, което често се нарича злонамерен полезен товар и е ключовата част от атаката. След като атакуващият изпрати това съдържание, в базата данни се изпълняват злонамерени SQL команди. Чрез използване на SQLi, нападателят може да заобиколи удостоверяването, да достъпва, променя, и изтрива данни в базата данни. В някои случаи може дори да се използва за изпълнение на команди в операционната система, като потенциално позволява на атакуващия да ескалира до по-вредни атаки в мрежа, която се намира зад защитна стена [11].

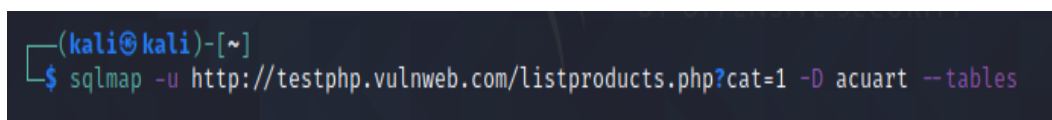
4.3 SQL Injection атака с Kali Linux

Всеки мрежов и уеб администратор има приоритет да защитава данните, хоствани в мрежа или сървър. Има няколко типа инструменти за тестване на проникване, които автоматизират процеса на откриване и експлоатация на SQL Injection процеси, един от които е SQLMAP. Този инструмент поддържа широка база от СУБД и се използва за тестване на сървъри на бази данни. SQLMAP е включен в Kali Linux дистрибуцията, специализирана в областта на сигурността и етичното хакерство [14].



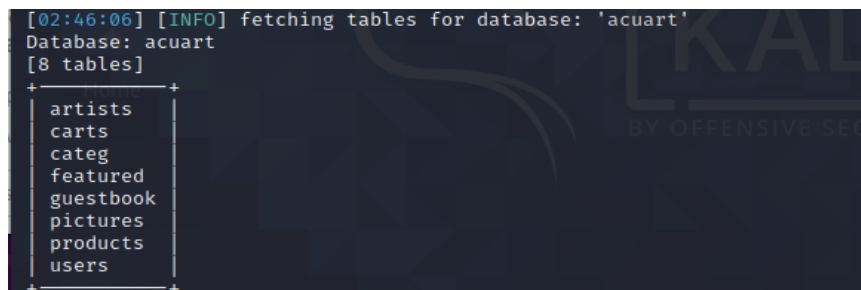
```
kali@kali: ~  
File Actions Edit View Help  
--technique=TECH.. SQL injection techniques to use (default "BEUSTQ")  
  
Enumeration:  
These options can be used to enumerate the back-end database  
management system information, structure and data contained in the  
tables  
  
-a, --all Retrieve everything  
-b, --banner Retrieve DBMS banner  
--current-user Retrieve DBMS current user  
--current-db Retrieve DBMS current database  
--passwords Enumerate DBMS users password hashes  
--tables Enumerate DBMS database tables  
--columns Enumerate DBMS database table columns  
--schema Enumerate DBMS schema  
--dump Dump DBMS database table entries  
--dump-all Dump all DBMS databases tables entries  
-D DB DBMS database to enumerate  
-T TBL DBMS database table(s) to enumerate  
-C COL DBMS database table column(s) to enumerate  
  
Operating system access:  
These options can be used to access the back-end database management  
system underlying operating system
```

Фиг.11 Основните параметри за SQL Injection.



```
(kali@kali)-[~]  
$ sqlmap -u http://testphp.vulnweb.com/listproducts.php?cat=1 -D acuart --tables
```

Фиг.12 Команда за осъществяване на достъп до избрана база данни.



```
[02:46:06] [INFO] fetching tables for database: 'acuart'  
Database: acuart  
[8 tables]  
+-----+  
| artists |  
| carts  |  
| categ  |  
| featured |  
| guestbook |  
| pictures |  
| products |  
| users   |  
+-----+
```

Фиг.13 Получен резултат.

Мерки за противодействие

Предотвратяването на уязвимости на SQL Injection не е лесна задача. Специфичните техники за предотвратяване зависят от подвида на уязвимостта, от механизма на базата данни на SQL и от езика за програмиране.

Съществуват някои общи стратегически принципи за защита на уеб приложенията.[4, 11]:

- Обучение и информираност;
- Недоверие към потребителските данни;
- Използване на бели списъци;
- Използване на най-новите технологии;
- Използване на проверени механизми;
- Редовно сканиране.

Заклучение

Развитието на съвременните технологии налага постоянен стремеж към модернизиране на мерките за сигурност, качествено интегриране и наблюдение. С развитието на методите и средствата за атаки, е логично да се наблюдават, и усъвършенстват средствата за предпазване от тях. За специалистите, работещи в областта на сигурността на комуникациите, е изключително важно да са запознати с най-актуалните тенденции, методи и средства както за атака, така и за защита. Решаваща част от киберсигурността и мрежовата сигурност е разбирането на инструментите, с които разполагат хакерите и стъпките, които те биха предприели, за да постигнат своите цели.

Изграждането на надеждна защита изисква задълбочени познания и внимателно проучване на топологията на мрежата, използваните протоколи и системи, както и непрекъснато наблюдение и подобрене.

Настоящият доклад е насочен към реализирането на ръководство в областта на „Информационната сигурност“ и запознаване на студентите с основни умения, техники и способности, необходими при осъществяването на мероприятия свързани с тази област. Материалът е разработен като са взети предвид получените знания и умения за принципите на „Информационната сигурност“. Целта е да се улеснят студентите при подготовката им по едноименната дисциплина.

Използвана литература

1. Димитров Николай, CIA, CCSA - ТЕСТВАНЕ ЗА УЯЗВИМОСТИ В КОМПЮТЪРНИТЕ МРЕЖИ (NETWORK VULNERABILITY ASSESSMENT);
2. Лекции от курса „Информационна Сигурност“;
3. Петров Ростислав, Основи на Етичното Хакерство част 1, 2018, ISBN 978-619-7442-14-4;
4. Петров Ростислав, Основи на Етичното Хакерство част 2, 2019, ISBN 978-619-7442-33-5;
5. Цокев Александър, Изграждане на мрежова сигурност с ENDIAN FIREWALL CE, София, 2015, Българска асоциация за развитие на знанията за информационните и комуникационни технологии;
6. Bejtlich R., The Practice of Network Security Monitoring: Understanding Incident Detection and Response, No Starch Press, 2013, ISBN-13: 978-1593275099;
7. Bullock Jessy, Parker Jeff T. Wireshark® for Security Professionals: Using Wireshark and the Metasploit® Framework, John Wiley & Sons, Inc ,2017, ISBN: 978-1-118-91821-0;
8. Easttom Chuck, Computer Security Fundamentals, Pearson Education Inc, 2016, ISBN-13: 978-0-7897-5746-3;
9. Hertzog Raphael, O'Gorman Jim, Aharoni Mati, Kali Linux Revealed - Mastering the Penetration Testing Distribution, Offsec Press, 2017, ISBN: 978-0-9976156-0-9
10. Weidman Georgia, Penetration testing: A hands – On Introduction to Hacking, No Starch Press, 2014, ISBN-13: 978-1-59327-564-8;

11. <https://www.acunetix.com/websitesecurity/sql-injection/> - What is SQL Injection (SQLi) and How to Prevent It (14 март 2021 г., 10:23:34 ч.);
12. <https://cio.bg/> - Уеб-базираните системи - под прицела на хакерите (10 март 2021 г., 11:14:32 ч.);
13. <https://www.ethicalhackx.com> – Certified Ethical Hacker v10 (12 март 2021 г., 13:50:04 ч.);
14. <https://www.geeksforgeeks.org/use-sqlmap-test-website-sql-injection-vulnerability/> - How to use SQLMAP to test a website for SQL Injection vulnerability (15 март 2021 г., 11:27:52 ч.);
15. <https://linuxhint.com/hping3/> - hping3 flood ddos (03 февруари 2021 г., 13:35:54 ч.);
16. <https://linuxconfig.org/> - How to change MAC address using macchanger on Kali Linux (26 януари 2021 г., 12:23:37 ч.);
17. <https://nmap.org/book> - (12 януари 2021 г., 09:26:53 ч.);

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и Науката, за финансовата подкрепа.

Кореспондиращ автор:

ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg

РЕВЮ И ИЗГРАЖДАНЕ НА LORAWAN HELIUM МРЕЖА

Станислав Асенов, Димитър Токмаков

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

LORAWAN HELIUM NETWORK REVIEW

Stanislav Asenov, Dimitar Tokmakov

Faculty of Physics and Technology, University of Plovdiv Paisii Hilendarski

Abstract: The article discusses the main features of the LORAWAN HELIUM network. A comparative analysis was performed between the classic LORAWAN and LORAWAN HELIUM networks. The construction of the LORAWAN HELIUM network at the Faculty of Physics and Technology at the Paisii Hilendarski University of Plovdiv in the town of Smolyan is presented. The authors aim to acquaint students with the opportunities provided by the innovative LORAWAN HELIUM network.

Keywords: *Block-chain, HELIUM, communication, LoRaWAN*

Резюме

Статията разглежда основните характеристики на LORAWAN HELIUM мрежата. Извършен е сравнителен анализ между класическата LORAWAN и LORAWAN HELIUM мрежите. Представено е изграждането на LORAWAN HELIUM мрежа във Физико-технологичния факултет към ПУ „Паисий Хилендарски“ в град Смолян. Авторите целят запознаване на студентите с възможностите, предоставяни от иновативната LORAWAN HELIUM мрежа.

Ключови думи: *Block-chain, HELIUM, комуникация, LoRaWAN*

Въведение

Хелиум е бързо растящата децентрализирана безжична инфраструктура, в която са вплетени блокчейн технологии и криптовалутата HNT. Звучи точно толкова високотехнологично, колкото е и навлиза вече и в България [1, 2].

Helium е основан през 2013 г. от Шон Фанинг, Амир Халим и Шон Кери, с мисия да улесни изграждането на “свързани устройства”. За да изгради първата в света безжична мрежа peer-to-peer, Helium събра екип с разнообразен, но допълващ се набор от умения в рамките на радио и хардуер, производство, разпределени системи, peer-to-peer и blockchain технологиите.

Helium LongFi™ е технологична архитектура, която съчетава водещата безжична технология - LoRaWAN, и Helium Blockchain. LongFi™ е оптимизиран за километричен обхват и дълъг живот на батерията за IoT устройствата [3,4].

HNT е нова криптовалута, при която Hotspots доставчиците печелят от това, че предоставят и валидират безжичното покритие, когато устройства в мрежата се свързват с интернет чрез тях.

На фиг. 1 е представен хелиум концентратор на RAK.

Фиг. 1 Rak helium gateway [4]



За разлика от чистата LoRaWAN технология, LoRaWAN Helium мрежата изисква гейтовете/ шлюзовете да са свързани помежду си и да препокриват териториите си със съседните шлюзове. Разстоянията на които устройствата се монтират са от около 300м до 1км. В Helium мрежата е определено понятието: „доказателство за покритие“ (Proof-of-Coverage).

RAK Hotspot V2 печели HNT, когато устройствата се свързват, и за валидиране на безжичното покритие, предоставено от партньори. Използвайки система, наречена Proof-of-Coverage, RAK Hotspot V2 печелят повече HNT, когато са в обхвата на други RAK Hotspot V2, но трябва да са на най-малко 300 метра един от друг.

Обхватът зависи от околната среда, за селски райони до 10 км или повече, но за по-гъсти райони до 1км. Единичен RAK Hotspot шлюз печели по-малко, тъй като може да удостоверява само през интернет и не може да участва в Доказателство за покритие със съседните си шлюзове.

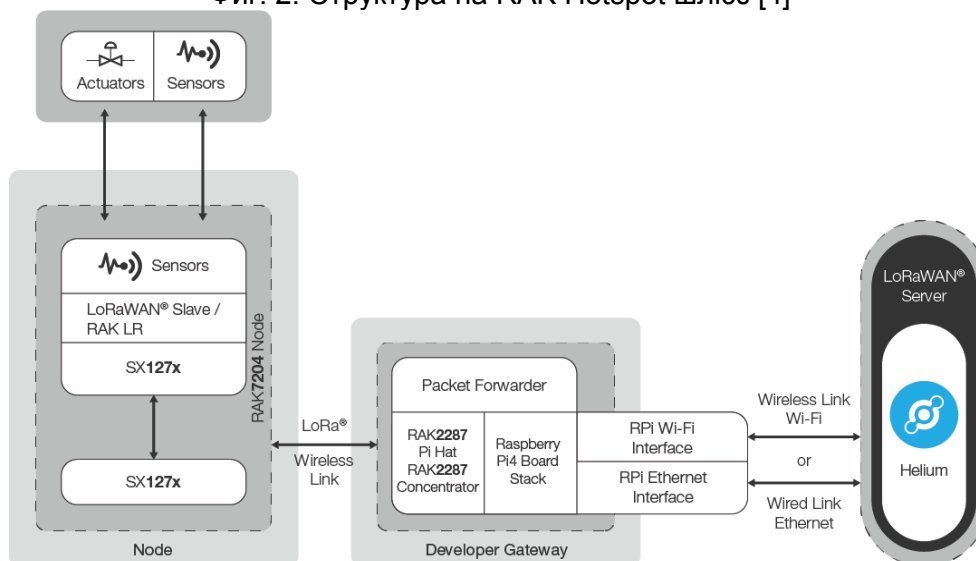
Характеристики на RAK Hotspot шлюз:

- Компютър - Raspberry Pi4 (Linux)
- 2 GB вградена RAM памет
- 32 GB SD карта
- Базиран на LoRa Concentrator Engine: Semtech® SX1302
- Вграден радиатор за управление на разсейването на топлината
- Поддържа захранване 5 V / 2.4 A
- IP30 корпус
- TX мощност до 27 dBm, RX чувствителност до -139 dBm @SF12, BW 125 KHz
- Поддръжка на LoRa честотна лента: RU864, IN865, EU868, US915, AU915, KR920, AS923.
- Включва готов за Pi „ID EE PROM“, настройка на GPIO и дървото на устройствата може да се конфигурира автоматично от информация за доставчика
- Поддържа LoRaWAN сървър с напълно отворен код
- 2,4 GHz и 5,0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac безжична LAN, Bluetooth 5.0, BLE

Фигура 2 обобщава основните градивни елементи на RAK Hotspot. RAK2287 е съществена част от него, тъй като осигурява цялата LoRaWAN свързаност. Той приема и предава LoRa Frames и се грижи за модулиране/демодулиране на сигналите, наред с други. Обработката на LoRa Frames, както и задачите, свързани с протокола от по-

високо ниво, се извършва от вградената хост система (Raspberry Pi). Получените и обработени LoRa фреймове се изпращат към LoRaWAN сървър.

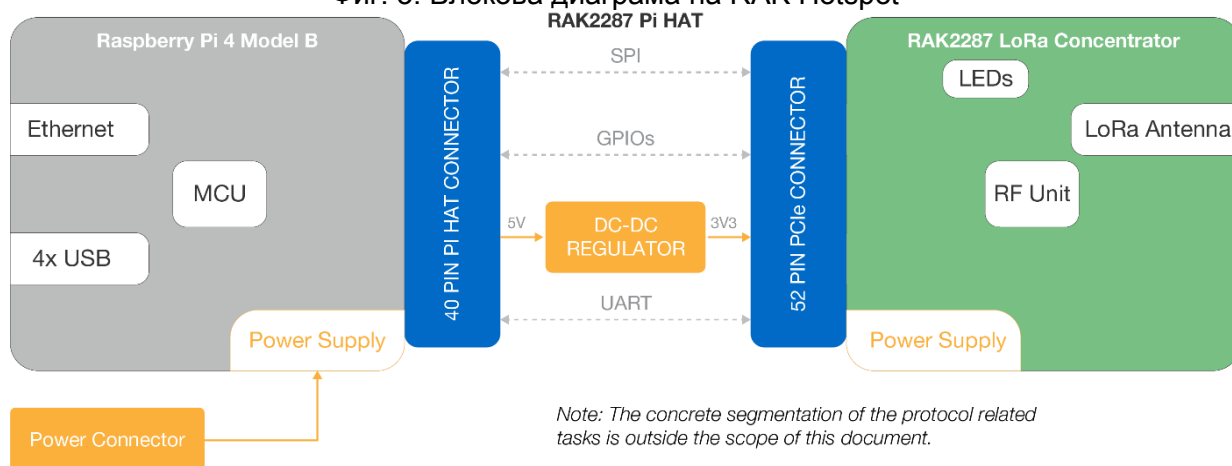
Фиг. 2. Структура на RAK Hotspot шлюз [4]



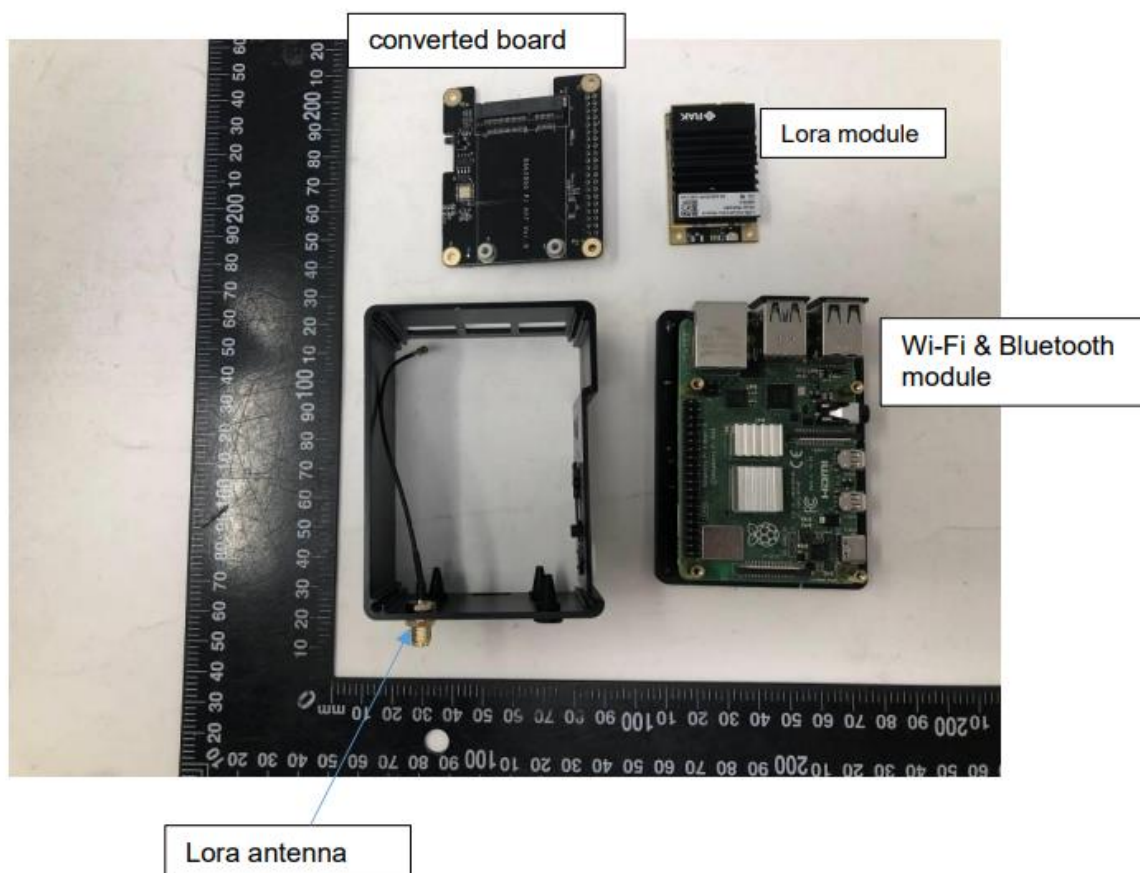
Блокова диаграма

RAK Hotspot е централното хардуерно решение за всички базирани на LoRa радио комуникации. Приема и предава радиосъобщения. Обработката на радиосъобщения, както и задачите, свързани с протокола, се извършват от вградената хост система (Raspberry Pi 4). Получените и обработени радиосъобщения се изпращат до LoRaWAN сървър. Фигура 3 показва блоковата диаграма на RAK Hotspot [4].

Фиг. 3. Блокова диаграма на RAK Hotspot



Фиг. 4. Компоненти на RAK Hotspot



Работни честоти на мрежата

Helium мрежата поддържа всички честотни канали на, показани в таблица 1 по-долу. В зависимост от региона се конфигурира честотата, докато се изгражда фърмуерът от изходния код.

Таблица 1. Честотни канали на LoRaWAN Helium

Регион	Честота (MHz)
Европа	EU868
Северна Америка	US915
Азия	AS923
Австралия	AU915
Корея	KR920
Индия	IN865
Русия	RU864

RF характеристики на предавателя

RAK Hotspot има отлична производителност на предавателя. Препоръчително е да използвате оптимизирана конфигурация на нивото на мощност. Това води до средно ниво на изходна RF мощност и консумация на ток (Таблица 2).

Таблица 2. Мощност на радио предавателя

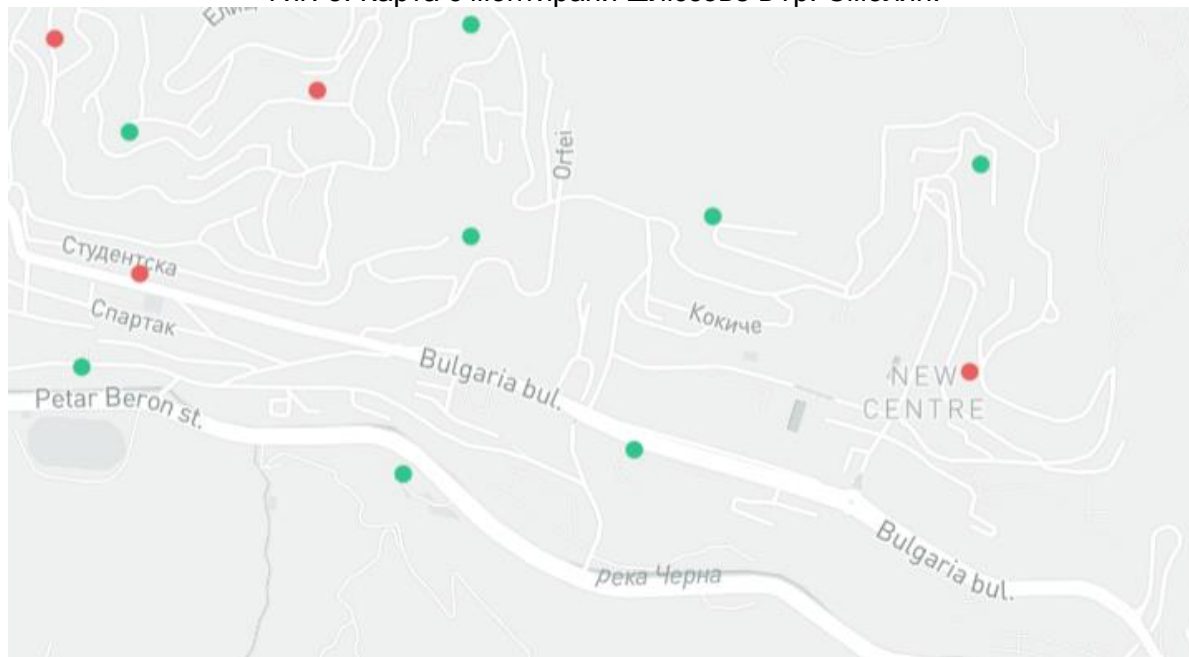
РА контрол	P WID контрол	Мощност
0	0 ¹	-6 dBm
0	3 ¹	-3 dBm
0	7 ¹	0 dBm
0	0 ²	4 dBm
1	0	8 dBm
1	2	10 dBm
1	4	12 dBm
1	7	14 dBm
1	9	16 dBm
1	0 ¹	17 dBm
1	2 ¹	19 dBm
1	3 ¹	20 dBm
1	6 ¹	23 dBm
1	8 ¹	25 dBm
1	0 ²	26 dBm
1	2 ²	27 dBm

С оглед на динамично развиващата се технология на LoRaWAN Helium мрежата, авторският екип изгради и монтира на покрива на сградата на Физико-технологичния факултет в град Смолян, LoRaWAN Helium шлюз (показан на фиг. 5).

Той осигурява на студентите от инженерните специалности „Хардуерни и софтуерни системи“ и дисциплини „Микропроцесорна техника“ да провеждат успешно експерименти с проектирани и изградени сензорни възли с LoRaWAN интерфейс и с ниска консумация на енергия.

Шлюзът позволява едновременна комуникация и поддръжка на голям брой крайни възли и LoRaWAN Helium устройства.

Фиг. 5. Карта с монтирани шлюзове в гр. Смолян.



Изводи

Статията разглежда основните характеристики на LORAWAN HELIUM мрежата. Извършен е сравнителен анализ между класическата LORAWAN и LORAWAN HELIUM мрежите. Представено е изграждането на LORAWAN HELIUM мрежа във Физико-технологичния факултет към ПУ „Паисий Хилендарски“ в град Смолян. Авторите целят запознаване на студентите с възможностите, предоставяни от иновативната LORAWAN HELIUM мрежа.

Използвана литература

- [1] <https://docs.helium.com/blockchain/proof-of-coverage/>, достъпен октомври 2021, [online]
- [2] <https://www.helium.com>, достъпен октомври 2021, [online]
- [3] <https://app.hotspotty.net/hotspots>, достъпен октомври 2021, [online]
- [4] <https://docs.rakwireless.com/Product-Categories/WisGate/RAK-Hotspot-v2/Datasheet/#overview>, достъпен октомври 2021, [online]

Кореспондиращ автор:

ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр.Смолян, ул.“Дичо Петров“ №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg

TYPE-C" ТЕХНОЛОГИЯТА ПРИ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ ПО КОМПЮТЪРНА ПЕРИФЕРИЯ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Станислав Асенов, Слави Любомиров, Снежана Шотарова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Физико-технологичен факултет

TYPE-C" TECHNOLOGY IN TRAINING COMPUTER PERIPHERAL STUDENTS IN ENGINEERING EDUCATION

Stanislav Asenov, Slavi Lyubomirov, Snezha Shotarova

Faculty of Physics and Technology, Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract: The desire to unify the communication wired ports used has led to the introduction of the "type-c" standard. Guided by the innovations, the author's team presents the possibilities and specifications of the technology, in order to train students in engineering specialties "Hardware and Software Systems" and "Computer and Communication Systems", trained at PU "Paisii Hilendarski" Faculty of Physics and Technology, in the discipline "Computer hardware". The article presents the possibilities for communication, data transfer and existing technologies for fast charging through the "type-c" port. The study of this technology by students will lead to in-depth knowledge and skills to work with "type-c" technology.

Key words: „type-c“, power delivery, communication, quick charge.

Резюме

Стремехът към унифициране на използваните комуникационни жични портове, доведе до внедряването на стандарта „type-c“. Водени от иновациите, авторският колектив, представя възможностите и спецификациите на технологията, с цел обучение на студенти от инженерните специалности „Хардуерни и софтуерни системи“ и „Компютърни и комуникационни системи“, обучавани в ПУ „Паисий Хилендарски“ Физико-технологичен факултет, по дисциплината „Компютърна периферия“. Статията представя възможностите за комуникации, пренос на данни и съществуващите технологии за бързо зареждане през порта „type-c“. Изучаването на тази технология от студентите ще доведе до задълбочени знания и умения за работа с технологията „type-c“.

Ключови думи: „тип-с“ комуникация, бързо зареждане

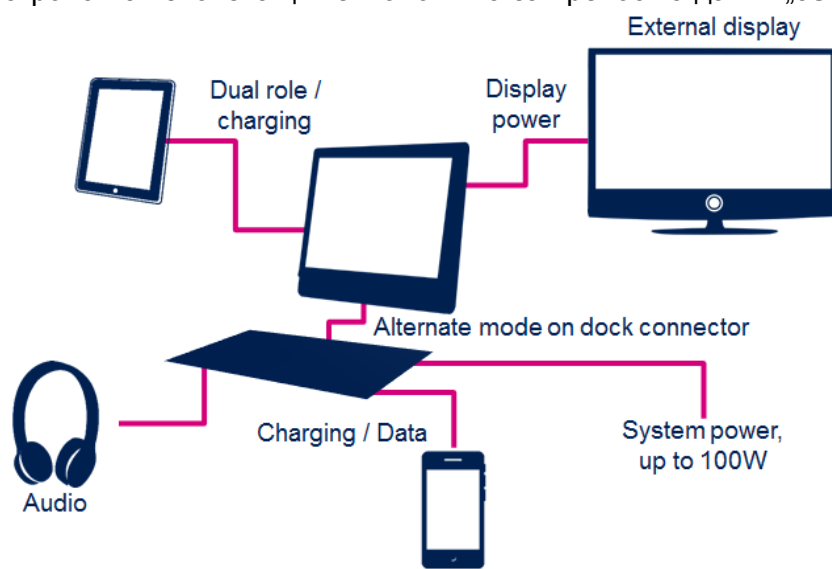
Въведение

USB Type-C или само USB-C [1][2] е спецификация за универсален компактен двустранен 24-контактен конектор за USB устройства и USB кабели [3]. Публикувана е от USB Implementers Forum.[4] Разработена е приблизително по едно и също време с USB 3.1 спецификацията, но за разлика от нея, USB Type-C 1.0 представлява малък реверсивен конектор. USB е серийна шина, т.е. единичните битове на един пакет данни пътуват един след друг. Прехвърлянето на пакетите данни става симетрично по два проводника, по единия от които тече реалният сигнал, а по другия – инвертираният. Приемникът на сигнала модулира разликата в напреженията на дадените сигнали; разликата в напреженията между логическата нула и единица е винаги два пъти по-голяма, така смущаващите сигнали биват елиминирани. Това повишава сигурността на предаване на данни и намалява смущенията. Другите два проводника служат за захранване на включеното устройство. Постигането на високи скорости на пренос със сравнително нисък разход на енергия се постига именно защото не се предават повече сигнали по отделни проводници и не се употребява синхронизиращ сигнал.

USB шината се характеризира с Master-Slave организация, в която едно главно устройство, наричано master или host (най-често компютър) управлява до 127 свързани устройства. Все пак към един USB порт може да се свърже само едно-единствено устройство. Ако се изискват повече на брой устройства, в самия USB порт се слага USB разклонител или т. нар. хъб (Hub), който увеличава броя на възможните свързани устройства. Хъбът използва дървовидна структура, която винаги завършва в хост-контролера. Конекторът USB-C се свързва едновременно и към хоста, и към устройството, заменяйки различните USB-B и USB-A конектори и кабели със стандарт, предназначен да бъде използван дълго време в бъдещето. 24-пиновия двустранен USB-C конектор е с почти същите размери като на Micro-B USB – 8.4 mm на 2.6 mm. Това значи, че е достатъчно малък дори и за най-малките периферни устройства. USB кабел, който използва USB-C конектора, е еднакъв и в двата края. Самият конектор също е еднакъв и няма горна и долна страна, т.е. може да бъде включван и в двете посоки.

Уеднаквяването на стандартите за използване на един и същи вид конектор за различните устройства – периферни устройства и компютърни системи, доведе до появата на USB-C стандарта, позволяващ пренос на данни с много висока скорост, пренос на видео съдържание, както и захранване достигащо до 100W. На фиг. 1 са представени устройства използващи USB-C интерфейс за комуникация.

Фиг. 1. Устройства използващи технологията за пренос на данни „usb Type-C“



Конекторът предоставя 4 двойки с напрежение, 2 различни двойки към USB 2.0 шината за данни (въпреки че е имплементирана само една двойка в USB-C кабела), 4 двойки за високоскоростна шина за данни, 2 странични пина и 2 конфигурационни пина за определяне на ориентацията на кабела, специален двуфазен кодов знак (biphase mark code (BMC)) конфигурационен канал и захранване от +5 V за активни кабели. Свързването на по-старо устройство към хост с конектор от USB-C изисква кабел или адаптер, който има USB-A или USB-B конектор от единия край и USB-C конектор от другия. Кабелите и адаптерите с конектор USB-C не са съвместими.

Изцяло функционалните USB-C кабели са активни, електронно маркирани кабели, които съдържат чип с идентификационна функция, базирана на конфигурационен канал от информация. USB-C устройствата поддържат също и електрически потоци от 1.5 A и 3.0 A под напрежение 5 V в допълнение към изходно ниво 900 mA.

На фигури 2 и 4 са представени двата USB-C конектора – за гнездо и кабел F/M.

Фиг. 2. USB-C конектор (гнездо в устройството)

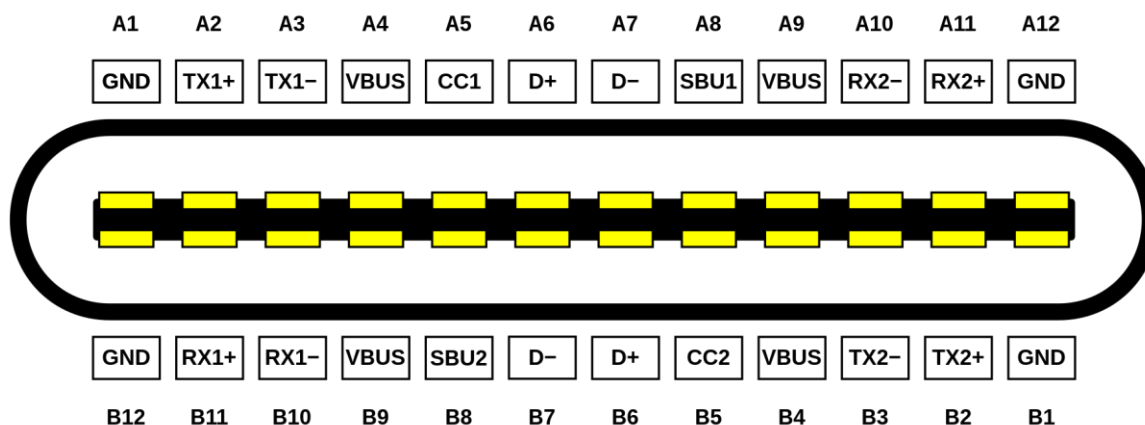


Таблица 1 обобщава предназначението на пиновете на всеки конектор и кабелите.

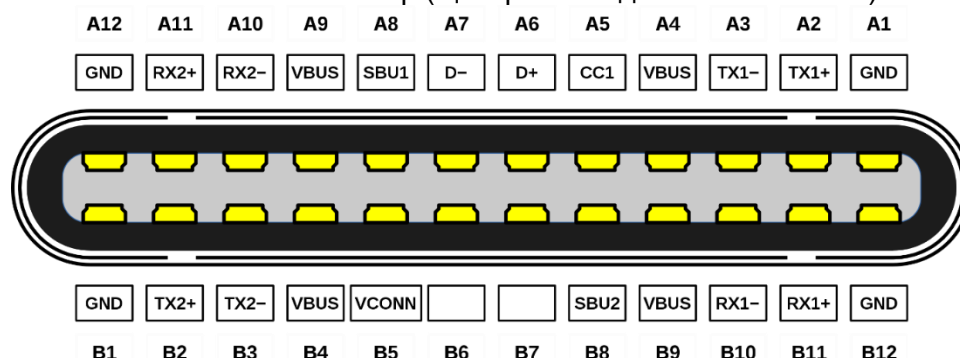
Необходимостта от познаване на функцията на всеки извод от конекторите, от студентите е от изключителна важност. Както е отбелязано по-долу, технологията позволява т.н. „договаряне“ между свързаните устройства, както от към захранване, напрежение и скорост на предаване на данни.

Таблица 1. Предназначение на проводниците в кабела на USB 3.1 Type-C

USB-C конектор 1		USB-C кабел			USB-C конектор 2	
Пин	Име	Цвет на проводника	Име	Описание	Пин	Име
Обвивка	Екран	Оплетка	Екран	Външна оплетка на кабела	Обвивка	Екран
A1, B1, A12, B12	GND	Тенекиена обвивка	GND_PWRt1 GND_PWRt2	Маса (заземяване)	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	V _{BUS}	Червен	PWR_V _{BUS} 1 PWR_V _{BUS} 2	V _{BUS} мощност	A4, B4, A9, B9	V _{BUS}
B5	V _{CONN}	Жълт	PWR_V _{CONN}	V _{CONN} мощност	B5	V _{CONN}
A5	CC	Син	CC	Конфигурационен канал	A5	CC
A6	Dp1	Бял	UTP_Dp	Незащитена усукана двойка, положителен заряд	A6	Dp1
A7	Dn1	Зелен	UTP_Dn	Незащитена усукана двойка, отрицателен заряд	A7	Dn1
A8	SBU1	Червен	SBU_A	Използване на странична лента A (Sideband)	B8	SBU2
B8	SBU2	Черен	SBU_B	Използване на странична лента B (Sideband)	A8	SBU1
A2	SSTXp1	Жълт*	SDPp1	Защитена високоскоростна двойка #1, положителен заряд	B11	SSRXp1
A3	SSTXn1	Кафяв*	SDPn1	Защитена високоскоростна двойка #1, отрицателен заряд	B10	SSRXn1
B11	SSRXp1	Зелен*	SDPp2	Защитена високоскоростна двойка #2, положителен заряд	A2	SSTXp1
B10	SSRXn1	Оранжев*	SDPn2	Защитена високоскоростна двойка #2, отрицателен заряд	A3	SSTXn1
B2	SSTXp2	Бял*	SDPp3	Защитена високоскоростна двойка #3, положителен заряд	A11	SSRXp2
B3	SSTXn2	Черен*	SDPn3	Защитена високоскоростна двойка #3, отрицателен заряд	A10	SSRXn2
A11	SSRXp2	Червен*	SDPp4	Защитена високоскоростна двойка #4, положителен заряд	B2	SSTXp2
A10	SSRXn2	Син*	SDPn4	Защитена високоскоростна двойка #4, отрицателен заряд	B3	SSTXn2

* Цветовете на тези проводници не са стандартизирани.

Фиг. 3 USB-C конектор (щекер на съединителния кабел)



USB-Type-C зареждане на устройства

USB Power Delivery - Power Profiles - USB PD release 2.0

На фиг. 4 са представени шест профила за захранване, които позволява технологията. Всеки профил се характеризира с конкретно напрежение, ток и съответно мощност. Таблица 2 обобщава тези стойности.

Фиг. 4 USB-C Захранващи профили

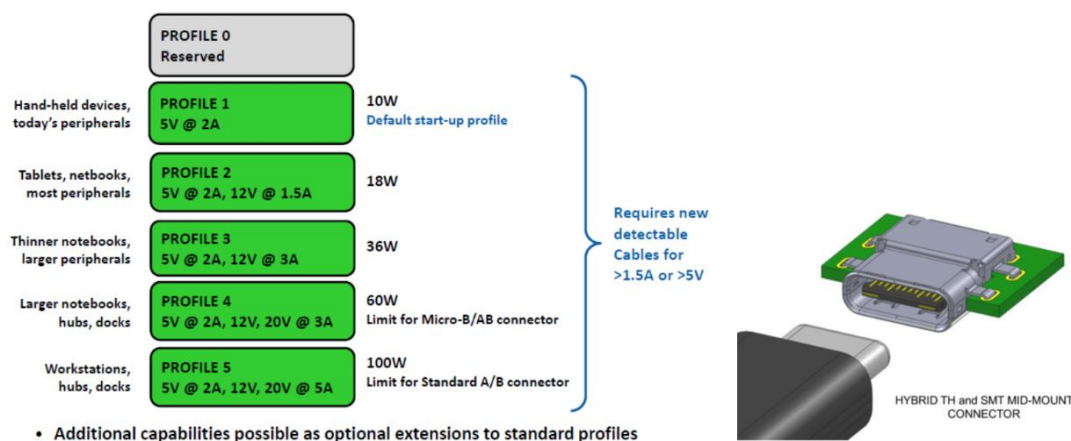


Таблица 2 USB Power Delivery - Power Profiles

	Standard	Include optionality ⁽¹⁾	
"15 W"	5 V @ 3 A (15 W)	5 V @ 3 A (15 W) 8 V @ 1.8 A (15 W)	5 V @ 2 A (10 W) 8 V @ 1.8 A (15 W)
"27 W"	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 12 V @ 2.25 A (27 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 12 V @ 3 A (36 W)
"45 W"	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 15 V @ 3 A (45 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 15 V @ 3 A (45 W) 16 V @ 2.8 A (45 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) X 16 V @ 2.8 A (45 W)
"60 W"	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 15 V @ 3 A (45 W) 20 V @ 3 A (60 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 15 V @ 4 A (60 W) 20 V @ 3 A (60 W)	5 V @ 3 A (15 W) 9 V @ 3 A (27 W) 15 V @ 5 A (75 W) 20 V @ 3 A (60 W)

Преносът на данни при различните спецификации на USB стандартите са представени на фиг. 5.

Фиг. 5. USB пренос на данни

USB Type-A	Micro USB Type-B	Lightning	USB Type-C
			
USB 2.0...480Mbps USB 3.0...5Gbps	USB 2.0...480Mbps	480Mbps相当	USB 3.1 Gen1...5Gbps USB 3.1 Gen2...10Gbps

USB-PD Интерфейс е представен на фиг.6. STM32F0 контролерът, разполага с USB Power Delivery интерфейс. Комуникацията със свързаното устройство се осъществява двупосочно чрез двата пина CC1 и CC2.

Фиг. 6. USB-PD Интерфейс



Изводи

Статията представя възможностите за комуникации, пренос на данни и съществуващите технологии за бързо зареждане през порта „type-c“. Бързото налагане на технологията на пазара на мобилни и периферни устройства, прави технологията изключително необходима за изучаване от студентите по инженерните дисциплини. Изучаването на тази технология от студентите ще доведе до задълбочени знания и умения за работа с технологията „type-c“.

Използвана литература

- [1] C. Huang et al., "An A.I.-Based Fuzzy Logic DC-DC Converter for USB Type-C Charging," 2020 IEEE International Conference on Integrated Circuits, Technologies and Applications (ICTA), 2020, pp. 153-154, doi: 10.1109/ICTA50426.2020.9332002.
- [2] S. Delshadpour, A. Kulkarni and X. Zhang, "A BMC Analog and Digital PHY for USB Type-C Power Delivery," in Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 43, no. 3, pp. 195-202, Summer 2020, doi: 10.1109/CJECE.2020.3007200.
- [3] S. Delshadpour, G. De Raad and L. liu, "A Type-C USB Power Delivery Chip Faced Catastrophic Failure," 2020 IEEE 11th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/LASCAS45839.2020.9069022.
- [4] "USB Power Delivery Specification", достъпен октомври 2021, [online] Available: <http://www.usb.org/developers/powerdelivery/>.

Кореспондиращ автор:

*ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр.Смолян, ул. "Дичо Петров" №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg*

ИЗПОЛЗВАНЕ НА МИКРОКОНТРОЛЕР SEEEDUINO XIAO, ПРИ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ ПО "МИКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНИКА"

Станислав Асенов, Димитър Токмаков
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

USING SEEEDUINO XIAO MICROCONTROLLER, IN TRAINING OF STUDENTS IN "MICROPROCESSOR TECHNOLOGY"

Stanislav Assenov, Dimitar Tokmakov
Plovdiv University "Paisii Hilendarski"
Faculty of Physics and Technology

Abstract: The article presents the possibility of using the SEEEDUINO XIAO microcontroller, with an integrated powerful 32-bit microprocessor, in order to train students majoring in "Hardware and Software Systems" in the discipline "Microprocessor Technology". The main parameters of the microcontroller are analyzed, as well as the main communication interfaces used for communication with various sensors and actuators are presented. A set of three methodical exercises for working with the SEEEDUINO XIAO microcontroller is offered, which can be used by students in engineering specialties. The introduction of the microcontroller in the education of students inevitably leads to an increase in their experience in the field of microprocessor engineering and technology.

Keywords: Microcontroller, sensor, SEEEDUINO XIAO, microprocessor, training

Абстракт: Статията представя възможността от използването на микроконтролера SEEEDUINO XIAO, с интегриран мощен 32 битов микропроцесор, с цел обучение на студенти от специалност „Хардуерни и софтуерни системи“ по дисциплината „Микропроцесорна техника“. Анализирани са основните параметри на микроконтролера, както и са представени основните комуникационни интерфейси, използвани за комуникация с различни сензори и изпълнителни механизми. Предложени са набор от три методически упражнения за работа с микроконтролера SEEEDUINO XIAO, които могат да се използват от студентите в инженерните специалности. Внедряването на микроконтролера в обучението на студентите неминуемо води до повишаване на техния опит в областта на микропроцесорната техника и технологии.

Ключови думи: Микроконтролер, сензор, SEEEDUINO XIAO, микропроцесор, обучение

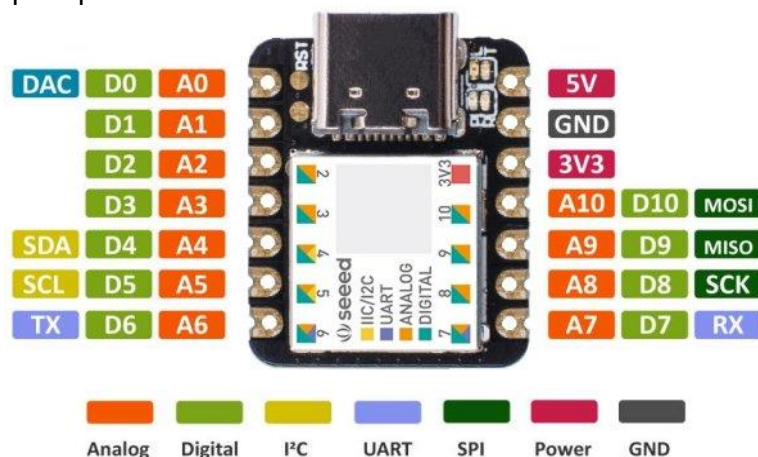
Въведение

Свидетели сме на електронизацията на „глобалното село“. Този процес никога не е бил толкова бурно развиващ се, допреди. Развитието на електрониката и по-специално развитието на микропроцесорната техника, води до интегриране на смарт услуги във всяка иначе привидно обикновена вещ. Като например смарт часовниците привидно са просто часовници, а всъщност вече провеждаме разговори през тях, следим пулс, сатурация и много други.

Микроконтролерите се развиват и усъвършенстват с много бързи темпове. Това налага изучаването на микроконтролерите по „Микропроцесорна техника“ от студентите, обучавани в инженерните специалности. Авторският колектив е твърдо убеден, че бъдещите инженери трябва да се запознаят и изучават новите технологии и разработки в университетите и научните центрове, а не да се сблъскват с тях по време на реалния им живот след като са завършили своето образование. Поради тази причина, авторите смятат, че е от изключителна важност студентите да се обучават на възможно най-съвременни микроконтролери и микропроцесори. Кое то обстоятелство налага и

подмяна на съществуващи лабораторни и практически упражнения с нови и актуални такива по дисциплината „**Микропроцесорна техника**“.

На фигура 1 е представена пинаут диаграмата на един изключително мощен 32 битов микроконтролер **SEEDUINO XIAO**.



Фиг. 1. Пинаут диаграма на SEEDUINO XIAO

Спецификациите на микроконтролера са представени таблично в таблица 1.

Таблица 1. Технически характеристики на микроконтролера

Seeeduno Xiao	
CPU	ARM Cortex-M0+ CPU(SAMD21G18)
Dimensions	20×17.5×3.5mm
Clock Speed	~48MHz
Flash Memory	256KB
SRAM	32KB
Digital I/O Pins	11
Analog I/O Pins	11
I2C interface	1
SPI interface	1
UART interface	1
USB Interface	Type-C
Logic Level	3.3V
Power	3.3V/5V DC

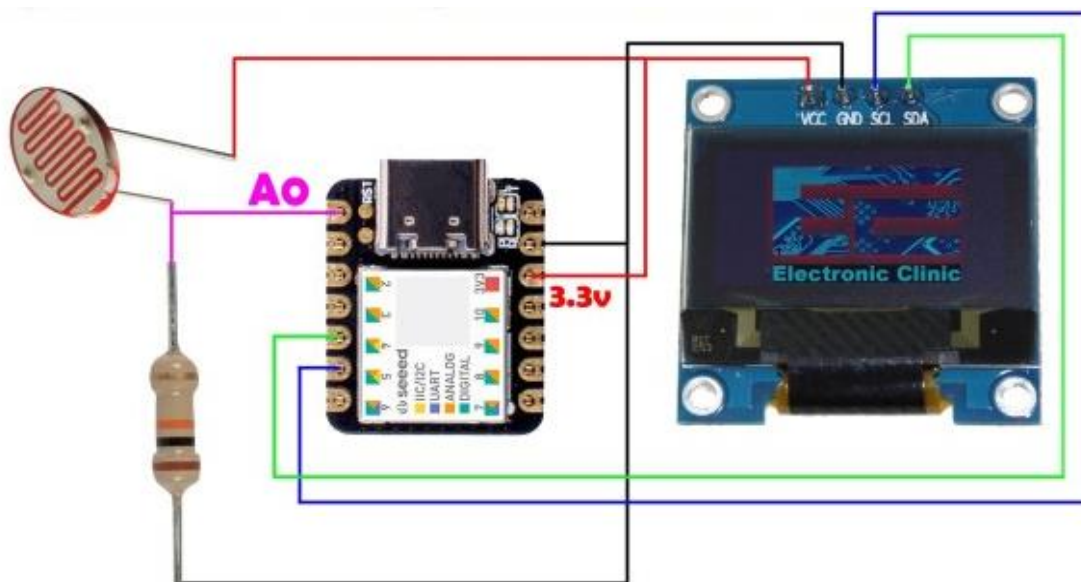
Изборът на микроконтролера Seeeduno Xiao е направен, поради възможността той да бъде програмиран със свободни за използване среди за програмиране Студентите могат да избират една от трите среди:

CircuitPython, MU EDITOR или Arduino IDE [1-2].

В тази статия се представят три методически упражнения, които използват микроконтролера Seeeduino Xiao.

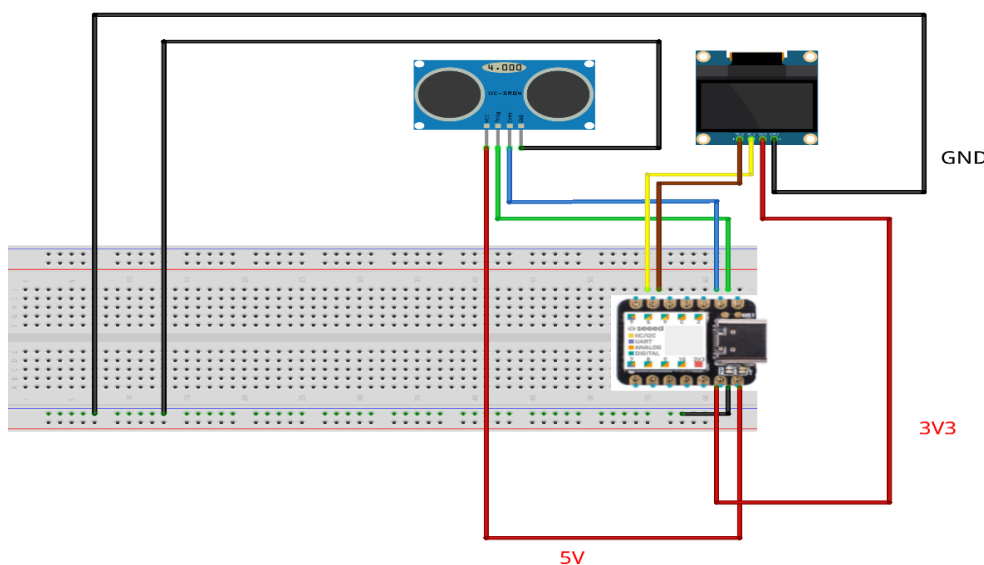
Първата разработка включва използване на фоторезистор и цветен LED дисплей, свързан към микроконтролера посредством SPI комуникационния интерфейс. Целта на упражнението е да запознае студентите с отчитането на аналогов сигнал и преобразуването и визуализирането му на цифровия дисплей.

Опитната постановка е представена на фигура 2.



Фиг. 2. Опитна постановка на упражнението

Второто практическо упражнение се характеризира с използване на ултразвуков сензор и LED дисплей. Студентите трябва да съобразят различните стойности на захранващите напрежения- 3,3V и 5V. Опитната постановка е представена на фигура 3. С практическото упражнението се цели студентите да придобият знания и умения за правилна преценка и методика на свързване и отчитане на стойностите от ултразвуков сензор.

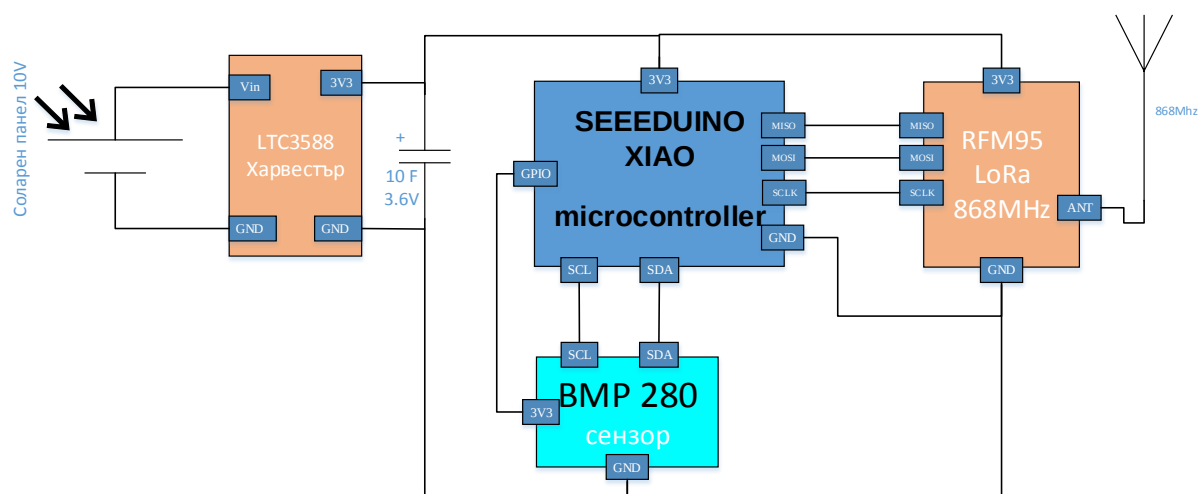


Фиг. 3. Схема на свързване

Разгледан е въпросът със захранване на микроконтролера. С оглед създаване на по-ниско енергийни системи и с цел опазване на околната среда, се представя и без-батерийно захранване на микроконтролера Seeeduino Xiao. Системата е изградена от микроконтролер Seeeduino Xiao, BMP 280 температурен сензор, LoRaWAN трансивър, харвестърна система LTC3588, 10V соларен панел и за съхранение на енергията се използва суперкондензатор 10F. Опитната постановка е представена на фигура 4.

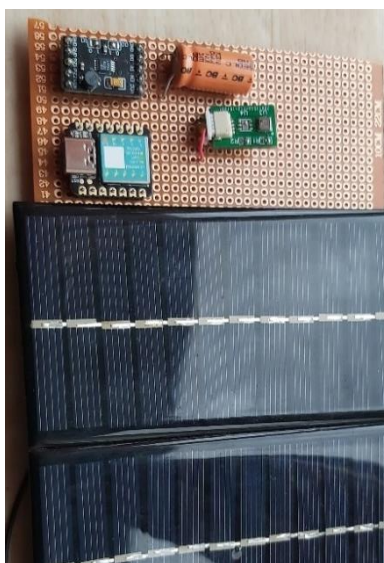
Ниската консумация на микроконтролера позволява използването на без-батерийно захранване [3-4]. Нискоенергийният режим „deep sleep“ изразходва едва 0,0004A.

Ключов момент в разработката, е фактът че студентите трябва да програмират микроконтролера с цел максимално редуциране на консумираната енергия, за да се осигури достатъчен заряд на кондензатора. Стойностите на суперкондензатора също могат да се изменят, което води до придобиване на опит и иновативност у студентите.



Фиг. 4. Опитна постановка с без-батерийно захранване

Реализиран сензорен възел, използващ микроконтролер Seeeduino Xiao е представен на фигура 5.



Фиг. 3. Реализиран без-батериен сензорен възел

Заключение:

Статията представя възможността от използването на микроконтролера seeeduino xiao, с интегриран мощен 32 битов микропроцесор, с цел обучение на студенти от специалност „Хардуерни и софтуерни системи“ по дисциплината „Микропроцесорна техника“.

Предложени са набор от три методически упражнения за работа с микроконтролера SEEEDUINO XIAO, които могат да се използват от студентите в инженерните специалности. Внедряването на микроконтролера в обучението на студентите неминуемо води до повишаване на техния опит в областта на микропроцесорната техника и технологии.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] About LoRa Alliance® - LoRa Alliance® (lora-alliance.org)meshtastic.org
- [2] What is LoRaWAN® Specification - LoRa Alliance® (lora-alliance.org)
- [3] Release 1.3.0 - Improve upload speed logic and update dependencies · esphome/esphome-flasher · GitHub
- [4] Simple Solar Power - News - SparkFun Electronics

Благодарности:

Авторите изказват своите благодарности на национална програма „Млади учени и постдокторанти“ към Министерство на Образованието и Науката, за финансовата подкрепа.

Кореспондиращ автор:

*ас. д-р инж. Станислав Асенов,
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров“ №28,
тел: +359878923489,
e-mail: s.asenov@uni-plovdiv.bg*

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКСПОЗИЦИЯТА НА ШУМА ПРИ РАБОТА С ПЪТНО-СТРОИТЕЛНА ТЕХНИКА

Огнян Сливаров, Петър Василев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

INVESTIGATION OF NOISE EXPOSURE WHEN WORKING WITH ROAD CONSTRUCTION ENGINEERING

Ognyan Slivarov, Petar Vassilev

„Paisii Hilendarski” University of Plovdiv

Abstract: Drivers of road construction machinery are exposed to a number of risk factors regarding safe working conditions. One such factor is the noise emanating from the machines. For the most part, these machines are designed with sound-absorbing materials so as to reduce the exposure to which their drivers are exposed. Noise control is essential for safe operation as well as cost-effectiveness.

Key words: *exposure, noise, duration of exposure*

Резюме: Водачите на пътно-строителните машини са подложени на множество рискови фактори относно безопасните условия на труд. Един такъв фактор е шума, произтичащ от машините. В голямата си част тези машини са проектирани с шумопоглъщащи материали, така че да се намали експозицията на която са подложени водачите им. Контролът на шума е от съществено значение за безопасната работа, както и за икономическата ефективност.

Ключови думи: *експозиция, шум, продължителност на въздействие*

1. Въведение

Шумът по своето здравословно значение е на едно от първите места сред неблагоприятно действащите физични фактори на работната среда. Нарастването на производствените източници на шум нерядко се съпровожда и от влошаване на шумовите параметри и води до увеличаване както на професионалните групи, експонирани на наднормени шумови нива, така и на професионалния риск от шумови увреждания и заболявания.

Целта на изследването е да покаже каква е експозицията на шум на която са подложени водачите на различни видове пътно-строителните машини – товарни автомобили, багери, трактори.

Машините са избрани на случаен принцип, като единственото условие за изследването им е по-често срещаните в региона на област Смолян, Р България.

При изследването, машините са групирани по вид.

Измерените стойности на шум са оценени и сравнени по нормативните актове, приложими в Р България и в Европейския съюз. Нормите са определени в Наредба № 6 от 15.08.2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на шум, а методиката на измерване съответства на БДС ISO 1999:2014 Акустика. Определяне въздействието на шума при работа и оценяване увреждането на слуха, причинено от шум.

2. Методика на изследването

В БДС ISO 1999:2004 е представена методиката за определяне на „Ниво на въздействие на шума, стандартизирано за номинален работен ден от 8 часа - (Lex,8h)",

което според Наредба № 6 от 15.08.2005 г. представлява "дневно ниво на експозиция на шум (Lex,8h)".

От посочената методика става ясно, че при по-продължително време на въздействие, работникът ще е подложен на по-висока експозиция, като при осем часов работен ден, експозицията ще е равна на отчетеното от уреда еквивалентно продължително А-претеглено ниво на звуково налягане $L_{Aeq,T}$.

Когато продължителността на въздействие е по-малка от 8 часа, то е необходимо изчисляването на „Ниво на въздействие на шума, стандартизирано за номинален работен ден от 8 часа - (Lex,8h)".

При измерването на шума са спазени изискванията на посочения стандарт за условията на измерване, като отчетеният шум ще бъде сумарен шум от мотора /ел.двигател/, движението на машината /въздушното съпротивление/ и т.н.

Спазени са изискванията за използване на уред за измерване на шум. Това е интегриращ уред за измерване нивото на звука 2238 Mediator, който е калибриран от акредитирана лаборатория. Преди всяко измерване, уредът е контролиран със звуков калибратор, който също е калибриран от акредитирана лаборатория.

Уредът автоматично отчита върхово ниво на звуково налягане и еквивалентното продължително А-претеглено ниво на звуково налягане $L_{Aeq,T}$.

3. Изследване на шума

Изследван е шума при работа на следните пътно-строителни машини:

- KAMA3 5511;
- DAF cf 85;
- MAN TGS ;
- Багери: Комбиниран багер „JCB”; Колесен багер „ATLAS 1304”; Челен товарач „ATLAS 52 D”; Мини багер „Бобкат”;
- Трактори колесни - “Универсал” 651 М ; ЮМЗ 6Л; „ТК-80”;
- Трактори верижни - Т 170; ДТ 75.

Изследвани параметри:

- върхово звуково налягане (p_{peak});
- еквивалентното продължително А-претеглено ниво на звуково налягане $L_{Aeq,T}$;
- дневно ниво на експозиция на шум (Lex,8h);
- времето на въздействие на шума върху водача;
- вид и модел на товарни автомобили;
- вид и модел на строителна техника.

Измерванията са направени при определени условия на работа на машините:

- вид на настилка на пътя – асфалт, каменна, черен път
- движение на автомобила - с товар или без товар
- състояние на настилка на пътя – мокра, суха, снежна, равна, неравна, хоризонтална, при спускане, при изкачване
- време на измерването / време на въздействие / – измерва се за целия период на работа, като е отчетено, че през периода на измерване, характера на шума е бил променлив.

4. Резултати от изследването

Резултатите за изчислената експозиция са получени като се отчита времето на въздействие при работа с машината.

Резултатите за измереното еквивалентно ниво на шум се отчита чрез времето на измерване – направени са по три измервания, всяко с продължителност 5 минути.

Таблица 1. Пътно-строителни машини от типа специализирани

	Източник на шум	Време на въздействие, min	Измерено еквивалентно ниво, dB	Измерено върхово ниво на звуково налягане, dB	Изчислена стойност на Дневно ниво на експозиция на шум, dB
1	MAN TGS	240	72	91	69
2	MAN TGS	240	72	90	69
3	MAN TGS	300	72	92	70
4	MAN TGS	360	73	96	72
5	MAN TGS - Бетоновоз	360	70	92	69
6	MAN TGS - Бетоновоз	420	73	91	72
7	MAN TGS	420	75	84	74
8	MAN TGS	420	74	83	73
9	MAN TGS	420	75	85	74

Таблица 2. Пътно-строителни машини с товароподемност до 20 тона.

	Източник на шум	Време на въздействие, min	Измерено еквивалентно ниво, dB	Измерено върхово ниво на звуково налягане, dB	Изчислена стойност на Дневно ниво на експозиция на шум, dB
1	2	3	4	5	6
1	КАМАЗ 5511	180	73	97	69
2	КАМАЗ 5511	240	78	102	75
3	КАМАЗ 5511	240	76	95	73
4	КАМАЗ 5511	240	77	96	74
5	КАМАЗ 5511	240	78	95	75
6	КАМАЗ 5511	240	74	98	71
7	КАМАЗ 5511	240	77	98	74
8	КАМАЗ 5511	240	77	95	74
9	КАМАЗ 5511	240	72	91	69
	КАМАЗ 5511	360	76	94	75
	КАМАЗ 5511	360	76	94	75
	КАМАЗ 5511	360	80	87	78
	КАМАЗ 5511	360	79	87	78
	КАМАЗ 5511	360	78	88	77
	КАМАЗ 5511	480	76	105	76
	КАМАЗ 5511	480	75	104	75
	КАМАЗ 5511	480	77	104	77

Таблица 3. Пътно-строителни машини от типа багери

	Източник на шум	Време на въздействие, min	Измерено еквивалентно ниво, dB	Измерено върхово ниво на звуково налягане, dB	Изчислена стойност на Дневно ниво на експозиция на шум, dB
1	DAF cf 85	480	69	91	69
2	DAF cf 85	480	68	90	68
3	DAF cf 85	480	69	90	69
4	DAF cf 85	480	68	88	68
5	DAF cf 85	480	69	92	69

Таблица 4. Пътно-строителни машини от типа трактори

	Източник на шум	Време на въздействие, min	Измерено еквивалентно ниво, dB	Измерено върхово ниво на звуково налягане, dB	Изчислена стойност на Дневно ниво на експозиция на шум, dB
1	Булдозер Т 170	180	80	103	76
2	Трактор ДТ 75	300	72	98	70

Таблица 5. Пътно-строителни машини от типа багери-товарачи

	Източник на шум	Време на въздействие, min	Измерено еквивалентно ниво, dB	Измерено върхово ниво на звуково налягане, dB	Изчислена стойност на Дневно ниво на експозиция на шум, dB
	2	3	4	5	6
	Колесен багер - товарач	120	81	90	75
	Мини багер „Бобкат“	120	85	104	79
	Мини багер „Бобкат“	180	84	112	80
	Багер Беларус	180	78	96	74
	Багер JCB - 4 CX	240	73	93	70
	Багер JCB - 3 CX	240	73	92	70
	Трактор Универсал,	240	75	98	72
	Колесен трактор ЮМЗ	240	79	86	76
	Колесен трактор „ТК“,	240	80	90	77
	Трактор ЮМЗ Е 05 15	240	79	88	76
	Багер Болгар	300	78	106	76
	Комбиниран багер „JCB“,	360	74	100	73
	Багер товарач „JCB 3“,	360	72	95	71
	Колесен багер „ATLAS 1304“	360	73	92	72
	Челен товарач „ATLAS 52 D“	360	72	93	71
	Челен товарач	360	73	94	72
	Колесен багер „ATLAS 1302“	360	73	94	72
	Багер	360	77	87	76

5. Изводи

1. Изчислената стойност на Дневно ниво на експозиция на шум не превишава нормите предвидени в Наредба № 6 от 15.08.2005 г.

2. Измереното еквивалентно ниво на шум е под нормите предвидени в Наредба № 6 от 15.08.2005 г. /с изключение на три машини/.

3. Изследваните пътно-строителни машини не представляват риск за здравето на водачите им.

ЛИТЕРАТУРА

БДС ISO 1999:2004 Акустика. Определяне въздействието на шума при работа и оценяване увреждането на слуха, причинено от шум

Наредба № 6 от 15.08.2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на шум.

Станева Г., Станев Л. Влияние на шума в транспортните машини върху функционалното и физиологичното състояние на човека. РУ „Ангел Кънчев”.

Кореспондиращ автор:

доц. д-р инж. Огнян Владимиров Сливаров,

гр. Смолян, ул. „Дичо Петров” № 28,

тел.: 0877992721,

e-mail. slivarovmt@uni-plovdiv.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ ИЗНОСВАНЕТО НА ТРИЕЩИ ДВОЙКИ В ПРОЦЕС НА СРАБОТВАНЕ

Огнян Сливаров, Райчо Минчев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

INVESTIGATION OF FRICTION COUPLE WEAR IN PROGRESS

Ognyan Slivarov, Raicho Minchev

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski“

Abstract: In automotive technology, there are many elements that work in pairs by making contact on cylindrical surfaces. Such elements are called pairs. Their reliability depends largely on the initial work after production or restoration. The reliability of the pairs depends not only on the design indicators and manufacturing technology but also on the operation of these pairs in the initial period of operation of the machines.

Key words: Operation, pairs, reliability

Резюме: В автомобилната техника има множество елементи, които работят по двойки като осъществяват контакт по цилиндрични повърхнини. Такива елементи се наричат двойци. Тяхната надеждност зависи до голяма степен от първоначалната работа след производство или възстановяване. Надеждността на двоиците зависи не само от конструктивните показатели и технологията на изработване, но и от сработването на тези двойки в началния период на експлоатация на машините.

Ключови думи: Сработване, двоици, надеждност.

1. Въведение

Процесът на сработване на работната повърхност на триещите двоици от транспортната техника се явява най-важния и отговорен период, влияещ на трайността при експлоатация на машините.

Обикновено сработването, характерът и времето на неговото протичане може да се управляват с качеството на работната повърхност на детайлите и с качеството на режима на провеждането му.

Един от важните фактори, влияещи на режима на провеждане на сработването, е използването на различни масла или добавки към тях.

Към маслата се добавят различни съединения с цел намаляване на триенето, намаляване на износването или възстановяване на повредени повърхнини.

Противозадирните присадки или присадките за високи налягания съдържат различни съединения на сярата, хлора или фосфора. Встъпвайки в химическа реакция с метала, присадката образува на повърхността неактивен защитен слой, който предотвратява задирането.

Противоизносните присадки образуват твърди гранични слоеве, които са предназначени за намаляване на триенето и износването на работните повърхности на детайлите. Тези присадки, за разлика от противозадирните, встъпват в реакция с метала при ниски температури и налягания, т. е. в условия характерни за нормалния процес на износване на детайлите.

Използването на горепосочените добавки към маслата е особено ефективно в процеса на сработване и това е изключително важно при работа на триеща двоица „закален метал-антифрикционна сплав“, които са типични за двоиците „колянов вал-

основни лагери”, „колянов вал-мотовилкови лагери”, „бутален болт-мотовилкова втулка” и др.

Все по-често като добавки към двигателните масла се използват т.н. полимерни антифрикционни съединения. Целта на тези добавки е повишаване на дълготрайността на триещите двоици в двигателя, в случаите на наличие на механични повреди, като микрорупкнатини, задирания, износване и др.

Тези антифрикционни съединения, се натрупват в местата на задиране и по този начин ги „запушват”. Ефектът от това е увеличаване на налягането в маслената система и намаляване на триенето между триещите двоици.

Трябва да се отбележи и факта, че тези добавки трябва да се прилагат внимателно, тъй като прекалената им употреба може да доведе до увеличено износване. Най-често такива добавки се използват в по-стари двигатели

2. Цел и обект на изследване

Цел на настоящата работа е сравнителното изследване на износването на триещи двоици в ДВГ, работещи в среда от синтетично масло с добавка на полимерни антифрикционни съединения.

Обект на изследване са еталонни образци, изработени от стомана Ст 45, закалени с ТВЧ до твърдост 48-52 HRC, работещи в триеща двойка с лагерна сплав на медна основа БО-30 (Фиг.1) и на алуминиева основа АО-20 (Фиг.2).



Фиг.1. Триеща двойка-ролка и сегмент с лагерна сплав на медна основа БО-30



Фиг.2. Триеща двойка-ролка и сегмент с лагерна сплав на алуминиева основа АО-20

Химическият състав на антифрикционните материали, използвани за изработване на плъзгащи лагери от транспортната техника е приведена в табл. 1.

Таблица 1. Химически състав на лагерни сплави.

№	Наименование	Химичен състав, %					
		Cu	N	Zn	Sn	Pb	Sb
1	БО 30	70	0,3	0,1	0,2	28	
2	АО 20	1,44	Ост.		20,72		

2. Методика на изследване

Сравнителното изследване на влиянието на смазващата среда на трибологичните характеристики на работната повърхност на триещите двоици в процеса на сра-

ботване е проведено на машина за триене и износване по схемата „ролка-сегмент” (Фиг. 3) в условията на течено смазване при относителна скорост на плъзгане 2,4 m/s и честота на въртене на ролката - 900 min⁻¹.



Фиг.3. Триещи двойци по схемата „ролка-сегмент” - общ изглед

Усилието върху сегментите е прието 1000 N, което осигурява налягане 5 МПа. Тези стойности са избрани в съответствие с характера на работа и натоварването на плъзгащите лагери от транспортната техника. Натоварването на триещата двойца се извършва безстепенно със скорост 1,0 МПа/min.

3. Анализ на експерименталните резултати

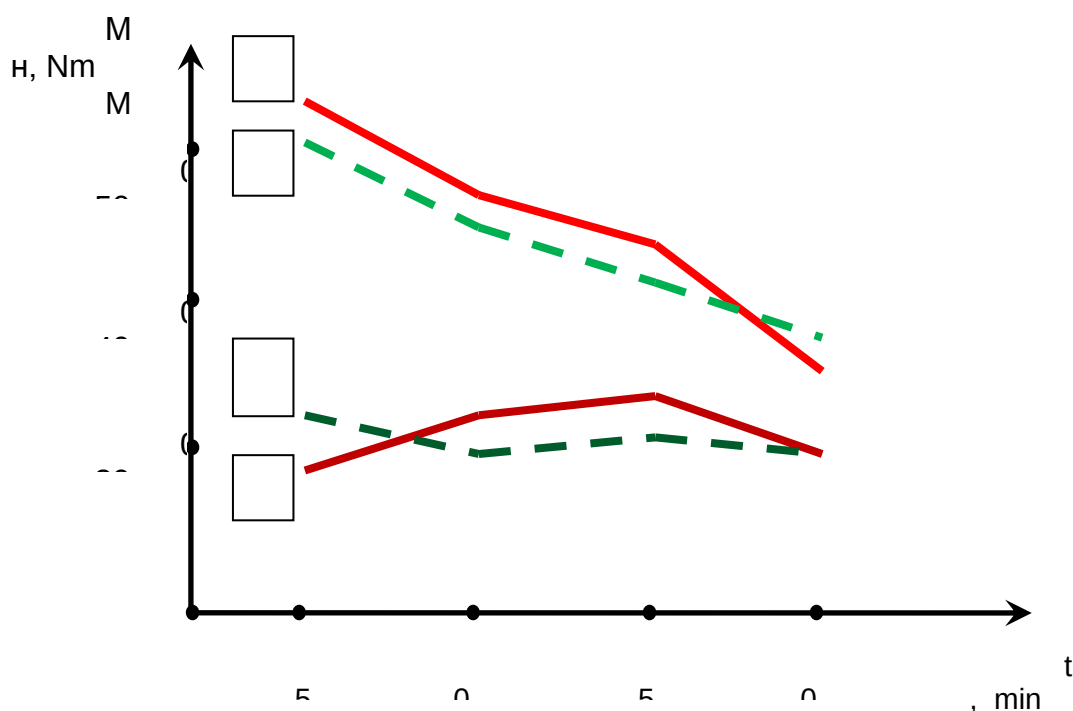
В съответствие със стандартното определение на понятието „сработване”, практически за оценка на интензивността на протичащите процеси на сработване може да служи изменението на силите на триене, респективно триещите моменти, скоростта на износване, изменението на качеството на работната повърхност, температурата и др. показатели.

В таблица 2 са представени резултатите от сравнителното изпитване след съответната обработка. Резултатите се отнасят за стойности на изменението на момента на триене в зависимост от средата на смазване за триеща двойка „Ст 45 – БО 30”

Таблица 2

Вид параметър		Синтетично масло 10w40	Синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения							
			15	30	45	60	15	30	45	60
Време за сработване	t, min		15	30	45	60	15	30	45	60
Триещ момент след натоварване	Mn, Nm		0,56	0,49	0,48	0,38	0,51	0,46	0,45	0,41
Триещ момент след сработване	Mc, Nm		0,28	0,34	0,36	0,30	0,33	0,30	0,31	0,40
	ΔMc, Nm		0,28	0,15	0,12	0,08	0,18	0,16	0,14	0,01

На фигура 4 е показано изменението на триещия момент в процеса на сработване за триеща двойца „Ст45 -БО 30”.



Фиг. 4. Динамика на изменение на триещият момент на двоица Ст 45 – БО 30 в процеса на сработване

1,4 – триещи моменти след натоварване и след сработване със синтетично масло 10w40;

2,3 – триещи моменти след натоварване и след сработване със синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения

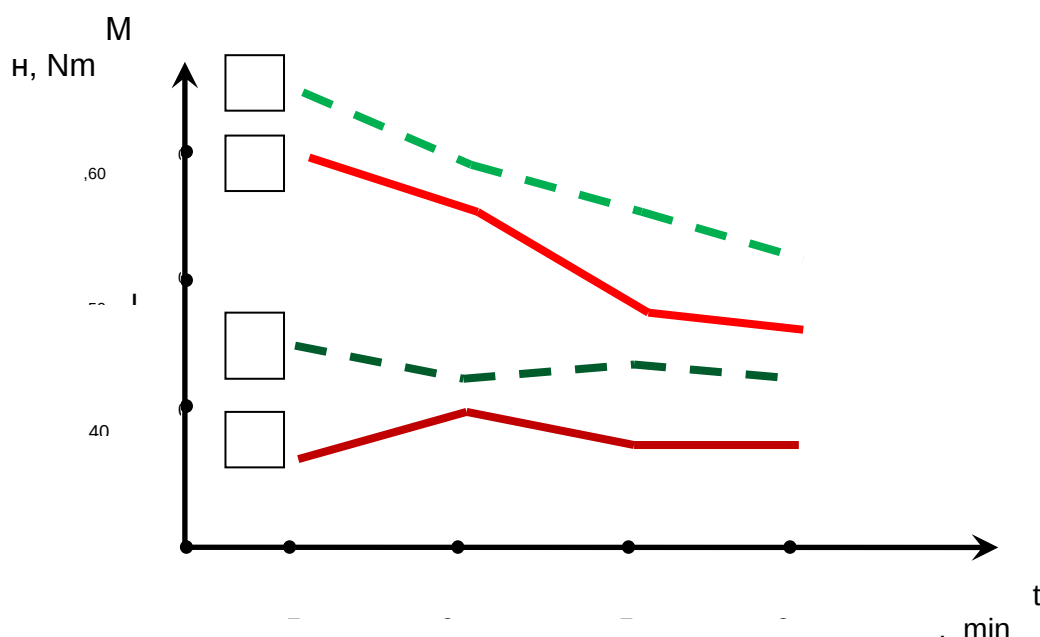
Изменението на момента на триене при изпитването на образците със синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения, сработващите процеси са протекли с по-голяма интензивност (особено в първоначалния етап), докато при образците, работещи със синтетично масло 10w40, сработващите процеси са протекли с по-малка интензивност.

В таблица 3 са представени резултатите от сравнителното изпитване след съответната обработка. Резултатите се отнасят за стойности на изменението на момента на триене в зависимост от средата на смазване за триеща двойка „Ст 45 – АО 20”

Таблица 3

Вид параметър	t, min	Синтетично масло 10w40				Синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения			
		15	30	45	60	15	30	45	60
Време за сработване	t, min	15	30	45	60	15	30	45	60
Триещ момент след натоварване	Mn, Nm	0,66	0,60	0,56	0,52	0,61	0,56	0,49	0,48
Триещ момент след сработване	Mc, Nm	0,46	0,42	0,43	0,42	0,36	0,41	0,39	0,39
	ΔMc , Nm	0,20	0,18	0,13	0,10	0,25	0,15	0,10	0,09

На фигура 5 е показано изменението на триещия момент в процеса на сработване за триеща двойца „Ст45 3 – АО 20”.



Фиг. 5. Динамика на изменение на триещият момент на двойца Ст 45 – АО 20 в процеса на сработване

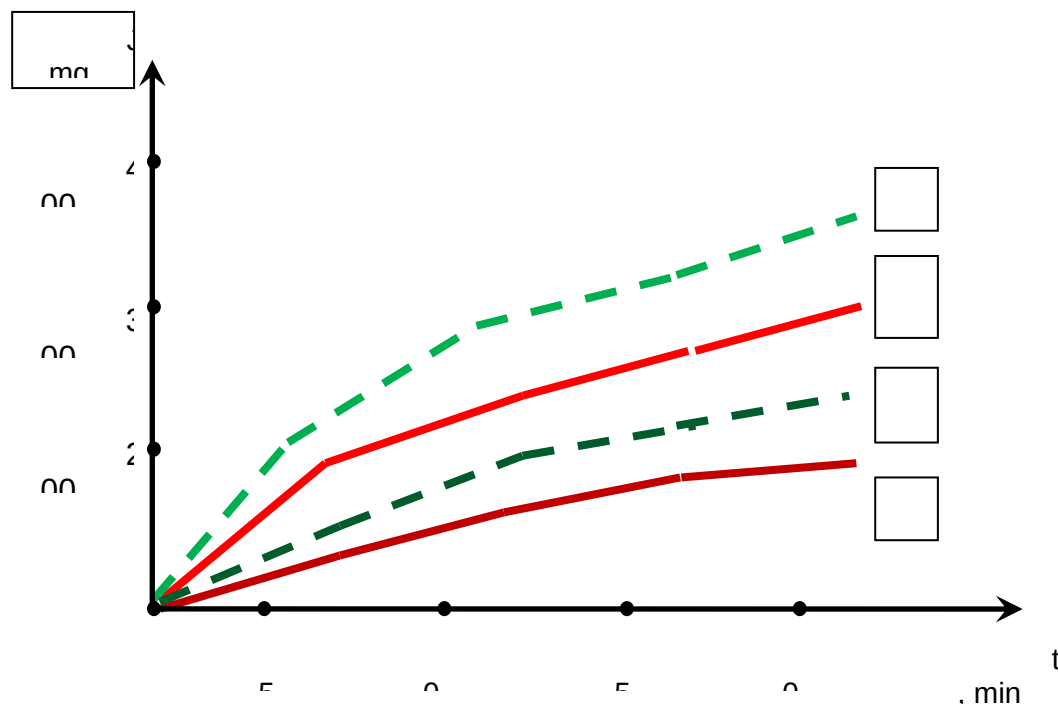
1,3 – триещи моменти след натоварване и след сработване със синтетично масло 10w40;

2,4 – триещи моменти след натоварване и след сработване със синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения

Разглеждайки критерият „скорост на сработване” в първоначалния период, влиянието на добавката полимерни антифрикционни съединения към синтетичното масло е ускорило процеса на сработване, като при лагерна сплав БО 30 е по-голяма от тази при лагерна сплав АО 20 при сработване на двойците.

Скоростта на сработване в края на процеса се е намалила и за двете триещи двойци.

Докато за критерия „скорост на сработване” е желателно да се получават по-високи стойности, то за критерия „скорост на износване” е препоръчително да се получат значително по-малки стойности. Получените резултати показват, че големината на износването за единица време от максимална в началото на процеса на сработване достига до постоянна в условията на установяващ (стабилизиращ) се процес на режима на работа на триещите се двойци. Характерът на изменение на динамиката на износване показва, че той е сходен и идентичен и при двата вида триещи двойци (Фиг.6).



Фиг. 6. Динамика на изменение на износването на триещите двоици и в процеса на сработване

1,2 – Ст 45 – АО 20 със синтетично масло 10w40;

3,4 – Ст 45 – БО 30 със синтетично масло 10w40 с добавка полимерни антифрикционни съединения

Скоростта на износване е намаляла за триещи двоици „Ст453-БО30” в края на процеса на сработване при използване на добавката полимерни антифрикционни съединения и е по-голяма от тази за двоици „Ст453-АО20”.

Изводи

1. Добавянето на полимерни антифрикционни съединения в синтетично масло ускорява процеса на сработване за двоиците „Ст453-БО30”, „Ст453-АО20”, като за първата ускорението е незначително спрямо вторите.
2. Износването на двоиците в процеса на сработване е нараснало за двоица „Ст453-Бо30” и намаляло за двоица „Ст4534-АО20”, което показва че сработването на антифрикционни материали на алуминиева основа с добавката с полимерни антифрикционни съединения към синтетично масло е значително по-ефективно.

Литература

Станев Л. Изследване процеса на сработване и износване на ремонтирани двигатели от селскостопанската техника при производствено прогонване, Русе, 1989.

Станев Л. Изследване влиянието на смазващата среда върху изменението на триботехническите характеристики в процеса на сработване. РУ „Ангел Кънчев”.

доц. д-р инж. Огнян Владимиров Сливаров
гр. Смолян, ул. „Дичо Петров” № 28,
тел.: 0877992721,
e-mail. slivarovmt@uni-plovdiv.bg

