

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

UNIVERSITY OF RUSE “Angel Kanchev”
РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “Ангел Кънчев”

BSc, MSc and PhD Students & Young Scientists
Студенти, докторанти и млади учени

PROCEEDINGS

Volume 61, book 3.3.

Electrical Engineering, Electronics and Automation
&
Communication and Computer Technologies

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том 61, серия 3.3.

Електротехника, електроника и автоматика
&
Комуникационна и компютърна техника

Ruse
Русе
2022

Volume 61 of PROCEEDINGS includes the papers presented at the scientific conference RU & SU'22, organized and conducted by University of Ruse "Angel Kanchev" and the Union of Scientists - Ruse. Series 3.3. contains papers reported in the Electrical Engineering, Electronics and Automation & Communication and Computer Technologies sections.

Book	Code	Faculty and Section
Agrarian and Industrial Faculty		
1.1.	FRI-ONLINE-1-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	FRI-ONLINE-1-MR	Maintenance and Reliability
	FRI-ONLINE-1-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	FRI-ONLINE-1-EC	Ecology and Conservation
	FRI-ONLINE-1-ID	Industrial Design
1.2.	WED-ONLINE-SSS-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	WED-ONLINE-SSS- MR	Maintenance and Reliability
	WED-ONLINE-SSS-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	WED-ONLINE-SSS-EC	Ecology and Conservation
	WED-ONLINE-SSS-ID	Industrial Design
Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering		
2.1.	FRI-ONLINE-1-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
2.2.	WED-ONLINE-SSS-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
Faculty of Electrical Engineering Electronics and Automation		
3.1.	FRI-ONLINE-1-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
3.2.	FRI-ONLINE-1-CCT	Communication and Computer Technologies
3.3.	THU-ONLINE-SSS-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
	THU-ONLINE-SSS-CCT	Communication and Computer Technologies
Faculty of Transport		
4.1.	FRI-2.209-1-TMS	Transport and Machine Science
4.2.	FRI-2.204-SITSTL	Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics
4.3.	WED-ONLINE-SSS-TMS	Transport and Machine Science
Faculty of Business and Management		
5.1.	FRI-ONLINE-1-EM	Economics and Management
5.2.	FRI-ONLINE-1-LIPC	Linguoculturology, Intercultural and Political Communication
5.3.	THU-ONLINE-SSS-EM	Economics and Management
5.4.	FRI-ONLINE-1-ESIS	European Studies and International Security
8.2.	FRI-ONLINE-1-SW	Social Work
Faculty of Natural Sciences and Education		
6.1.	FRI-ONLINE-1-MIP	Mathematics, Informatics and Physics
6.2.	FRI-ONLINE-1-PP	Pedagogy and Psychology
6.3.	FRI-ONLINE-1-LL	Linguistics and Literature
	FRI-ONLINE-1-AS	Art Studies
6.4.	FRI-ONLINE-1-ERI	Education - Research and Innovations

6.5.	THU-ONLINE-SSS-FM	Financial Mathematics
	THU-ONLINE-SSS-PP	Pedagogy and Psychology
Faculty of Law		
7.1.	FRI-ONLINE-1-LS	Law Studies
7.2.	FRI-ONLINE-1-NS	National Security
7.3.	MON-ONLINE-SSS-L	Law Studies
Faculty of Public Health and Health Care		
8.1.	FRI-ONLINE-1-HP	Health Promotion
8.3.	FRI-ONLINE-1-HC	Health Care
8.4.	FRI-ONLINE-1-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
8.5.	THU-ONLINE-SSS-HP	Health Promotion
	FRI-ONLINE-SSS-HC	Health Care
	THU-ONLINE-SSS-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
Quality of Education Directorate		
9.1.	FRI-ONLINE-QHE	Quality of Higher Education
Razgrad Branch of the University of Ruse		
10.1.	FRI-LCR-1-CT(R)	Chemical Technologies
10.2.	FRI-LCR-1-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
10.3.	TUE-ONLINE-SSS-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
	TUE-ONLINE-SSS-CT(R)	Chemical Technologies
Silistra Branch of the University of Ruse		
11.1.	FRI-ONLINE-DPM(S)	Didactics, Pedagogy and Methodology of training in...
	FRI-ONLINE-LTLHF(S)	Linguistics; Theory of Literature and History; Philosophy
	FRI-ONLINE-ELENSTS(S)	E-Learning; Electrical; Technical Sciences
11.2.	FRI-ONLINE-SSH(S)	Humanities
	FRI-ONLINE-SSS-PPTM(S)	Pedagogy, Psychology, and Teaching Methodology
	FRI-ONLINE-SSS-TS(S)	Technical Sciences

The papers have been reviewed.

ISSN 1311-3321 (print)

ISSN 2535-1028 (CD-ROM)

ISSN 2603-4123 (on-line) Copyright © authors

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.

The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PROGRAMME COMMITTEE

- **Prof. Amar Ramdane-Cherif**
University of Versailles, France
- **Assoc. Prof. Manolo Dulva HINA**
ECE Paris School of Engineering, France
- **Prof. Leon Rothkrantz**
Delft University of Technology, Netherlands
- **Assoc. Prof. Antonio Jose Mendes**
University of Coimbra, Portugal
- **Prof. Ville Leppanen**
University of Turku, Finland
- **Assoc. Prof. Marco Porta**
University of Pavia, Italy
- **Prof. Douglas Harms**
DePauw University, USA
- **Prof. Zhanat Nurbekova**
L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur Sultan, Kazakhstan
- **Prof. Mirlan Chynybaev**
Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyzstan
- **Prof. Ismo Hakala, PhD**
University of Jyväskylä, Finland
- **Prof. Artur Jutman, PhD**
Tallinn University of Technology, Estonia
- **Prof. RNDr. Vladimir Tvarozek, PhD**
Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
- **Assoc. Prof. Ing. Zuzana Palkova, PhD**
Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovakia
- **Andrzej Tutaj, PhD**
AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland
- **Prof. Valentin NEDEFF Dr. eng. Dr.h.c.**
“Vasile Alecsandri” University of Bacău, Romania
- **Cătălin POPA, PhD**
“Mircea cel Bătrân” Naval Academy, Constantza, Romania
- **Prof. dr Larisa Jovanović**
Alfa University, Belgrade, Serbia
- **Prof. dr hab. Edmund LORENCOWICZ**
University of Life Sciences in Lublin, Poland
- **Assoc. Prof. Ion MIERLUS - MAZILU, PhD**
Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania
- **Prof. Dojčil Vojvodić PhD**
Faculty of Philosophy, University of Novi Sad, Serbi
- **Assoc. Prof. Alexandrache Carmen, PhD**
Department of Teacher Training, “Dunarea de Jos”, Galati University, Romania
- **Prof. Alberto Cabada**
University of Santiago de Compostela, Faculty of Mathematics, Santiago de Compostela, Spain
- **Kamen Rikev, PhD**
Institute of Slavic Philology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland

- **Anna Klimentova, PhD**
Constantine the Philosopher University of Nitra, Slovakia
- **Prof. Ricardo Gobato, PhD**
Secretariat of State of Parana Education and Sport (SEED/PR), Laboratory of Biophysics and Molecular Modeling Genesis
- **Prof. Fatima Rahim Abdul Hussein, PhD**
University of Misan, College of Basic Education, English Department, Iraq
- **Prof. Emilija Gjorgjeva, PhD**
Goce Delchev University - Shtip, Nord Macedonia
- **Prof. Igor Kevorkovich Danilov, DSc**
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
- **Prof. Aleksander Valentinov Sladkowski, DSc**
Silesian University of Technology, Poland
- **Prof. Vera Karadjova, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University – Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Aleksandar Trajkov, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University - Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Petar Pepur, PhD**
University of Split, Croatia
- **Prof. Korhan Arun, PhD**
Namik Kemal University, Tekirdağ, Turkey
- **Prof. Yuliya Yorgova, PhD**
Burgas Free University, Bulgaria
- **Jelena Stankovic, PhD**
University of Nis, Serbia
- **Jovica Stankovic, PhD**
University of Nis, Serbia
- **Prof. Gerhard Fiolka, PhD**
University of Fribourg, Switzerland
- **Prof. Haluk Kabaalioglu, PhD**
Yeditepe University, Turkey
- **Prof. Silva Alves, PhD,**
University of Lisbon, Portugal
- **Hanneke van Brugge, DHC mult**
Appeldoorn, The Netherlands
- **Prof. Elena Torina**
Tula State Pedagogical University "L. N. Tolstoy", Tula, Russia
- **Prof. Violeta Jotova**
Direction Pediatrics at St. Marina University Hospital - Varna, Bulgaria, Chair ESPE Postgraduate Qualification Committee
- **Prof. Tanya Timeva, MD, PhD**
Obstetrics and Gynecology Hospital "Dr. Shterev", Sofia, Bulgaria
- **Prof. Kiril Stoychev, PhD,**
Institute of Metal Science, Equipment and Technologies “Acad. A. Balevsci” with Hydroaerodinamics centre – BAS, Bulgaria
- **Assoc. Prof. Mark Shamtsyan, PhD**
Technical University, Saint Petersburg, Russia

- **Assoc. Prof. Oleksii Gubenia, PhD**
National University of Food Technologie, Kiev, Ukraine
- **Prof. Olexandr Zaichuk, DSc**
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine
- **Prof. Eugene Stefanski, DSc**
Samara University, Russia
- **Assoc. Prof. Tatiana Strokovskaya, PhD**
International University of Nature “Dubna”, Dubna, Russia
- **Prof. DSc. Petar Sotirow**
Maria Curie-Sklodowska University of Lublin, Poland
- **Prof. Papken Ehasar Hovsepian**
Sheffield Hallam University, Sheffield, UK
- **Accos. Prof. Krassimir Dochev Dochev, PhD**
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Mariana Yordanova Docheva, PhD**
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Assoc. Prof. Ivan Antonov Lukanov, PhD**
University of Botswana, Faculty of Engineering and Technology, Gaborone, Botswana
- **Assoc. Prof. Petko Vladov Petkov, PhD**
Research Associate Cardiff University, UK
- **Prof. Stepan Terzian DSc**
Bulgarian Academy of Science, Bulgaria
- **Prof. Gabriel Negreanu, PhD**
University Politehnica of Bucharest, Romania

ORGANISING COMMITTEE

♦ ORGANIZED BY: UNIVERSITY OF RUSE (UR) AND UNION OF SCIENTISTS (US) - RUSE

♦ ORGANISING COMMITTEE:

• **Chairperson:**

Prof. DTSc. Hristo Beloev, DHC mult., Academician of Bulgarian Academy of Sciences -
Rector of UR, Chairperson of US - Ruse

• **Scientific Secretary:**

Prof. Diana Antonova PhD, Vice-Rector Research,
dantonova@uni-ruse.bg, 082/888 249

• **THEMATIC FIELDS:**

- **Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Sciences and Veterinary Medicine**
- **Maintenance and Reliability**
- **Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment**
- **Ecology and Conservation**
- **Industrial Design**
Assoc. Prof. Plamen Manev,
pmanev@uni-ruse.bg, 082 888 485
- **Didactics, Pedagogy and Methodology of training in...; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Diana Zhelezova-Mindizova, PhD,
dmindizova@uni-ruse.bg
- **Linguistics; Theory of Literature and History; Philosophy; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Todorka Georgieva, DcS,
tgeorgieva@uni-ruse.bg
- **E-Learning; Technical Sciences; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Evgenia Goranova, PhD,
egoranova@uni-ruse.bg
- **Chemical Technologies (05-06.11., Razgrad)**
- **Biotechnologies and Food Technologies (05-06.11., Razgrad)**
Assoc. Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD,
conf_rz@abv.bg, 0887 631 645
- **Mechanical Engineering and Machine-building Technologies**
Prof. Ivelin Ivanov, PhD
ivivanov@uni-ruse.bg, +359 82 888 472
- **Electrical Engineering, Electronics and Automation**
Assoc. Prof. Boris Evstatiev, PhD,
bevstatiev@uni-ruse.bg, 082 888 371
- **Communication and Computer Systems**
Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD, giivanova@uni-ruse.bg, 082 888 855
Pr. Assist. Ivanka Tsvetkova, PhD, itsvetkova@uni-ruse.bg, 082 888 836
- **Transport and Machine Science**
Assoc. Prof. Simeon Iliev, PhD,
spi@uni-ruse.bg, 082 888 331
- **Sustainable and intelligent transport systems, technologies and logistics**
Prof. Velizara Pencheva, PhD,
vpencheva@uni-ruse.bg, 082 888 558, 082 888 608

- **Economics and Management**
Pr. Assist. Miroslava Boneva, PhD, mboneva@uni-ruse.bg, 082/888 776
Pr. Assist. Elizar Stanev, PhD, eastanev@uni-ruse.bg, 082/888 557
- **European studies and International Security**
Prof. Vladimir Chukov, DSc, vlachu1@gmail.com, +359 82 825 667
Assoc. Prof. Mimi Kornazheva, PhD, mkornazheva@uni-ruse.bg, +359 82 825 667
- **Linguoculturology, Intercultural and Political Communication**
Prof. Juliana Popova, PhD, jppopova@uni-ruse.bg, +359 82 888 255
Pr. Assist. Hristina Sokolova, PhD, hsokolova@uni-ruse.bg, +359878537015
- **Mathematics, Informatics and Physics**
Prof. Tsvetomir Vasilev, PhD,
tvasilev@uni-ruse.bg, 082/888 475
- **Education – Research and Innovations**
Assoc. Prof. Emilia Velikova, PhD,
evelikova@uni-ruse.bg, 0885 635 874
- **Pedagogy and Psychology**
Assoc. Prof. Bagryana Ilieva, PhD,
bilieva@uni-ruse.bg 082 888 219
- **History, Ethnology and Folklore**
Pr. Assist. Reneta Zlateva, PhD
rzlateva@uni-ruse.bg, 082/888 752
- **Linguistics, Literature and Art Science**
Assoc. Prof. Velislava Doneva, PhD,
doneva_v@uni-ruse.bg, 0886 060 299
- **Health Promotion**
Assoc. Prof. Stefka Mindova, PhD,
smindova@uni-ruse.bg, 0882 895 149
- **Social Work**
Assoc. Prof. Silvia Krushkova, PhD, skrushkova@uni-ruse.bg, 0882517554
Pr. Assist. Ana Popova, PhD, apopova@uni-ruse.bg, 0889 874219
- **Medical and Clinical Diagnostic Activities**
Prof. Nikola Sabev, DSc,
nsabev@uni-ruse.bg, 0882 123 305
- **Health Care**
Pr. Assist. Tsveta Hristova, PhD,
tshristova@uni-ruse.bg, 0878 389 793
- **Law**
Assoc. Prof. Elitsa Kumanova, PhD,
ekumanova@uni-ruse.bg, 0884 980 050
- **National Security**
Assoc. Prof. Milen Ivanov, DSc,
poligon@abv.bg, 082 888 736
- **Quality of Higher Education**
Prof. Ivanichka Serbezova, PhD, iserbezova@uni-ruse.bg
Daniela Todorova, dtodorova@uni-ruse.bg, 082 888 378

- **REVIEWERS:**

Assoc. Prof. Nadezhda Evstatieva, PhD

Assoc. Prof. Ognyan Dinolov, PhD

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Assoc. Prof. Aleksandar Ivanov, PhD

Assoc. Prof. Donika Valcheva, PhD

Principal Assistant Ivanka Tsvetkova, PhD

Assist. Prof. Vasil Kozov, PhD

ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND AUTOMATION

Content

1. THU-SSS-EEEE-01	11
Analysis of the Main Factors Affecting the Energy Generation From Photovoltaic Installations in Bulgaria	
<i>Atanas Kabakchiev, Boris Evstatiev</i>	
2. THU-SSS-EEEE-02	18
Harmonic Interference Caused by Switching Power Supply	
<i>Bogdan Yordanov, Orlin Petrov</i>	
3. THU-SSS-EEEE-03	24
Analysis of Advanced Wide Swing Current Mirror Topologies in Integrated Circuits	
<i>Denis Sami, Aneliya Manukova-Marinova, Deyan Levski</i>	
4. THU-SSS-EEEE-04	25
Control of a Robotic Platform Using Simulink	
<i>Gyurai Kamber, Martin Dejanov</i>	
5. THU-SSS-EEEE-05	31
Studying the Operation of Residual Current Devices	
<i>Ivaylo Dimitrov, Ognyan Dinolov, Ivaylo Stoyanov</i>	
6. THU-SSS-EEEE-06	36
Development of Application for Home Control	
<i>Ivelin Petkov, Martin Dejanov</i>	
7. THU-SSS-EEEE-07	42
Quadcopter Control in a Virtual Environment	
<i>Krasen Kunchev, Martin Dejanov</i>	
8. THU-SSS-EEEE-08	48
Investigation of the Electrical Performances of Two Types Flat Plate Photovoltaic-Thermal Collectors	
<i>Mitko Nikolov, Konstantin Koev</i>	
9. THU-SSS-EEEE-09	54
Research Review and Analysis in the Electric Energy Efficiency of Production Machines	
<i>Plamena Dinolova, Vyara Ruseva</i>	
10. THU-SSS-EEEE-10	64
Analysis of Power Supply Opportunities Irrigation Installations in Bulgaria from Renewable Energy Sources	
<i>Reni Kabakchieva, Boris Evstatiev</i>	
11. THU-SSS-EEEE-11	73
Electronic Module for Air Quality Monitoring in Indoor Space	
<i>Veselin Chobanov, Aneliya Manukova</i>	
12. THU-SSS-EEEE-12	78
Analysis of Electricity Consumption of Bulgaria's Electric Power System for 2021 and Main Indicators Characterizing the Load Profiles	
<i>Mitko Nikolov, Vyara Ruseva</i>	

COMMUNICATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES

Content

1. THU-SSS-CCT-01	88
An Interactive System for Learning Financial Analyses	
<i>Angel Popgeorgiev, Elitsa Ibryamova</i>	
2. THU-SSS-CCT-02	94
Design and Development of A Web-Based Social Network Application	
<i>Viktor Velikov, Galina Ivanova</i>	
3. THU-SSS-CCT-03	100
Overview of Current State of Information Overload and Strategies for its Reduction	
<i>Neyko Neykov, Svetlana Stefanova</i>	
4. THU-SSS-CCT-04	106
WPA3 APPLICATION FOR RELIABLE AND SECURE WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS	
<i>Petar Stoilov, Georgi Hristov, Plamen Zahariev</i>	
5. THU-SSS-CCT-05	111
Development of Web 3 Protocol for Distribution of Web Applications	
<i>Gabriel Kanev, Yordan Kalmukov</i>	
6. THU-SSS-CCT-06	118
Methods and Algorithms for Visual Information Processing	
<i>Kristian Velkovski, Toni Tonchev, Radostin Kolev, Georgi Hristov, Plamen Zahariev</i>	
7. THU-SSS-CCT-07	124
Web-Based Schedule Management System for Planning and Tracking of Personalized Learning Process	
<i>Hristian Simeonov, Galina Ivanova</i>	
8. THU-SSS-CCT-08	130
A Chess Game Implementation with Artix-7 FPGA Board	
<i>David Dimitrov, Aneliya Ivanova</i>	
9. THU-SSS-CCT-09	138
A Web Based System for Operations Management of Specialists in an Occupational Center	
<i>Dimitar Penchev, Pavel Zlatarov</i>	
10. THU-SSS-CCT-10	146
Web-Based Cryptocurrency Payment System	
<i>Nedim Ahmedov, Elitsa Ibryamova</i>	
11. THU-SSS-CCT-11	152
A Builder of Visual Components and Diagrams for Generation of Levels in Educational Game	
<i>Diyan Yordanov, Aneliya Ivanova</i>	
12. THU-SSS-CCT-12	160
The Impact of Social Media on Students' Choice of University and Specialty	
<i>Tsvetelina Stefanova, Aleksander Ivanov, Tsvetelina Mladenova, Pavel Zlatarov</i>	

ANALYSIS OF THE MAIN FACTORS AFFECTING THE ENERGY GENERATION FROM PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS IN BULGARIA¹

Atanas Kabakchiev – PhD Student

Department of Electronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 878 999 204
E-mail: akabakchiev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Boris Evstatiev, PhD

Department of Electronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 086-888 371
E-mail: bevstatiev@uni-ruse.bg

Abstract: This article reviews the most significant factors influencing energy production from photovoltaic installations in Bulgaria. Data on the efficiency of the types of PV panels, the optimal slope to the horizon, the influence of ambient temperature, degradation, shading and string configuration and their impact on the operation of the photovoltaic installation are presented. The tendency to increase the share of electricity from renewable energy sources compared to the global and national scale is illustrated. The advantages of PV systems and the reasons for their increasing entry into the energy system of Bulgaria are indicated.

Keywords: PV installations, efficiency, factors

ВЪВЕДЕНИЕ

Фотоволтаичните системи преобразуват енергията на слънцето – свободен и неизчерпаем източник в жизненоважния за човечеството електрически ток. Заедно с останалите възобновяеми източници: вятър, слънчева топлина, геотермална енергия и биомаса, те биха могли да доставят сигурна, чиста и зелена енергия (Hewdobro et al, 2009). Тази екологична енергия има основна роля в борбата с климатичните промени и затова европейските политики са ориентирани в подкрепа и развитие на енергодобивни инсталации от възобновяеми източници.

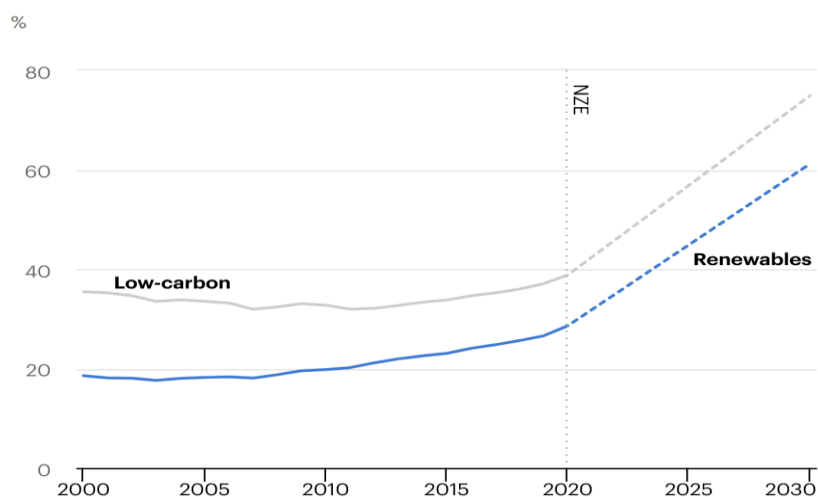
Към 2020 г. делът на произведена електрическа енергия в света от възобновяеми източници на енергия (ВЕИ) е 29%. Според прогнозите на International Energy Agency (2020), в индустрията те ще достигнат до 60% през 2030 г. (фиг.1). България е на прага на дългосрочна трансформация на енергийната си система до 2050 г. Сред основните фактори за това са бързо спадащите разходи на инсталациите, използващи ВЕИ, трайното покачване на цените на електроенергията, необходимостта от намаляване на парниковите емисии в сектора и в икономиката като цяло (фиг. 2).

Особено перспективни са ВЕИ инсталациите, използващи фотоволтаични панели. Причините са няколко:

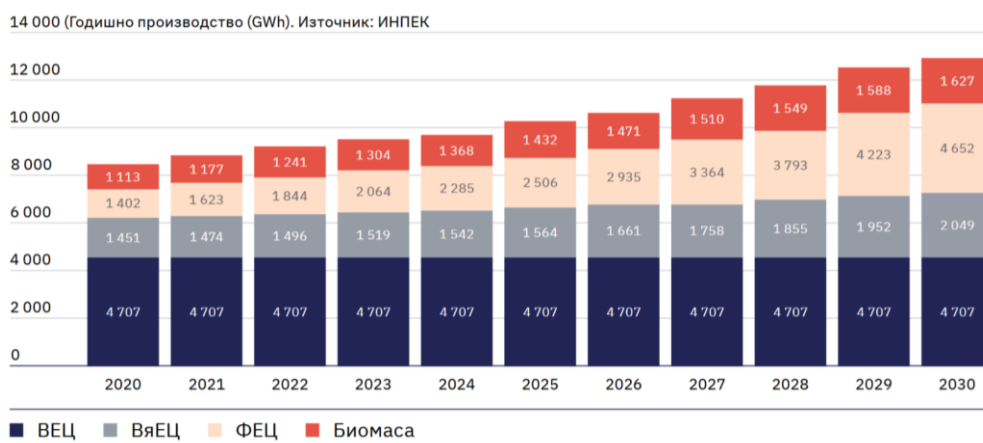
- непрекъснато намаляващи цени;
- повишаващ се к.п.д.;
- приложимост по цялата територия на страната;
- ефективност и при малки мощности 5kW за отделно домакинство и големи 100MW за промишлени цели;

¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ОСНОВНИТЕ ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ДОБИВА НА ФОТОВОЛТАИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ В БЪЛГАРИЯ.

- реална децентрализация на енергийната система.



Фиг. 1. Глобален дял на електрическата енергия от ВЕИ за периода 2000-2030 г. (International Energy Agency, 2020).



Фиг. 2. Очаквано брутно производство на електрическа енергия от ВЕИ по вид технология в периода 2020-2030 г. (Kutur et al, 2021)

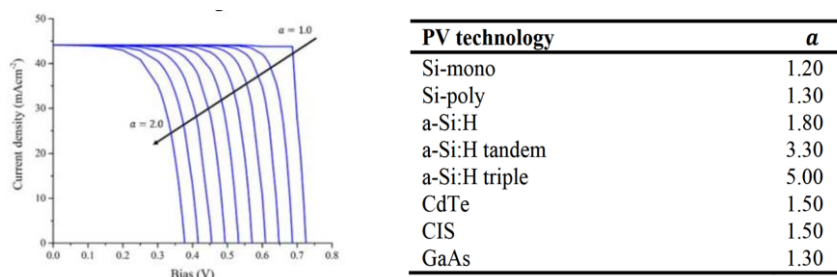
Целта на настоящия доклад е да се анализират основните фактори, които влияят върху добива на електроенергия от фотоволтаични източници, отчитайки регионалните особености на България.

ИЗЛОЖЕНИЕ

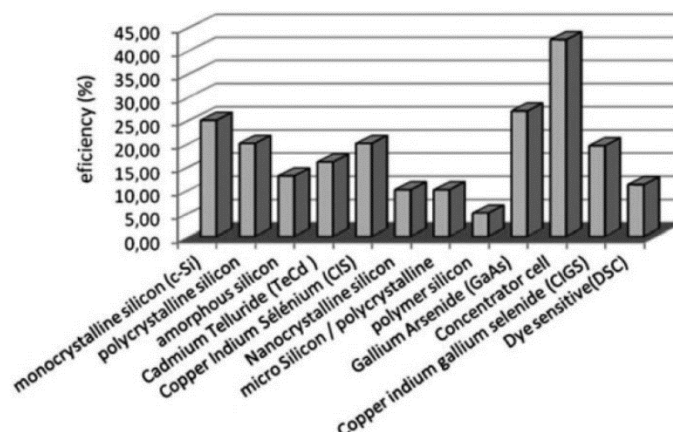
Основни характеристики на фотоволтаичните панели

Според 3e-new (2020) технологиите за производство на фотоволтаични модули може да се класифицират условно в три поколения (фиг. 3). Първо поколение фотоволтаични технологии са предимно базирани върху силиций – монокристален (mc-Si) и поликристален (pc-Si). Второто поколение се основава на тънки филми като аморфен силиций (a-Si), медно-индиев диселенид (CIS), медно-индиев галиев диселенид (CIGS), кадмиев-телурид (CdTe) и мулти-преходни клетки.

Към настоящия момент активно се разработват технологии от трето поколение, които използват перовскит, пасивиран емитер, задни клетки (PERC) и нанокристални филми. Ефективността им постоянно нараства и в някои лабораторни разработки вече достига над 40% (фиг. 4).



Фиг. 3. Коефициент на “идеалност” на фотоволтаична клетка в зависимост от технологията на производство (Зе-пew, 2020)



Фиг. 4. К.п.д на видовете фотоволтаични технологии (Араújo, 2020)

Фактори, влияещи върху енергодобива от фотоволтаични източници

Произвежданата електроенергия от фотоволтаична система зависи от няколко основни фактора (Ivanova, S., 2015):

- разположението, ориентацията и наклона на панелите;
- нивото на слънчевата радиация в местоположението на системата;
- температурата на околната среда;
- наличието на вятър и неговата средна скорост;
- наличие на засенчване;
- използваната фотоволтаична технология;
- конфигурацията на стринговете;
- к.п.д. на инверторите и смарт управление на точката на максимална мощност - MPPT.

Наклон и ориентация на фотоволтаичните панели

В Ivanova, S. (2015) е изследвано влиянието на наклона на приемащата повърхност върху количеството поета радиация. Определени са оптималните ъгли за летния сезон (от 1 юни до 31 август) – 14° и за зимния сезон (от 1 октомври до 31 март) – 53° . Определен е и оптимален целогодишен ъгъл на наклон – 33° . Посочени са дните, в които трябва да се променят тези наклони за постигане на оптимални резултати. Доказано е, че при двукратна промяна на наклона през годината се постигат 99,02% от възможния максимален енергиен добив, а при четирикратна промяна – 99,5%.

Температура на околната среда

Температурата оказва голямо влияние върху работата на фотоволтаичните източници, като с повишаване на температурата им тяхното к.п.д. намалява. Този ефект е особено силно изразен при покривните конструкции поради затруднената циркулация на въздух зад панелите. Типичният коефициент на загуба на мощност е 0,5% за всеки $^\circ\text{C}$. В съвременните

фотоволтаични панели на водещи производители температурният коефициент на спадане на мощността вече е намален до 0,34% и дори до 0,285% (Luxor Solar, n.d. a).

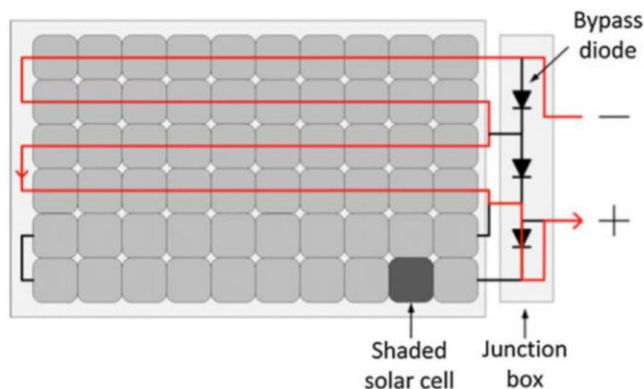
Този фактор има съществено значение в България, чийто климат се характеризира с ниски температури през зимните месеци и високи през летните. Наличната слънчева енергия е най-голяма през месеците юни, юли и август, но също така през тези месеци температурите на околната среда достигат до 35 °C, а в някои региони и повече.

Засенчвания, дължащи се на снежна покривка

При избора на фотоволтаични модули следва да се отчитат и евентуални загуби от засенчване със сняг. Оказва се, че те могат да достигат средно до 10%, ако се използват панели с рамки в сравнение с безрамкови. Има значение и разстоянието от земята до долния ръб на най-ниско поставените панели в инсталацията. За да може свлеклия се от модула сняг да падне свободно на земята и да не засенчва по-ниско разположените панели, това разстояние трябва да е минимум 50 см за нашите климатични условия (Riley, 2019).

Други частични засенчвания

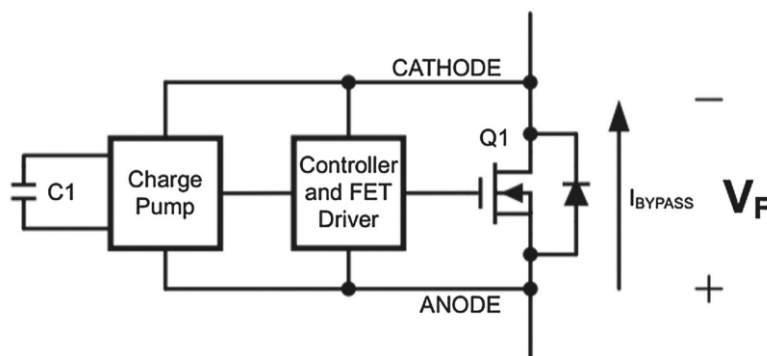
Частични засенчвания върху фотоволтаични инсталации се получават и при наличие на високи сгради, дървета, и др., което е често срещано явление в урбанизираните територии. Отчитайки, че модулите/клетките са свързани в стрингове, когато един от тях е засенчен, това прекъсва целия стринг, респективно добива от него става 0. Най-разпространеният метод за намаляване на загубите при засенчване е използването на шунтиращи диоди (фиг. 5), които са интегрирани в самите фотоволтаични модули. В практиката най-масово се е наложило използването на шотки диоди, но те се нагриват силно при протичането на ток около 8A от работещите клетки и загубата на мощност в тях е около 4W (Hernández-Callejo, 2020).



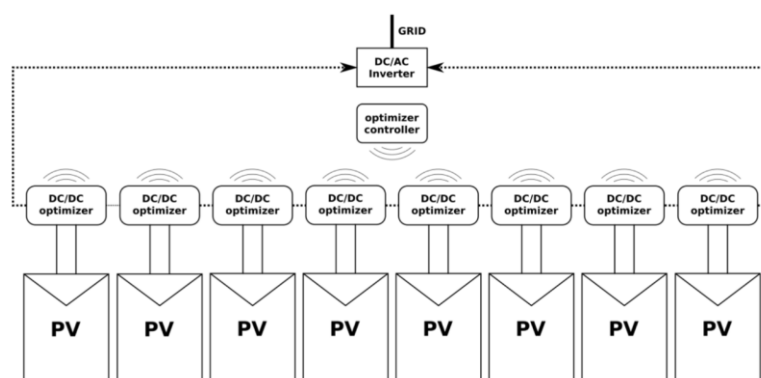
Фиг. 5. Фотоволтаичен панел с шунтиращи диоди (Pannebakker, 2017)

Перспективно е използването на „умни“ шунтиращи диоди (фиг. 6), тъй като те имат значително по-ниски загуби на мощност – типично 0,5 W и нагряването на прехода при тях е по-ниско с около 60-80 градуса в сравнение с шотки диодите, което значително повишава надеждността им.

Друг метод за намаляване на загубите от засенчване е използването на индивидуални микро DC-DC конвертори за всеки фотоволтаичен модул в стринга, както е показано на фиг. 7 (Hernández-Callejo, 2020). Основният недостатък при този подход е, че на този етап той се смята за икономически нецелесъобразен.



Фиг. 6. Схема на „умен“ диод на Texas Instruments SM74611 IC 15 (Pannebakker, 2017)



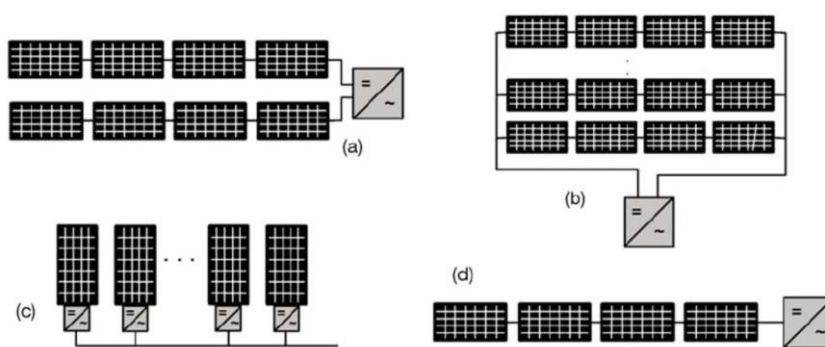
Фиг. 7. Схема на свързване на DC-DC оптимизатори на загубите от засенчване на PV модули в един стринг (Hernández-Callejo, 2020)

К.п.д. на модулите

Логично колкото е по-високо е к.п.д. на фотоволтаичните панели, толкова по-висок е енергийният добив. Масово използваните в момента технологии имат к.п.д. 21,4%, а при двулицевите модули дори 25,7% (PV-magazine, n.d.). Лабораторните проучвания на нови материали и технологии дават основание в бъдеще да се очаква к.п.д.-то да достигне 50%. Работи се и върху намаляването на деградацията на клетките и панела като цяло във времето. За съвременните технологии тя е около 0,45% годишно, а при някои производители (LG, n.d.) дори 0,33% и 0,23% (Luxor Solar, n.d. b).

Конфигурация на стринговете

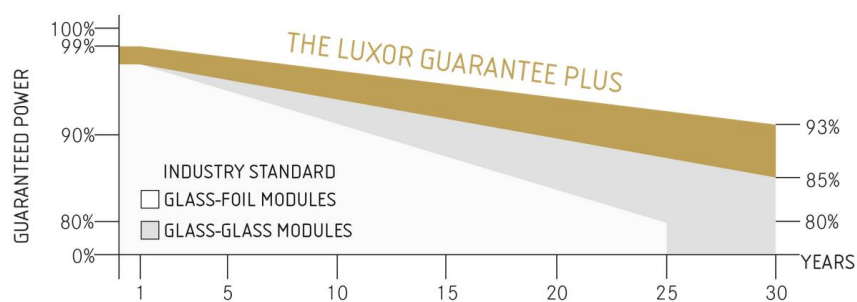
При проектирането на една по-голяма фотоволтаична система трябва да се отдели особено внимание на разположението на стринговете и тяхното свързване с инверторите, защото то има пряко влияние върху общата производителност на инсталацията. Крайната цел е да се намалят загубите в свързващите проводници и да се реализира постоянна работа в режим на MPPT (следене на точката на максималната мощност). За целта се използват няколко основни схеми на свързване, представени на фиг. 8 (Rakotomananandro, F. F. 2011; Corba et al, 2012). В съвременните PV системи с мощност над 5 kW се използва схемата с мултистринг инвертори, защото тя дава възможност за независима оптимизация на MPPT на отделните стрингове. Това е важно, защото в практиката много често се получава частично засенчване на панели в стринга. Ето защо водещите производители предлагат инвертори с до 16 входни порта.



Фиг. 8. Схема на свързване на PV модули: (a) – мултистринг инвертор, (b) – централен инвертор, (c) – микроинвертори, (d) – стрингов инвертор (Corba et al, 2012)

Деградация на PV панелите

Намаляването на ефективността на фотоволтаичните панели във времето е резултат от процеси на стареене, токове на утечки т.н., PID ефекти и структурни промени в клетките. Стандартният коефициент на деградация е около 1% годишно, а стандартният експлоатационен срок – 20 г. Но постоянното развитие и усъвършенстване на технологиите, позволява на пазара да се появят панели със значително по-добри параметри, при които деградацията е около 0,23% годишно, а експлоатационният срок – 30 г. (фиг. 9).



Фиг. 9 Деградация на ефективността на фотоволтаични панели от премиум клас (Luxor Solar, n.d. b). В бяло е показана деградацията на стандартните PV панели с лице стъкло и гръб фолио – 20% за 20 г.; в сиво – с лице и гръб стъкло – 15% за 30 г.; в кафяво – най-модерните премиум клас – 7% за 30 г.

ИЗВОДИ

От изложеното до тук може да се направи извода, че използването на фотоволтаични електроинсталации тепърва ще намира все по-масово приложение, особено в държави с големи територии и преобладаващи дни с висока слънчева радиация. При правилно проектиране и отчитане на влиянието на гореспоменатите фактори ФЕЦ са ефективен и надежден източник на зелена енергия. Най-ценното качество на тези системи е тяхната приложимост практически навсякъде с голям диапазон от мощности. Друго предимство е високата надежност и експлоатационен живот (типично 25 г.) с минимални разходи за поддръжка. Единственият съществен недостатък е, че фотоелектричните инсталации произвеждат ток само през деня и в безоблачно време. Но този недостатък може да се компенсира с добавянето на акумулаторни батерии в системата.

При експлоатация на фотоволтаични системи в България, особено важно е да се избере подходящ наклон и ориентация на панелите, да се осигури добър въздухообмен под тях, достатъчно разстояние от земната повърхност за подпомагане свличането на сняг, а също така подходяща конфигурация на стринговете. Въпреки, че съвременните панели имат

вградени by-pass диоди, оптимизацията свързването на стринговете дава възможност за повишаване ефективността на системата.

REFERENCES

Hewdobro, A., Roman, E., Cucos, T., & Turnaki, S. (2009). *Installation of PV panels*, (**Оригинално заглавие:** Хюидобро, А., Роман, Е., Цуцос, Т., & Турнаки, С., 2009, Инсталиране на фотоволтаици).

International Energy Agency. (2020). *Renewables 2020*. Available online: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> (accessed on 24 December 2020).

Kutur, T. D., Pavlov, T., Stoyanova, T. (2021). *Development of the decentralized photovoltaic systems in Bulgaria* (**Оригинално заглавие:** Кутюр, Т. Д., Павлов, Т., Стоянова, Т., 2021, Развитие на децентрализираните фотоволтаични системи в България).

3e-new. (2020). *Energy strategy of Bulgaria up to 2030 with a horizon for 2050 – careful with the expectations*. Available online: <https://3e-news.net/bg/a/view/14212/energijna-strategija-na-bylgarija-do-2030-g-s-horizont-do-2050-g-pesteliva-v-ochakvanijata-si>

Ivanova, S. (2015). *Estimation of optimum tilt of flat fixed solar panel*, Second scientific - applied conference with international participation "Project Management in Construction, Sofia. (**Оригинално заглавие:** Иванова С., 2015, Определяне на оптимален наклон на плосък фиксиран соларен панел, Втора научно-приложна конференция с международно участие,,Управление на проекти в строителството“).

PV-magazine (n.d.). *JinkoSolar achieves 25.7% efficiency for n-type TOPCon solar cell*. Available at: <https://www.pv-magazine.com/2022/04/27/jinkosolar-achieves-25-7-efficiency-for-n-type-topcon-solar-cell/>

Luxor Solar. (n.d. a). *Technical specification of ECO LINE HALF CELL BIFACIAL M144/440-460W*. Available at: https://www.luxor.solar/files/luxor/download/datasheets/LX_EL_HC_BiF_SF_M144_440-460W_166_DE.pdf

Hernández-Callejo, L., Gallardo-Saavedra, S., Diez-Cercadillo, A., Alonso-Gómez, V. (2020). *Analysis of the influence of DC optimizers on photovoltaic production*. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, No.94, pp. 43-55, Jan-Mar 2020.

Pannebakker, B., de Waal, A., van Sark, W.G.J.H.M. (2017). *Photovoltaics in the shade: one bypass diode per solar cell revisited*. Progress in photovoltaics, vol. 25, no. 10, pp. 836-849.

LG. (n.d.). *Introducing the new star performer*. Available at: <http://www.windandsun.co.uk/media/1633676/lg-neon-h-n1c-e6-390-en-datasheet.pdf>

Luxor Solar. (n.d. b). *ECO LINE GG BIFACIAL HETEROJUNCTION TECHNOLOGY MONOCRYSTALLINE SOLAR MODULES*. Available at: <https://www.luxor.solar/en/solar-modules/eco-line-gg/heterojunction-glass-glass-bifacial-modules.html>

Araújo, N. M. F. T. S., Sousa, F. J. P., & Costa, F. B. (2020). *Equivalent Models for Photovoltaic Cell—A Review*. Revista de Engenharia Térmica, 19(2), 77-98.

Riley, D., Burnham, L., Walker, B., Pearce, J. (2019). *Differences in Snow Shedding in Photovoltaic Systems with Framed and Frameless Modules*. Conference: 2019 IEEE 46th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC).

Rakotomananandro, F. F. (2011). *Study of Photovoltaic System*, Graduate Program in Electrical and Computer Science, The Ohio State University.

Corba, Z., Katic, V.A., Dumnic, B., Milicevic, D. (2012). *In-grid solar-to-electrical energy conversion system modeling and testing*. Thermal Science, vol. 16, pp. 159-171.

HARMONIC INTERFERENCE CAUSED BY SWITCHING POWER SUPPLY²

Bogdan Yordanov – PhD Student

Department of Power supply and electrical equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359896988764
E-mail: byordanov@uni-ruse.bg

Assoc. Orlin Petrov, PhD

Department of Power supply and electrical equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 301
E-mail: opetrov@uni-ruse.bg

Abstract: The report presents the harmonic interference imported by switching power supplies. It briefly shows their structure and working principle. It goes over some of the methods and filters which are applied to reduce the interference in the network as much as possible. The report also shows protections that are applied in this type of power supply. Information is presented on how the operating temperature affects the switching power supplies and for which of its elements involved in its composition it can be detrimental. Especially if it exceeds certain limits given by the manufacturer.

Keywords: *Switching power supply, interference, harmonics, filters used in SPS, protections applied in SPS.*

ВЪВЕДЕНИЕ

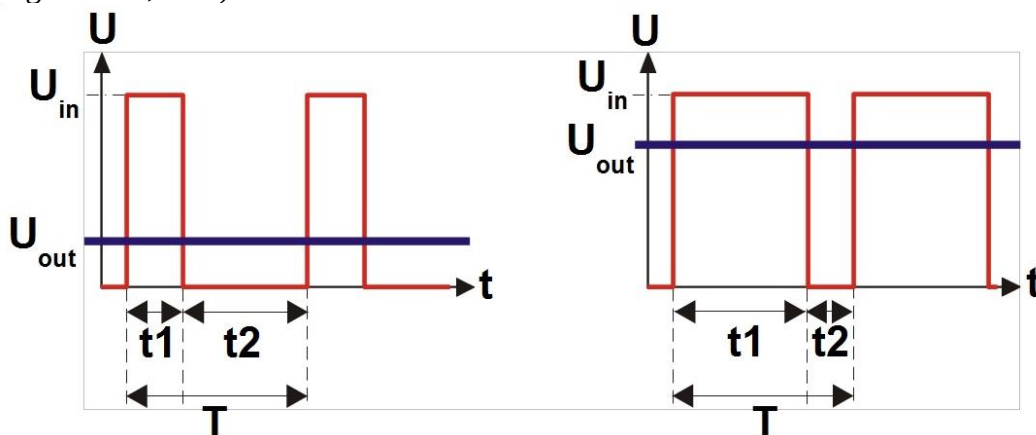
В много голяма част от съвременните електрически потребители, работещи с понижено изправено напрежение се използват така наречените импулсни захранвания или на англ. Switched Power Supplies - „SPS”. Дори да не са вградени в тях, те се използват и като външни такива за захранването им (Website – Shopdelta, 2022). Външният им вид може да бъде много различен – като започнем от модулен тип, преминем през този предназначен за дин шина и стигнем до известните на всички „адаптери” с щепсел, предлагани към всички зарядни устройства за нашите телефони. Всички те, обаче в малка или голяма степен внасят смущения или иначе казано хармоници в захранващата мрежа. Това се дължи на техните нелинейни характеристики. За това в този доклад ще бъдат разгледани методите за намаляване на внасяните смущения от тях, както и видовете защиты използвани за подобряване на подаваното от тях захранване.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Импулсното захранване бързо измести традиционните линейни захранвания поради редица свои предимства като: по-малки размери, тегло, постигане на по-високи параметри (ефективност, производителност) и не на последно място по-ниска себестойност. Недостатъците обаче от своя страна също не бива да се пренебрегват. А те са свързани именно с много по-сложното им устройство, и породените от елементите в тях изкривявания (смущения). В този вид захранвания се използва широчинно импулсна модулация на англ. Pulse Width Modulation – „PWM”. Това означава, че изходното напрежение се регулира с помощта на промяна на коефициента на запълване при постоянна, непроменена честота. Фиг.

² Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника, автоматика” с оригинално заглавие на български език: ХАРМОНИЧНИ СМУЩЕНИЯ ПОРОДЕНИ ОТ ИМПУЛСНИТЕ ЗАХРАНВАНИЯ.

1 показва принципа на действие на PWM (Power supplies / drivers for LED lighting Magazine Engineering Review,2018).



Фиг.1. Принцип на действие на импулсните захранвания

На фигурата съответно U_{in} е входно напрежение;

- U_{out} е изходно напрежение;
- T е период (или броя периоди в секунда е честотата измервана в Hz);
- t_1 е продължителност на подаване на импулса;
- t_2 е липса на импулс.

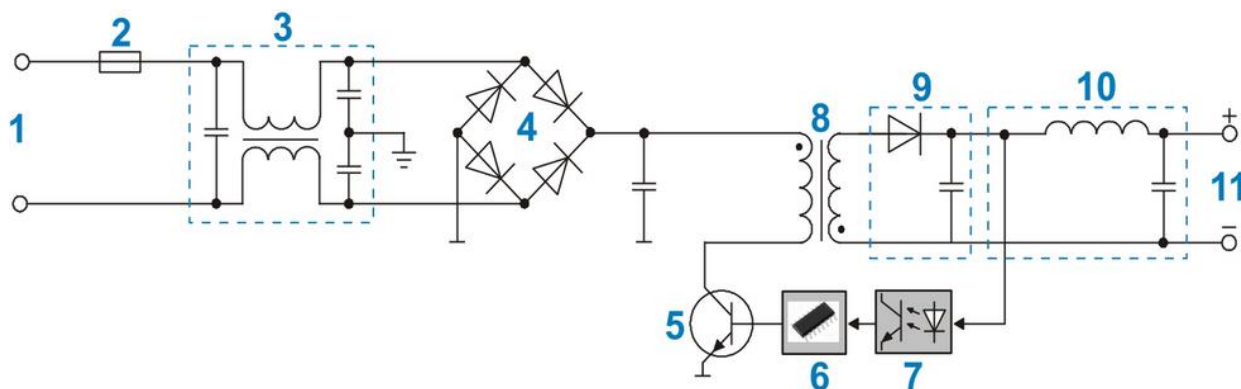
Скъсяването на продължителността на импулса (t_1) води до намаляване на средната стойност на изходното напрежение (U_{out}) и обратното. Или отляво малък коефициент на запълване - по-ниска стойност на изходното напрежение U_{out} . Средната стойност на изходното напрежение се изчислява по следната формула 1.

$$U_{out} = \frac{t_1}{T} \cdot U_{in}, V \quad (1)$$

Ако вземем съотношението на изходната мощност (P_{out}) на постоянния към входната мощност (P_{in}) при променлив ток, изразено като проценти ще намерим КПД (η) на захранването (формула 2).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Принципна схема на импулсно захранване е показана на фиг.2.



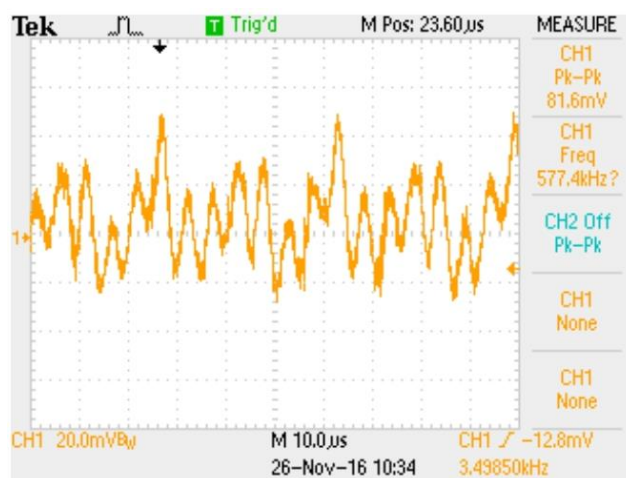
Фиг.2. Принципна схема на импулсно захранване

Променливото мрежово напрежение на входа (1) преминава през LC филтър (3). Това е важен елемент, който предпазва електрическата мрежа срещу смущения, възникнали в

захранването и предпазва захранването срещу смущения, идващи от електрическата мрежа. В по-ниско бюджетните захранвания този филтър липсва, а понякога дори да го има, той не си върши работата както се очаква. Този филтър (3) представлява в основата си трансформатор с две намотки с еднакъв брой навивки. Така токовете протичащи през намотките са равни по големина, но противоположни по посока. Така се постига висок импеданс за симетричните токове, но почти никакъв за асиметричните. В сърцевината на магнитопровода се индуцира магнитен поток, но небалансираните токове са равни на нула, въпреки че тока на консуматора може да е голям. Този трансформатор още може да се срещне и под името „балун” трансформатор. Те се изработват от материали с висока магнитна проницаемост без въздушна междина. За подобряване на изработката им може да се добави екран. Той разделя първичната и вторичната намотка. Екрана представлява най-често медна лента под формата на затворен контур, който обхваща импулсния трансформатор (Website – Shopdelta, 2022).

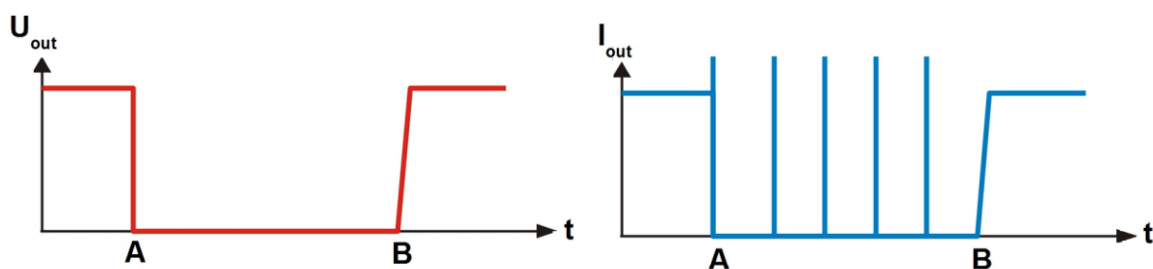
Правоъгълното напрежение на изхода на трансформатора (8) е изправено (9) и след това преминава през изходния филтър (10), който трябва да "заклучи" висшите хармоници и смущения, генерирани от работата на преобразувателя. На изхода (11) на импулсното захранване получаваме постоянно напрежение.

Върху изходното напрежение във всички захранвания се наслагват шумове, пулсации и смущения. Те могат да имат амплитуда до няколко стотици mVp-p. Понякога твърде голямата стойност на пулсациите на изходното напрежение може да доведе до проблеми, ако захранването устройство е податливо на пулсации, например смущения в изображението от камера за видеонаблюдение или чести рестартирания, на което и да е електронно устройство. На фиг.3. е представена снимка на осцилограма на пулсации на напрежението на импулсно захранване 12 V (Harmonics in the power supply network created by retrofit LED lamps, 2017).



Фиг.3. Осцилограма на пулсации на напрежението на импулсно захранване 12 V

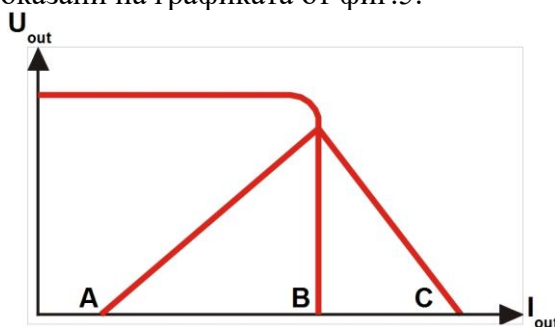
За подобряване на качеството на захранванията се прилагат редица защиты, една от които е защитата срещу накъсване или разговорно казано „хълцане” на изходното напрежение. Тя се използва много често и се среща под името „hiccup mode” от английски *hiccup* – хълцане. Предимството на тази защита са малките загуби на мощност в захранването в случай на претоварване или късо съединение като автоматично се връща към нормална работа след отстраняване на причина за тях. Ог графиките показани на фиг.4. се обяснява най-лесно принципа на работа.



Фиг.4. Графики на тока и напрежението при защита против накъсвания на изхода на захранването

Моментът **A** (фиг.4.) е този, в който настъпва смущението, а моментът **B** е този, в който то се отстранява и захранването преминава отново в нормален режим на работа. Прагът на задействане на тази защита се поставя на (110-150) % от номиналния ток. Най-често този режим е интегриран с термична защита.

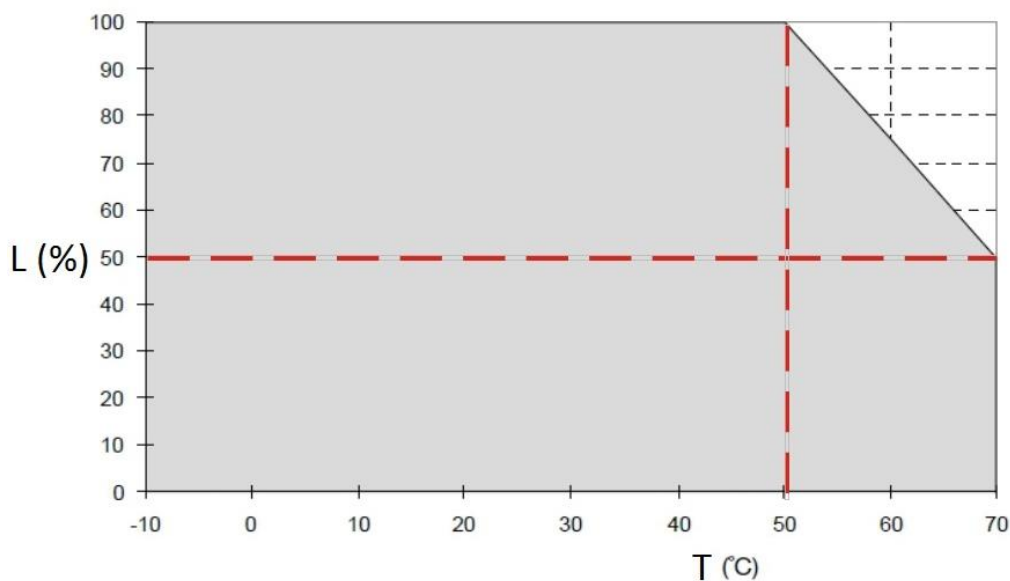
Следваща защита е тази срещу прекомерно потребление на ток. Тя се осъществява условно по три вида криви, показани на графиката от фиг.5:



Фиг.5. Графика на кривите при защита от прекомерно потребление на ток

- крива **A** (фиг.5), защитата ограничава тока на захранването при промяна на съпротивлението на изхода. На англ. Foldback Current Limiting. Или характеристиката на изходния ток следва характеристиката на изходното съпротивление. Тази защита е приложима при линейни захранвания.
- крива **B** (фиг.5), защитата стабилизира тока на захранването след превишаване на максималния ток. На англ. Constant Current Limiting. Това означава, че при поява на причина за намаляване на съпротивлението на товара на изхода, тока ще запази константна стойност, а през това време изходното напрежение ще намалява. Тази защита не е достатъчно надеждна и за това почти винаги се комбинира с поне още една друга.
- крива **C** (фиг.5), защитата ограничава мощността. На англ. Over Power Limiting. При намаляване на съпротивлението на товара, изходната мощност на захранването остава постоянна. Заедно с нарастването на натоварването, напрежението и изходният ток намаляват в съответствие с характеристиката **C**. Този вид защита позволява стартиране на захранването при товари с нелинейна характеристика.

Работната температура също влияе върху работата на импулсните захранвания. В зависимост от това колко е качествено едно захранване, част от консумираната енергия от него се губи под формата на топлина. Температурата във вътрешността на захранването се повишава в сравнение с външната температура. Висококачествените захранвания, работещи при температура 25°C, могат да се нагряват до (50–70)°C. Импулсните захранвания имат сложна конструкция и се състоят от голям брой електронни компоненти, монтирани близко един до друг в корпуса на захранването. Твърде високата вътрешна температура може да доведе до увреждане на захранването и значително да съкрати живота му.



Фиг.6. Графика на процентно натоварване като функция на работната температура

Поради тази причина производителите дават графика на процентното натоварване като функция на работната температура (фиг.6.). Където L е процентното натоварване, а T е работната температура в градуси по целзий. Захранването (фиг.6.) може да отдаде пълната си мощност, но само до температура от 50°C. Когато работната температура е 70°C, устройството може да бъде натоварено до 50%. Към повишаването на температурата най-чувствителните елементи се оказват електролитните кондензатори, а всяко захранване съдържа няколко такива. Производителите на кондензатори дават важен параметър, т.е. времето на живот при максимална работна температура. Понижаването на температурата с 10°C води до двукратно повишаване на живота на електролитния кондензатор. Стандартните електролитни кондензатори имат живот 1 000 часа при температура 105°C. След изтичане на това време не означава, че кондензатора ще спре да работи. Това е времето, след изтичане на което значително се влошават неговите параметри (капацитет, серийно съпротивление, и т.н.). Заисимостта е правопрпорционална - по-ниска температура, по-дълъг живот. Разбира се има кондензатори с живот няколко пъти по-дълъг, но това означава и по-висока цена. На практика всичко зависи от производителя, какви компоненти ще използва.

ИЗВОДИ

Импулсните захранвания са широко приложими и използвани въпреки техните недостатъци свързани с хармоничните смущения, които внасят в мрежата. Устройството им е значително по-сложно в сравнение с традиционните трансформатори. За ограничаване на внасяните хармоници в мрежата се използват различни филтри. Най-простите и често срещани са LC филтрите. За повишаване на качеството на изправеното захранване се прилагат редица защиты – срещу накъсване, срещу прекомерно потребление на ток, термична и др. Също не бива да се пренебрегва и влиянието оказвано от работната температура върху работата на този вид захранвания.

Споменатото до тук трябва да се взема под внимание при избора и употребата на импулсни захранвания. В противен случай хармоничните смущения в мрежата биха се увеличили, което би довело до големи нарушения в нормалната работа на немалкия брой консуматори влияещи се от тях.

REFERENCES

Petrov, O., & Petrova, P. (2018). *Higher harmonics generated by LED retrofit lamps, depending on the used driver*. Paper presented at 7th Balkan Conference on Lighting, BalkanLight, 04.06.2018 - 06.06.2018, Sofia.

Petrova P., Petrov, O., Ruseva, V. (2017). *Harmonics in the power supply network created by retrofit LED lamps*. Paper presented at Proceedings of the Student Scientific Session - SSS', Ruse, Bulgaria.

https://shopdelta.eu/impulsni-zahranvaniya-smmps-switched-mode-power-supplies_113_aid865.html (Accessed on 04.2022).

<https://www.engineering-review.bg/bg/zahranvashti-blokove-draiveri-za-led-osvetlenie/2/3811/> (Accessed on 01.2018).

<https://bg.calgraf.com/4261130-the-principle-of-operation-of-pulse-power-supplies-the-scheme-of-the-pulse-power-supply> (Accessed on 2016).

ANALYSIS OF ADVANCED WIDE SWING CURRENT MIRROR TOPOLOGIES IN INTEGRATED CIRCUITS³

Denis Sami, PhD Student

Department of Electronics,
Univesity of Ruse „Angel Kanchev”
Tel.: +359 89 990 3304
E-mail: denis.sami1997@gmail.com

Assoc. prof. Aneliya Manukova-Marinova, PhD

Department of Electronics, Ruse,
Univesity of Ruse „Angel Kanchev”
Phone: +359 82-888-366
E-mail: amanukova@uni-ruse.bg

Deyan Levski, PhD

Photolitics LTD, Ruse
E-mail: deyan.levski@photolitics.com

Abstract: Consideration of advanced high-swing current mirrors with high output resistance allows them to be realized in integrated circuits with lower power supply. The investigated low voltage, short channel circuits operate with a supply voltage of 3.3 V. The current mirrors were designed and simulated using 0.11 μm technology in a Virtuoso Cadence CAD tool. This study shows that the implementation of these topologies of advanced current mirrors allows the design of accurate current sources at low supply voltages, which can be implemented in larger modules to improve various parameters.

Keywords: Advanced current mirror, wide-swing current mirror, Virtuoso Cadence.

The paper is awarded with "Best Paper" Crystal Prize – 61-th Science Conference of Ruse University, Bulgaria and it will be published in Compiled works „Best Paper‘22“.

ACKNOWLEDGEMENT

The article presents results from Project 2022–FEEA–02, with financial support of the National Science Fund of University of Ruse.

REFERENCES

- Shtereva K. (2016). *Microelectronics*. University of Rousse "A. Kanchev". Ruse: Academic Printing house at University of Rousse "A. Kanchev".
- Baker R., (2019). *CMOS Design, Layout and Simulation*. Printing house Wiley-Blackwell.
- Sami, D. (2019). Analysis and layout design of current mirrors in integrated circuits. *PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2020, volume 59, book 3.3 Ruse, Bulgaria, 2020*, 17-22.
- Cracan and G. Bonteanu (2018), Wide Dynamic Range Current Mirror, International Semiconductor Conference (CAS), 2018, pp. 173-176, doi: 10.1109/SMICND.2018.8539765.
- A. Lopez-Martin, M. P. Garde, C. A. De la Cruz, R. G. Carvajal and J. Ramirez-Angulo, (2020) "Wide-Swing Class AB Regulated Cascode Current Mirror," IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ISCAS45731.2020.9180532.

³ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника, автоматика” с оригинално заглавие ANALYSIS OF ADVANCED WIDE SWING CURRENT MIRROR TOPOLOGIES IN INTEGRATED CIRCUITS

CONTROL OF A ROBOTIC PLATFORM USING SIMULINK⁴

Gyurai Kamber – Student

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 89 383 4036
e-mail: gyuraykamber99@gmail.com

Princ. Assist. Martin Dejanov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 747
e-mail: mdejanov@uni-ruse.bg

Abstract: *The usage of robots in the industry, research and hobby has increased during the years. In the world of academia (that includes this project) robots present a perfect test bench for research. Many fields like robotics and automatics use them to solve many specific problems. The research area of robots is toward the implementation of new control techniques, new control and machine learning algorithms. Autonomous robots are the main trend in the modern research and industry area. This project is related to the use of Matlab Simulink in the process of development of a robotic platform. The Alphabot2-PI is used as a research platform. The heart of the platform is RaspberryPI 4B used as an embedded computer system. The control algorithms are implemented as a software process started in real-time in the OS environment. The robotized platform includes some sensors and motors for its functionality. The Matlab environment is used as a base software component for algorithm generation. For the project some Simulink models are implemented to test the functionality and viability of the proposed system. At first a general look is taken to the hardware parts of the robot. After that, software and communication components of the system are shown. For the software components Simulink model is developed. For the real implementation of the code on the platform, Embedded Coder is used. The compiled version of the code is then deployed to the robotic platform. The implementation, configuration and testing of the proposed system capabilities is investigated in a real environment. In a conclusion it could be said that the tested system is functional and has the ability to perform the tasks that are set.*

Keywords: *Robotic platform AlphaBot2, Raspberry Pi , Matlab Simulink*

INTRODUCTION

The development of science and technology helps to a great extent to create new devices, programs and methods for implementing control systems. These new systems have made a great contribution to the creation of devices for controlling certain processes in the industrial area. Their main goals are to optimize these processes and reduce the likelihood of errors to a minimum. With the development of technology, different types of robots have been developed, divided into categories. They are classified according to the environment or condition of the robots: mobile, stationary, ground, underwater, air, space. The mechanical structure of the robot must be controlled to perform the tasks. Robot control includes three clear phases - perception, processing and action (robotic paradigms). The sensors provide information about the world around or about the robot itself (for example, the position of its joints or the end result). This information is then processed to store or forward and to calculate the appropriate signals of the drives (engines) that drive the mechanics. The most common types of robots are autonomous mobile robots (Küçükülahlı E., & Güler R., 2015), (Barabas, T., 2019), (Olteana S., 2019), automated controlled vehicles (Santhosh K., & Babu, K., 2017), robotic arms (Takacs, K. at all, 2021), humanoid robots and hybrids. The objective of this study is related to the development of algorithms allowing the control of movements of the robotic platform AlphaBot2-PI using the Simulink platform. The development

⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17 май 2022 в секция Електроника, електротехника и автоматика с оригинално заглавие на български език: УПРАВЛЕНИЕ НА РОБОТИЗИРАНА ПЛАТФОРМА ПОСРЕДСТВОМ SIMULINK.

board Raspberry Pi is a popular embedded computer system for mobile robots (Mathe, S., at all 2022) as it gives computer power to mobile entities. A solution related to the control of AlphaBot2-PI movements will be provided.

EXPOSITION

Alphabot2-PI hardware platform

For our research as a robotic platform, we are using Alphabot2-PI (fig. 1) which is Raspberry Pi 4B based differential wheel robot. AlphaBot (AlpahaBot2-PI, 2022) is a robotic development platform compatible with Raspberry Pi and Arduino. It consists of the AlphaBot mainboard, the mobile chassis, and everything required to get it moving. Using the controller board Raspberry Pi (Raspberry PI, 2022), which is a small computer module with all the functionalities of a standard Linux based computer, but with a very small form factor, some prebuild software components can be used for platform testing. As an example the following can be emphasized: line tracking, obstacle avoidance, video monitoring etc. Because of some communication abilities like WiFi, Bluetooth and Infrared the platform can be controlled in different scenarios.



Fig.1. AlphaBot2-PI mobile platform

Simulink environment

Simulink is a graphical based block diagram environment (fig.2) used to design systems with the help of many toolboxes in many engineering areas (MathWorks, 2022). Very often before moving to the hardware implementation, the simulation is done. The good news is that the control models are used not only for simulation, but can be used for real hardware deployment as well. When using Simulink we can deploy models to the real hardware without writing a single code, which is an extremely valuable feature. This could be used to evaluate multiple design ideas in one multi domain environment. The possibility to simulate large-scale system models with reusable components and deploying the models to the real hardware, using libraries with specialized, third-party modeling tools, is a good option for rapid prototyping of the systems. It is easy to deploy models for desktop, real-time, and Hardware-in-the-Loop testing.



Fig. 2. Software platform - Simulink

In this project we are trying to control the robotic platform using Simulink, which is a perfect tool for that. The model should be implemented in the Simulink environment and then uploaded and run on the Raspberry Pi using a Matlab tool called Embedded Coder fig.3. The Embedded Coder (Embedded Coder, 2022) generates readable, compact, and fast C and C++ code for embedded processors used in mass production, as in our case it is Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC. The Embedded Coder extends MATLAB Coder and Simulink Coder with advanced optimizations for precise control of the generated functions, files, and data. As can be seen on the fig.3 the main algorithms are implemented in the Simulink environment and thanks to the Input/Output blocks of device drivers the connection to the real hardware modules can be done. After the simulation models are designed the code is generated and compiled using some third-party toolchains. All the process for code generation is hidden from the user thanks to the additional support packages that are used. The main idea of support packages is to give the possibility for many hardware components to be able to exchange data with the Simulink environment.

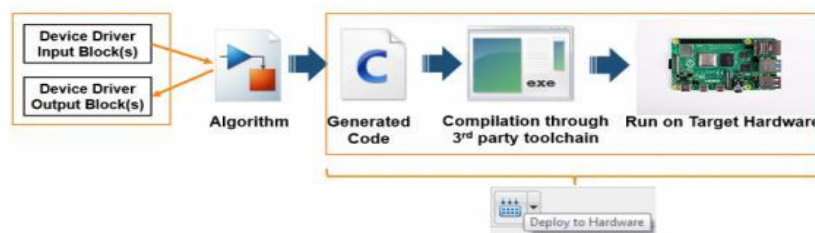


Fig. 3. Block diagram of code generation

The support package used for implementing the system is “Simulink Support package for Raspberry Pi hardware”, which gives us some extra blocks to be able to implement the desired I/O capabilities. The support package is installed from the Matlab’s add-ons menu as is shown on fig.4. After installation the blocks are operable and the system creation can be started.

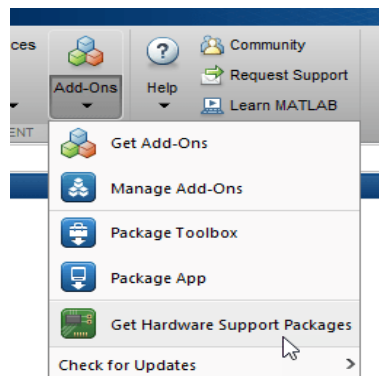


Fig. 4. Hardware Support package install procedure

A very useful functionality of Simulink model creation and deploying to the hardware is its ability to connect the systems in external mode. The external mode gives us the possibility to observe the changing of the parameters in real time when the model is executed on the hardware. When running the Simulink model in external mode at first the application is built on our development computer and deployed to the target hardware. After that it is started on the hardware and connected to the model for real time parameter monitoring.

Model of the developed system

The general structure of the proposed system is shown on fig.5. On the engineering computer the models are developed using the blocks from the mentioned support packages. The connection between the hardware module and the development computer is done through wireless connection as the module is enforced to connect to it by setting parameters of the network. Because the platform should be tested in real environment it couldn't be connected to computer with a cable.

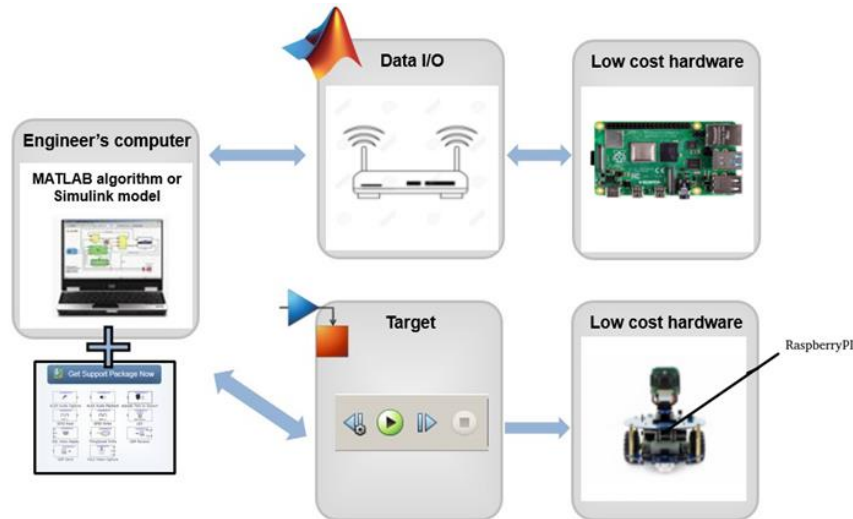


Fig. 5. General Structure of the developed system

Simulink model to control the robot platform for obstacle avoidance

In the Simulink environment the model is implemented using some standard blocks and logical operators. The idea of the model is to test the functionality of the system in the obstacle avoidance situation. The Simulink model is given on fig.6. It is constructed using I/O modules taken from the support package and some logical operators to implement the logic of the system.

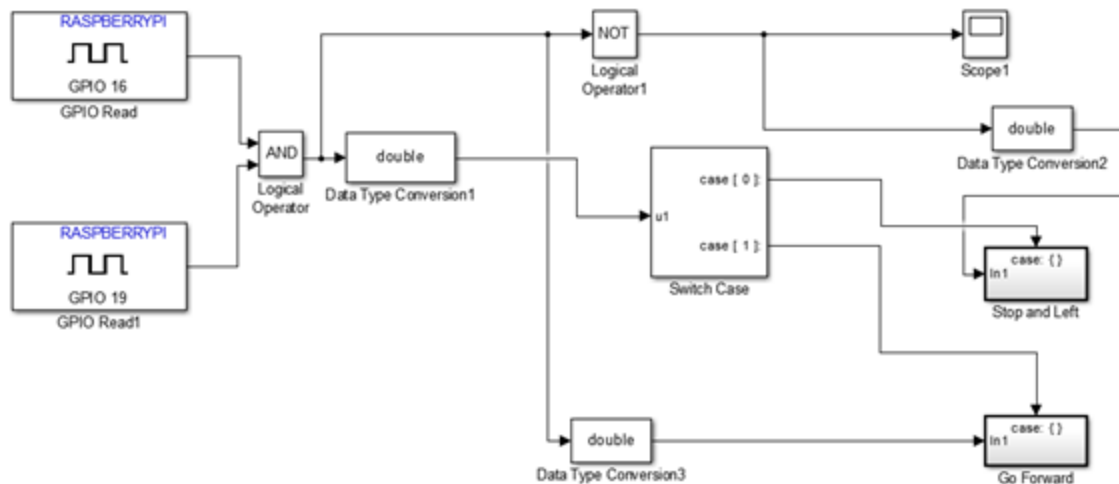


Fig. 6. Simulink model of the obstacle avoidance algorithm

The Raspberry PI - GPIO blocks are shown on the figure and the corresponding pins are shown as well. The Raspberry PI has GPIO pins connected to all parts of the Alphabot2-PI platform. The GPIO pin 6 and 26 drive the motors using PWM signals. The direction of motor movement is done with pins 12, 13, 20, 21. The infrared sensors are coupled to the GPIO 16 and 19. Some simple algorithm for obstacle avoidance is tested using the standard logical blocks. The platform worked as

identifying an obstacle in the environment and avoiding the collision. From the two GPIO pins which get the signals from the infrared sensors the signal propagates to some logic operations. One of the main logical blocks is “Switch Case”, which compares the two signals from infrared sensors and propagates the result to two “Case” blocks. The idea is when the sensors are triggered the direction of the robot moving to be altered. This is done with the help of sub-blocks "Stop and Left" or "Go Forward" which change the direction of motor movement. The logic is the following: when there is no obstacle it goes forward and when it detects one it turns left. The main idea of the developed control system is to test the algorithms for obstacle avoidance. From the experiments that are done the system performs the task as it should. From this experiment it stands that it is very important what the reflectance of the obstacle surface is. When there is a reflective surface the robot does not perform well because of the infrared sensor's inability to detect obstacles correctly.

Simulink model to control the robot platform for line following

Another task that was investigated is the possibility to structure a continuous control system with Simulink to maintain the robot direction. The first thing that is implemented is the “Motor commands control” which shows the kinematic model of the differential wheel robot. The two parameter speed ‘v’ and the directional angle ‘omega’ are the parameters used to control the wheel. Another thing that was implemented here is the PWM for the two wheels that is shown on fig.7 and titled “AlphaBot-Pi Motors”. To be able to test the continuous functioning of the system some continuous signals need to be obtained from the sensors. The Simulink model of the proposed system is shown on fig.7. The heart of the system is a continuous PID Controller that implements the “following line” functionality.

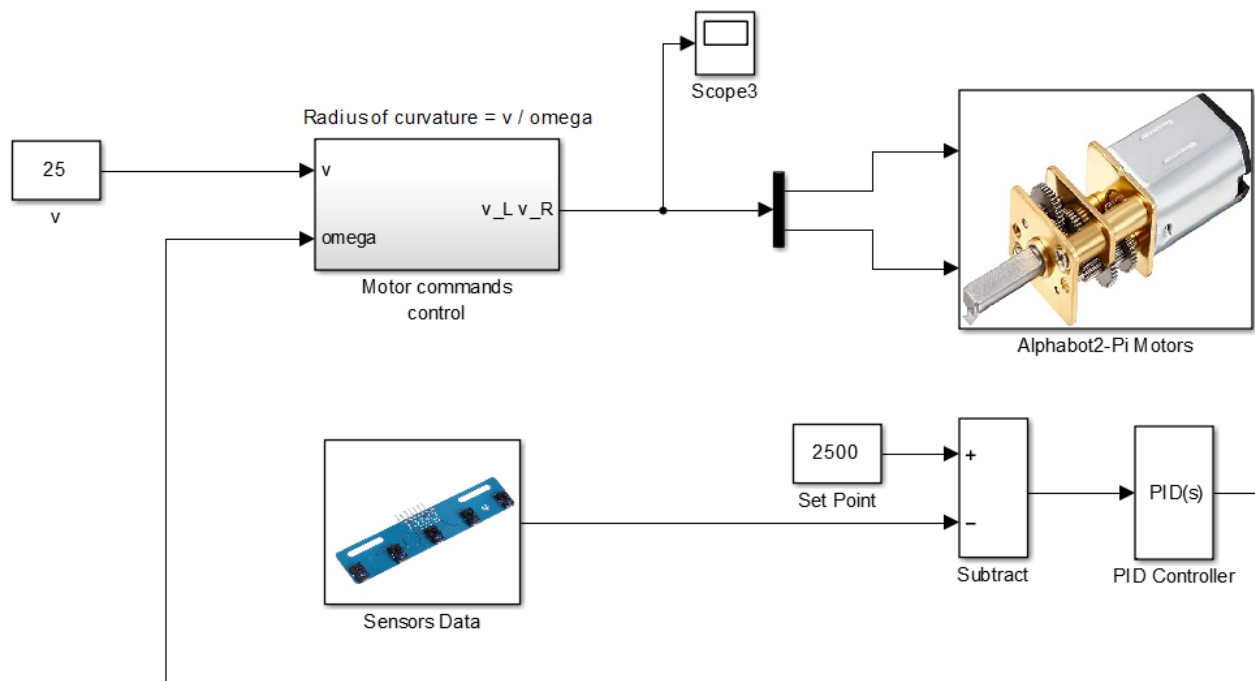


Fig. 7. Simulink model of the line following algorithm.

Other blocks include the speed “v” of the robot, the sensors “Sensors Data” and the “Setpoint”. The Sensors Data subsystem is used for receiving and processing the data received from the infrared sensors of the robotic platform. The control signal is computed using a control algorithm known as PID. Using the output from the PID controller the signal is propagating to “Motor Commands” which actuates the motors of the bot. When developing the system the main problems that were encountered were the implementation of the sensor in the Simulink environment and development of PWM (Pulse Width Modulation). Both modules were implemented as S-Functions

in Simulink and tested for functionality. The capability of both modules is tested in real environment and shows that the system is workable.

CONCLUSION

Within the modern industry, robotic platforms are becoming more and more useful for solving many tasks related to logistics within a company. Also, the design of algorithms related to these platforms requires a lot of engineering work. The ease of solving this type of task is related to the application of modern software platforms, such as the Simulink. The ability to generate code automatically makes it an indispensable tool in the design process. The ability to connect between Simulink and robotic platforms, such as AlphaBot2-PI for studying purposes, allows easy and fast prototyping of software components and gives the researchers ability to test the complex algorithms in real life. In the current study some Simulink models are implemented to test the functionality and viability of the proposed systems. The contribution of the paper is the development of two software components in the Simulink environment. The first one is for infrared sensor reading module implemented especially for AlphaBot2-PI platform. The second one is implementation of PWM which is not part of the “Simulink Support Package for Raspberry Pi” and must be performed separately. These both modules are included in two separate systems and tested for functionality. For the real implementation of the code on the platform, Embedded Coder is used. The compiled version of the code is deployed to the robotic platform. The implementation, configuration and testing of the two systems is investigated in a real environment. In a conclusion it could be said that the first tested system is functional and has the ability to perform the tasks that are set, but the second shows some problems with the implementation of PWM, especially with the one of the motors. It works with the first motor of the differential wheeled robot, but with the second refuses to work. In the future the problem system should be tested and some more complicated algorithms should be investigated.

REFERENCES

- AlpahaBot2-PI, 2022, <https://www.waveshare.com/wiki/AlphaBot2-Pi>
- Barabas, T., (2019). *An Autonomous Mobile Robot Controlled by a Motherboard of an Android Smartphone*. The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty vol. 19(2), pp.44-47
- Embedded Coder, 2022, <https://www.mathworks.com/products/embedded-coder.html>
- Küçükkülahlı E., Güler R., (2015). *Open Source MobileRobot with Raspberry Pi*, BALKAN JOURNAL OF ELECTRICAL & COMPUTER ENGINEERING, Special Issue, Vol.3, No.4.
- Mathe, S., Pamarthy, A., Kondaveeti, H., Vappangi,S., (2022). *A Review on Raspberry Pi and its Robotic Applications*, Conference: 2022 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP) at: Vijayawada, India
- MathWorks, 2022, <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>
- Olteana, S., (2019). *Mobile Robot Platform with Arduino Uno and Raspberry Pi for Autonomous Navigation*, Procedia Manufacturing vol. 32, pp.572-577.
- Raspberry PI, 2022, <https://www.raspberrypi.org/>
- Santhosh K., Babu K., (2017). *Low Cost Object Sorting Robotic Arm Using Raspberry Pi* International Journal of Research vol. 4, pp. 2771-2775.
- Takacs, K., Koniar, D., Hargas, L., & Hock, O., (2021). *Control of Robotic Arm with Visual System*, 25th International Conference Electronics, pp. 1-6.

STUDYING THE OPERATION OF RESIDUAL CURRENT DEVICES⁵

Ivaylo Dimitrov – Student

Faculty of Electrical Engineering Electronics and Automation,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 89 6320 403
E-mail: ivailo_982@gmail.com

Assoc. Prof. Ognyan Dinolov, PhD

Department of Electrical Power Engineering,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 89 4610 087
E-mail: odinolov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Ivaylo Stoyanov, PhD

Department of Electrical Power Engineering,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 665
E-mail: stoyanov@uni-ruse.bg

Abstract: This paper examines the influence of the type of earth connection circuit on the behavior and reliability of residual current devices with a rated current of 30 mA. The operation of residual current protection in different earthing schemes - TN-S, TT and IT has been studied. The analysis of the results shows that the earthing scheme does not indicate an impact on the operation of the protection and for the considered schemes the obtained values of the tripping current are comparable and meet the regulatory requirements. The research of the present work can be continued in the following directions: studying the tripping time of the protections; investigating the influence of the number and power of the protected objects on the reliable operation of the protections.

Keywords: Residual Current Devices, Reliability, Tripping Current, Earthing Schemes

ВЪВЕДЕНИЕ

Проблемите, свързани с електротехническата безопасност и подходите за защита от поражения от електрически ток, са в значителна степен актуални. Известни са различни методи и средства, които да предпазят човека от въздействие на електрически ток. Други имат за цел да предпазват от пожари или да защитават наличното електрообзавеждане.

Дефектнотоковите защиты (ДТЗ) притежават способността да прекъсват електрическите вериги много бързо с оглед осигуряване на електротехническа безопасност. Надеждната работа на ДТЗ се влияе от конкретните условия на работа, схемата на заземяването, броят и мощността на защитаваните обекти и др.

В публикация от 2021 г. е представен модел за определяне срока на експлоатация на ДТЗ при нормални работни условия. Използвана е екстраполация (Liu, G., Wang, Z., Li, X., Yue, C., & Li, W., 2021). Друга симулация за проверка чувствителността на ДТЗ от тип А при наличието на хармоници показва, че при някои от опитите ДТЗ не сработва поради наличието на високочестотни хармоници, като измерените стойности на изключване може да варират (Czapp, S., 2020). През 2019 г. е направено проучване на характеристиките на ДТЗ, които защитите притежават в реални експлоатационни условия. Експериментално са установени условията, при които защитите не заработват или заработват погрешно. Доказано

⁵ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ РАБОТАТА НА ДЕФЕКТНОТОВОКИ ЗАЩИТИ.

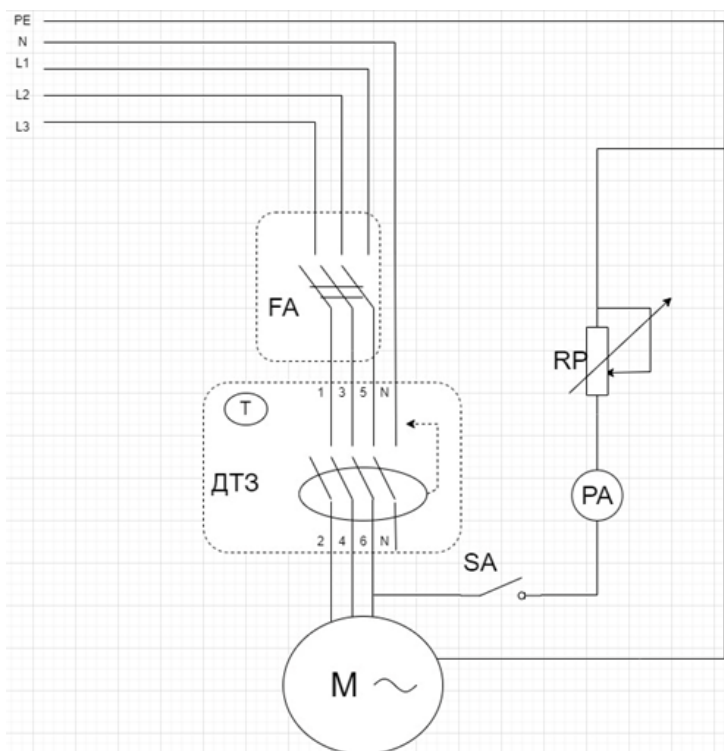
е, че с увеличаване на честотата минималният ток на сработване се увеличава. (Xie, P., Fang, Z., Hu, J., Yang, J., & Zhu, G., 2019).

Целта на изследването е да се проучи влиянието на вида на схемата на свързване със земя върху поведението и надеждността на дефектнотокови защиты с номинален ток 30 mA.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Опитна постановка

Изследвана е работата на ДТЗ в различни схеми на заземяване – TN-S (фиг.1), TT (фиг.2) и IT (фиг.3). При схемата TN-S функциите на защитния и на нулния проводник са разделени за цялата схема. При схема TT нулалата на източника на захранване е свързана директно със земя, а достъпните токопроводими части на уредбата са свързани към заземители, електрически отделени от директно заземената нулала на източника. При схема IT нулалата на източника на захранване е изолирана от земя или е свързана със земя посредством импеданс, а достъпните токопроводими части на уредбата са свързани към заземители отделно, общо или към заземителя на импеданса (Наредба №3 09.06.2004 г.).

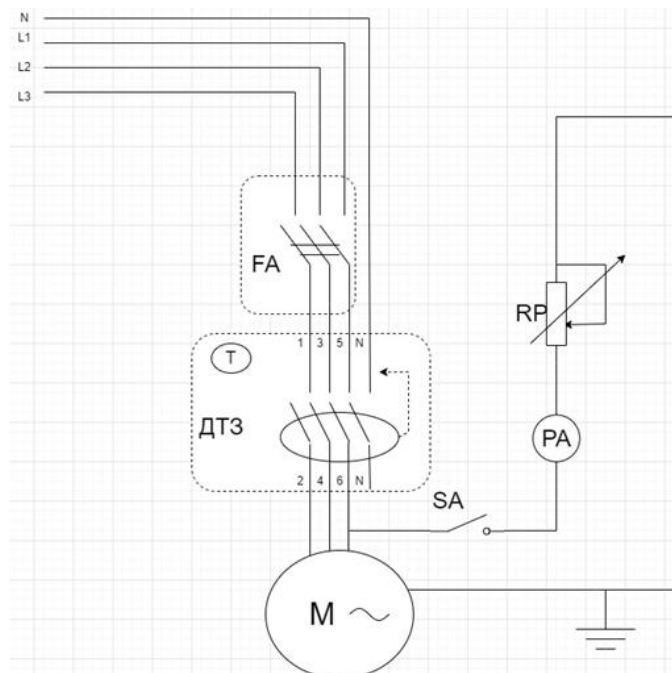


Фиг.1. Изследване работата на ДТЗ в схема на заземяване TN-S

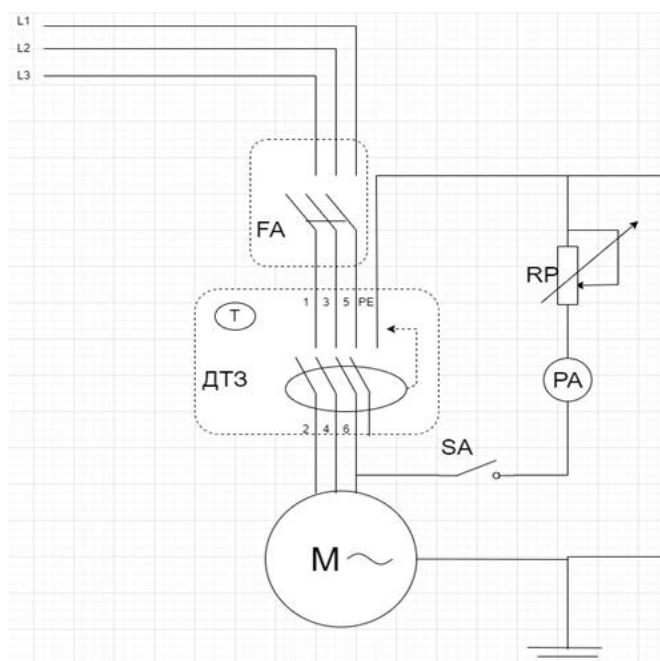
За изпитване на разглежданите схеми е разработен лабораторен стенд (фиг.4). Той разполага с трифазен автоматичен прекъсвач, дефектнотокова защита 30mA, трифазен консуматор, мултицет, потенциометър. Техническите характеристики на елементите са представени в табл.1.

Методика на измерванията

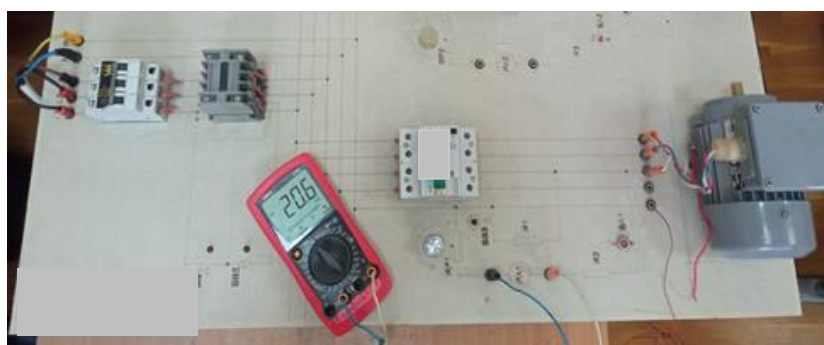
Захранващото напрежение се подава от автоматичния прекъсвач FA към ДТЗ. С помощта на ключа SA и променливото съпротивление RP се симулира ток на утечка от фазен към защитен проводник. Последователно на RP е свързан амперметърът PA, от който се отчита големината на тока, при който ДТЗ сработва (изключва). Всеки от опитите е реализиран с петкратна повтораемост, като резултатите са усреднени. Записани са стойностите при всеки един опит и средните стойности за всяка схема на свързване.



Фиг.2. Изследване работата на ДТЗ в схема на заземяване ТТ



Фиг.3. Изследване работата на ДТЗ в схема на заземяване IT



Фиг.4. Общ вид на използваната лабораторна уредба

Таблица 1. Техническите характеристики на елементите от лабораторен стенд за изпитване на дефектнотокови защиты

№	Наименование	Технически характеристики
1	Електродвигател	ELPROM-TETEVER BG, Type: MO56 B/4D, 220/380V, 0,09 kW, 0,73/0,42 A
2	Дефектнотокова защита	Работно напрежение: $\approx 230/400$ V, Номинлен ток на утечка: $I_{\Delta n} = 30$ mA, Номинален ток: 25 A, Номинална изключвателна способност: ≈ 6000 A
3	Автоматичен прекъсвач	Номинален ток 50 A, Работно напрежение 230/400 V $\approx$, Максимален ток на късо съединение: 6000 A $\approx$
4	Мултицет	UNI-T UT58B, AC current 2mA / 20A

Резултати

В табл.2 са представени данните от направените измервания.

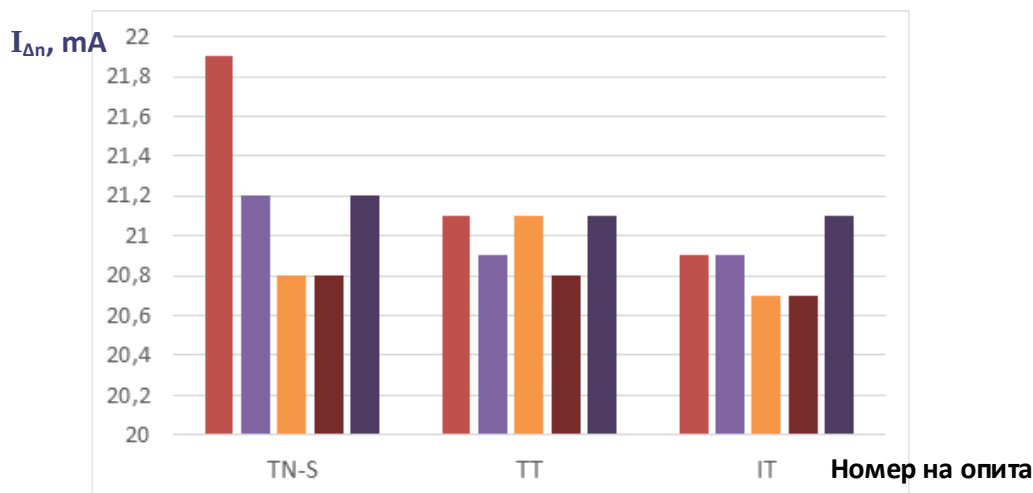
Таблица 2. Данни за тока на заработване на дефектнотокова защита при различни схеми на заземяване

--	I_{Δ} , mA		
Номер на опита	TN-S	TT	IT
1	21,9	21,1	20,9
2	21,2	20,9	20,9
3	20,8	21,1	20,7
4	20,8	20,8	20,7
5	21,2	21,1	21,1
Средна стойност:	21,18	21	20,86

Получените средни стойности от табл.2 показват, че при схема TN-S ДТЗ заработва при 70,6% от обявения ток на утечка $I_{\Delta n} = 30$ mA. Тази стойност е и най-високата в сравнение с останалите изследвани схеми. При схема TT средната стойност е 70% от обявения ток на утечка $I_{\Delta n} = 30$ mA, а при схема IT се наблюдава най-ниската стойност на чувствителност, равна на 69,53% от обявения ток на утечка $I_{\Delta n} = 30$ mA. За оценка на точността на средната стойност, която е получена при видовете схеми, е пресметнато средноквадратичното отклонение. За схема TN-S то е равно на 0,449, при схема TT е 0,141, а при схема IT – 0,167. От направения анализ се установява, че най-точно е оценено математическото очакване за схема TT, а схемата с най-голямо разсейване на тока на заработване е TN-S. За определяне на размаха на тока на заработване са направени съответни пресмятания, от които са получени следните стойности. При схема TN-S се наблюдава най-висок размах на тока на заработване, равен на 1,1, докато при схемата TT се наблюдава най-ниският размах, равен на 0,3. При схема IT тази статистическа характеристика е числено равна на 0,4. Данните за тока на утечка за всеки един от петте опита (серия) за всяка от изследваните схеми, са представени графично на фиг.5.

ИЗВОДИ

1. При изследваните схеми на свързване не се наблюдава значителна разлика в средните стойности на максималния ток на утечка. Следователно вида на разглежданите схеми не оказва влияние върху работоспособността и надеждната работа на изследваната дефектнотокова защита.



Фиг.5. Графично представяне на данни за тока на заработване на дефектнотокова защита за серии от опити

2. Анализът на резултатите показва, че схемата на заземяване не указва влияние върху работата на ДТЗ и за схеми TT, IT и TN-S установените стойности на тока на задействане е съпоставим и отговаря на нормативните изисквания.
3. Изследванията от настоящата работа могат да бъдат продължени в следните направления:
 - изследване на времето на сработване на ДТЗ 30mA;
 - изследване на влиянието на броя и мощността на защитаваните обекти върху надеждната работа на защитите.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is partially supported by the EC Project 2020-1-PL01-KA226-HE-096196, project title: "Holistic approach towards problem-based ICT education based on international cooperation in pandemic conditions".

REFERENCES

- Czapp, S. (2020). Testing sensitivity of A-type residual current devices to earth fault currents with harmonics. *Sensors*, 20(7), 2044.
- Fang, Z., Hu, J., Yang, J., & Zhu, G. (2019). *Tripping Characteristics of Residual Current Devices under Different Working Conditions*. Paper presented at the 2019 IEEE 3rd Conference on Energy Internet and Energy System Integration, 8-10 Nov., 2019, 2765-2769.
- Liu, G., Wang, Z., Li, X., Yue, C., & Li, W. (2021). Life Prediction of Residual Current Device Based on Wiener Process with GM (1, 1) Model. *IEEJ Trans Elec Electron Eng*, 16, 1165-1173.
- Ordinance № 3 of June 9, 2004 on the design of electrical installations and power lines. Effective 15.01.2005. Issued by the Ministry of Energy and Energy Resources. (**Оригинално заглавие:** Наредба № 3 от 9 юни 2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии. В сила от 15.01.2005 г. Издадена от Министерството на енергетиката и енергийните ресурси).

DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR HOME CONTROL⁶

Ivelin Petkov– Student

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 88 287 7007
e-mail: ivakapp@gmail.com

Princ. Assist. Martin Dejanov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 747
e-mail: mdejanov@uni-ruse.bg

Abstract: Home Control is the technology used to make the electronic equipment in the home work in the benefit of the occupants. The technology include devices, systems and applications that increase home comfort and automate the optimization of home solutions automated in terms of lighting, temperature, security and many other features. The paper presents some home control applications. The study examines the popular Home Assistant platform and its capabilities for creating a home control applications. Many hardware components from popular companies in the area of smart devices can be used. As hardware components in this study the ESP8266 Wifi microchip based modules are used. Two types of applications are developed: at first the integration of ESPHome add-on is used for programming the modules and “Node Red” add-on is added to the Home Assistant platform for the development of the home control application.

Keywords: Home Control, ESP8266, Home Assistant, Node Red

INTRODUCTION

In recent years, with the advancement of computer, microprocessor and communication technology, as well as with the reduction of the size of electronic components, a segment of technology called sensor networks has developed (Majid, M., & Habib, S. 2022). The idea of sensor networks is the development of sensors with advanced functionality related to the ability, both for communication between individual devices and for partial processing (aggregation) of incoming information. This type of system is being developed into a new direction in computer and information technology called Internet of Things (IoT) (Yadav, R., & Yadav, N., 2022). The Internet of Things has really transcended the realm of sensors alone and evolved into a multi-device concept. In this regard, projects related to communication between individual machines called M2M (machine-to-machine) have emerged (Yadav, R., & Yadav, N., 2022), whose idea is to develop opportunities for individual devices to communicate with each other. Manufacturers of various types of home appliances saw the possibility of adopting this type of technology and gradually began to incorporate different types of microprocessor and communication capabilities in their products, as well as to provide opportunities to connect their devices to certain platforms. IoT systems have entered many aspects of human life and evolved into stand-alone segments. Areas such as the Smart City, the Smart Home, the Smart Hotel, as well as the development of the idea of security through the application of Smart Security can be mentioned here (Aliero, S. & Asif, M, 2022). In the background of the growing capabilities of individual devices and the generation of vast amounts of information, there is a need to store and process this data. In this regard, the term "Big Data" also appeared (Hao, Chi, & Yuyan, Chi, 2022). The collection, storage and processing of multiple data, together with the development of analysis algorithms, has led to the possibility of

⁶ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17 май 2022 в секция Електротехника, Електроника и автоматика с оригинално заглавие на български език: Разработване на приложение за управление на дома.

more efficient ways of decision-making. All the mentioned above emphasized that not every system that is being developed can be categorized as "Smart". In the context of all that is said before, we will consider some components in the development of the "Home Control" as "Smart". The "Home Control" includes the components like hardware devices (also known as end-devices), controller module components and software applications.

EXPOSITION

The main idea of the paper is to make an application for home control using some popular hardware, software and communication technologies. The presented system can be extended to many other hardware and software technologies but for the sake of brevity, we will present only a simple structure of such a system for home control. Without claiming to be exhaustive, we will try to briefly present the main features and functionalities that can be used.

The hardware components

The "brain" of the hardware components, also called the end-device, is a module ESP8266 (fig.1). It allows wireless connection of the module to the wireless environment. This makes the module very useful for Internet of Things (IoT) applications. It is used in many mini and large projects to control a variety of electronic components via WiFi connections. The other components used for making application for control are a servo drive SG90, PIR sensor and humidity sensor DHT 11 as shown on fig.1. The sensor node that was structured for the system implementation is shown on fig.2. It includes all the modules in one component and it is called "sensor node".

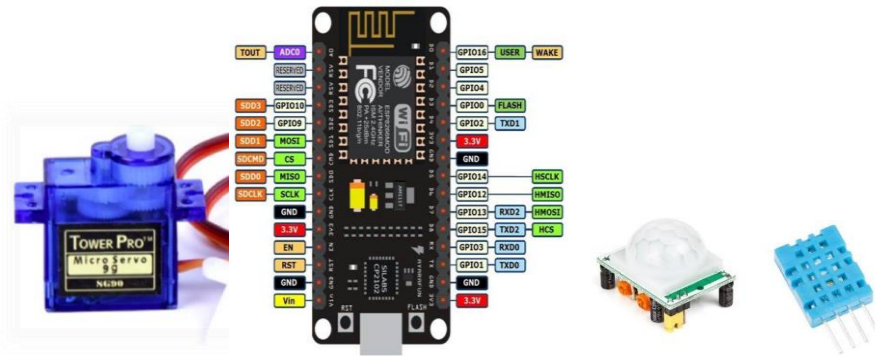


Fig. 1. Hardware components: servo drive, ESP8266 module, PIR sensor, DHT humidity sensor

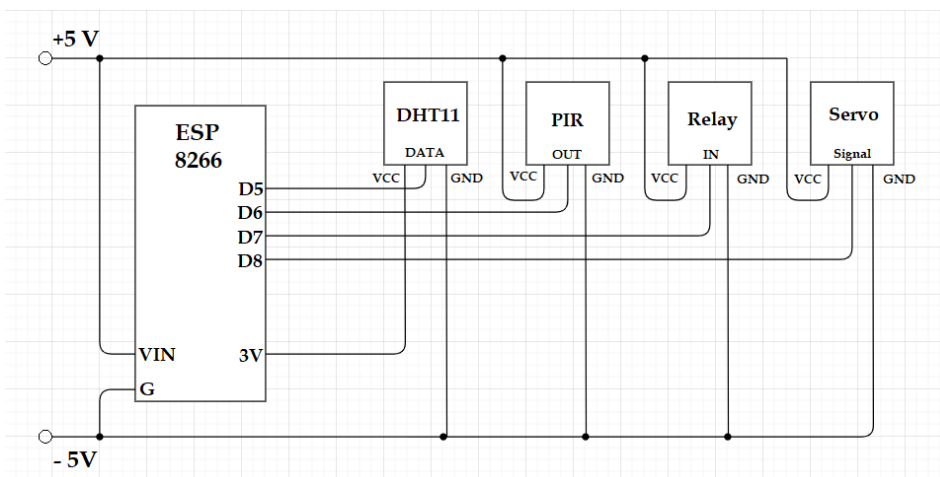


Fig. 2. Hardware connection diagram

The platform Home Assistant

In the field of smart home control along with the commercial systems, there is a group of enthusiasts who develop open source platforms designed and functioned as commercial ones. Three types of platforms are popular here, namely - Home Assistant (Home Assistant, 2022), Open HAB (Open Hab, 2022) and WebThings (WebThings, 2022). Home Assistant (fig.3) is one of the most supported one. The developers create many add-ons that could extend the base functionality of the platform. The platform is a local alternative to SmartThings, as well as most of the commercial platforms that exist out there. As a local alternative, much of the automation is performed locally and does not depend on cloud structures. Here we must note that the implementation of some functionality requires a connection with the cloud structures any other commercial or open-sourced platforms. Also of interest is the fact that the platform can run on development boards such as RaspberryPI, as well as virtual machines or virtual services such as docker. Home Assistant has compatibility add-ons with other platforms as used in our paper - Node-RED. Also it has the ability to integrate with other popular open-sourced software components like Grafana and InfluxDB that are popular in the area of visualizing time dependent processes. In this regard it should be mentioned that the system can do automations and use popular programming languages like Python for developing some plugins. Due to its great capabilities, additional applications, open source and the ability to create your own home management algorithms, as well as introducing ideas in the field of machine learning, this platform is of great interest in the area of home control.

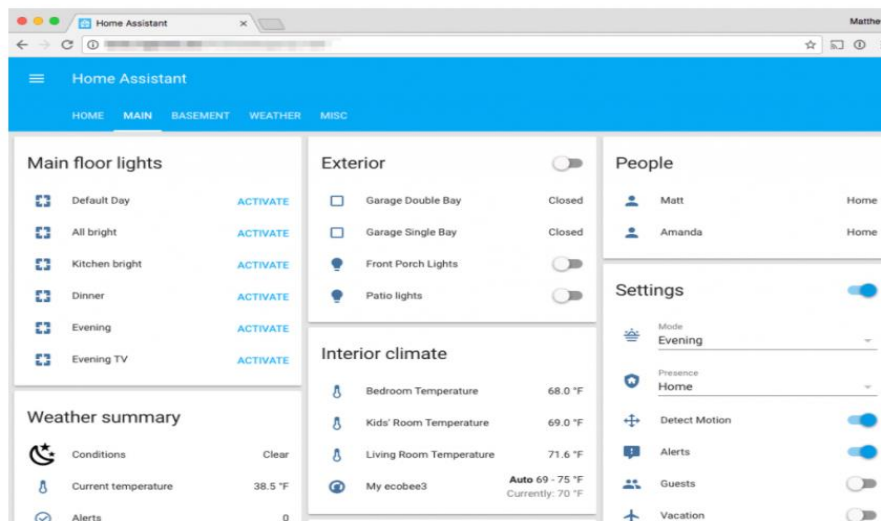


Fig. 3. Home Assitant front panel

The platform Node-Red

In this paper another platform that is testes for its capability to solve the task of home control is called Node-RED. The Node-RED is a flow-based development tool for visual programming. The platform was originally developed by IBM to connect hardware devices, APIs and online services as part of the IoT paradigm. Through it, hardware devices, APIs and online services are connected through various networks. It offers a web browser-based stream editor that can be used to create flows with graphical representation and JavaScript language for more sophisticated functions. There are a wide range of nodes in the tool's palette that can be used and deployed to a system. Items created in a stream can be saved and then shared for reuse. Streams created in Node-RED are stored in JSON format and the MQTT nodes can be used to implement certain connections.

The Home Assistant “add-on” – ESPHome

The platform Home Assistant is designed to make it as easy as possible for the user to obtain and remove integrations. On fig.4 the panel with added integrations is shown. To add new ones the one must use a "Supervisor" (a word used in the platform) menu and then use an open-sourced "Add-on Repository" from where one can look for certain integration. In this paper the integration of "ESPHome" (ESPHome, 2022) was chosen to solve the task for home control. This integration allows us to control and program microcontrollers such as ESP8266 and ESP32, directly through Home Assistant. The only requirement is to write a "yaml" configuration file, and the rest, such as over-the-air (OTA) updates, compilation, etc., are performed from the integration.

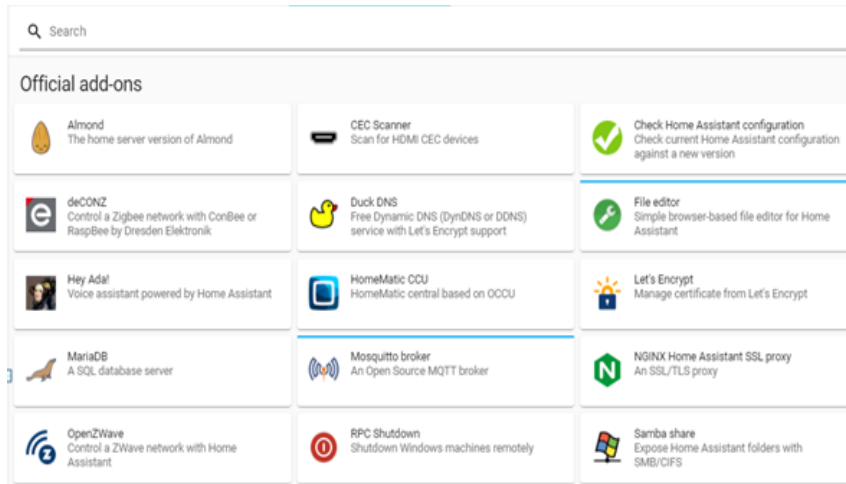


Fig. 4. Official add-ons front panel

In the study the developed sensor node is connected to the Home Assistant platform through the ESPHome interface as shown on fig.5 on the left. At this stage the node must be created and the code will be compiled and uploaded to the ESP8266 module. To do this, create a new node by pressing "+" in the lower right corner and set ESP Model and Name (fig.5 right), and Wi-Fi parameters (fig.5 bottom). After the compilation stage the firmware is uploaded to the hardware module using an additional program called ESPHome-flasher. It is used only the first time for programming. After that the changes to the firmware can be made by the OTA functionality.

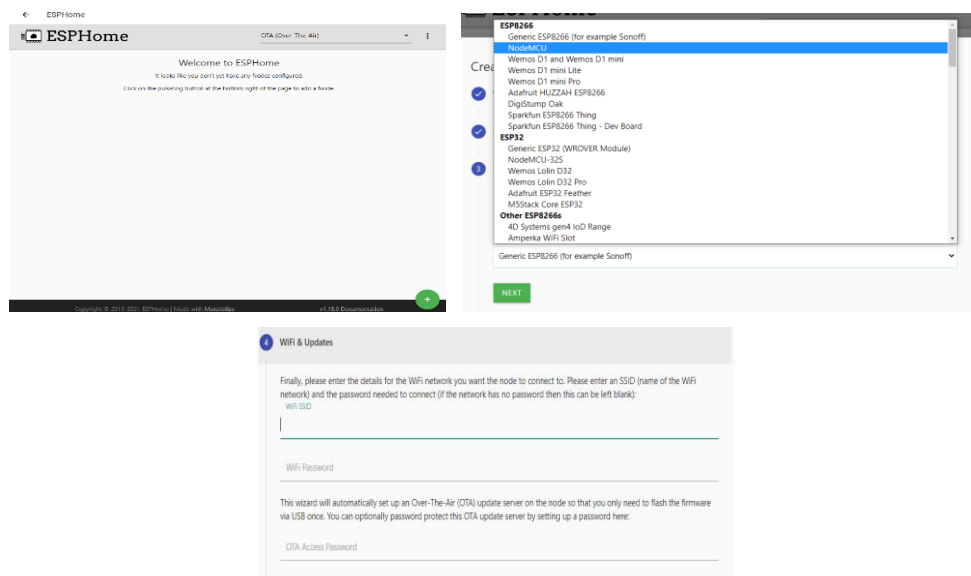


Fig. 5. ESPHome interface and choose of predefined modules

After the steps above the virtual elements are added to the platform and the application interface is shown on fig.6 left. As the elements are added, they can be customized according to their position in the interface and the limits of the parameters can be set. In this case the information from the sensors for temperature, humidity and presence is displayed. The code for module control is added to the configuration.yaml file as shown on fig.6 right.

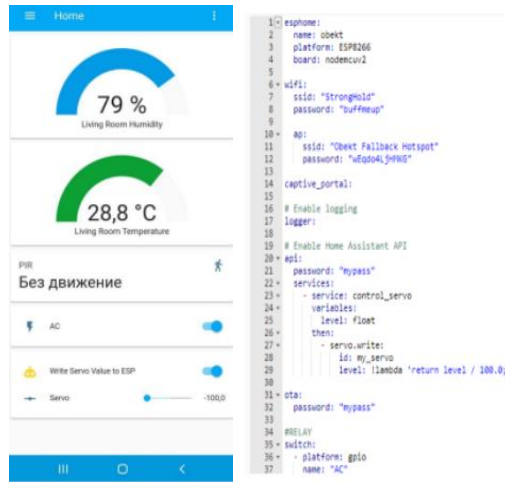


Fig. 6. Home Assistant interface and “yaml” configuration file

The Home Assistant “add-on” – Node-Red

Another way of structuring the home control system is using a Node-Red. The code in the Node-Red is a graphical representation of the connections between the modules (fig.7), as well as you can write a code in JavaScript to specify the functionalities of the system. The program creation is a drag and drop process using predefined components from the library and connects them appropriately. In our situation the MQTT library blocks are used as input and output modules.

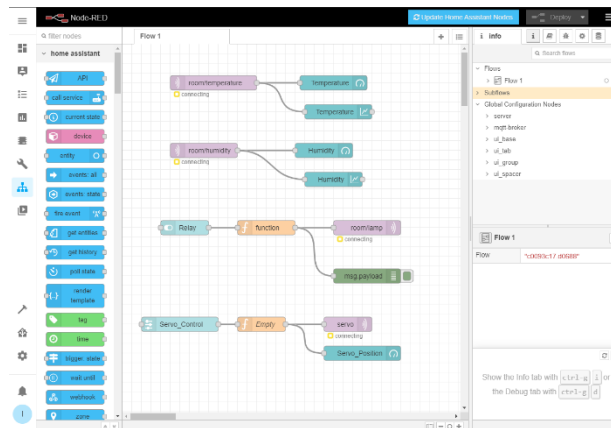


Fig. 7. Graphical representation of Node-Red programming

The Node-Red module has its own capability to create visual panels and because of that we use this functionality in the paper to create a similar interface to the presented above but with the capabilities of this platform. The interface created with the module is shown on fig. 8. From the interface shown on the figure you can monitor the temperature and humidity of the air as well as control the position of the servo motor and switch on/off the relay.

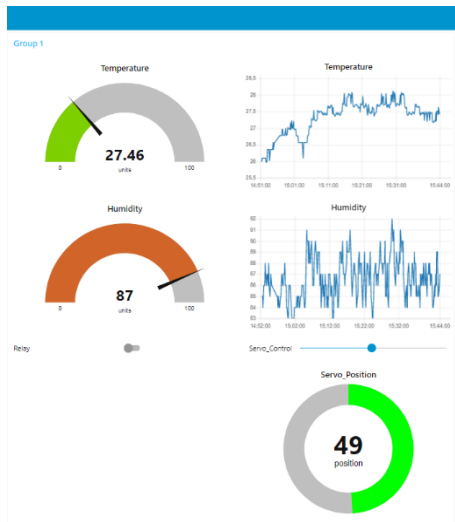


Fig. 8. Visual panel represented in Node-Red

CONCLUSION

Home Assistant is a large platform with huge potential for the development of home automation, due to the much easily accessible integration. It's main advantage for home automation development is its open-source paradigm and many community developers. Other platform is Node-Red which another tool for the home control. It has easy graphical representation of complex logical interconnections and flexibility in software component. The paper presents some home control applications. The study examines the popular Home Assistant platform and its capabilities for creating applications. The first one is ESPHome add-on which is used for programming the modules and integrate them in the Home Assistant and the second one is "Node Red" add-on which is added in the platform as well. Developing an application with Node-Red is easier than writing applications in Home Assistant but the vast majority of integrations make the platform superior. The represented platforms and applications are developed and tested in a real environment and show results that are comparable to the modern commercial products. The future developments will be focused on the implementation of a wider range of functionalities and the development of a home control application for miniature model.

REFERENCES

- Aliero, M.S., Asif, M., Ghani, I., Pasha, M.F., Jeong, S.R. (2022) *Systematic Review Analysis on Smart Building: Challenges and Opportunities*. *Sustainability*, vol.14, 3009
- ESPHome, 2022, <https://esphome.io/>
- Hao Chi, Yuyan Chi, (2022) *Smart Home Control and Management Based on Big Data Analysis*, *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2022, Article ID 3784756, 14 pages, 2022.
- Home Assistant, 2022, <https://www.home-assistant.io/>
- Majid, M., Habib, S., Javed, A.R., Rizwan, M., Srivastava, G., Gadekallu, R., Lin, W. (2022) *Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review*. *Sensors* vol. 22, 2087
- Open Hab, 2022, <https://www.openhab.org/>
- Yadav, R., Yadav, N., Gupta, K., Priyadarshini, R., Chakraborty, S., Kumar, P. (2022) *Home Automation Using Internet of Things: An Extensive Review*. In: Rawat, S., Kumar, A., Kumar, P., Anguera, J. (eds) *Proceedings of First International Conference on Computational Electronics for Wireless Communications*. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 329. Springer, Singapore.
- WebThings, 2022, <https://webthings.io/>

QUADCOPTER CONTROL IN A VIRTUAL ENVIRONMENT ⁷

Krasen Kunchev– Student

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
tel.: +359 89 649 3099
e-mail: kra98@abv.bg

Princ. Assist. Martin Dejanov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 747
e-mail: mdejanov@uni-ruse.bg

Abstract: As drones grow in popularity, new ideas about how to use them in a daily life appear. From Amazon using drones to deliver goods to obstacle avoidance in drone racing, drones and their technologies are rapidly evolving. Drones are exiting new technologies applicable to many fields such as entertainment, search and rescue, defense, agriculture, and land surveys. The quadcopters are a part of a big drone family with its increasing popularity and functions. This paper sets its objectives on implementing a flight controller and testing its capabilities in the full motion flight simulators without using the real hardware. The combination of a flight controller with a flight simulator provides the platform for intelligent autonomous operations testing without putting the quadcopter at risk. From within the simulator, the pilot will get a live feed from the quadcopter and be able to observe disturbances as well as test some intelligent features. In this paper some quadcopter functionalities of the ardupilot software are investigated in different kinds of situations in all sorts of virtual environments. It could be concluded that the application of modern virtual simulation environments can play an important role in the development of new intelligent control algorithms.

Keywords: Quadcopters, UAV, Virtual environments, SITL, HITL, PX4

INTRODUCTION

Unmanned aerial vehicles (UAV) have always been distinguished by having attributes very different in comparison the rest of aerial vehicles. One of them is their capability to be potentially smaller than any other vehicle with the same target mission, since they do not need to carry pilots on board. Because of this fact, they have been considered throughout the history as an excellent opportunity to develop higher versatility and greater performance vehicles, being the military and defense industries their principal investors. The first UAV in history was launched by Samuel Pierpont Langley in 1896. It consisted in an unmanned flight of a steam-powered aircraft over the Potomac River (Junwei.C, Oleg.Y & Isaac.K 2013). Nevertheless, no guidance navigation or control system was used. The unstoppable blow up of the UAV applications has led to industries to invest in this technology. Moreover, the eco-friendly possibilities of these products have contributed for these industries to gain the sympathy of the public. Looking at the opinion of business experts, the UAV market is considered a great commercial opportunity, since this market is expected to grow in the following years, especially in the civil side (a growth of 19% versus a 5% in the military side). Furthermore, these conclusions are also valid for new firms in this sector, owing to UAV industry is still young and legacy military drone manufacturer clients does not interfere the civilian sector. They are a great opportunity for research platforms, since they offer new performance possibilities due to their high maneuverability (Belem.R, Hernan.A, Pedro.C, Indira.T & Rogelio.L 2019). Recent publications show that UAVs are being used for studying new control strategies based on non-linear systems and

⁷ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17 май 2022 в секция Електротехника, Електроника и автоматика с оригинално заглавие на български език: Контрол на квадрокоптер във виртуална среда.

for creating and validating new matlab Simulink and CAD models (Rub'en. A., 2016). Simulators have been developed for analyzing real situations without being exposed to any danger. Logically, it is preferable to suffer an accident when testing new machines in a simulated environment, where there are no consequences, than in real ones. One of the main features of this kind of software is that they are real time computing, since simulate results must be as close as possible to reality. Simulator development has increased considerably in the last years due to the dazzling development of computer technology, which has let simulators to be more complex and precise (Luke, R., & Alex, R., 2018). Nowadays, simulators are being used in three main fields. They are used for academia and research purposes. The simulation of 14 State of the Art real machines or vehicles helps engineers to understanding their behavior, so that improvements of the real machine or vehicle can be done through these simulated analyses (Junwei, C., & Oleg, Y., 2013). Moreover, simulators are currently being used for predicting theoretically object behaviors in environments where experiments cannot be done. For instance, before the Sojourner landed Mars, the real conditions of this mission, such as meteorological or gravity effects were not known. So, simulations were extremely advantageous for estimating those conditions. The second main field is the military and training one. The need to avoid dangerous situations for the beginners is the main cause for the use of simulators in this field. Lastly, they are being used for leisure activities. The computer games industry is the best example of this tendency (Belem, R., & Hernan, A., 2019). There are all kinds of simulators available to the everyday person some examples are as follows: Gazebo, Jmavsim, Airsim, Hackflightsim, Morse, New Paparazzi Simulator. In this paper the flight controller software PX4 behavior will be tested in a virtual environment as well as some intelligent functions to establish if the software is ready to be used on a real quadcopter. Some more examples of software flight controllers are: Cleanflight, Betaflight, INAV, Hackflight, OpenPilot series, Paparazzi software, Librepilot, dRonin, Ardupilot

EXPOSITION

Flight Controller Software PX4

PX4 is an open source flight control software for drones and other unmanned vehicles. The project provides a flexible set of tools for drone developers to share technologies to create tailored solutions for drone applications (PX4 Autopilot, 2022). PX4 provides a standard to deliver drone hardware support and software stack, allowing an ecosystem to build and maintain hardware and software in a scalable way. The low price and availability allow fans of small remote-controlled aircraft. PX4 is used in a wide range of use-cases, from consumer drones to industrial applications (PX4 User Guide, 2022). It is also the leading research platform for drones and has been successfully applied to under water vehicles and boats. Drone development is complicated, and how to get started can be daunting and hard to navigate. PX4 is part of Dronecode, a non-profit organization administered by Linux Foundation to foster the use of open source software on flying vehicles. Dronecode also hosts QGroundControl, MAVLink & the SDK.

SITL simulation in the virtual environment

The Software In The Loop (SITL) is a kind of a simulation software that allows us to run Ardupilot code without the necessity of any hardware. SITL was initially developed for Linux, but currently it can be also used in Windows. The great advantage of using simulation software is the capability of measuring sensor data in the virtual environment. All the data is obtained from the flight simulator and the flight dynamics of the system can be modeled. On the other hand the SITL is a software package allowing us to emulate the the functionality of the PX4. As well as some software programs like Ground Control Station can be used: MavProxy, Mission Planner or QGroundControl. Another good thing is the possibility to test a wide diversity of vehicles. The Fig.1 shows a typical SITL simulation environment for any of the supported simulators.

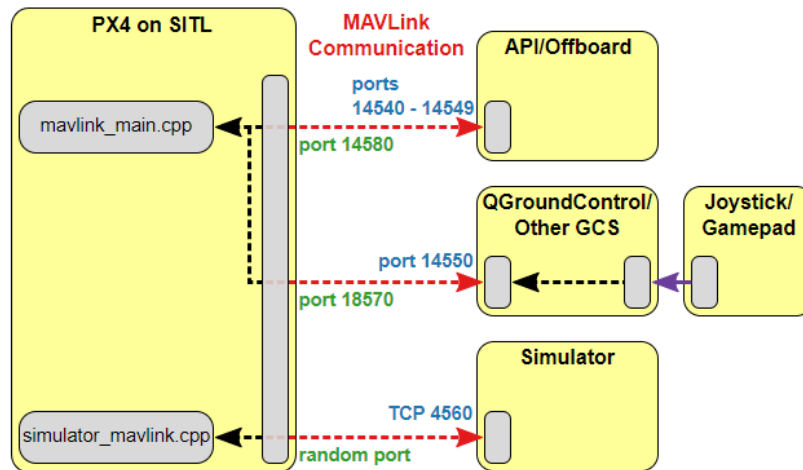


Fig.1.SITL architecture

By default, PX4 uses commonly established UDP ports for MAVLink communication with ground control stations (e.g. QGroundControl), Offboard APIs (e.g. MAVSDK, MAVROS) and simulator APIs (e.g. Gazebo). PX4 uses a simulation-specific module to connect to the simulator's local TCP port 4560. Simulators then exchange information with PX4 using the Simulator MAVLink API described in the Fig.2. PX4 on SITL and the simulator can run on either the same computer or different computers on the same network.

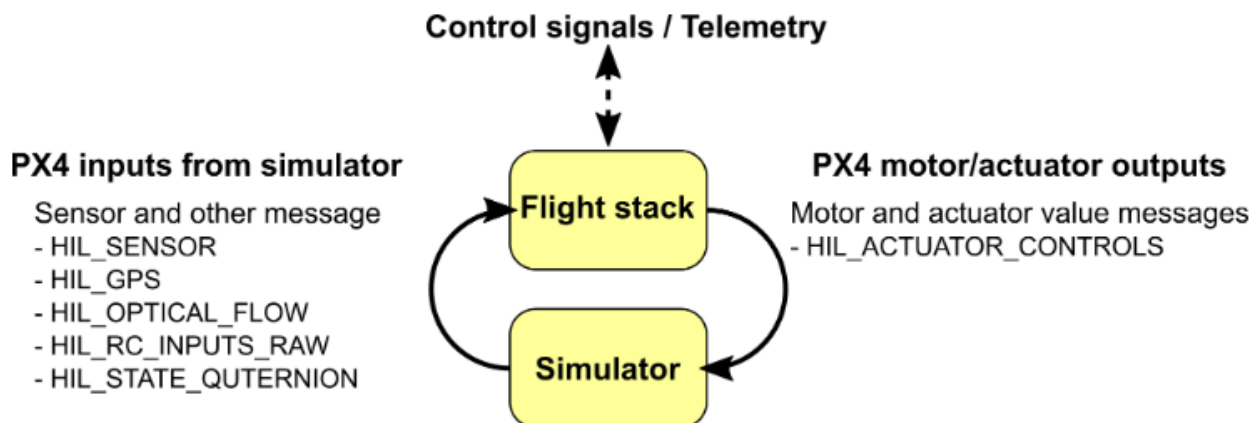


Fig. 2. MAVLink API message flow

All simulators communicate with PX4 using the Simulator MAVLink API. This API defines a set of MAVLink messages that supply sensor data from the simulated world to PX4 and return motor and actuator values from the flight code that will be applied to the simulated vehicle.

HITL simulation in the virtual environment

The other way to make a simulation is called HITL (Hardware In The Loop). HITL simulation is a type of real-time simulation where all that is needed is the actual flight controller hardware combined with the flight controller software. HITL simulation shows how your controller responds in real time to a realistic virtual stimulus. You can also use HITL to determine if your physical system (plant) model is valid. In the Fig.3 a typical HITL simulation setup is shown.

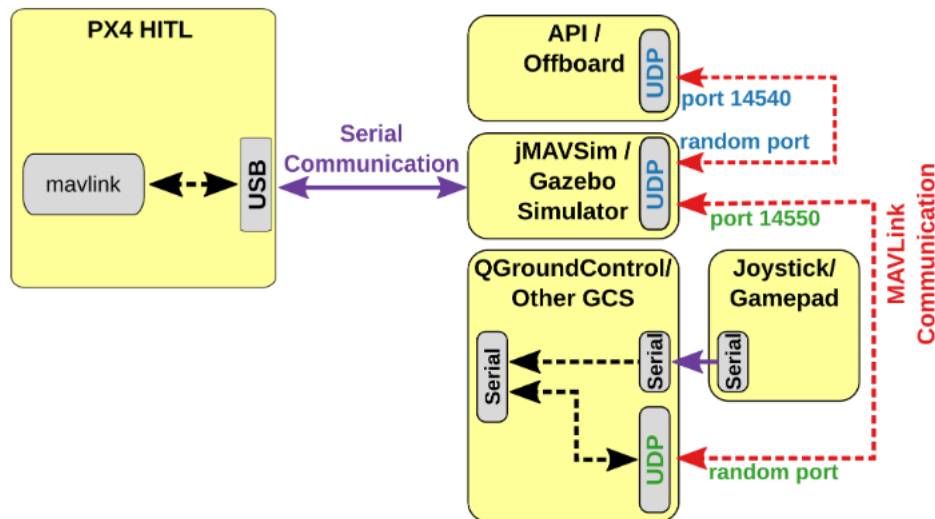


Fig. 3. HITL architecture

The simulator can also be connected via UDP if the flight controller has networking support and uses a stable, low-latency connection (e.g. a wired Ethernet connection - WiFi is usually not sufficiently reliable). A HITL configuration is selected (via QGroundControl) that doesn't start any real sensors. jMAVSim or Gazebo are connected to the hardware flight controller via USB. The simulator is connected to QGroundControl via UDP and bridges its MAVLink messages to PX4. Gazebo and jMAVSim can also connect to an offboard API and bridge MAVLink messages to PX4. A serial connection can be used to connect Joystick hardware via QGroundControl. The physical AutoPilot hardware is configured exactly as for flight, and connects to your computer running the simulator (rather than the real aircraft).

Simulations of Intelligent functionality in the virtual environment

After getting the newest version of PX4 software which is stored on Github in the PX4/PX4-Autopilot, to open a virtual environment of our choice a short set of commands need to be added in Linux OS terminal. For connecting the PX4 software with the virtual environment of our choice some commands are used and ground control station will help us with controlling the quadcopter in the environment. If everything works properly the following figures should be opened shown on Fig.4.

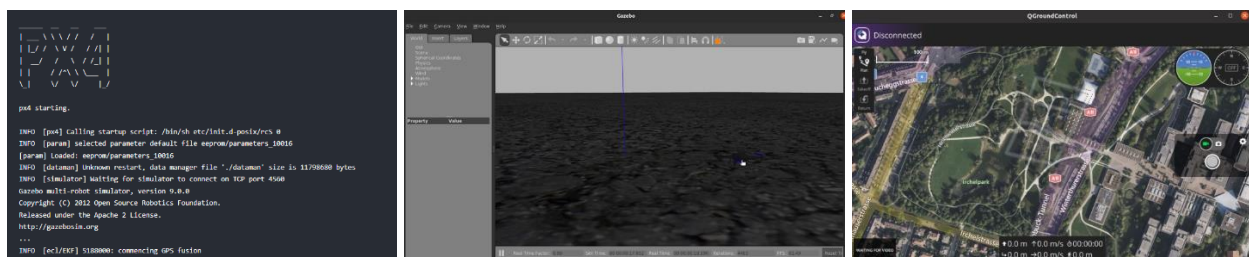


Fig.4.Gazebo virtual environment and QGroundControl station and code loading

After typing the commands if the PX4 code doesn't have problems a few windows will pop up as shown in Fig.4. The most left window shown in Fig.4 will show up if the PX4 code is working properly and after that it will load up the virtual environment which in our case is gazebo virtual environment and can be seen in the middle window of Fig.5 and also when the PX4 and virtual environment load up a virtual drone ran by the PX4 code will spawn in the environment. At the right window of Fig.5 QgroundControl station can be seen which is opened only after the virtual environment is ready. The connection between the environment and the control station should be

established automatically. The control station in this project is mainly used for mission based control on the ardupilot in the virtual environment. After opening the virtual environment and establishing a connection we can start doing some simulations and here are some of the simulations that were tested shown on Fig.5.

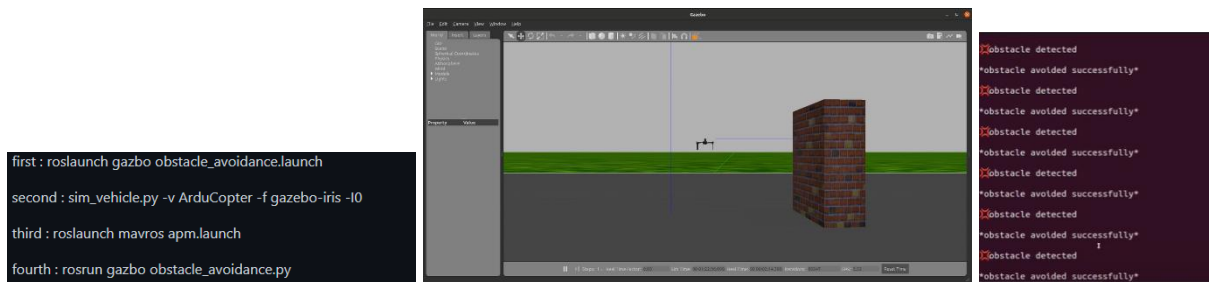


Fig.5 SITL simulation Obstacle avoidance test within gazebo virtual environment

The first intelligent function of the PX4 code that was tested is Obstacle avoidance system. Firstly after opening the virtual environment as shown in Fig.4 we need to adjust it for the Obstacle avoidance to do that we write the commands shown on Fig.5 on the left into the terminal. After that a figure of some kind in our case a brick wall will appear in the virtual environment in close proximity of the virtual quadcopter. With that everything is set land the system can be simulated after stating the simulation we can command the quadcopter to start moving either from the terminal or the QgroundControl station after that the quadcopter will start to move in the direction of the wall and if the ardupilot code is working properly without major problems in the virtual environment the quadcopter will avoid collision with the wall and go back a little after that a message will appear telling us that the object was successfully as shown in Fig.5 the right window.

The second intelligent function that was tested is optical flow shown on Fig. 6. In the figure we can see the camera on the bottom right, which is placed under the quadcopter and is an important part of the intelligent optical control function. The camera detects the environment below the quadcopter and based on texture or colour it sends signals to the quadcopters flight controller which in this test is the PX4 code. The PX4 then receives these signals and reacts in a certain way so that he can maintain his position during the flight without the help of the operator. In Gazebo virtual environment the ground, texture and colour can be changed so the optical flow can be tested properly. With the help of QgroundControl station the quadcopter can be given missions while being controlled using an optical flow.

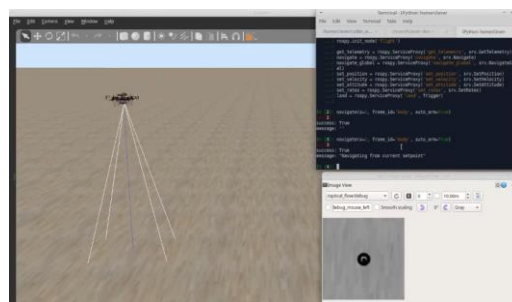


Fig. 6.SITL simulation quadrotor with optical flow in gazebo virtual environment

CONCLUSION

This paper sets its objectives on quadcopter control in virtual environment. As flight controller software PX4 was used for the SITL simulations. SITL runs on a development computer in a simulated environment, and uses firmware specifically generated for that environment. It is recommended that the newest version of the PX4 software is installed before trying any kinds of simulations because with the older versions some problems start to appear like not connecting to the

virtual environment or the virtual environment not starting or starting in a broken state. While testing the intelligent function obstacle avoidance of PX4 in gazebo virtual environment some problems occurred such as the drone randomly spazzing out or not reacting to the mission it was set from the ground station at all. This problems occurred only one time and were fixed easy by restarting both the virtual environment and the ground station so i can't say that the problem lies with the PX4 software here i asume it is a bug of the virtual environment. The test for the intelligent function FPV also had problems. While in FPV in the virtual environment and the drone doing a mission that was selected by the ground station if some disturbances occur the drone just stops immediately. Granted these disturbances are manually added by the operator in the virtual environment without them the drone completes its mission fine. At this time it cannot be said that the problem is either with the PX4 software or the virtual environment, so the further research is needed of both the PX4 software and the virtual environment in wich the FPV test was conducted for the problem to be found. The future work should be to test the system on the real drone and compare the results with those in the virtual environment.

REFERENCES

- António.S,L.Raimundo,PhD.Nuno.M,PhD.Pedro.J (2016) *Autonomous Obstacle Collision Avoidance System for UAVs in Rescue Operations* published at Iscte University Institute of Lisbon Department of Information Science and Technology
- Belem.R, Hernan.A, Pedro.C, Indira.T and Rogelio.L (2019) *Teleoperation of a drone based on a virtual environment* published at The 2019 International Workshop on Research, Education and Development on Unmanned Aerial Systems (RED-UAS 2019) in Cranfield University, Cranfield, UK
- Luke.R and Alex.R (2018) *Connecting a Quadcopter to a Flight Simulator for Human-in-the-Loop Autonomous Systems* published at Department of Computer Science in Central Michigan University Mt. Pleasant, MI, 48858, USA
- “PX4 Autopilot” <https://px4.io/software/software-overview/> (Accesed on 02.05.2022)
- “PX4 User Guide” <https://docs.px4.io/v1.12/en/simulation/> (Accesed on 15.05.2022)
- Rub'en.V.Astorga (2016) *simulation of a quadrotror unmaned aerial vehicle* published in University Carlos III of Madrid Higher Polytechnic School
- Junwei.C , Oleg.Y , Isaac.K (2013) *Development and validation of a controlled virtual environment for guidance, navigation and control of quadrotror UAV* published at Calhoun: The NPS Institutional Archive DSpace Repository in Monterey, California: Naval Postgraduate

INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL PERFORMANCES OF TWO TYPES FLAT PLATE PHOTOVOLTAIC-THERMAL COLLECTORS⁸

Mitko Nikolov – Student

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 899 305391
E-mail: mitko0995@abv.bg

Assoc. Prof. Konstantin Koev, PhD -

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082 888/ 201, 661
E-mail: kkoev@uni-ruse.bg

Abstract: The paper reviews two types of flat plate thermal photovoltaic hybrid modules with liquid fluid. Their possibilities to use in a located area in the continental climate region are analysed. The mean values of ambient and modules temperatures and solar irradiance are measured. The values of electrical energy efficiency of the investigated thermal photovoltaic modules are calculated for measured temperatures. The results show an effective conversion of the solar energy and better performances of one thermal photovoltaic hybrid module.

Keywords: Solar energy, Photovoltaic modules, Thermal photovoltaic hybrid modules, Flat plate collector, Energy efficiency

ВЪВЕДЕНИЕ

Комбинираните колектори за преобразуване енергията на слънчевата радиация в топлинна и електрическа са съвременни технически средства (хибридни, термофотоволтаични, PV/T колектори), чрез които ефективно се използва слънчевата енергия. Основната причина за по-голямата ефективност на фотоволтаичните клетки на такива колектори, в сравнение с класическите фотоволтаични панели, е намаляването на работната температура на полупроводниковите елементи (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010).

Изследвани са измененията на електрическия к.п.д. на различни видове колектори - термофотоволтаичен с течен флуид и обикновен фотоволтаичен (Nicolov, M. & Koev, K., 2019), и термофотоволтаични колектори с и без вакуумни тръби (Nicolov, M. & Koev, K., 2021), за типичен летен период, в условията на умерено-континентален климат. Получените резултати показват, че електрическият коефициент на полезно действие (к.п.д.) на хибридният колектор е по-голям от този на обикновения фотоволтаичен, а разликата достига до 1 %. Ефективността на плоски PV/T колектори с вакуумни тръби е по-голяма, в сравнение с колектори без такива тръби, като за най-горещите часове от летния период на годината, разликата е (7,16,...,7,62) %.

Плосък термофотоволтаичен панел с подобрени характеристики е разработен от (DualSun). Такива колектори се използват успешно в различни обществени и частни обекти.

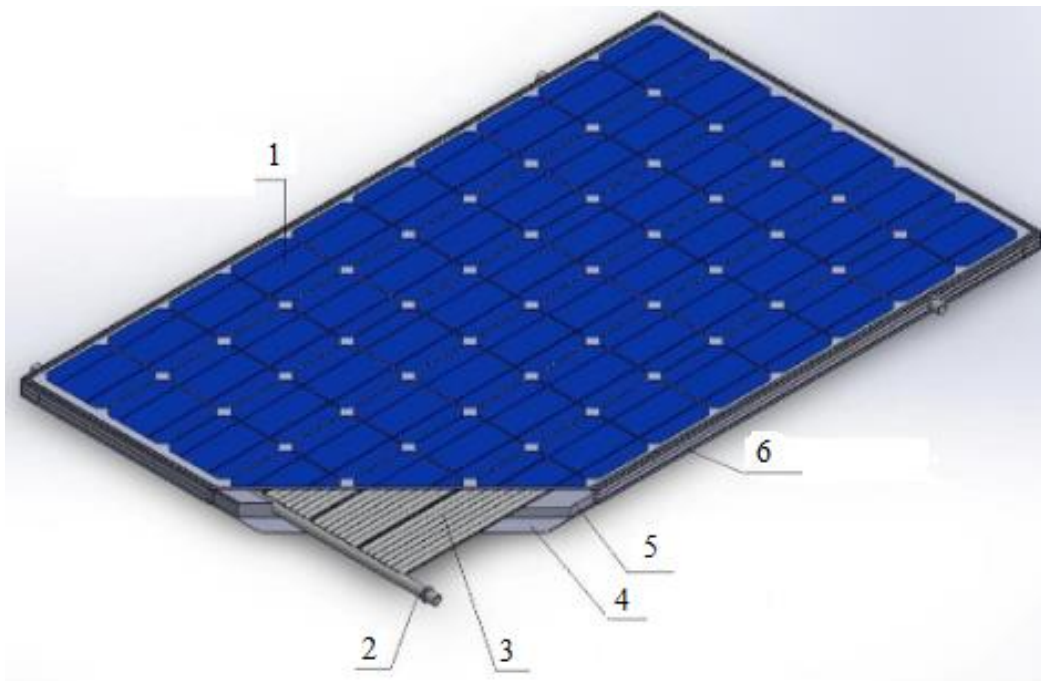
В доклада е представено сравнително изследване на електрическия к.п.д. на плоски термофотоволтаични колектори – класически и с подобрени характеристики. Анализирани са възможностите за приложение в район с умерено-континентален климат.

⁸ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция Електротехника, електроника и автоматика с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ДВА ВИДА ПЛОСКИ ТЕРМОФОТОВОЛТАИЧНИ КОЛЕКТОРИ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Характеристики на изследваните термофотоволтаични колектори

Изследвани са два плоски комбинирани колектора – с поликристални фотоволтаични клетки (60 бр.), с флуид пропилен гликол CPVT60P250 – фиг.1 (Crane Ltd.), и с монокристални фотоволтаични клетки (360 бр.) с подобрени характеристики SPRING 400 Shingle Black - фиг.2 (DualSun). Размерите на двата вида колектори се различават малко – на първия вид са 1650x990x40 mm, а на втория – 1646x1140x35 mm.



Фиг. 1. Конструкция на термофотоволтаичен панел CPVT60P250 – общ вид: 1- фотоволтаичен модул (photovoltaic module - solar PV cells); 2 – вход/изход за флуида (fluid inlet/outlet); 3 – топлообменник (heat exchanger - absorber); 4 – алуминиев гръб (aluminium back); 5 – топлоизолация (вата) (insulation (whole)); 6 – алуминиева рамка (aluminium frame).

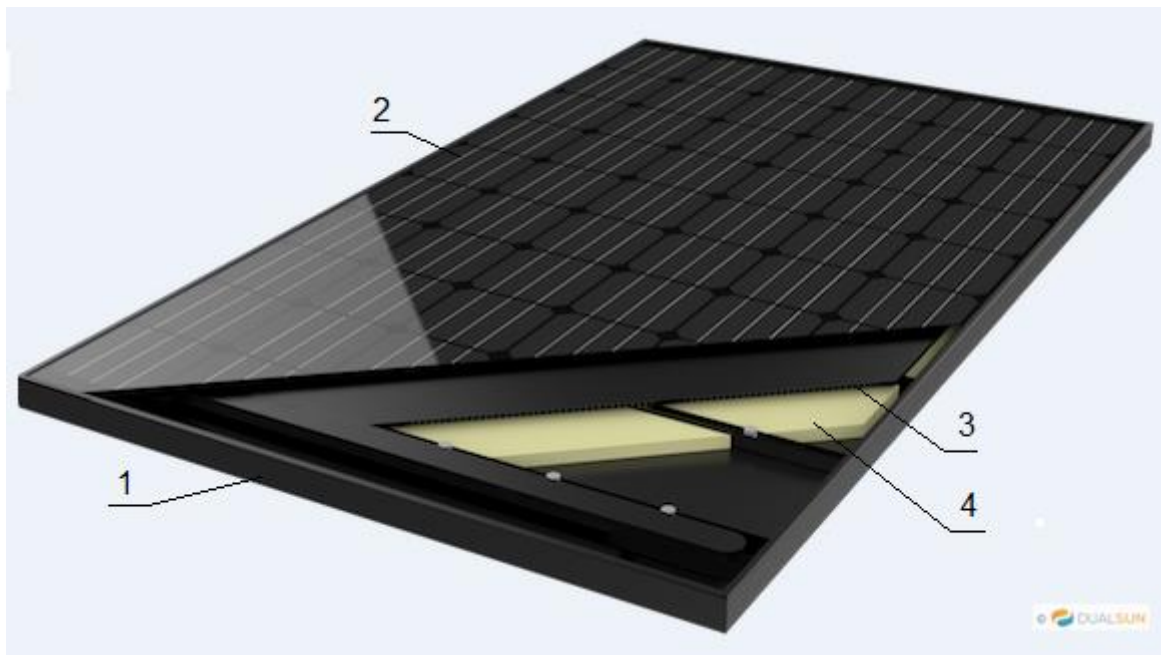
Топлофизичните характеристики на поликристалния колектор са подходящи за работа при ниски температури (Nicolov, M. & Koev, K., 2019), каквито са климатичните условия през зимния период в разглеждания район. Максималната електрическа мощност на колектора е 250 W, а топлинната – 890 W. Стойностите на тези показатели са измерени при стандартните тестови условия: интензитет на слънчевата радиация $G = 1000 \text{ W/m}^2$, температура на околната среда $T_a = 25^\circ\text{C}$ и AM 1,5 (Crane Ltd.). Последният параметър се нарича оптична маса на атмосферата и представя спектъра на слънчевата радиация, която достига ориентирана по определен начин повърхност, при определени атмосферни условия. Стойността на AM се определя като отношение между дължините на пътищата в атмосферата до преобразуващата повърхност, изминавани от слънчевите лъчи, при дадено положение на Слънцето и при неговия зенит. С увеличаването на ъгъла между даденото положение на Слънцето по небосвода и неговия зенит, се увеличава и стойността на AM. Например, ако този ъгъл е 48° , масата на атмосферата е AM 1,5 и съответства на положението на Слънцето за средните географски ширини (Duffie, J.A.&Beckman, W.A., 2013).

Термофотоволтаичният панел с монокристални фотоволтаични клетки (фиг.2) се характеризира с номинална електрическа мощност 400 W и топлинна - 660 W/m^2 (около 1280 W за площта на колектора). Стойностите са измерени, при стандартни тестови условия.

Монокристалните фотоволтаични клетки на колектора са покрити с антирефлексно стъкло, което осигурява голяма ефективност при дифузна светлина.

Ультратънък топлообменник, напълно интегриран в колектора, повишава ефективността при преобразуване енергията на слънчевата радиация в топлинна и в електрическа. Гърбът на колектора е изработен от черен анодиран алуминий. Връзката на топлообменника със системата за снабдяване с топла вода се осъществява чрез специален двоен конектор за бързо и надеждно свързване.

Флуидът в топлообменниците на двата вида колектори е воден разтвор на гликол, като обемът за първия вид (фиг.1) е 1,2 л, а за втория (фиг.2) - 5 л. По-големият обем се получава чрез увеличение на броя на каналите в топлообменника 3 (фиг.2).



Фиг. 2. Конструкция на термофотоволтаичен модул с подобрени характеристики: 1-алуминиева рамка (aluminium frame); 2 - фотоволтаичен модул (photovoltaic module - solar PV cells); 3 – топлообменник (heat exchanger - absorber); 4 – топлоизолация (insulation).

Изследване на ефективността на PV/Т-колектори

Работните условия и техническите характеристики на термофотоволтаичните колектори определят конкретните стойности на коефициентите на полезно действие (к.п.д.) – общия, електрическият и топлинния (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010). К.п.д. на PV-модулите η_{PV} може да се определи чрез характерни температури T по формулата:

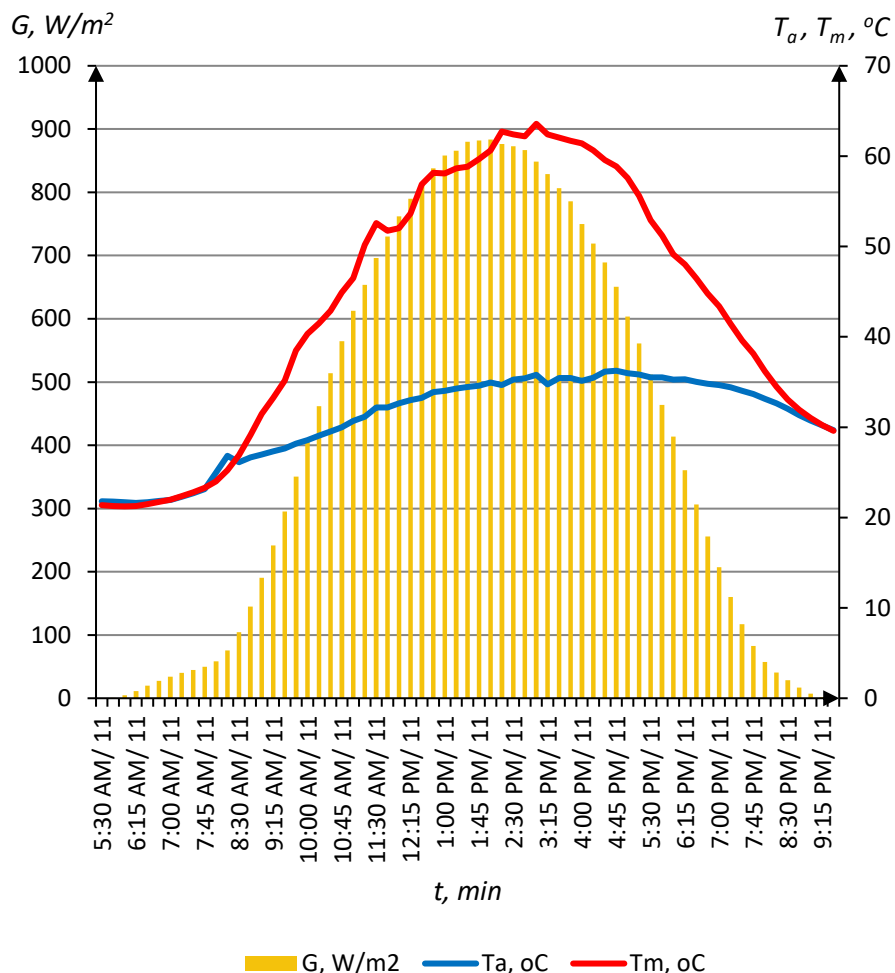
$$\eta_{PV} = \eta_{PVref} \cdot [1 - \beta_0 \cdot (T_{PV} - T_{PVref})], \quad (1)$$

η_{PVref} - к.п.д. на PV-модулите, при определени условия – температурата на модулите $T_{PVref} = 25^\circ\text{C}$ и интензитет на слънчевата радиация $G = 1000 \text{ W/m}^2$; T_{PV} – температурата на колекторите, при конкретните условия, $^\circ\text{C}$; β_0 – температурният коефициент на колекторите, даден от производителя, $\%/^\circ\text{C}$.

Коефициентът β_0 определя намаляването на стойността на мощността на PV-колектора, при повишаване на температурата му с 1°C (Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 2013, Tiwari, G. & Dubey, S., 2010).

Изследването е проведено за района на гр. Русе. Климатът е умерено-континентален със студена зима, с минимални температури -20°C и по-ниски, и горещо лято, с температури в интервала $(+20...+40)^\circ\text{C}$ и по-високи (WeatherOnline). Използват се данните от измервателна станция за мониторинг на параметрите на изградена фотоволтаична централа на покрива на промишлен обект (SMA).

Температурите на околната среда и на термофотоволтаичните модули, както и интензитетът на слънчевата радиация, са измерени и записани, през типичен летен ден (11 юли). Тези данни, заедно с допълнителна информация от каталозите на производителя (DualSun), се използват за изчисляване по формула (1) на стойностите на електрическия к.п.д. на PV/T-колектора с подобрени характеристики. Измерените стойности на величините са показани на фиг.3, а изчислените – на фиг.4.

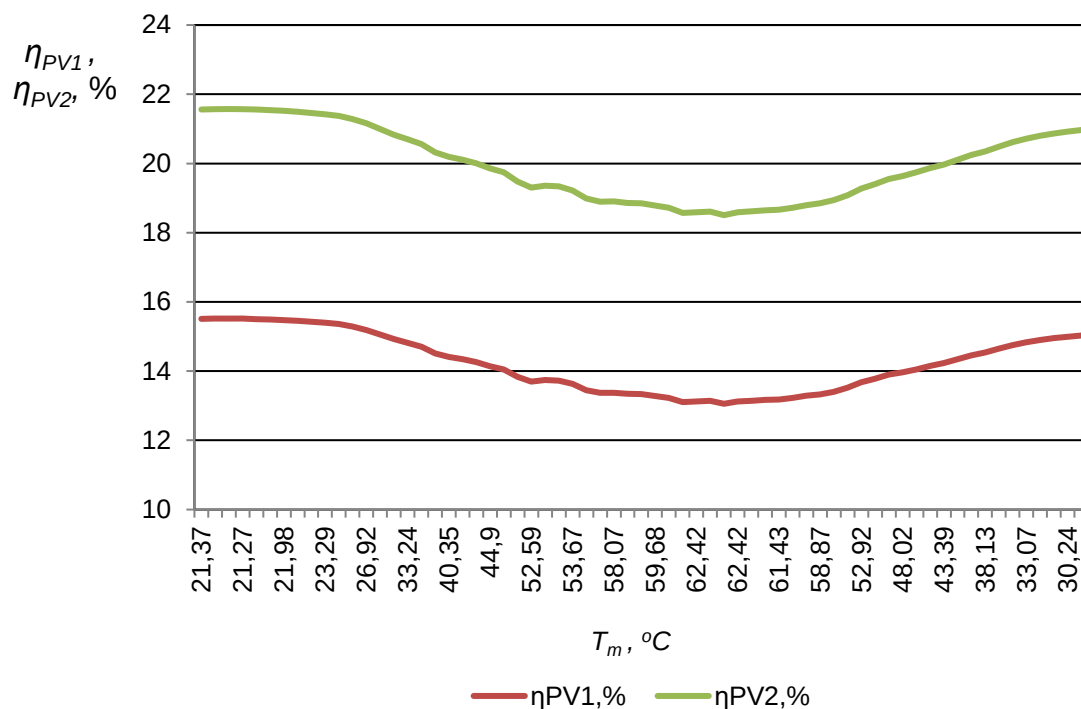


Фиг. 3. Изменения на интензитета на слънчевата радиация (G), температурата на околната среда (T_a) и температурата на панелите (T_m), измерени през 15 min за типичен летен ден.

Интензитетът на слънчевата радиация G на фиг.3 се изменя по крива с характерна камбанообразна форма и се дължи на денонощното движение на Земята около оста си. Подобни са измененията и на другите две величини - температурите на модулите T_m и на околната среда T_a . Причината е, че температурите зависят в много голяма степен от интензитета G .

Величините, представени на фиг.3, се различават по амплитудите, минималните стойности и моментите на максималните стойности. Температурните максимуми настъпват по-късно от максимума на интензитета G (след около 1,5 h), а стойностите на температурите не спадат до 0, както G . Причината е разликата в топлинните капацитети на панелите и на покрива на сградата, върху който те са монтирани. Стойностите на капацитетите са правопрпорционални на обема на съоръженията и се определят от характеристиките на конструктивните материали. Топлинният капацитет на фотоволтаичните модули е по-малък от този на въздуха, цветът им е тъмен и коефициентът им на поглъщане на слънчевата радиация е голям (Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 2013). По тези причини скоростта на

изменение и амплитудата на температурата на модулите T_m са по-големи в сравнение с тези за температурата на околната среда T_a .



Фиг. 4. Изменения на електрическите коефициенти на полезно действие (к.п.д.) на класически PV/T-плосък колектор (η_{PV1}) и на PV/T-колектор с подобрени характеристики (η_{PV2}), през 15 min за типичен летен ден.

Анализът на графиките на фиг.4 показва, че електрическият к.п.д. на класически PV/T-плоски колектори, за типичен летен ден, е по-малък с (5,4,...,6,1) %, в сравнение с PV/T-колектори с подобрени характеристики. Това е голяма разлика, която зависи от метеорологичните условия и от характеристиките на сравняваните модули. В периода с най-високи температури к.п.д. за двата вида колектори е най-малък, но при PV/T-колектори с подобрени характеристики стойността му не спада под 18%. При тези колектори, получената топлинна енергия от слънчевата радиация е по-голяма, а температурата на водата в топлообменника на колектора може да достигне 70°C. Електрическият к.п.д. се повишава с (5...15)%, което ще повиши и общия к.п.д. на системата. Той се определя като сума от електрическия и топлинния к.п.д. на PV/T-модулите (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010).

ИЗВОДИ

Изследваните плоски PV/T-колектори с подобрени характеристики са по-подходящи от класическите плоски PV/T-панели, в район с изразен умерено-континентален климат. Електрическият к.п.д. се изменя в интервала (18,5,...,21,6) %, за разглеждания ден от годината в анализирувания район. Стойностите са с (5,4...6,1)% по-големи от тези за класически плоски PV/T-колектори, което се дължи на по-доброто охлаждане на фотоволтаичните елементи. По този начин се създават условия за по-продължителна ефективна експлоатация на изследваните PV/T-колектори.

REFERENCES

Crane Ltd., URL: https://crane-bg.com/files/pvt_module_broshura.pdf (Accessed on 04.04.2022).

Duffie, J. A. & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Fourth Edition. New Jersey: John Wiley&Sons, Inc., Hoboken.

DualSun, URL: <https://my.dualsun.com/en/resources/#spring> (Accessed on 02.03.2022).

Nicolov, M. & Koev, K. (2019). Investigation the possibilities to use photovoltaic-thermal panels. 58 th Science Conference of Ruse University - SSS, Bulgaria, PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2019, volume 58, book 3.4, 21-27. URL: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/sns/2019/EEA.pdf> (**Оригинално заглавие:** *Николов, М., К. Коев, 2019. Изследване възможностите за приложение на термофотоволтаични панели. 58-а научна конференция на Русенски университет – Студентска научна сесия. Сборник научни доклади, т. 58, кн. 3.4, 21-27.*) (Accessed on 21.03.2022).

Nicolov, M. & Koev, K. (2021). Comparative investigation of the electrical performances of two types photovoltaic-thermal collectors. 60 th Science Conference of Ruse University - SSS, Bulgaria, PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2021, volume 60, book 3.3, 22-27. URL: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/sns/2021/EEA.pdf> (**Оригинално заглавие:** *Николов, М., К. Коев, 2021. Сравнително изследване на електрическите характеристики на два типа термофотоволтаични колектори. 60-а научна конференция на Русенски университет – Студентска научна сесия. Сборник научни доклади, т. 60, кн. 3.3, 22-27.*) (Accessed on 22.03.2022).

SMA. URL: <https://www.sma.de/> (Accessed on 10.03.2022).

Tiwari, G. & Dubey, S. (2010). *Fundamentals of photovoltaic modules and their applications*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.

WeatherOnline. URL: www.weatheronline.co.uk (Accessed on 16.03.2022).

RESEARCH REVIEW AND ANALYSIS IN THE ELECTRIC ENERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION MACHINES⁹

Eng. Plamena Dinolova – PhD Student

Department of Electric Power Engineering,

University of Ruse “Angel Kanchev”

Tel.: +359 894 610 060

E-mail: pdinolova@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Vyara Ruseva, PhD

Department of Electric Power Engineering,

University of Ruse “Angel Kanchev”

Phone: +359 82 888 655

E-mail: vruseva@uni-ruse.bg

Abstract: Selection, review and analysis of 50 current scientific publications in the field of increasing the energy efficiency of production machines with electric drives are fulfilled. The sources are conditionally grouped in the following scientific directions: increasing the energy efficiency of the electric motors; improvement of the electric drives; energy efficient operations of the production machines; improved production technologies; improved exploitation maintenance. The research in the subject area should be expanded in terms of adapted approaches, creating preconditions for justified implementation of measures to increase energy efficiency.

Keywords: Electric Drives, Energy Efficiency, Improvement; Production Machines; State of the Art; Analysis

ВЪВЕДЕНИЕ

Към настоящия момент се развиват редица дейности - стратегически, политически, инженерингови и др., за въвеждане на нисковъглеродни енергийни източници. Въпреки системните усилия в световен мащаб делът на конвенционалните обекти с изгаряне на органични горива остава висок. Това производство е неизбежно свързано с вредни въздействия и се характеризира със значителен принос за наблюдаваните климатични и екологични промени.

Един от основните подходи за разрешаване на проблема е търсенето на решения за намаляване на консумацията на енергия. Разработките в тази област са разнообразни. Всяка от тях се характеризира със своята специфика и по нея работят учени и специалисти със съответния профил и компетентности. Получават се разностранни резултати - модели, методики, нови данни, теории.

Въпреки системните усилия в много страни енергийната ефективност остава ниска. В България, например, от 2004 г. е в сила Закон за енергийната ефективност. Справка от базите данни на Евростат за 2019 г. обаче показва, че енергийната интензивност на страната е най-голяма в сравнение с останалите страни от Европейския съюз. Интензивността е 3,32 пъти по-висока от средното ниво за съюза и 7,78 пъти по-висока от държавата с най-ниската интензивност. Данните са показателни. Статистическата информация се потвърждава и от резултатите от научни изследвания, проведени за конкретни обекти в България. При изследването на някои примерни технологични процеси коефициентът на полезно действие за електрическата енергия, консумирана от производствените машини с електрическо задвижване е около 30 %, като при някои от машините намалява до (1...2) %.

⁹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: ПРОУЧВАНЕ И АНАЛИЗ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА В ОБЛАСТТА НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИ МАШИНИ.

Целта на работата е да се извърши проучване и анализ на публикуваните научни достижения в областта на повишаването на електроенергийната ефективност на производствени машини с електрическо задвижване с идентифициране на актуалните научни направления и ниши и с оглед дефиниране на бъдещи дейности за подобряване на ефективността.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Чрез използване на световноизвестни бази данни със специализирана научна литература са подбрани 50 бр. актуални литературни източника в областта на електроенергийната ефективност на производствените машини.

Източниците могат да се групират условно в следните научни направления (Фиг. 1):

- Повишаване на енергийната ефективност на електрическите двигатели;
- Усъвършенстване на електрическите задвижвания;
- Енергийноэффективни работни режими на производствените машини;
- Подобрени производствени технологии;
- Подобрена експлоатационна поддръжка;
- Други изследвания.



Фиг. 1. Класификация на научните направления в областта на енергийната ефективност на производствените машини

Повишаване на енергийната ефективност на електрическите двигатели

Използването на енергоефективни двигатели в производствените предприятия е препоръчителна практика (Tamboli, P., Kulkarni, S., & Thosar, A., 2020).

В (Gavrila, H., Manescu, V., Paltanea, G., Scutaru, G., & Peter, I., 2017) се посочва, че двигатели с постоянни магнити от енергиен клас IE4 (съгласно стандарт IEC 60034-30-1) могат да се подобрят, за да отговарят на спецификациите за клас IE5, като се използват редкоземни или феритни магнити.

За подобряване на енергийната ефективност в индустрията един от възможните методи е замяната на двигатели от енергиен клас IE1 с такива от клас IE3. В (Gómez, J., Quispe, E., del Pilar Castrillón, R., & Viego, P., 2020) авторите предлагат методология, която се базира на изчисляване на възможността за енергийни спестявания, като се извършва априорна оценка на спестяванията и се определят някои икономически възможности за замяна на двигатели с такива с по-висок к.п.д. Методът не прави оценка на всички двигатели в изследваните обекти, а използва потенциалните енергийни спестявания, за да се изберат двигателите за оценяване. За резултат се предоставя пълна икономическа оценка на крайното решение, основано на методите на дисконтираните парични потоци.

В изследване от 2020г. се установява, че при стандартни експлоатационни условия двигателите с постоянни магнити от енергиен клас IE4 притежават по-ниска консумация, но се държат като нелинейни консуматори (Tabora, J., de Lima Tostes, M., de Matos, E., Soares, T., & Bezerra, U., 2020).

За да се подобри енергийната ефективност на асинхронен двигател с кафезен ротор в (Khoury, G., Ghosn, R., Khatounian, F., Fadel, M., & Tientcheu, M., 2018) е извършена симулация на управлението на ориентацията на полето. Един от ефектите е и намаляването на загубите на мощност. От друга страна се оказва, че при намаляване на дебелината на ламелите, изграждащи статорния пакет на трифазен асинхронен двигател с мощност 0,37 kW к.п.д. се увеличава с 1,4 %, а загубите на мощност намаляват (Yahya, Y., Rahmat, M., Salleh, S., & Abdullah, T., 2019). В друго изследване за подобряване на работните характеристики на асинхронен двигател с кафезен ротор е разработена подобрена конструкция (Subramani, C., & Usha, S., 2020). При нея за статора е използвана комбинация от магнити и бобини, а алуминиевият ротор е заменен с меден. Симулацията е извършена с помощта на софтуер.

В съответствие със законодателството за енергийна ефективност в Бразилия са предприети действия за подмяна на двигателите от химическата индустрия с такива с по-висок к.п.д. Използва се многокритерийният модел съгласно процедурата FITradeoff (de Macedo, P., Mota, C., & Sola, A., 2018).

Предложена е опростена методика за оптимизация на магнитния поток между статора и ротора на асинхронни машини. Методиката позволява енергоефективно управление на машината в динамичен режим (Dominic, A., Schullerus, G., & Winter, M., 2020).

Като мярка за постигане на енергийна ефективност в промишлеността, в сравнително изследване се разглежда подмяната на асинхронен двигател със стандартен к.п.д. с асинхронен двигател с висока ефективност (Donolo, P., Chiacchiera, E., Pezzani, C., Lifschitz, A., & de Angelo, C., 2020). Авторите посочват, че се предполагат икономически бариери за внедряването на енергоефективни двигатели предвид повишената им цена. Очаква се икономическите бариери постепенно отпаднат.

Използваните електродвигатели в промишлеността на Индия са основно от енергиен клас IE1 или двигатели с по-нисък к.п.д., което налага тяхната подмяна за да се намали консумираната електроенергия (Agrawal, S., 2019).

Усъвършенстване на електрическите задвижвания

В (Mathaba, T., & Xia, X., 2017) е представен обобщен модел за оптимизация на управлението на системи за непрекъснат транспорт, включващи лентови транспортъори за спускане. От симулацията се установява, че използването на рекуперативни задвижвания и

регулирането на скоростта могат да осигурят значителни енергийни спестявания. Сроктът на откупуване на инвестицията е по-малък от 5 години.

В средата на MatLab (Simulink) е реализиран модел на виброцентробежен сепаратор на зърно с асинхронен двигател (Linenko, A., Khalilov, B., Kamalov, T., Tuktarov, M., & Syrtlanov, D., 2021). Асинхронният двигател е използван за вибрационно задвижване, предаващо движението на работното тяло без да се използват допълнителни преобразуватели на движението. По този начин се избягва контролният блок за комутация на захранването. Намаляват се пусковите статорни токове и се увеличава надеждността на инсталацията. Отново чрез инструмента Simulink е разработен ефективен алгоритъм за управление на задвижване с асинхронен двигател на електромеханичен вибрационен възбудител (Simakov, G., & Torovskiy, V., 2018). Този алгоритъм свежда до минимум ефективните стойности на фазовите токове на статора.

Подобряването на енергийната ефективност и безопасността в зоната за добив на въглища може да се постигне чрез използване на модернизирани електрически задвижвания на основните машини, като по този начин се намалява и обслужващия персонал (Korylov, K., Kubrin, S., & Reshetnyak, S., 2018). В шивашката индустрия на Бангладеш 80 % от задвижванията се оказват неефективни поради използване на съединители. С цел да се спести електроенергия в (Khan, M., Islam Sakib, M., Tasneem, Z., Uddin, M., & Salim, K., 2020) е представена по-ефективна шевна машина с еднофазно задвижване с преобразувател на честота.

С помощта на адаптивен контролер за невронна мрежа, свързан в схема с директно управление на въртящия момент на асинхронен двигател, са подобрени енергийната ефективност, качеството и надеждността на управлението на електрическо задвижване в промишлено предприятие (Davydov, V., & Zhiligitov, R., 2019).

В (Polnik, B., Kaczmarczyk, K., Niedworok, A., Baltes, R., Clausen, E., 2020) се обосновава, че процесът на рекуперативно спиране е един от значимите фактори за подобряване на енергийната ефективност на производствени машини от минната промишленост. В друго изследване от 2020 г. са разгледани електрическите задвижвания, захранвани от автономни акумулатори и работещи предимно в преходни режими (Susdorf, V., Cherniy, S., & Buzikayeva, A., 2020). Предлага се подход за синтез на енергийнонеэффективно серийно управление на двигателя, базиран на нелинейна корекция на параметрите и оптимизиране на честотата на въртене.

За подобряване на енергийната ефективност на асинхронни електрозадвижвания в литературата е предложен и метод чрез използване на контролери, базирани на изкуствен интелект. Те се настройват с помощта на оптимални стойности на тока, получени чрез математически изчисления (Shukla, N., Shantanu, K., Singh, K., & Srivastava, R., 2020).

Енергийнонеэффективни работни режими на производствените машини

За намаляване на загубите на енергия на хидравлични преси е предложен енергоспестяващ метод чрез балансиране на натоварването на преси. Методът се основава на анализа на характеристиките на енергийния поток, като резултатите показват, че намаляването на консумацията електрическа енергия може да достигне 36 % (Li, L., Huang, H., Zhao, F., Sutherland, J., & Liu, Z., 2017). Авторите посочват конфигурация от две преси, при която претоварващата енергия на едната преса може да се използва като входна енергия за другата. Оказва се, че при някои технологични операции енергийната ефективност на задвижващата система се подобрява.

В южноафрикански мини за постигане на енергийна ефективност вентилационните системи са инсталирани задвижвания с променлива скорост на въртене, захранвани на средно напрежение (Nel, A., Arndt, D., Vosloo, J., & Mathews, M., 2019). Доказва се, че с

помощта на тиристорен преобразувател на напрежение, който е със статичен регулатор и с постоянен сигнал за еталонна скорост може да се постигне енергийноефективен режим на работа на асинхронен двигател при въртящи моменти, по-малки от номиналните (Goun, V., Bsakin, A., Anikin, A., & Sidorenko, N., 2020).

За подобряване на енергийната ефективност и подобряване работните характеристики на еднофазни асинхронни двигатели е разработена безсензорен метод за управление на скоростта, позволяващ симетричен режим и балансирана работа на двигателя във всички работни точки от диапазона на скоростите на въртене (Almani, M., Hussain, G., & Zaher, A., 2021). За изпълнението на този метод е разработен алгоритъм за фазово изместване. В същата публикация се съобщава за разработен първи по рода си модел за плавно пускане на двигателя при много ниски честоти. Симулацията на двигателя показва положителни резултати относно енергоефективността на предложения метод.

През 2018 (Khoury, G., Ghosn, R., Khatounian, F., Fadel, M., & Tientcheu, M., 2018) екип от петима изследователи предлагат енергийноефективно „скаларно“ управление на асинхронен двигател с кафежен ротор за задвижване с променлива честота на въртене на помпи, компресори и вентилатори. Резултатите от друго изследване показват, че ако се използват помпи с регулируем дебит може да се постигне 60% намаляване на електропотреблението на корабно електрообзавеждане при понижени скорости на движение на плавателните средства (Dere, C., & Deniz, C., 2019).

Подобрени производствени технологии

В изследване от 2021 г. се съобщава, че съществуват възможности за намаляване на консумираната електроенергия чрез приложение на разработени цифрови модели, описващи технологични процеси за изтегляне на тел (Karandaev, A., Gasiyarov, V., Radionov, A., & Loginov, B., 2021). Методът се основава на използването на запасите от силите на триене, които се наблюдават при празен ход.

Проведено е и изследване в минното производство (Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Morkun, N., & Hryshchenko, S., 2018). В него е представен разработен алгоритъм за ефективно потребление на електрическа енергия, базиран на подобрения в технология за производство на бетонни смеси. През 2019 г. е направена оценка на процеси на рязане с помощта на геометрична физически базирана симулация, като е взета под внимание консумираната електроенергия от металорежещата машина (Wirtz, A., Meißner, M., Wiederkehr, P., Biermann, D., & Myrzik, J., 2019). Това предоставя възможности за оптимизиране на процесите на рязане, както и за планиране на разходите. Една година по-късно е предложено въвеждането на енергийноефективно обзавеждане при нефто- и газодобива, а именно електрически потопяеми плужерни помпи за нефтени и газови кладенци (Babanova, I., 2020).

В хартиената промишленост едни от най-големите консуматори на електроенергия се оказват вакуумните водни помпи. В (Uimonen, J., 2017) се предлага използването на енергийноефективна турбо технология с променлива скорост за отстраняване на водата, като по този начин се постигат високи производствени характеристики и задоволителна енергийна ефективност.

Подобрена експлоатационна поддръжка

Подобрената експлоатационна поддръжка води до откриване на ранни признаци на повреди и улеснява действията за своевременно отстраняване на повредите (Selcuk, S., 2017). Тя осигурява безаварийни режими и намалява консумираната електроенергия. Оказва се, че методите за прогнозна поддръжка, респ. оценка на жизнения цикъл на електродвигателите,

позволяват работа под номинален товар за по-дълги периоди от време (Ayyappa, G., Nikhil, N., Raja, R., Pandi, V., Angel, T., & Babu, R., 2019).

За подобряване на ефективността на електропотреблението е разработена надеждна система за мониторинг, която открива неизправности в най-ранен етап в асинхронната машина, породени от несиметрия на въздушната междина (Li, D., Wang, W., & Ismail, F., 2017).

През 2019 г. е предложен алгоритъм за планиране на действията по поддръжката на асинхронни двигатели с възникнали повреди, водещи до експлоатационни загуби (Singh, G., Anil Kumar, T., & Naikan, V., 2019). В същата публикация се разкрива как мониторингът на енергийната ефективност и състоянието на двигателите могат да намалят електропотреблението и емисиите на въглероден диоксид.

В Таблица 1 са обобщени данни за анализ на актуалността на представените дотук научни направления.

Таблица 1. Данни относно актуалността на научни направления в областта на електроенергийната ефективност на производствени машини

Научно направление	Общ брой цитирания в направлението	Среден брой цитирания на една публикация	Брой на цитиранията на най-цитираната публикация	Поднаправление на най-цитираната публикация
Ефективност на електрическите двигатели	46	4,18	14	Използване на редкоземни материали
Усъвършенстване на електрическите задвижвания	33	3,67	15	Рекулперация на енергия
Енергийноефективни работни режими	63	10,5	26	Оптимално разпределение на товара
Подобри производствени технологии	10	2	4	Минно производство и металоурежещи машини
Подобрена експлоатационна поддръжка	152	38	116	Прогнозна поддръжка

От данните в Таблица 1 се установява, че със значително по-голяма актуалност спрямо останалите е научното направление, свързано с подобряване на експлоатационната поддръжка, следвано от оптимизирането на работните режими на производствените машини. С по-малка актуалност са направленията относно използване на енергоефективни двигатели, усъвършенстване на електрическите задвижвания и подобрените производствени технологии. В литературата голямо внимание се отделя на икономията на електроенергия чрез по-ефективна прогнозна поддръжка на машините и балансираното разпределение на товара между тях.

Други изследвания

В (Semenov, A., Egorov, A., & Khubieva, V., 2019) са разработени математически модели в MatLab за оценка на основните параметри на електрическите задвижвания в технологичните звена на минни предприятия. Параметрите са ъглова скорост, мощност и въртящ момент и се оценяват за различни работни режими. На база на тези модели могат да се направят заключения за подобряване на енергийната ефективност. В (Tamboli, P., Kulkarni, S., & Thosar, A., 2020) са представени системи за енергийно управление, както и енергоефективни двигатели. Предлагат се решения за различни проблеми в производствената индустрия.

Металорежещите машини с тежки работни режими консумират значителни количества електроенергия. В изследване от 2019 е разработен обобщен модел на консумацията. Моделът е съставен на три нива – дефиниране на границите на системата, разглеждане на общата консумирана енергия и подробно описание на потреблението (Shang, Z., Gao, D., Jiang, Z., & Lu, Y., 2019). Въз основа на това се създава възможност за прогнозиране на електропотреблението на физически недостъпни машини.

През 2020 г. е направено проучване за прогнозиране на консумацията на енергия на електрозадвижване с преобразувател на честота, осигуряващо вибрационно сито (Adenuga, O., Mporfu, K., & Ramatsetse, B., 2020). В публикация от същата година се разглеждат проектни мерки за намаляване на електропотреблението на металообработващи машини, методи за ефективна работа на тези обекти. Анализирани са възможности за подобряване на енергийната ефективност в машиностроенето (Denkena, B., Abele, E., Brecher, C., Dittrich, M., Kara, S., & Mori, M., 2020).

Асинхронните двигатели отделят значителни загуби при работа в диапазони с ниски натоварвания. За решаване на този проблем се предлага използването на синхронни реактивни машини в тези диапазони, което води до постигане на добра енергийна ефективност (Bold, S., Dolgirev, J., & Urschel, S., 2018).

В литературата се срещат и разработки, свързани с електроенергийна ефективност на задвижвания в областта на електромобилите, железопътния транспорт, енергийните одити и системите за енергиен мениджънт, информационните технологии, вкл. с използване на изкуствен интелект, и др. (Bühler at al, 2019; Hua at al, 2019; Javied at al, 2016; Kim at al, 2019; Lamb, J., & Godbole, N., 2019; Manfren at al, 2020; Nagaveni at al, 2019; Popescu, M., & Bitoleanu, A., 2019; Toshniwal, S., & Bharkad, S., 2019; Uyulan at al, 2018).

ИЗВОДИ

Изследванията в предметната област следва да се разширяват по отношение на адаптираните подходи, създаващи предпоставки за обосновано внедряване на мерки за повишаване на енергийната ефективност. Това направление е сравнително слабо застъпено в литературата.

Обхватът на представеното литературно проучване следва да се разшири и допълни с нови сравнителни анализи и допълнително ранжиране на научните направления.

REFERENCES

- Adenuga, O., Mporfu, K., & Ramatsetse, B. (2020). Exploring energy efficiency prediction method for Industry 4.0: A reconfigurable vibrating screen case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 243-250.
- Agrawal, S. (2019). Energy conservation and efficiency by energy efficient motor in India. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9 (1), 3917-3926.
- Almani, M., Hussain, G., & Zaher, A. (2021). An Improved Technique for Energy-Efficient Starting and Operating Control of Single Phase Induction Motors. *IEEE Access*, 9, 12446-12462.

Ayyappan, G., Nikhil, N., Raja, R., Pandi, V., Angel, T., & Babu, R. (2019). *Electrical Motor Maintenance Techniques and Life Cycle Assessment - A Review with Case Studies*. Paper presented at the Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Power and Embedded Drive Control, 2019, 167-172.

Babanova, I. (2020). *Fundamental Approaches and Requirements to Assessing the Effectiveness of Adopting Submersible Electric Plunger Pumps for Use on Low-Flowrate Oil and Gas Wells*. Paper presented at the International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, 20256313.

Bold, S., Dolgirev, J., & Urschel, S. (2018). *Resource and Energy Efficient Synchronous Reluctance Machine for Small Power Applications*. Paper presented at the 21st International Conference on Electrical Machines and Systems, 582-587.

Bühler, F., Holm, F., & Elmegaard, B. (2019). *Potentials for the electrification of industrial processes in Denmark*. Paper presented at the ECOS 2019 - Proceedings of the 32nd International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, 2137-2152.

Davydov, V., & Zhiligitov, R. (2019). Electrical drive efficiency improving using an adaptive neural network controller. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 643(1), 012110.

de Macedo, P., Mota, C., & Sola, A. (2018). Meeting the Brazilian Energy Efficiency Law: A flexible and interactive multicriteria proposal to replace non-efficient motors. *Sustainable Cities and Society*, 41, 822-832.

Denkena, B., Abele, E., Brecher, C., Dittrich, M., Kara, S., & Mori, M. (2020). Energy efficient machine tools. *CIRP Annals*, 69 (2), 646-667.

Dere, C., & Deniz, C. (2019). Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 222, 206-217.

Dominic, A., Schullerus, G., & Winter, M. (2020). *Rotor flux templates for energy efficient dynamic operation of induction machines*. Paper presented at the Proceedings - 2020 International Conference on Electrical Machines, 312-318.

Donolo, P., Chiacchiera, E., Pezzani, C., Lifschitz, A., & de Angelo, C. (2020). Economic Barriers to the Application of Energy Efficient Motors in Industry. *IEEE Latin America Transactions*, 18 (10), 1817-1825.

Gavrila, H., Manescu, V., Paltanea, G., Scutaru, G., & Peter, I. (2017). New Trends in Energy Efficient Electrical Machines. *Procedia Engineering*, 181, 568-574.

Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Morkun, N., & Hryshchenko, S. (2018). Energy saving in mining production. *Science and Innovation*, 14 (3), 29-39.

Gómez, J., Quispe, E., del Pilar Castrillón, R., & Viego, P. (2020). Identification of technoeconomic opportunities with the use of premium efficiency motors as alternative for developing countries. *Energies*, 13 (20), 5411.

Goun, V., Bsakin, A., Anikin, A., & Sidorenko, N. (2020). *Determination of the Parameters of an Induction Motor in Transient Modes to Improve the Quality of Its Operation*. Paper presented at the Proceedings - 2020 Global Smart Industry Conference, 223-228.

Hua, M., Chen, G., Zhang, B., & Huang, Y. (2019). A hierarchical energy efficiency optimization control strategy for distributed drive electric vehicles. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 233 (3), 605-621.

Javied, T., Esfandyari, A., & Franke, J. (2016). *Systematic energy management: A foundation for sustainable production*. Paper presented at the 2016 IEEE Conference on Technologies for Sustainability, SusTech 2016, 20-27.

- Karandaev, A., Gasiyarov, V., Radionov, A., & Loginov, B. (2021). Development of digital models of interconnected electrical profiles for rolling–drawing wire mills. *Machines*, 9 (3), 1-28.
- Khan, M., Islam Sakib, M., Tasneem, Z., Uddin, M., & Salim, K. (2020). *Statistical Analysis of Power Consumption by the Industrial Sewing Machines of Bangladesh and Performance Assessment of an Energy-Efficient Solution by Using Single-Phase Variable Frequency Drive*. Paper presented at the IEEE Region 10 Symposium, 340-343.
- Khoury, G., Ghosn, R., Khatounian, F., Fadel, M., & Tientcheu, M. (2018). An energy-efficient scalar control taking core losses into account. *The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, 37 (2), 849-867.
- Khoury, G., Ghosn, R., Khatounian, F., Fadel, M., & Tientcheu, M. (2018). *Energy-Efficient Field-Oriented Control for Induction Motors Taking into Account Core Losses*. Paper presented at the Proceedings - 2018 IEEE 18th International Conference on Power Electronics and Motion Control, 543-548.
- Kim, S., Park, S., Park, S., Cho, K., Yoon, G., & Park, S. (2019). *Intelligent energy IoT data monitoring system for smart city infrastructure optimization*. Paper presented at the 2019 2nd International Conference on Electronics Technology, 494-498.
- Kopylov, K., Kubrin, S., & Reshetnyak, S. (2018). The importance of improving energy efficiency and safety of coal mine extraction area. *Ugol'*, 10, 66-70.
- Lamb, J., & Godbole, N. (2019). *Smart Energy Efficiency for a Sustainable World*. Paper presented at the IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference, 0855-0861.
- Li, D., Wang, W., & Ismail, F. (2017). An Intelligent Harmonic Synthesis Technique for Air-Gap Eccentricity Fault Diagnosis in Induction Motors. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 30 (6), 1296-1304.
- Li, L., Huang, H., Zhao, F., Sutherland, J., & Liu, Z. (2017). An energy-saving method by balancing the load of operations for hydraulic press. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 22 (6), 2673 – 2683.
- Linenko, A., Khalilov, B., Kamalov, T., Tuktarov, M., & Syrtlanov, D. (2021). Effective technical ways to improve the vibro-centrifugal separator electric drive for grain cleaning. *Journal of Agricultural Engineering*, 52 (2), 1136.
- Manfren, M., Nastasi, B., Groppi, D., & Astiaso Garcia, D. (2020). Open data and energy analytics - An analysis of essential information for energy system planning, design and operation. *Energy*, 213, 118803.
- Mathaba, T., & Xia, X. (2017). Optimal and energy efficient operation of conveyor belt systems with downhill conveyors. *Energy Efficiency*, 10 (2), 405-417.
- Nagaveni, P., Saravanakuma, V., Amudha, A., Prasanna, N., Ramkumar, M., Nivetha, M., & Emayavaramban, G. (2019). Power quality audit-an experience in an leading engineering industry. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11/12, 1075-1085.
- Nel, A., Arndt, D., Vosloo, J., & Mathews, M. (2019). Achieving energy efficiency with medium voltage variable speed drives for ventilation-on-demand in South African mines. *Journal of Cleaner Production*, 232, 379-390.
- Polnik, B., Kaczmarczyk, K., Niedworok, A., Baltes, R., Clausen, E. (2020). Energy recuperation as one of the factors improving the energy efficiency of mining battery locomotives. *Management Systems in Production Engineering*, 28 (4), 253-258.
- Popescu, M., & Bitoleanu, A. (2019). A review of the energy efficiency improvement in DC railway systems. *Energies*, 12 (6), 1092.
- Selcuk, S. (2017). Predictive maintenance, its implementation and latest trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 231 (9), 1670-1679.

Semenov, A., Egorov, A., & Khubieva, V. (2019). *Assessment of energy efficiency of electric drives of technological units at mining enterprises by mathematical modeling method*. Paper presented at the International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, 18779341.

Shang, Z., Gao, D., Jiang, Z., & Lu, Y. (2019). Towards less energy intensive heavy-duty machine tools: Power consumption characteristics and energy-saving strategies. *Energy*, 178, 263-276.

Shukla, N., Shantanu, K., Singh, K., & Srivastava, R. (2020). Energy saving of induction motor drive using artificial intelligence based controllers. *International Journal of Control and Automation*, 13 (2), 652-664.

Simakov, G., & Topovski, V. (2018). *Energy-Efficient Control Algorithm for Induction Motor Drive of Electromechanical Unbalance Vibration Exciter*. Paper presented at the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, 206-42.

Singh, G., Anil Kumar, T., & Naikan, V. (2019). Efficiency monitoring as a strategy for cost effective maintenance of induction motors for minimizing carbon emission and energy consumption. *Reliability Engineering and System Safety*, 184, 193-201.

Subramani, C., & Usha, S. (2020). An efficient induction motor design for performance intensification using magnet software. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 30 (4), e12306.

Susdorf, V., Cherniy, S., & Buzikayeva, A. (2020). *Synthesis of Power-Efficient Series Motor Control*. Paper presented at the International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, 20256567.

Tabora, J., de Lima Tostes, M., de Matos, E., Soares, T., & Bezerra, U. (2020). Voltage Harmonic Impacts on Electric Motors: A Comparison between IE2, IE3 and IE4 Induction Motor Classes. *Energies*, 13 (13), 3333.

Tamboli, P., Kulkarni, S., & Thosar, A. (2020). *Energy Efficiency in Manufacturing Industry and Analysis of Industrial Motors*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, 170-175.

Toshniwal, S., & Bharkad, S. (2019). An exploration of industrial utility monitoring technologies for energy usage. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8 (8), 371-374.

Uimonen, J. (2017). Energy savings in paper machine vacuum system - How to utilize modern vacuum and nip dewatering technology. *Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association*, 29(1), 67-74.

Uyulan, C., Gokasan, M., & Bogosyan, S. (2018). Re-adhesion control strategy based on the slip velocity seeking method. *Journal of Modern Transportation*, 26 (1), 36-48.

Wirtz, A., Meißner, M., Wiederkehr, P., Biermann, D., & Myrzik, J. (2019). Evaluation of cutting processes using geometric physically-based process simulations in view of the electric power consumption of machine tools. *Procedia CIRP*, 79, 602-607.

Yahya, Y., Rahmat, M., Salleh, S., & Abdullah, T. (2019). The effects of induction motor's steel sheet thickness on efficiency, losses and electrical cost. *International Journal of Integrated Engineering*, 11(7), 14-19.

ANALYSIS OF POWER SUPPLY OPPORTUNITIES IRRIGATION INSTALLATIONS IN BULGARIA FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES ¹⁰

Reni Kabakchieva – PhD Student

Department of Electronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 899 903 902
E-mail: rkabakchieva@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Boris Evstatiev, PhD

Department of Electronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 086-888 371
E-mail: bevstatiev@uni-ruse.bg

Abstract: This article discusses the different methods of artificial irrigation. Their advantages, disadvantages, areas of application and possibilities for automation in the reclamation processes are analyzed. The types of water sources and the parameters determining the degree of usability are indicated, both for Bulgaria in general and in the Veliko Tarnovo region in particular. The types of water pumps used in artificial irrigation are described. Their technical and economic parameters, energy sources for propulsion and areas of application are analyzed. The energy potential of solar radiation in Bulgaria and its suitability as an efficient energy source for powering irrigation systems through the use of photovoltaic installations have been researched.

Keywords: irrigation, water sources, automation, pumps, solar energy potential

ВЪВЕДЕНИЕ

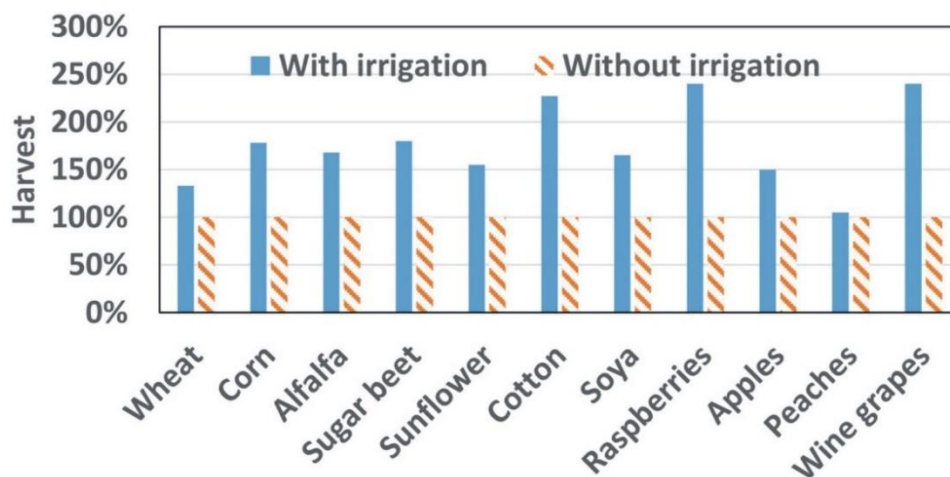
От дълбока древност е известно, че напояването е начин да се повишат добивите от земеделските култури. Прогнозите са, че около 60% от храната, необходима за изхранване на света в бъдеще трябва да идва от поливното земеделие (FAO, 1999). Сега то осигурява 40% от световното производство на храни върху само 17% от общата обработваема земя. Водата за напояване се осигурява основно по два начина – от валежи или от допълнително напояване, но и в двата случая количеството вода рядко отговаря на напоителните норми на съответната култура (Evstatiev et al, 2019). Климатът в България се характеризира със сухо и горещо лято, поради което напояването е задължителна агротехническа процедура, която може да осигури по-добър растеж и съответно да увеличи добива на реколтата в овощните градини (Evstatiev et al, 2019).

Поливна норма е количеството вода, което трябва да се даде на единица площ (кв.м, декар или хектар) за навлажняване на коренообитаемия почвен пласт до пределна полска влагоемност. Т.е. да се навлажни коренообитаемият почвен пласт толкова, колкото влага може да попие и задържи, без да има излишна вода, която да се просмуква по-дълбоко, където няма корени, или пък да заблътва почвата (agri.bg, n.d.).

Според различни изследвания (Nadia Umi et al, 2020; Candra et al, 2015; Kireva and Mihov, 2021; и Petkov et al, 2007) повишението на добивите след напояване е от 47 до 250% в зависимост от вида насаждения, като обобщена информация е представена на фиг. 1.

¹⁰ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ЕНЕРГОСНАБДЯВАНЕ ОТ ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ИНСТАЛАЦИИ ЗА НАПОЯВАНЕ В БЪЛГАРИЯ.

Целта на настоящия доклад е, отчитайки особеностите на напояването в България, да се анализират възможностите за енергоосигуряването на напоителни инсталации от възобновяеми енергийни източници.



Фиг. 1. Повишение на добивите при напояване (Stoyanov et al, 2021)

ИЗЛОЖЕНИЕ

Видове напоителни инсталации

Гравитачно напояване

Това е исторически най-старият метод за напояване чрез свободно движение на водата по предварително направени канали (бразди) между редовете с насаждения (фиг. 2).



Фиг. 2. Гравитачно (браздово) напояване (agri.bg., n.d.)

Основните му предимства са:

- проектирането и разработването на бразди може да се планира и изпълнява постепенно в зависимост от наличието на работна ръка и средства;
- евтина поддръжка - след завършване на необходимите дейности по изграждане на браздите поддръжката се състои само в периодично машинно коригиране на деформираните бразди;
- минимална ерозия на почвата;
- липса на сложни устройства – вентили, тръбопроводи, филтри, клапани, разпръсквачи и др. – което води до висока надеждност.

Недостатъците при гравитачното напояване са:

- не е подходящо за почви с по-висока вертикална инфилтрация над 30 mm/h и по-ниска странична инфилтрация;
- разходът на вода е по-висок в сравнение с напояването с пръскачки или капковото напояване;
- има възможност за повишаване на солеността в почвата между браздите;

- при прекъсване на преградите в края на браздите рязко се повишава разходът на вода. Затова е необходимо присъствието на хора за наблюдение;
- разходите за труд са по-високи в сравнение с останалите методи за повърхностно напояване;
- най-добри резултати дава при редово засяване на насажденията.

Дъждуване

Дъждуването е друг по-икономичен откъм разход на вода начин на напояване, по-лек за реализиране и по-ефективен, особено при краставици, пипер, цветя, тютюн, люцерна и др.



Фиг. 3. Гравитачно (браздово) напояване (agri.bg., n.d.)

Използват се няколко вида (фиг. 3), като ефективността на напояване се движи между 60 и 95%. Най-важните предимства на системите за напояване чрез дъждуване са:

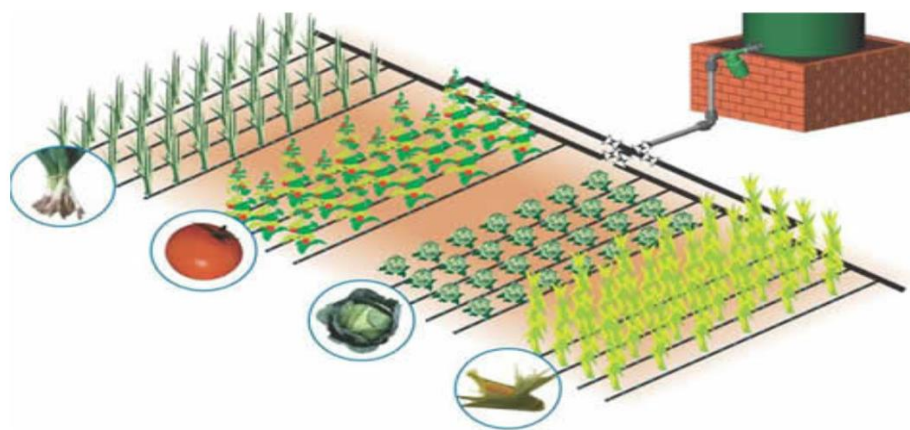
- подходящи са за почти всички видове почви със скорост на инфилтрация под 30 mm/h;
- подходящи са за напояване на почти всяка култура;
- може да се използват при неравни терени;
- във водата за напояване може да се добавят торове, хербициди и фунгициди;
- няма нужда от захранващи канали с облицовки;
- имат намалено потребление на вода и разходи за труд в сравнение с гравитачното напояване.

Трябва да се отбележат и недостатъците на дъждувалните системи:

- вятърът причинява изкривяване на водния сноп и предизвиква неравномерно разпределение на водата върху почвата;
- меките плодове, които узряват, трябва да бъдат защитени от пръскачката, защото водната струя може да ги повреди;
- висока първоначална цена за монтаж;
- дъждувалните системи работят при високи налягания, което води до голям разход на енергия;
- дъждувалните системи не са подходящи за почви с фина текстура с бавна степен на инфилтрация, защото заблътват;
- самоходните дъждувални системи могат да имат затруднения при движението си в много меки почви;
- дъждувалните системи не могат да се прилагат при разнородни насаждения в един парцел, изискващи различни поливни норми.

Капково напояване

Системите за капково напояване представляват модерни поливни системи, изработени от тръби и маркучи с отвори и капкообразуватели, които се поставят по редовете на отглежданите селскостопански култури (фиг. 4).



Фиг. 4. Схема на система за капково напояване (tehnazona.eu, n.d.)

Капковото напояване работи добре при ниски налягания от 0,5 до 2 бара. Съгласо Svemar Agro (n.d), основните предимства на тази система са:

- доставя се точното количество вода според специфичните нужди на всеки вид насаждение. Спестяват се между 30 до 60% от нужните количества при другите методи за напояване (Agrotex Global, 2021);
- постига се равномерно напояване на предвидената площ;
- подобрява се качеството на продукцията и се повишава плододаването поради поддържането на постоянни нива на влажност при чести напоявания;
- не е необходимо да се изравняват полетата. Може да се напояват парцели с неправилна форма;
- разходите за енергия са минимални, защото се работи при по-ниско налягане в сравнение с други методи за напояване;
- разходите за труд са по-ниски с 60 до 90% спрямо другите методи за напояване;
- доставя водата директно към корените на растението, не напоява почвата в съседство, не мокри листата и плодовете, което намалява развитието на плевели и болести;
- възможно е едновременно да се практикува напояване и други земеделски операции като пръскане, прибиране на реколтата, обработка, плевене и др.;
- полетата с култури са лесно достъпни за фермерите по всяко време. Това не е възможно при други методи на напояване;
- във водата за капково напояване лесно се добавя течен или разтворим във вода тор, който подхранва растенията по време на тяхната вегетация. Използва се 30-40% по-малко тор поради точното му дозиране и подаване директно в кореновата система на насажденията (Agrotex Global, 2021);
- системите за капково напояване имат дълъг живот на експлоатация (с нужда от малки подобрения или периодични замени) и могат да се ползват за различни видове селскостопански култури, т.е. са универсални;
- лесно да се автоматизират. Автоматизацията оптимизира процеса на напояване като отчита влажността на почвата, валежите, температурите, слънчевото греене и сезоните.

Недостатъците на капковото напояване са:

- високата първоначална инвестиция, включваща проектиране на системата, закупуване на нужните елементи като: помпа, смукателен маркуч към водоизточника, плоски маркучи за капково напояване, разпределителна тръба, капкообразуватели, филтри и др. (Evropolimer, n.d.);
- капковото напояване може да е неподходящо, ако хербицидите или горните торове се нуждаят от напояване със спринклер за активиране;

- капковите плоски маркучи изискват допълнителни разходи за почистване след прибиране на реколтата. Потребителите трябва да планират навиване на капкова лента, изхвърляне, рециклиране или повторна употреба;
- необходими са повече умения и технически познания, за да се управлява капковото напояване на оптимални нива на овлажняване;
- водоизточникът трябва да е надежден и с добро качество. В противен случай ще има много проблеми като увеличаване на солеността или запущване на капкообразуватели.

При напояване се използват свободно течащи води (гравитачно напояване), води, изпомпвани с помпи и води от акумулиращи резервоари. Предимството на акумулиращите резервоари е възможността да се напоява и при липса или недостатъчно количество вода във водоизточника и приложимост в капковото напояване без използване на помпи. При отстояние на долния ръб на резервоара над терена от 5 до 10м се осигурява хидростатично налягане от 0,5 до 1 бара, което е достатъчно за нормална работа на капковата напоителна система. Недостатък е значителната първоначална инвестиция за изграждане на акумулиращия резервоар и нуждата от периодично почистване. При напояване чрез дъждуване задължително се ползват помпи защото там работните налягания са значително по-високи от 2 до 9 бара. Съответно за работата на тези помпи е нужна и значителна енергия – от електроразпределителната мрежа, от дизел генератори или от ВЕИ системи.

В България най-често се използва напояване чрез дъждуване и капково.

Видове водоизточници

Най-общо казано съществуват два вида водоизточници – наземни и подземни. Към първите спадат валежи, реки, потоци, езера, язовири и оточни водохранилища. Към вторите се отнасят естествени и изкуствени артезиански извори и кладенци и “пясъчни” кладенци, реализирани чрез сондажи и изкопи.

Наличието на река, езеро или оточно водохранилище в близост до площта за напояване е голямо предимство, защото обикновено количеството налична вода в тях е значително и лесно достъпно. Недостатъци са сезонната промяна в дебита и минералния състав, наличието на механични и биологични замърсители и колебание на температурата. Затова ако те се използват за капково напояване и дъждуване, се налага използването на качествени и сложни филтри.

За да се избегне риска от липса на вода в оптималния момент за напояване, се използват резервоари за складиране на вода. Посредством помпи те се пълнят с вода, когато водоизточника има достатъчно такава. Предимствата на водохранилищата са:

- наличие на вода във всеки момент когато е нужна;
- водата е с подходяща за напояване температура близка до температурата на околния въздух;
- естествено филтриране на механичните замърсители чрез утаяване на дъното на резервоара.

Недостатъците на водохранилищата са:

- нужда от електрозахранване на помпите;
- нужда от значителна инвестиция за изграждането на резервоара;
- нужда от техническа поддръжка (почистване, подновяване на хидроизолацията за бетонните и защита от корозия за металните елементи).

Използват се основно три вида подземни води – грунтови, артезиански (напорни) и карстови. Грунтовите са плитки 5-50 m в пясъчници и в поречията на реки. Артезианските са със средни дълбочини 50-300 m, а карстовите са с дълбочини от 200 до 1500 m. При първите два вида се наблюдава силно изразен сезонен характер на дебита, който е най-голям през пролетта и е в пряка зависимост от количеството на валежите. Карстовите водоизточници имат по-постоянен дебит. Например за Ловеч-Търновския воден масив (BG1G00000K1040) за периода 2008-2017 г. не се наблюдава значително изменение на

дебита, който е около 2445 л/сек и от него се използва едва 1% (IAOS, 2017). За 2020 г. за района на В. Търново нивото на подземните води е малко под нормата с 26 mm (фиг. 5). За целите на напояване най-подходящи са грунтовите води поради най-ниските разходи за добиването им.



Фиг. 5. Подземни води в България – 2020г (BAS, 2021)

Водни помпи

Както е известно, за осъществяване на изкуствено напояване са необходими помпи за пренос на водата от водоизточника и за създаване на необходимото работно налягане в напоителната инсталация. Помпите имат различен принцип на работа – ротационни, зъбни, винтови, диафрагмени и са предназначени за различни условия на работа – потопяеми, външни (непотопяеми), високонапорни, самозасмукващи, с ниско безопасно правотоково захранващо напрежение (12-48V), със стандартно променливотоково 220V или трифазно 380V при нужда от големи дебита. Всички видове водни помпи се характеризират с три параметъра - дебит, височина на водния стълб (напор) и дълбочина на засмукване.

Най-масовите непотопяеми градински помпи имат дълбочина на засмукване 5-8 m и височина на водоподаване (напор) 15-20 m. При някои специални модели височината на водоподаване достига 230 m (arva.bg, n.d.). Предназначени са за големи дебита 15000-85 000 л/ч, работят на центробежен принцип и са с монофазно и трифазно захранване с променливо напрежение 50 Hz. Имат ниски цени в диапазона 200-1000 лв.

Обикновените потопяеми градински помпи имат дълбочина на засмукване 2,5-7m и височина на водоподаване (напор) 5-10 m. Сондажните помпи са потопяеми специализирани помпи за изпомпване на вода от големи дълбочини 20-50 m (фиг. 96). Имат характерен профил с дълго тръбообразно тяло с малък диаметър 60-100 mm, за да могат да бъдат спуснати в сондажа. Дебитът им е от 2000 до 10 000 л/ч, напорът 20-100 m и цени в диапазона 200-700 лв.

Когато на терен липсва електрозахранване за помпите, се използват автономни задвижвания с двигатели с вътрешно горене. Разнообразието е голямо като най-разпространени са бензиновите, дизеловите и по-рядко двигатели с LPG гориво. За съжаление цените са високи – от 700 до 6000 лв.

Все по-голямо разпространение имат помпите с електродвигатели, захранвани с постоянно напрежение. Причината е, че имат две важни предимства – по-високо с 20% к.п.д. и възможност за директно захранване от фотоволтаични панели и батерии. За съжаление при директно захранване от фотопанели при недостатъчна слънчева радиация сутрин и вечер и при облачно време, генерираната мощност не е достатъчна за нормална работа на помпата и се налага добавянето на DC/DC контролер (Sado et al, 2018). В по-старите модели се използват колекторни двигатели, чийто недостатък е износването на четките и нуждата от

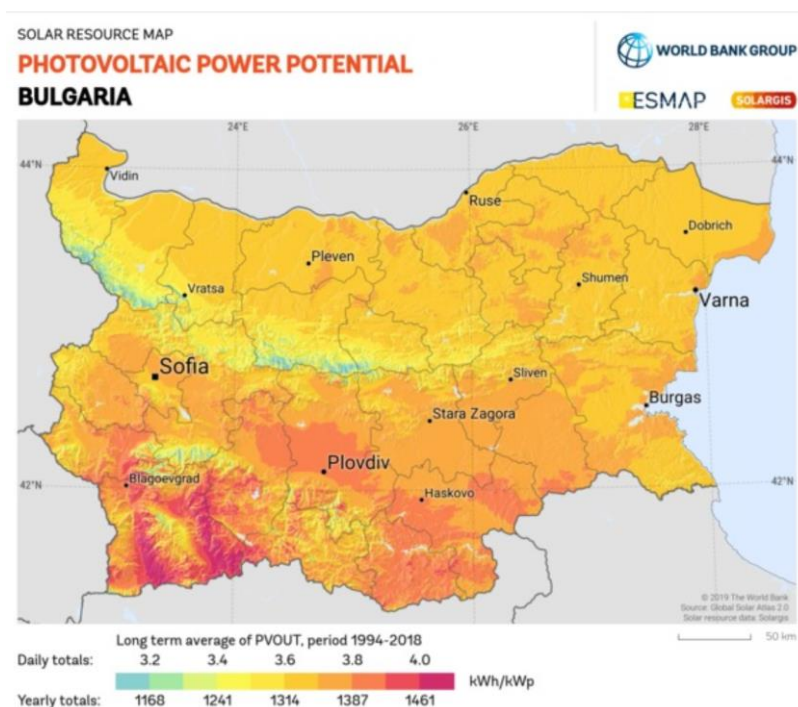
периодична подмяна. Този недостатък е отстранен в новите безчеткови двигатели. Освен че нямат износващи се четки, тяхно предимство е и факта, че при ниска осветеност и съответно малък работен ток, те пропорционално намаляват оборотите си, което променя само дебита но не води до спиране на помпата или съществено намаляване на нейната ефективност. Захранващите напрежения са от 12 до 96 V. Дебитите са от 500 до 2000 л/ч, дълбочината на изпомпване е 20-80 m, а напорът до 100 m. Цените варират от 250 до 900 лв.

За функциониране на помпите е необходимо електрозахранване. Съществуват четири основни източника на ел. енергия – електропреносна мрежа, дизелови генератори, фотоволтаични и вятърни инсталации. В Raza et al (2022) е направено сравнение на стойността на ел. енергия при поливане с помпи, захранвани от електропреносната мрежа, дизелови генератори и фотоволтаични инсталации в Пакистан. С най-ниска себестойност е вариантът с фотоволтаична инсталация – 0,12\$/kWh.

Sánchez-Sutil and Cano-Ortega (2021) доказва, че фотоволтаичното захранване на поливната система е по-скъпо от дизелов генератор през първите 5 години от експлоатацията. Но през следващите 20 години експлоатационните разходи и ефективността на фотоволтаичното захранване са значително по-ниски.

Анализ на наличната енергията от фотоволтаични източници в България

На фиг. 6 е показан енергийният потенциал на България, който за района на Велико Търново е около 1330kWh/kWp средно годишно за интервал на наблюдение от 1994 до 2018 г.



Фиг. 6. Слънчев енергиен потенциал на България (Solargis, n.d.)

Слънчевият енергиен потенциал в България за района на Велико Търново е около 3,5kWh/kWp дневно, респективно 1300kWh/kWp годишно (Solargis, n.d.). Ако разгледаме примерна помпа с номинална мощност 500W, захранвана от фотоволтаична инсталация с инсталирана мощност 1kWp, тя би могла да работи средно по около 7 часа дневно. Отчитайки и загубите при преобразуването на фотоволтаичната енергия в компонентите на системата (DC/DC конвертор, инвертор и т.н.), които могат да достигнат до около 30% от произведената мощност, това би позволило помпата да работи средно по около 5 часа дневно. Разбира се, тази стойност ще се изменя от 0 часа дневно (при облачно време през зимните месеци) до 8 и повече часа дневно през летните месеци, когато денят е значително по-дълъг.

ИЗВОДИ

На базата на извършения анализ могат да се направят следните изводи:

- Изкуственото напояване е жизнено важно за земеделието поради възможността за съществено повишаване на добивите с оглед непрекъснатото повишаване на нуждата от храни;
- От разгледаните методи за напояване най-перспективен е методът на капковото напояване при малки и средни по големина площи. Основните предимства са нисък разход на вода и възможности за оптимизиране на процеса чрез автоматизация;
- Водните запаси от надземни и подземни източници в България имат достатъчен потенциал за мащабно приложение на хидромелиорация;
- Захранването на помпите за напояване чрез фотоволтаични инсталации е икономически оправдано;
- Слънчевата радиация в България и в частност в област Велико Търново е напълно достатъчна за реализация на ефективно електрозахранване на поливни системи от фотоволтаични инсталации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото изследване е подкрепено по договор с № 2022-ФЕЕА-02 „Електронни системи за мониторинг и управление чрез приложение на интернет на нещата (IoT)“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Evstatiev, B., Gabrovska-Evstatieva, K., Trifonov, D., & Mihailov, N. (2019). *Solar Energy Potential to power the irrigation of the orchards in Bulgaria*. Proceedings of the 47 International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia.

agri.bg. (n.d.). *Irrigation norms for orchards*. Available online: <https://agri.bg/agrosaveti/ovoshtarstvo/polivni-normi-pri-napoyavaneto-na-ovoshtnite-rasteniya-2>, Accessed on 03.09.2021

Umi, N., Tricahya, R., Farid, A., Radi, & Murtiningrum, M. (2020). Performance analysis of drip and sprinkler irrigation on pineapple cultivation. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 451(1):012034

Candra, H., Sugeng T, Kadir M Z and A T (2015). *Design and test performance system automatic control on drip irrigation using microcontroller arduino Mega*. *Agric. Engeneering J* 4 235-244

Kireva R., and Mihov M. (2021). *Study of the influence of irrigation norms on the productivity of raspberry plantations*. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources"* 67 (1) 26-27.

Stoyanov, L.; Bachev, I.; Zarkov, Z.; Lazarov, V.; Notton, G. Multivariate (2021). *Analysis of a Wind–PV-Based Water Pumping Hybrid System for Irrigation Purposes*. *Energies* 14(11)

Petkov, P., Petrova, R., Markov, N., Gadzhalska, N., Kireva, R., Chekharova, S., Karaivanov, K. (2007). *Good Practices for Irrigation of Agricultural Crops*. *Agricultural Machinery* 6 12-16

agri.bg. (n.d.). *Basic agrotechnical activities in orchards*. Available online: <https://agri.bg/agrosaveti/ovoshtarstvo/osnovni-agrotehicheski-meropriyatiya-v-ovoshtnit-e-nasazhdeniya-2>, Accessed on 01.08.2021

agri.bg. (n.d.). *Irrigation as basis for increased production*. Available online: <https://agri.bg/agrosaveti/zelenchukoproizvodstvo/napoyavaneto-faktor-za-visoki-dobivi-2>, Accessed on 01.08.2021

tehnazona.eu. (n.d.). *Drip irrigation*. Available online: <https://tehnazona.eu/produkt/%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8>

%D0%BA%D0%B0%D0%BF%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BED0% BD %D0
B0%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BA%
%BE%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8/, Accessed on
01.08.2021

Svemar Agro (n.d.). *Irrigation of orchards*. Available online:
<https://polivencenter.bg/bg/vreme-i-metodi-za-napoyavane-na-ovoshki.html>, Accessed on
10.10.2021

Agrotex Global (2021). *Sprinkler irrigation system*. Available online:
<https://agrotexglobal.com/sprinkler-irrigation-system>, Accessed on 10.08.2021

Evropolimer. (n.d.). *Underground drip irrigation*. Available online:
<https://www.europolimer.com/index.php/bg/produkti/podzemno-kapkovo-napoyavane>, Accessed on
10.10.2021

IAOS (2017). *National report for the condition and protection of the environment in Bulgaria*
(**Оригинално заглавие:** Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в
РБългария, <http://eea.government.bg/bg/soer/2017/water/water3>)

National Institute for meteorology and hidrology (2021). *Annual hidro-meteorological
bulletin for 2020*. Condition of the climate, air and water in Bulgaria for 2020. (**Оригинално
заглавие:** Национален институт по метеорология и хидрология, Годишен хидро-
метеорологичен бюлетин за 2020г., Състояние на климата, въздуха и водите и
агрометеорологични условия в България през 2020г., март 2021г., София)

arva.bg (n.d.). *Drilling pump*. Available online: [https://arva.bg/sawshop/belardi-4f13t-
sondajna-pompa?sort=pd.name&order=ASC&Limit](https://arva.bg/sawshop/belardi-4f13t-sondajna-pompa?sort=pd.name&order=ASC&Limit), Accessed on 07.11.2021

Sado, K., Hassan, L., Moghavvemi, M. (2018). *Design of a PV-powered DC water pump
system for irrigation: a case study*. Conference: 53rd International Universities Power Engineering
Conference (UPEC), Glasgow UK, September 2018

Raza, F., Tamoor, M., Miran, S., Arif, W., Kiren, T., Amjad, W., Hussain, M., and Lee, G-H.
(2022). *Socio-Economic Impact of Using Photovoltaic (PV) Energy for High-Efficiency Irrigation
Systems*. Energies 15(3)

Sánchez-Sutil, F., and Cano-Ortega, A. (2021). *Smart Control and Energy Efficiency in
Irrigation Systems Using LoRaWAN*, Sensors 21(21)

Solargis (n.d.). *Solar resource maps of Bulgaria*. Available online: [https://solargis.com/maps-
and-gis-data/download/bulgaria](https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/bulgaria), Accessed on 10.10.2021

FAO (1999). *Poverty Reduction and Irrigated Agriculture*. FAO, International Programme for
technology and research in Irrigation and Drainage.

BAS (2021). *Groundwater in Bulgaria – circulation and types. Nature, significance and
peculiarities of the water resources of Bulgaria*. (**Оригинално заглавие:** БАН. Реферат Тема:
Подземни води в България - разпространение и видове (грунтови , Напорни /артезиански/ ,
Карстови , Минерални води) 2021 г., Същност, значение и особености на водните ресурси на
България)

ELECTRONIC MODULE FOR AIR QUALITY MONITORING IN INDOOR SPACE 11

Veselin Chobanov – Student

Department of Electronics
University of Ruse „Angel Kanchev”
Ruse, Bulgaria
e-mail: s203007@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Aneliya Manukova, PhD

Department of Electronics
University of Ruse „Angel Kanchev”
Ruse, Bulgaria
e-mail: amanukova@uni-ruse.bg
ORCID: 0000-0002-8825-8043

Abstract: *The report addresses the issues of air pollutant monitoring. A methodology for measuring indoor air quality is presented. An Arduino-based module has been developed to monitor and provide a safe and conducive environment for learning and working. A prototype of the electronic module with LED indication and visualization of the obtained parameters on the LCD display has been developed. A study was conducted in the electronic environment Tinkercad.*

Keywords: *electronic module, air quality, temperature, Arduino*

ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на електронната техника и икономическите изисквания за енергийна ефективност са предпоставка за съвременна електронизация на обектите чрез модули със софтуерното осигуряване. Основните изисквания към една съвременна електронна система за мониторинг са: (i) повишаване на комфорта и сигурността; (ii) предоставяне на възможност за отдалечен достъп до информация за обекта; (iii) управление.

Настоящото изследване е насочено към разработване на Ардуино базиран модул за мониторинг и осигуряване на безопасна и благоприятна среда за обучение. Безопасната и благоприятна среда за обучение винаги е определяща за ефективността на учебния и работния процес, както и за сигурността по време на пандемии. Осигуряването на необходимата среда в помещенията, изисква оптимално спазване на изискванията на охрана на труда според държавните нормативни документи и международни стандарти за здравословни и безопасни условия на труд.

Целта на изследването е да се разработи и изследва Ардуино базиран електронен модул за мониторинг и осигуряване на благоприятна среда за обучение чрез отчитане качеството на въздуха в закрито пространство, както и следене на температурата. От гледна точка на субектите – преподавателите, служителите и студентите, предлаганата система отчита потенциалното неблагоприятно въздействие от излагането на рискове на работното място върху физическото и ментално здраве на хората, а оттам – и върху тяхната работоспособност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Стандарти и норми на параметри

¹¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция „Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: ЕЛЕКТРОНЕН МОДУЛ ЗА МОНИТОРИНГ НА КАЧЕСТВОТО НА ВЪЗДУХА В ЗАКРИТО ПРОСТРАНСТВО.

Стандартизацията на системите за управление на здравословните и безопасни условия на труд (ЗБУТ) се основава на серията OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18000. През 2018 г. ISO публикува първите глобални стандарти в тази област – серията ISO 45000. Към началото на 2022 г. са издадени 3 стандарта с изисквания и указания за тяхното прилагане в рамките на системата за управление на ЗБУТ, включително и за безопасна работа в условия на пандемията от COVID-19. Предстои издаването на допълнителни 3 стандарта, свързани с оценяване на резултатите от тези системи.

Опасностите за здравето на работното място могат да се категоризират като: (1) физически, химически (вредни течности и изпарения), (2) биологични (вируси, бактерии), (3) физиологични (температура, влажност, запрашеност), (4) психологически (стрес, тормоз), (5) ергономични, механични и/или електрически, (6) природни (наводнения, земетресения, бури).

Тези опасности пораждаат рискове, но и възможности, които трябва да бъдат овладяни и използвани за осигуряване на безопасна и благоприятна среда за труд и обучение. Мерките, чрез които това може да бъде постигнато, включват: (i) отстраняване на опасността, (ii) замяна с по-малко опасни елементи, (iii) инженерни мерки за контрол и/или реорганизация на работата, (iv) административни мерки за контрол и/или обучения, (v) използването на лични предпазни средства.

Лошото качество на въздуха в затворените помещения е особено вредно за деца, възрастни хора и хора със сърдечносъдови и хронични респираторни заболявания. Въглероден оксид, въглероден диоксид, азотни диоксиди, прахови частици и летливи органични съединения се срещат във въздуха в затворени и отворени пространства. Други замърсители са радон (радиоактивен газ, образуван в почвата), тютюнев дим, газове или частици от горене на горива, химикали и алергени.

Въглеродният двуокис (CO_2) се смята за водещо вещество сред замърсителите. Получава се като продукт при дишането на живите организми, както и при горенето. CO_2 е газ без цвят и без миризма при ниски до средни концентрации и варира между 0,03% и 0,06% (300 до 600 ppm). Външните нива са около 300 ppm. Според стандартите се изисква количество свеж въздух да се поддържа под 1000 ppm. Издишваният среден CO_2 от човек е 4.5% (4500 ppm). При концентрации от 2.5% до 5% (2500 ppm до 5000 ppm) въглеродният двуокис може да предизвика главоболие. При високи концентрации над 3% (3000 ppm) има остра и задушлива миризма. В изключително високи нива при 10% (100,000 ppm), хората губят съзнание след десет минути, а при 20% (200 000 ppm) CO_2 причинява частично или пълно затваряне на горния отвор на ларинкса.

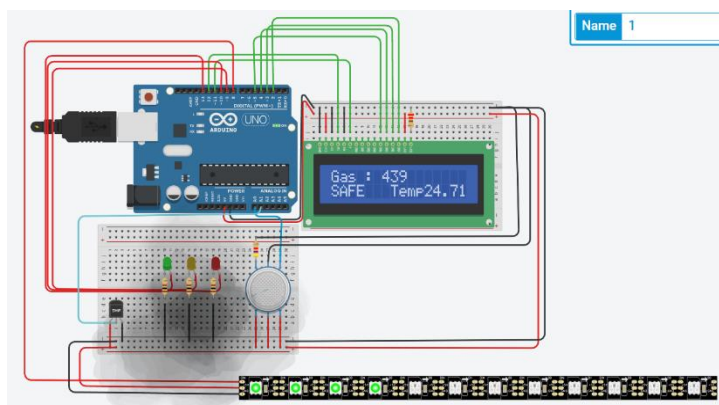
Синтез на електронния модул за мониторинг на качеството на въздуха

Електронният модул за мониторинг на качеството на въздуха в закрито пространство и температурата е базиран на Ардуино структура и сензор за температура и регистрация на газ. За визуализация на параметрите е изградена светодиодна нарастваща стълбица и LCD индукция с отчитане на цифровите стойности на параметрите на замърсяването на въздуха и температурата, фигура 1.

Модулът е изграден със сензор за газ MQ-135, захранва се с напрежение 5V и консумира ток до 220 mA. При стартиране на захранването, сензорът консумира пиково до 600mA, след което ще се нормализира до 220mA. Поради тази причина се използва външен захранващ източник, осигуряващ минимум 600mA.

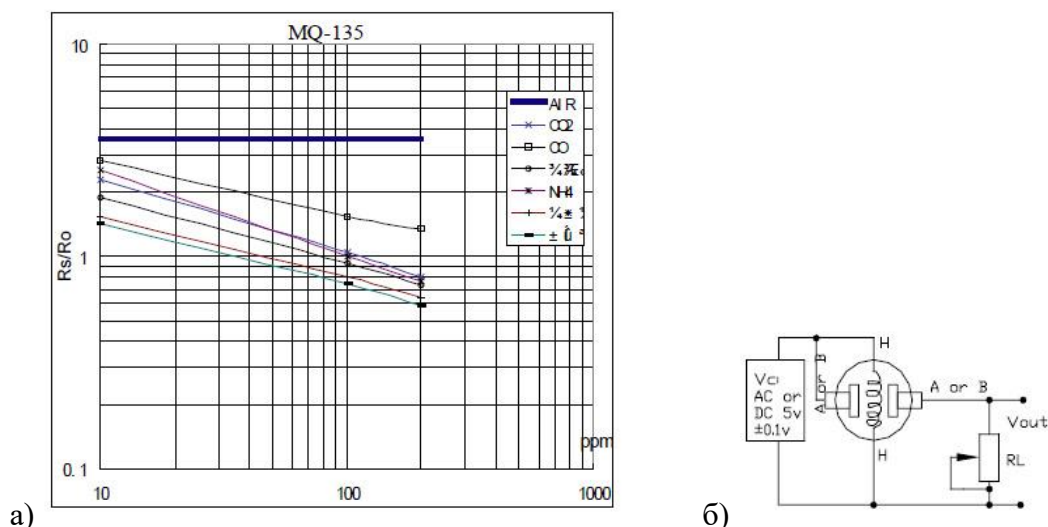
Сензорът детектира NH_3 , NOx, алкохол, бензин, дим, CO_2 и други. Това обосновава използването му в електронния модул – отчитат се основните замърсители на въздуха в затворено помещение по време на учебен процес. MQ-135 има шест извода, четири от тях се използват за извличане на сигнали, а другите два се използват за осигуряване на нагревателен ток. Сензорът за газ MQ135 има висока чувствителност към амонячен газ,

сулфид, пара от серия бензол, също така може да наблюдава добре дима и други токсични газове. Той може да се използва за откриване на различни видове токсични газове, фигура 2.



Фиг. 1. Прототип на електронен модул за мониторинг на качеството на въздуха в закрито пространство

Стойността на съпротивлението на MQ-135 се променя при различните видове и концентрации на газовете, от което следва необходимост от калибриране на детектора за 100ppm NH₃ или 50ppm концентрация на алкохол във въздуха и стойност на съпротивлението на натоварване $R_L=20k\Omega$ (диапазонът на изменение на R_L е от 10k Ω до 47k Ω).



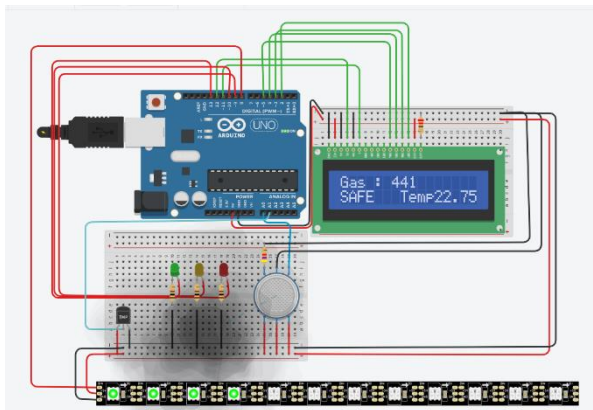
Фиг. 2. Характеристики на чувствителност на MQ-135 за няколко газа (а) и схема за измерване на параметрите на сензора (б), където: температурата е 20°C, влажността 65%, O₂ е 21%, $R_L=20k\Omega$, R_o е съпротивлението на сензора при 100ppm NH₃ в чист въздух, R_s е съпротивлението на сензора при различни концентрации на газове.

В електронния модул е използван аналоговият изход на сензора за измерване на стойността на PPM на необходимия газ с включен външен микроконтролер като Arduino. Микроконтролерът ще измерва стойността на аналоговото напрежение и изчислява стойността на отношението R_s/R_o , където R_s е съпротивлението на сензора, когато има газ, а R_o е съпротивлението на сензора при чист въздух. След определяне на съотношението R_s/R_o се изчислява стойността на PPM на необходимия газ чрез графиката от фигура 2, която е дадена в техническата документация на сензора MQ135. След като се отчете влиянието на температурата и влажността върху работата на сензора от техническата документация и

работния обхват на електрония модул за мониторинг на въздуха в затвореното пространство на учебните зали, се определя съотношение $R_s/R_o=0,9$.

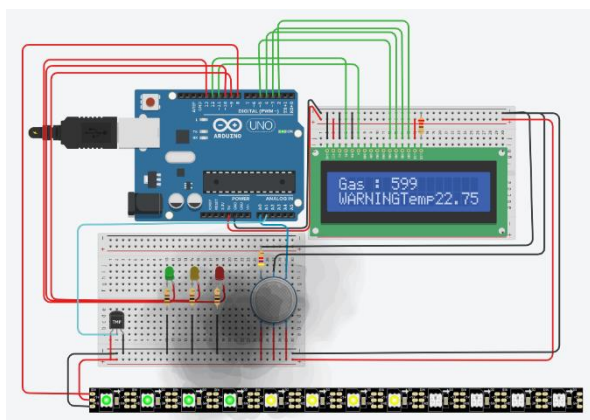
Изследване на работата на разработения модул

Реализираният електронен модул е тестван в електронната среда Tinkercad за доказване на работоспособността му. На фигури от 3 до 5 са представени три варианта на работа – при чиста среда, средно засърсена и силно замърсена. Показанията са визуализирани на LCD дисплея с допълнителен текст за предупреждение, както и визуално чрез светодиодната стълбичка се привлича вниманието на субектите към качеството на въздуха.

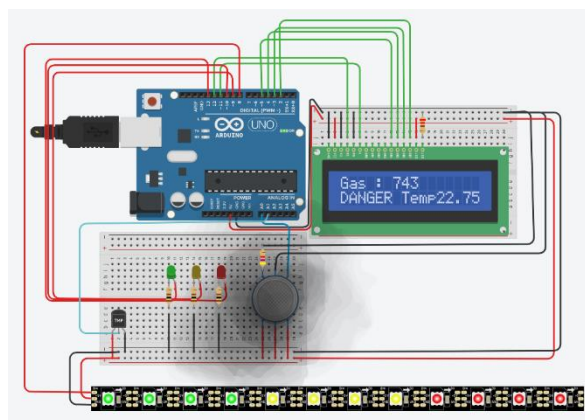


Фиг. 3. Работа на електрония модул в чиста среда

В таблица 1 са отчетени показанията за качеството на въздуха в целия работен обхват при температура на помещението от 22°C.



Фиг. 4. Работа на електрония модул в средно замърсена среда



Фиг. 5. Работа на електрония модул в силно замърсена среда

Таблица 1. Качеството на въздуха в целия работен обхват при температура на помещението от 22°C.

№	Газ, ppm	Напрежение, V	№	Газ, ppm	Напрежение, V
1.	306	1,50	7.	570	2,78
2.	357	1,75	8.	595	2,91
3.	400	1,96	9.	621	3,04
4.	455	2,23	10.	684	3,34
5.	482	2,36	11.	720	3,52
6.	507	2,48	12.	748	3,66

ИЗВОДИ

Представена е концепция за мониторинг на качеството на въздуха в затворени пространства.

Разработен е Ардуино базиран модул за мониторинг и осигуряване на благоприятна среда за обучение със светодиодна индикация и визуализация на получените параметри на LCD дисплей,

Проведено е изследване в електронна среда Tinkercad, доказващо работоспособността на електронния модул.

Предложеният модул за мониторинг на качеството на въздуха в закрито пространство е подходящ за прилагане в закрити пространства от различен вид – офиси, зали за обучение, лаборатории, закрити паркинги, гаражни помещения, тунели.

ACKNOWLEDGMENT

The article presents results from Project 2022–FEEA–02, with financial support of the National Science Fund of University of Ruse.

REFERENCES

ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use.

ISO 45003:2021 Occupational health and safety management – Psychological health and safety at work – Guidelines for managing psychosocial risks.

Manukova-Marinova, A. (2020). *Design of technical systems by functional-structural analysis*. Paper presented at 2020 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), 2020, 1-4, doi: 10.1109/EEAE49144.2020.9279098.

Manukova-Marinova, A., & Krastev, K. (2020). *An approach to developing a monitoring and control of pollution from industrial processes*. Paper presented at 2020 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), 2020, 1-4, doi: 10.1109/EEAE49144.2020.9279064.

https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf (Accessed on 25.04.2022)

ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION OF BULGARIA'S ELECTRIC POWER SYSTEM FOR 2021 AND MAIN INDICATORS CHARACTERIZING THE LOAD PROFILES¹²

Mitko Nikolov – Student

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 899 305391
E-mail: mitko0995@abv.bg

Assoc. Prof. Vyara Ruseva, PhD

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 882 123300
E-mail: vruseva@uni-ruse.bg

Abstract: The article presents collected and processed data on the load profiles of the electricity system of Bulgaria for 2021. Received: annual load profile; average daily freight profiles for the busiest month (January), for the least busy month (May) and typical summer month - July and characteristic coefficients. It is determined: the gross annual electricity consumption for 2021, the absolute maximum and minimum annual load. The maximum and minimum loads for each month for 2021 are determined. Important extreme values necessary in power system operation and forecasting of electrical loads are determined. The change in electricity consumption by day for 2021, the change in minimum and maximum loads and important extreme values of generated electricity from the main energy sources are shown. A comparison of Bulgaria's electricity consumption over a five-year period was made.

Keywords: Electrical Load Profiles, Electric Power System

ВЪВЕДЕНИЕ

Основната цел пред управлението на електроенергийната ни система е да се осигури максимална ефективност при производството, пренасянето, разпределението и използването на електрическата енергия.

За да изпълни тази цел е необходимо да се решат следните задачи:

- да се управлява структурата на електропроизводствените мощности, като се увеличава делът на възобновяемите енергийни източници, без това да влияе отрицателно върху себестойността на произвежданата електрическа енергия и опазването на околната среда;
- да се осигури пренасяне и разпределение на електрическата енергия с минимални (икономически оптимални) загуби;
- да се гарантира сигурно захранване на електропотребителите с необходимото качество на електрическата енергия;
- да се осигури подходящо и справедливо ценообразуване за електрическата енергия по цялата верига: производство – пренасяне – разпределение – използване;

¹² Докладът е представен на студентската научна сесия на 17.05.2022 в секция “Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА СИСТЕМА НА БЪЛГАРИЯ ЗА 2021 ГОДИНА И ОСНОВНИ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗИРАЩИ ТОВАРОВИТЕ ГРАФИЦИ.

- да осигурят подходяща структура и развитие на енергийната система, така че да се задоволят бъдещите енергийни нужди на страната.

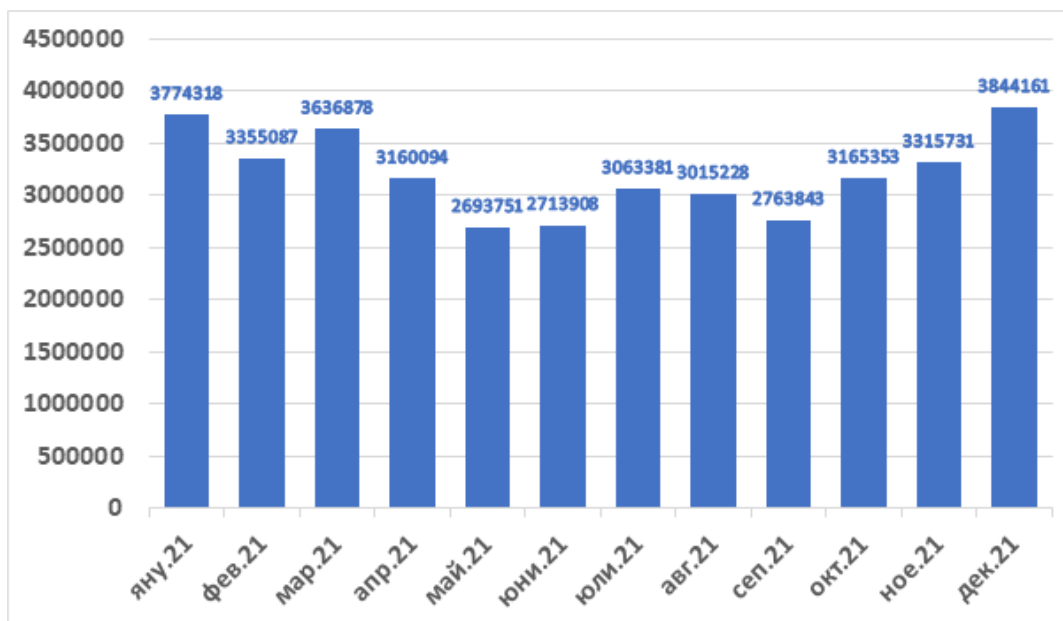
Стройната структура на електроенергийната система на България и предвидените ѝ преносни способности са в състояние да осигурят надеждно и качествено електроснабдяване на страната още няколко десетки години. За тази цел са необходими и се извършват минимални допълнения и реконструкции. ЕЕС трябва да продължи да изпълнява своето основно предназначение, като за тази цел е необходимо да се осигури ефективно управление на отрасъла и качествено и сигурно хранене на всички електроенергийни обекти. Едновременно с това тази електроенергийната система трябва да отговаря на всички български и европейски нормативни документи [https://e-learning.uni-ruse.bg/indexc.php?open_item=212121102130218121610921].

Целта на работата е да се получат данни за товарите графици на електроенергийната система на България, да се направят анализи на характерни показатели и да се проследи ретроспекцията на електропотреблението на България за петгодишен период.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Годишните товарни графици (ТГ) обикновено дават изменението на електропотреблението или на средния товар през месеците от годината. Те могат да се получат по два начина:

- чрез месечната енергия, определена за календарния брой дни – подходящи са за счетоводство и статистика;
- чрез среднодневната енергия (или средната мощност) – подходящи са за научна работа, например при определяне на изчислителните товари.



Фиг. 1. Годишен товаров график на електроенергийната система на България за 2021 г.

За всеки ден от 2021 година от Електроенергийния системен оператор (ЕСО) [ESO statistical booklet, 2021, <https://www.eso.bg/>] са получени почасовите товари на електроенергийната система (ЕЕС). Тези данни са обработени и са получени и двата вида годишни ТГ.

На фиг.1 е показан годишния товаров график на електроенергийната система на България построен чрез месечната електрическа енергия, изчислена за календарен брой дни.

За анализ на годишния ТГ [Stefanov, St., Ruseva, V., Mihailov, L., & Nikolov, D., 2001] се използва коефициентът на сезонност на годишния ТГ ($k_{\text{сез}}$). Той се пресмята по формулата:

$$k_{\text{сез}} = \frac{W_{\text{min}}}{W_{\text{max}}} \quad (1)$$

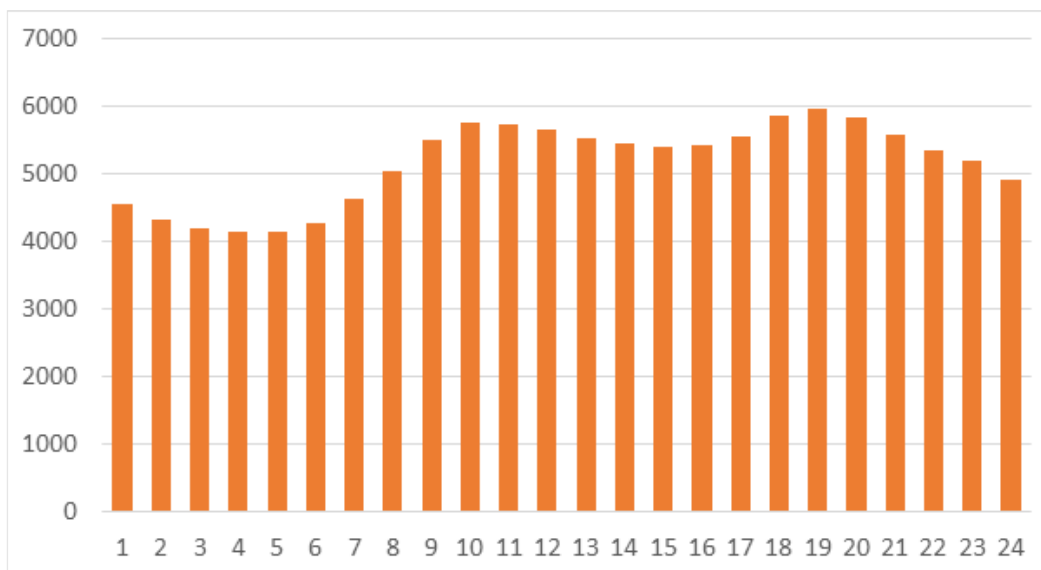
където W_{min} е енергията за най-малко натоварения месец от годината, kWh;

W_{max} – енергията за най-много натоварения месец от годината, kWh.

Месецът с най-малка консумация на електрическа енергия е май и за него тя е 2693751 MWh, а за най-натовареният месец декември е 3844161 MWh. Следователно коефициентът на сезонност на годишния ТГ е 0,7, което означава че имаме равномерност при годишния ТГ на ЕЕС.

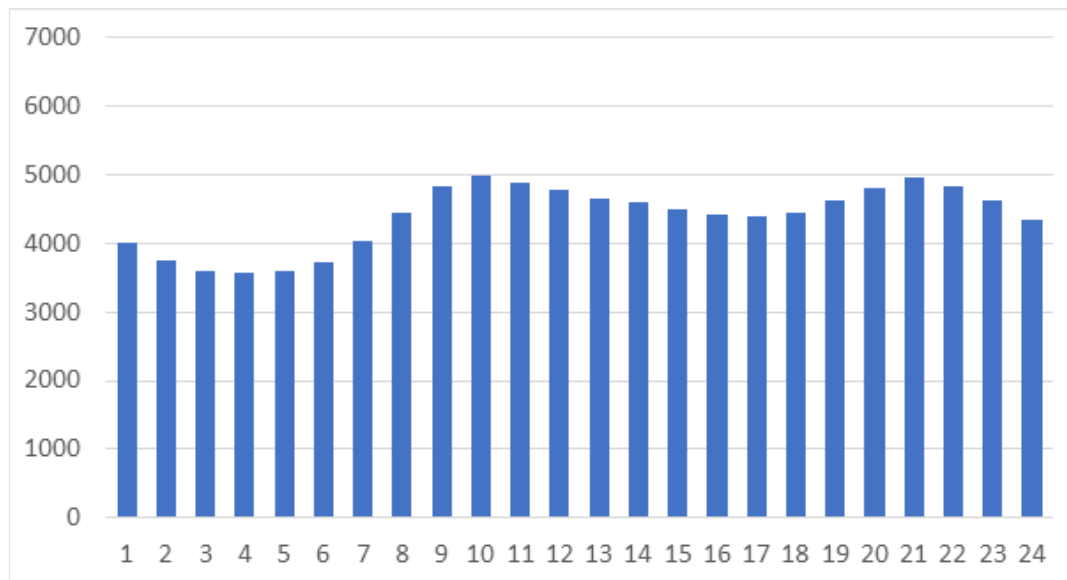
От тук е добре да се построят и денонощни ТГ за електроенергийната система за характерните сезони от годината – зимен, летен и пролетен.

На фиг. 2 е показан усреднения денонощен ТГ за месеца с най-голяма консумация на електрическа енергия, а именно януари.

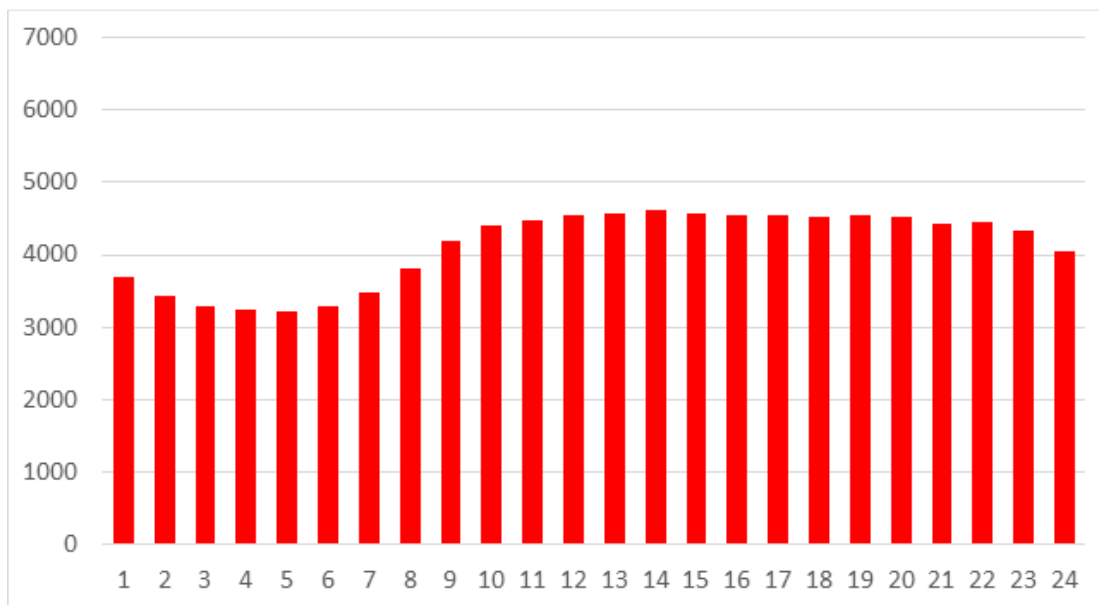


Фиг. 2. Усреднен денонощен ТГ на ЕЕС за най-натоварения месец януари

На фиг. 3 е показан усреднения денонощен ТГ за месеца с най-малка консумация на електрическа енергия - май. Това е пролетен месец.

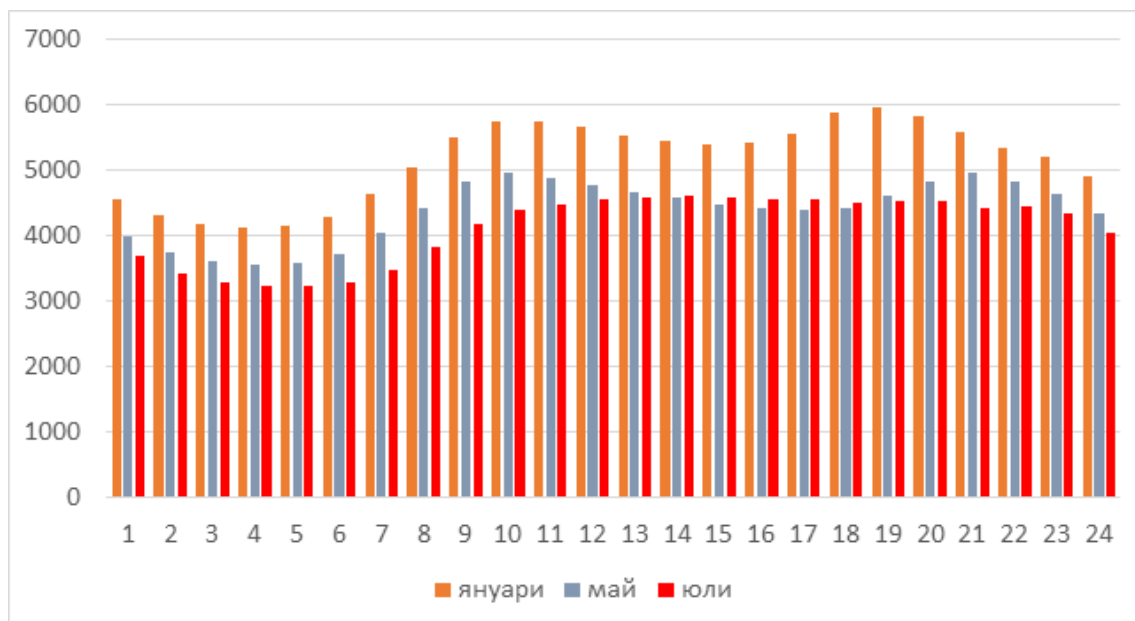


Фиг. 3. Усреднен денонощен ТГ на ЕЕС за най-малко натоварения месец май
На фиг. 4 е показан усреднения денонощен ТГ за типично летен месец юли.



Фиг. 4. Усреднен денонощен ТГ на ЕЕС за типичен летен месец

Сравнението между усреднените денонощни ТГ за трите характерни периода в годината е показано на фиг. 4.



Фиг. 5. Усреднени денонощни ТГ на ЕЕС за характерни периоди от годината

В табл. 1 са показани част от годишните показатели, характеризиращи работата на електроенергийната ни система за 2021 г. Брутното годишно електропотребление е 38505 GWh. Сравнено с предходната 2020 година е регистрирано увеличение от близо 0,2%. Абсолютният максимален годишен товар е 6805 MW реализиран на 19 януари (вторник) в 10:00 часа, а абсолютния минимален товар е реализиран на почивния ден 3 май (понеделник) в 05:00 часа – 2525MW.

В табл. 2 може да се види изменението на максималните и минималните товари по месеци за 2021 г.

Таблица 1. Годишни показатели, характеризиращи работата на електроенергийната система на България за 2021 г.

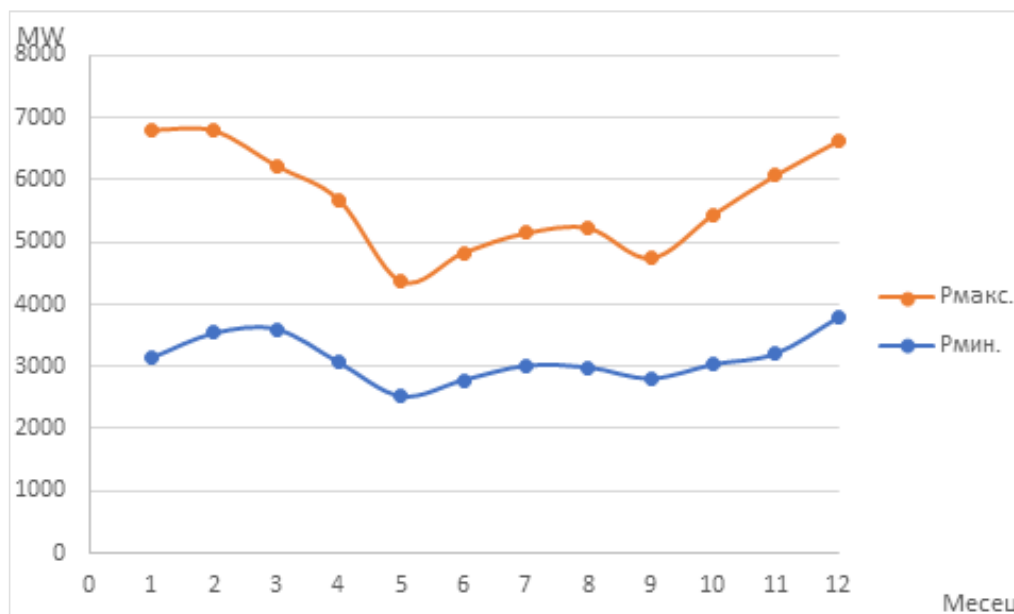
Годишни показатели			
		стойност	дата/ден/час
Годишно електропотребление	GWh	38505	
Абсолютен максимален товар	MW	6805	19.1.2021/вт/10
Абсолютен минимален товар	MW	2525	03.05.2021/пон/5
Диапазон на изменение на товара	MW	4280	
Електропотребление на 1 жител	kWh	5905	

Таблица 2. Месечни показатели, характеризиращи работата на електроенергийната система на България за 2021 г.

Месечни показатели						
Месец	Епотр. MWh	Макс.товар. MW	дата/ден/час	Мин.товар. MW	дата/ден/час	Диапазон. MW
Януари	3774306	6805	19.01.2021/вт/10	3141	01.01.2021/пет/6	3664
февруари	3355083	6794	17.02.2021/ср/10	3538	07.02.2021/нед/5	3256
Март	3636885	6228	24.03.2021/ср/20	3602	15.03.2021/пон/4	2626
Април	3160098	5683	08.04.2021/чет/10	3069	30.04.2021/пет/4	2614
Май	2693622	4369	21.05.2021/пет/10	2525	03.05.2021/пон/5	1844
Юни	2713914	4831	30.06.2021/ср/14	2783	13.06.2021/нед/6	2048
Юли	3063380	5145	30.07.2021/пет/14	3014	04.07.2021/нед/5	2131

Август	3015237	5226	02.08.2021/пон/14	2988	08.08.2021.нед/5	2238
Септември	2763852	4744	29.09.2021/ср/20	2810	06.09.2021/пон/4	1934
Октомври	3168628	5439	14.10.2021/чет/20	3037	4.10.2021/пон/4	2402
Ноември	3315733	6076	30.11.2021/вт/19	3209	08.11.2021/пон/4	2867
Декември	3844156	6623	23.12.2021/чет/10	3788	27.12.2021/пон/4	2835

На фиг. 6 е показано изменението на максималните и минималните товари по месеци за 2021 г. в графичен вид.



Фиг.6. Максимални и минимални товари през целия период на годината

За да може да се прогнозира изменението на товарите е необходимо определянето на характерни показатели. Те са представени в табл. 3.

Таблица 3. Характерни показатели на електроенергийната система на България за 2021 г.

Ден с	Стойност	Дата
най-високо електропотребление, MWh	143194	44215
най-ниско електропотребление, MWh	76198	44319
най-висок върхов товар, MW	6805	44215
най-нисък върхов товар, MW	3724	44319
най-нисък минимален товар, MW	2525	44319
най-висок минимален товар, MW	4906	44244
максимален диапазон на изменение на товара, MW	2324	44222
минимален диапазон на изменение на товара, MW	884	44366
най-висок коефициент на плътност на товара	0,925	44380
най-нисък коефициент на плътност на товара	0,788	44561
най-висок положителен часов градиент на товара, MW	630	44277
най-висок отрицателен часов градиент на товара, MW	-641	44561

В табл. 4 и 5 са показани минималните и максималните електропотребления по месеци.

Таблица 4

Максимално електропотребление за

Таблица 5

Минимално електропотребление за

едно денонощие		
	стойност, MWh	дата
Януари	143195	19.01.2021/вт
февруари	141915	17.02.2021/ср
Март	130444	24.03.2021/ср
Април	118102	08.04.2021/чет
Май	92324	26.05.2021/ср
Юни	101383	30.06.2021/ср
Юли	107077	30.07.2021/пет
Август	107471	02.08.2021/пон
Септември	97713	29.09.2021/ср
Октомври	111498	15.10.2021/пет
Ноември	124528	30.11.2021/вт
Декември	139791	22.12.2021/ср

едно денонощие		
месец	стойност, MWh	дата
Януари	87520	01.01.2021/пет
февруари	102148	27.02.2021/съб
Март	100201	28.03.2021/нед
Април	85373	30.04.2021/пет
Май	76198	03.05.2021/пон
Юни	82883	13.06.2021/нед
Юли	87785	04.07.2021/нед
Август	88541	29.08.2021/нед
Септември	84071	05.09.2021/нед
Октомври	89690	03.10.2021/нед
Ноември	94107	06.11.2021/съб
Декември	112303	25.12.2021/съб

В табл. 6 и 7 са дадени най-голямото нарастване на електропотреблението между две последователни денонощия по месеци и най-голямото нарастване на товара също по месеци.

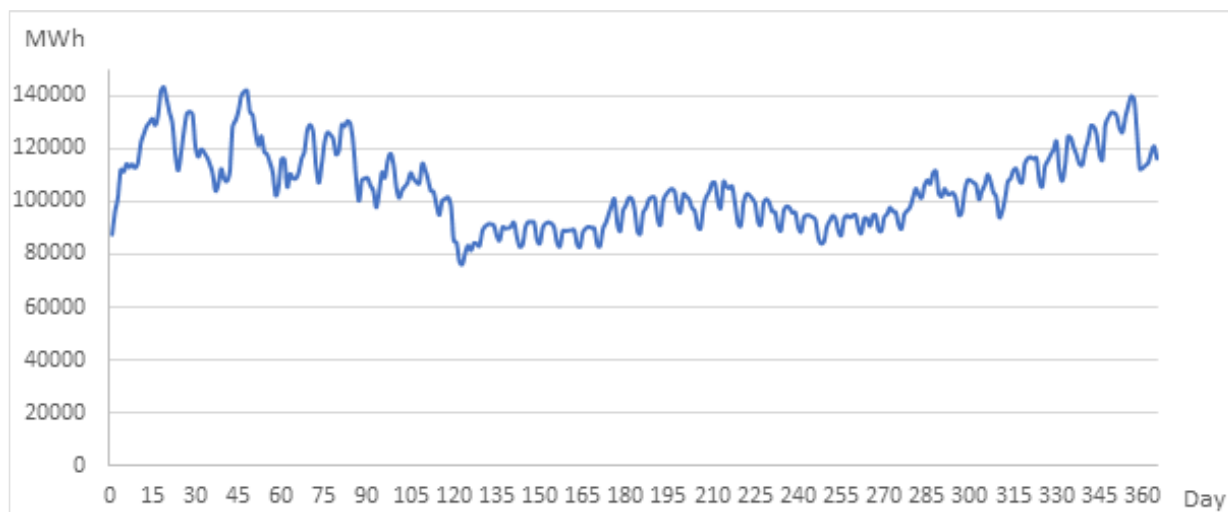
На фиг. 7 в графичен вид е представено изменението на електропотреблението по дни за 2021 г., а фиг. 8 изменението на минималните и максималните товари по дни. Показаните данни могат да се използват при построяване на подредени годишни товарови графици и определяне на коефициентите на плътност на товара и на загубите [Ruseva, V. 2020].

Таблица 6

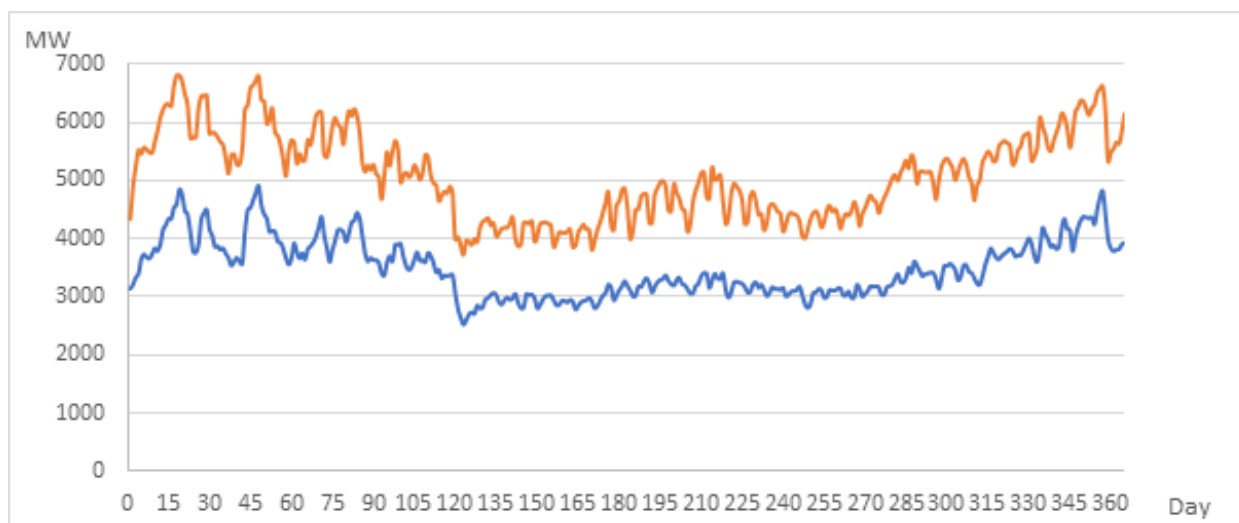
Най-голямо нарастване на ел.потребл. между две последов. денонощия		
месец	стойност, MWh	между дати
Януари	10528	2-3
февруари	17161	11-12
Март	9831	21-22
Април	7615	4-5
Май	6758	24-25
Юни	7748	27-28
Юли	9112	11-12
Август	9972	1-2
Септември	6309	12-13
Октомври	8016	24-25
Ноември	10720	29-30
Декември	13141	11-12

Таблица 7

Най-голямо нарастване на макс.товар между две последов. денонощия		
месец	стойност, MW	между дати
Януари	540	1-2
февруари	709	11-12
Март	339	6-7
Април	414	4-5
Май	369	24-25
Юни	426	27-28
Юли	485	11-12
Август	540	1-2
Септември	218	12-13
Октомври	328	23-24
Ноември	520	29-30
Декември	379	11-12



Фиг. 7. Изменение на електропотреблението на електроенергийната система по дни за 2021 г.

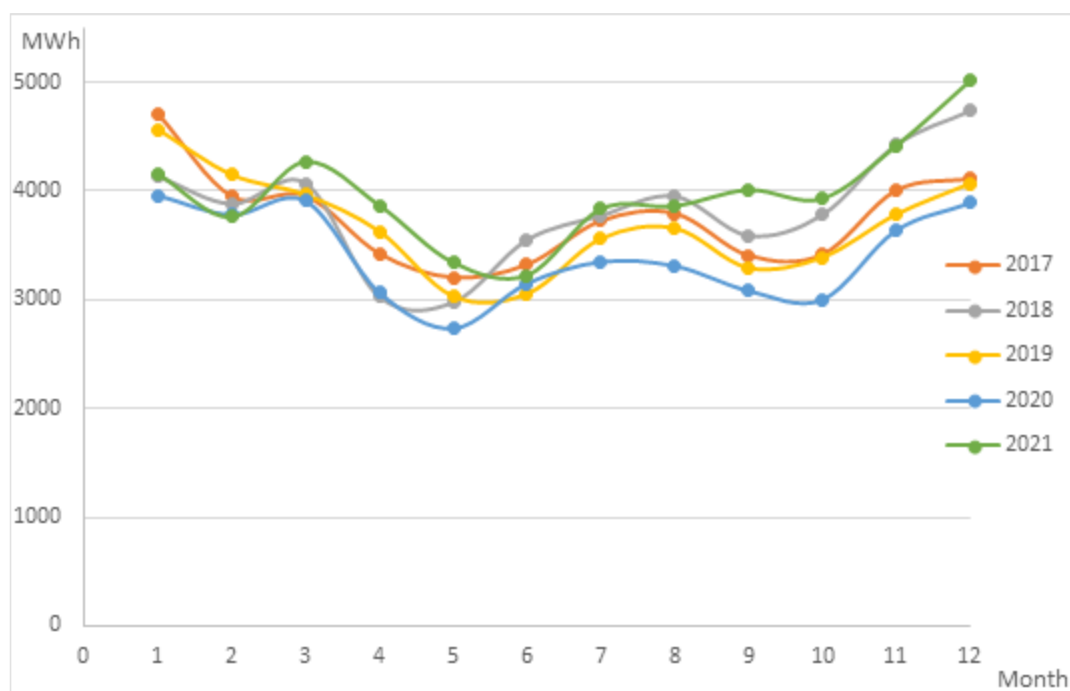


Фиг.8. Изменение на P_{max} и P_{min} по дни в годишен разрез

За да могат да се изготвят баланси на електрическата енергия е необходимо да се разполага с данни за електропроизводството и електропотреблението в страната. От тях лесно могат да се определят загубите в електроенергийната ни система, което е важен показател за ефективната ѝ работа.

Таблица 8. Характерни данни за електропроизводството в страната

Максимални дневни стойности	Енергия		Мощност	
	MWh	дата	MW	дата
Електропроизводство в страната	177 851	21.12.2021 /вт/	8 348	16.12.2021 /четв/
Електропотребление на страната	143 194	19.01.2021 /вт/	6 805	19.01.2021 /вт/
АЕЦ	52 045	31.12.2021 /пет/	2 171	31.12.2021 /пет/
ТЕЦ - общо	95 313	22.12.2021 /ср/	4 121	12.12.2021 /нед/
ВЕЦ	29 445	19.01.2021 /вт/	2 142	09.05.2021 /нед/
ФЕЦ	7 466	10.04.2021 /съб/	963	10.04.2021 /съб/
ВЯЕЦ	12 709	10.12.2021 /пет/	603	25.01.2021 /пон/
ЕЦ на биомаса	1 015	03.03.2021 /ср/	45	03.03.2021 /ср/
Нетен износ	48 888	22.09.2021 /ср/	2 449	19.12.2021 /нед/



Фиг.9. Сравнение на електропотреблението на България за петгодишен период

На фиг. 9 е представено изменението на електропотреблението на България за 5 години. Вижда се, че най-високо е електропотреблението за последната 2021 г.

ИЗВОДИ

Събрани и обработени са данните за товарите графици на електроенергийната система на България за 2021 г. Получени са: годишен товаров график, който дава изменението на електрическия товар през месеците от годината; усреднени денонощни товарови графици за най-натоварения месец (януари), за най-малко натоварения месец (май) и типично летен месец – юли. Получен е коефициентът на сезонност на годишния товаров график, който е 0,7. Той определя равномерността на годишния товаров график.

Определено е брутното годишно електропотребление за 2021 г., което е 38505 GWh. Сравнено с предходната 2020 година то има увеличение от 0,2%. Абсолютният максимален годишен товар е 6805 MW, а абсолютния минимален товар – 2525 MW. Определени са максималните и минималните товари за всеки месец за 2021 г.

Определени са важни екстремни стойности, необходими при експлоатацията на електроенергийната система и прогнозиране на електрическите товари. Показани са изменението на електропотреблението по дни за 2021 г., изменението на минималните и максималните товари и важни екстремни стойности на генерираната електрическа енергия от основните енергийни източници. Направено е сравнение на електропотреблението на България за петгодишен период.

REFERENCES

ESO statistical booklet, 2021.

<https://www.eso.bg/>.

Ruseva, V. (2020). Analysis of household electricity consumption in Bulgaria, Monograph, Ruse, Academic Publishing House of the University of Ruse "Angel Kanchev", p. 110, ISBN 978-954-712-824-8.

Stefanov, St., & Ruseva, V. Power management, lectures, Ruse, Bulgaria, https://e-learning.uni-ruse.bg/indexc.php?open_item=212121102130218121610921.

Stefanov, St., Ruseva, V., Mihailov, L., & Nikolov, D. (2001). Calculation loads and annual load schedules of household electricity consumers, *Energetika*, 3/4.

AN INTERACTIVE SYSTEM FOR LEARNING FINANCIAL ANALYSES¹³

Eng. Angel Popgeorgiev, MSc Student

Department of Computing,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: +359 88 512 4442

E-mail: angeelll@abv.bg

Princ. Assist. Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computing

University of Ruse "Angel Kanchev"

Phone: 082 888-827

E-mail: EIbryamova@ecs.uni-ruse.bg

Abstract: Companies are creating various financial documents annually for various financial analyses. The most commonly used is fundamental for financial analysis, which is the balance sheet. They are created in the format of a digital spreadsheet. The paper presents the development of a software system modelled to analyse balance sheets using the commonly used financial analysis such as liquidity, financial autonomy, and turnover. A review of existing financial management systems shows that they require manual data input and do not process the spreadsheet data directly. The presented system showcases the use of templates to unify data extraction of digital spreadsheet files that contain financial data. The presented software is to be used in the educational process of engineering students that want to specialize in the development of financial systems and need a perfect example to understand financial concepts utilizing the studied theory.

Keywords: Financial Analysis, Balance Sheet, Liquidity, Turnover, Financial Autonomy, Education, E-learning, Software System

ВЪВЕДЕНИЕ

Фирмите с течение на дейността си изготвят различни финансово-счетоводни отчети. Те са електронни таблици, създадени чрез приложен софтуер и се пазят в архив, с цел да се използват за провеждането на анализи и справки. Част от тях имат първостепенна важност за една фирма. Това са отчети за финансовите резултати, движението на финансовите средства, измененията на капитала и счетоводен баланс. Въз основа на изброените документи се провежда финансов анализ, като се прилагат определени математически модели. Съществува голямо разнообразие от финансови анализи (Thakur, 2022), които могат да се изготвят върху тези отчети. Това голямо разнообразие, може да доведе до грешки от човек при изчисляване на един анализ. Например, когато се използват неподходящи данни. Грешките могат да се сведат до минимум, като се използва програмна система, която да управлява и изчислява финансовите анализи и да подпомогне тяхното използване и разбиране. Затова употребата на програмни системи за финансов анализ в малки фирми са полезни, особено ако се прилагат и за развитието на задълбочени финансови познания и умения (Laitinen, 2018). Един от проблемите, възникващ при обучението за използване на подобни системи, е неувереността на потребителите при работа със самата система (Assareh and Hosseini, 2011). За да бъде полезна обучаващата програмна среда, тя трябва да предоставя възможност за интерактивно изчисление и описание на достъпен език на самите анализи. Това е с цел да се използва както за самостоятелно обучение, така и за обучение с преподавател.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За създаването на такава система, по която да се правят анализи на множество от счетоводни документи изисква много време и средства. Затова с цел изследването на тази

¹³ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии с оригинално заглавие на български език: ОБУЧИТЕЛНА СИСТЕМА ЗА ФИНАНСОВ АНАЛИЗ.

идея ще се разработи само един модул от такава голяма система за финансов анализ като самостоятелен. В основата на финансовия анализ е финансово-счетоводен баланс. Той съдържа информация за общото състояние (активите и пасивите) на една фирма в един конкретен момент от време (Kasarova and Dimitrova, 2005). Разработената програмна система е изцяло ориентирана към финансови анализи върху счетоводния баланс. Тя ще се използва при обучението на студенти от инженерни специалности за обучение с финансовите понятия и видове анализи. Основната цел е специфичните финансови изчисления да се представят по разбираем и практичен начин, който да разясни на обучаваните как да създават по-добри програмни системи или поддържат и адаптират по-големи и сложни такива, като системи за управление на ресурсите на предприятието.

Съществуващи решения

Quicken е най-широко използваната система за управление на финанси. Тя е с богати възможности и е насочена към лични финанси, но може да се ползва от малки предприятия. Обаче, изисква данните да се въвеждат ръчно или да се свържат от друга програмна система.

Microsoft Money е била система за управление на лични финанси създаден, с цел да бъде конкурент на Quicken. Поддръжката на Microsoft Money спира през 2009 година и след 2012 година, не може да бъде закупен и използван. Тази система също изисква всички данни да се въвеждат от потребителя.

Grisbi е безплатна програмна система с отворен код за управление на лични финанси. Въпреки че е предназначена за лично ползване, има достатъчно възможности за управление на малък бизнес. Тази система, също разчита на потребителя да въведе повече от данните или да ги вмъкне от друга предишно използвана подобна система.

GnuCash е друга безплатна система с отворен код за управление на финанси. Тя също може да се използва за управление на финанси на малък бизнес. Необходимо е данните да се въвеждат от потребителя или да се вмъкнат от файлове изнесени от други програмни системи.

HomeBank е безплатна програмна система с отворен код за управление на финансите на едно домакинство. Има възможност при въвеждане да открива дублажи и да предупреждава потребителя. Отново разчита изцяло на данни въведени от потребителя или внесени от файлове от други програмни системи.

MoneyManager Ex е безплатна програмна система с отворен код, която се разделя на настолно приложение и мобилно, като мобилното приложение е да спомогне въвеждането на данни и да се прехвърлят към настолното. Тази програмна система не може да се използва за управление на малък бизнес.

Scrooge е безплатна програмна система с отворен код, която служи за управление на лични финанси. Нейните разработчици твърдят, че може да се използва само за лични финанси, не е подходяща за малък бизнес и да се потърси друго решение. Тя е подобна на останалите системи, като потребителят въвежда информацията самостоятелно.

Actual budget е уеб базирана приложна програмна система за управление на финанси. Тя е фокусирана върху поверителността на данните и поддържа криптирането им. Различните сметки могат да се категоризират или автоматично да бъдат подредени. Тя може да се използва само за лични финанси, не е подходяща за управлението на малък бизнес.

Изводи от разгледаните съществуващи решения

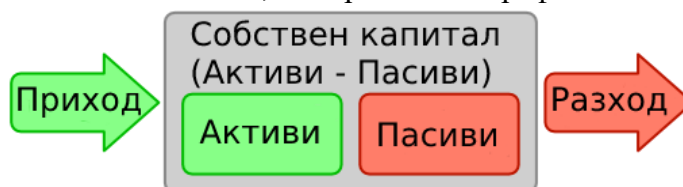
От разгледаните програмни системи се откроява тенденция за фокус върху лични финанси и тяхната поверителност. Системите се опитват да бъдат леснодостъпни, но са трудни за първоначално използване без известна финансова подготовка. Те извеждат резултатите си графично и таблично. Част от тях предоставят възможност за вмъкване на данни от други програмни системи като изнесени файлове. Тези всички системи поддържат анализи на пасиви и активи, но не могат директно да правят анализи върху електронни таблици. Трябва да се въведат от потребителя или да се внесат от друга програмна система.

Цел

Целта е да се проектира и разработи интуитивна програмна система, която да предлага възможности за финансов анализ на отчетните баланси на фирми. За да може системата да се използва като помощно средство за студенти, изучаващи програмни системи за бизнес моделиране, е необходимо тя да предоставя разяснения на финансовите понятия. Същевременно да работи с голям обем реални данни, което я прави полезна и за начинаещи финансисти, заинтересувани от тези видове анализи.

Финансови анализи върху финансово-счетоводен баланс

При обзор на литературни източници за финансов анализ и за намиране на най-често използваните такива се откри, че анализите върху счетоводния баланс са най-често използвани. Този баланс се изготвя под формата на електронна таблица, съставена от две части - пасиви и активи (Nikolov, 1996). Финансовите анализи на счетоводния баланс се базират на основното равенство на баланса, това равенство графично е показано на Фиг 1.



Фиг. 1. Основното равенство във финансовите анализи

Основните анализи върху финансовия баланс, които се ползват с известна популярност сред аналитиците (Kasarova and Dimitrova, 2005) са анализ на ликвидността, анализ на финансовата автономност и анализ на оборотния капитал. Затова те са използвани при реализирането на програмната система за финансов анализ.

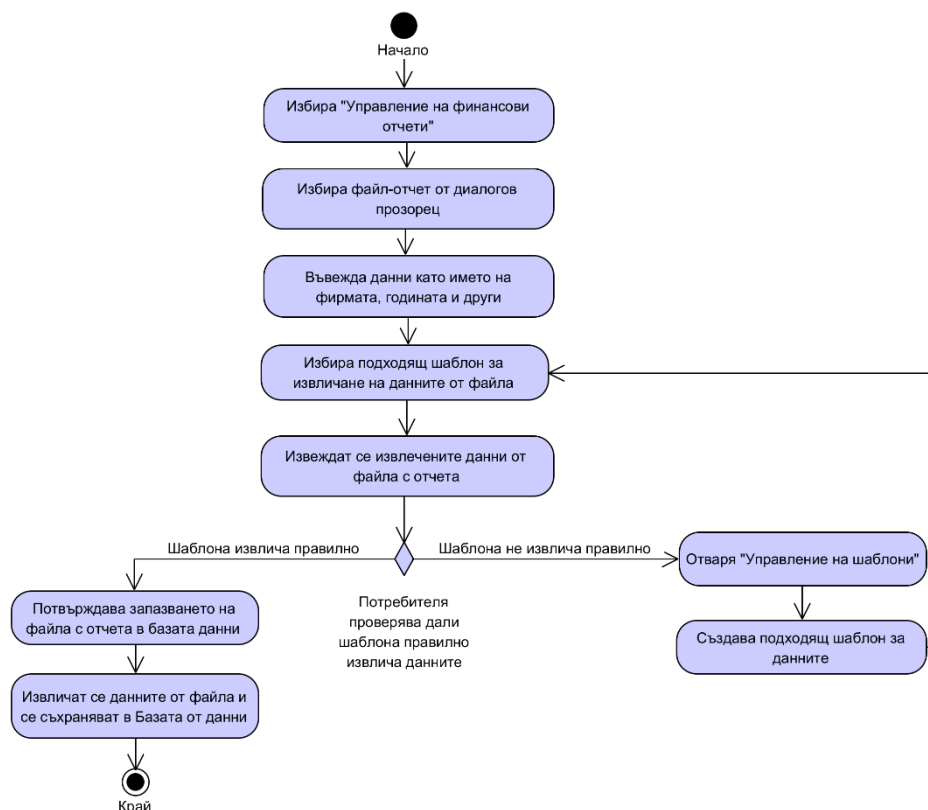
Логически модел

При изпълнението на поставените задачи за разработката на обучителна система се състави логически модел. От него са показани диаграмите, на Фиг. 2 за случаи на употреба и на Фиг. 3 за процедурата за добавяне на нов отчет от потребителя.

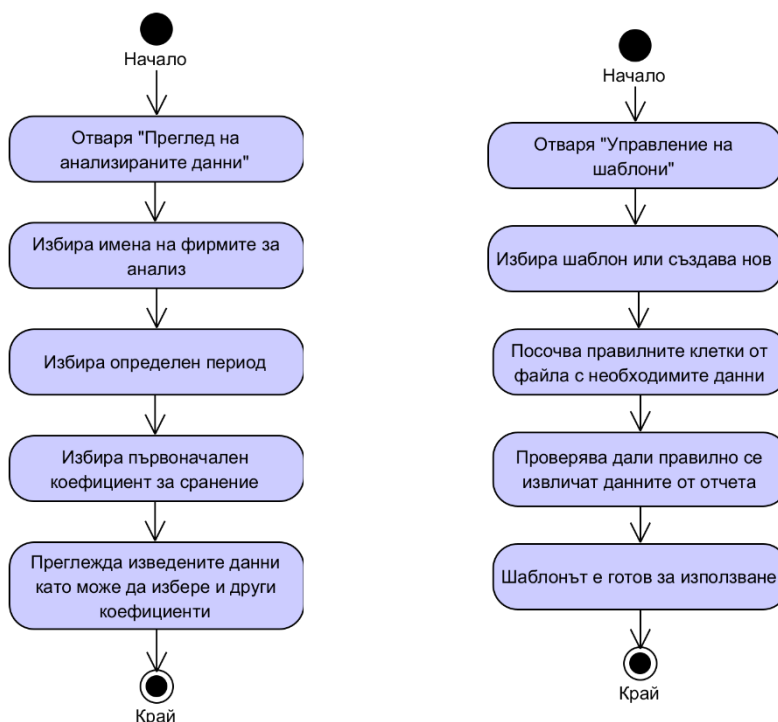


Фиг. 2. Диаграма на случаите на употреба на програмната система

В основата функционалността се разделя на две – за управление на финансовите отчети и за преглед на финансовите анализи. Процедурата за добавяне на отчети е показана на Фиг. 3.



Фиг. 3. Диаграма на дейностите, описваща добавянето на отчет от потребителя



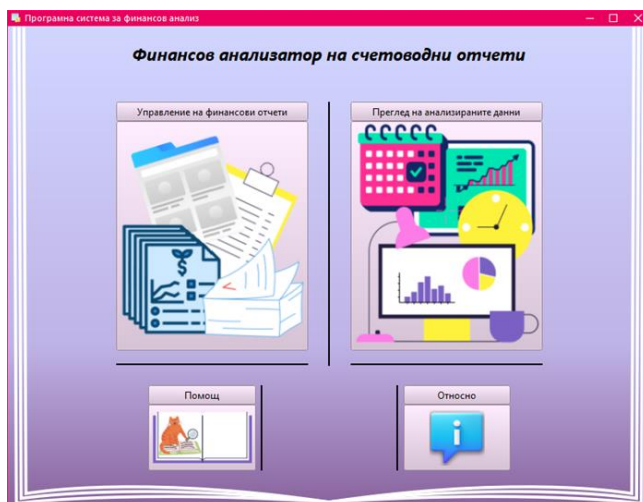
Фиг. 4. Диаграма на дейностите за преглеждане на анализ (вляво) и за добавяне на шаблон (вдясно)

Важния момент от него е изборът на шаблон, по който да се филтрират входните данни и да бъдат обработени от програмата. Поради тази причина е необходимо потребителят да

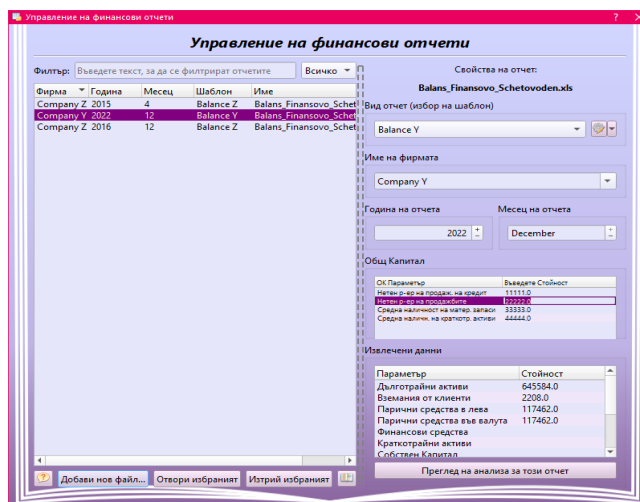
провери дали изведените данни са правилни и да приеме или да създаде нов подходящ шаблон. Процедурите за провеждане на анализ и добавяне на шаблон са изцяло линейни и показани на Фиг. 4 и Фиг. 5.

Реализация

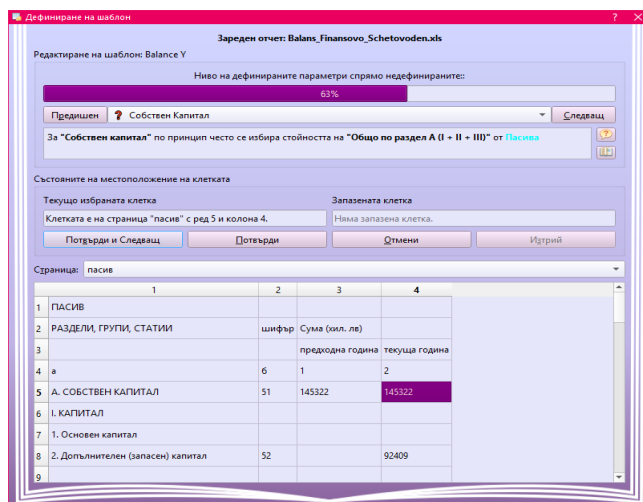
При реализация на програмата се проследи вече създадения логически модел и прототип на потребителския интерфейс. Резултатите от реализацията може да се видят на Фиг. 5, Фиг. 6, Фиг.7 и Фиг. 8., където са показани екрани в различни моменти от работата на програмата.



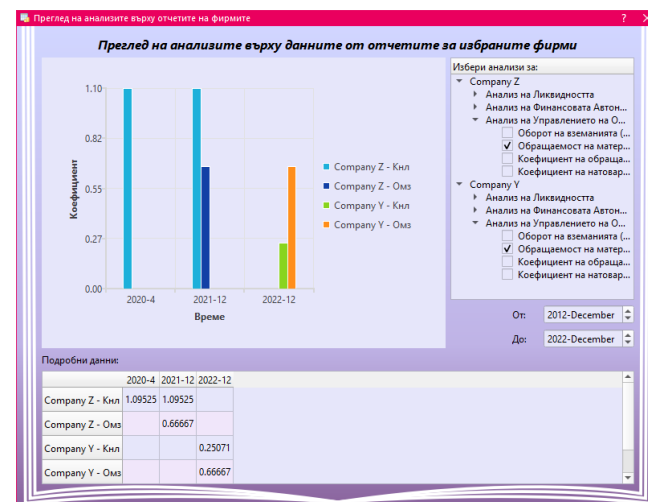
Фиг. 5. Главно меню на разработената програмна система



Фиг. 6. Интерфейс за управление на финансови отчети



Фиг. 7. Екран за дефиниция на шаблон от избран отчет



Фиг. 8. Екран за преглед на финансовите анализи за избраните фирми

На Фиг. 5 е даден екран за главното меню на програмната система, където визуално се открояват двете основни функционалности на програмата. На Фиг. 6 е представено управлението на счетоводните баланси, което се разделя на две страни. Лявата е за управление на заредения отчет, а дясната - променя неговите свойства, например към коя фирма принадлежи отчетът. Първото свойство, което може да се промени е шаблонът, принадлежащ към съответния отчет. На Фиг.7 е показан екран по време на дефиниране на шаблон по избрания отчет. В него се избира и запазва клетка за съответния финансов параметър от табличния елемент, който съдържа всички данни от файла с електронната

таблица на счетоводния баланс. Това е ключовият момент за програмната система, понеже при пълно дефиниране на шаблон, той може да се използва при еднотипни счетоводни отчети, улесняващи техния анализ. След това може да се провери анализа само на един от тези отчети или съвкупно да се изведат избрани коефициенти от използваните финансовите анализи. Тяхното съвкупно преглеждане е показано на Фиг. 8, където резултатите се извеждат графично и има възможност за промяна на избраните период и коефициенти за съответните фирми.

ИЗВОДИ

Разработената програмна система за финансов анализ е подходяща за използването в процеса на обучение на студенти. Тя предоставя интерактивен пример, който спомага за разбирането на финансовата теория и примерно решение за улесняване провеждането на финансови анализи със счетоводни файлове, които фирмите по принцип изготвят ежегодно. Съпоставянето на анализите от счетоводните баланси от преходни години е еквивалентно на сравняване на предишните моментни състояния на една фирма, което показва ефективността на една фирма и може да се види с графика от програмната система.

REFERENCES

- Assareh, A., & Bidokht, M. H. (2011). Barriers to e-teaching and e-learning. *Procedia Computer Science*, 3, 791-795.
- Kasarova, V. and Dimitrova, R. (2005). Financial Statement Analysis. [ebook] Sofia, Bulgaria: Bulgarian Central Scientific and Technical Library, pp.25-37. Available at: <http://eprints.nbu.bg/507/1/ANALIZ_uchebnik_2005.pdf> (Accessed 17 June 2022). (**Оригинално заглавие:** Касарова, В. и Димитрова, Р., 2005. Анализ на финансов отчет. София: ЦНТБ., стр. 25-37)
- Laitinen, E., (2018). Entry-based financial statement analysis for small firms. *International Journal of Management and Enterprise Development*, Vol 17, No. 1, pp.36-52.
- Nikolov, N., 1996. Finansov analiz. Varna: Princeps. (**Оригинално заглавие:** Николов, Н., 1996. Финансов анализ. Варна: Princeps.)
- Thakur, M., (2022). Financial Analysis. [online] WallStreetMojo. Available at: <<https://www.wallstreetmojo.com/financial-analysis/>> (Accessed 14 June 2022).

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WEB-BASED SOCIAL NETWORK APPLICATION¹⁴

Viktor Velikov – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: s193027@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-855
E-mail: giivanova@uni-ruse.bg

Abstract: *In recent years, social media has become part of the lives of more and more people. Among them, the most prominent representative are social networks, which are used by nearly 4 billion people every day. They have both positives and weaknesses. The main disadvantage is the long time spent in them, instead of in direct communication. At the same time, communication on social networks is a plus. Other pluses are the easy discovery of new information, as well as many others. The paper reviews a method for realization of web-based social network. For this purpose, an analysis of existing solutions has been made. After the analysis, the biggest advantages of each considered example are selected and added to the prototype development plan. Technologies are used that facilitate the development and improve the experience of working with the product.*

Keywords: *social media, social network, software engineering, web-based platform*

ВЪВЕДЕНИЕ

Технологиите успяха да променят съществено живота на хората (Atabek, G. S., & Atabek, U., 2020). Има много примери за приложения, свързани с технологиите, които станаха популярни през последните години, като най-известни сред тях са социалните медии (Alenezi, W., & Brinthaupt, T. M., 2022). Статистиките за 2020 година сочат, че се използват от 3,81 милиарда потребители. Социалните медии имат различни форми, като виртуални общности, уеб блогове, микро блогове, споделяне на снимки и видео, както и социални мрежи (Aloqool, A., & Alsmairat, M., 2022). От изброените, последният тип стана неизменна част от живота на хората в последните години. Социалните мрежи имат както много плюсове, така и минуси.

Един от недостатъците на социалните мрежи е това, че хората прекарват прекалено голяма част от времето си в тях. Сред плюсовете могат да бъдат изтъкнати: удобството при комуникация с приятели и колеги, лесния достъп до нова информация както и много други.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Настоящият доклад има за цел да представи авторски проект за уеб-базирана социална мрежа, която да бъде по-малко проследяваща и с по-малко реклами спрямо най-често срещаните такива, както и да насърчава потребителите да я използват по-малко време на ден.

В представения доклад се описват използваните методи и технологии при разработката на прототипа на социалната мрежа.

¹⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: ПРОЕКТИРАНЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА СОЦИАЛНА МРЕЖА.

Използвани технологии

При създаването на прототипа са използвани следните технологии:

- Node.js - JavaScript framework, предназначен за създаване на мащабируеми разпределени мрежови приложения, използващ събитиинно-ориентирана архитектура и неблокиращи асинхронни взаимодействия (Suhov, K., 2022);
- Express.js - Минималистичен, гъвкав, open-source framework, базиран на Node.js. Той включва универсален набор от функционалности за изграждане на уеб и мобилни приложения (Nguyen, K. N. N., 2022);
- React.js - Позволява на разработчиците да създават големи, уеб-базирани приложения, които променят данни без необходимост от последващо обновяване на страницата (Dinku, Z., 2022);
- MongoDB - Документно-ориентирана база данни. Предимството е, че този тип БД са по-гъвкави. Добавянето и премахването на полета става по-лесно, поради липсата на предефинирана схема. Това прави разработването много по-бързо (Bradshaw, S., Brazil, E., & Chodorow, K., 2019).

Други използвани технологии:

- Redux - за работа с глобалните състояние;
- Socket.io - за директно изпращане и получаване на известия и съобщения;
- MUI - за дизайна;
- Cloudinary - за съхранение на изображенията.

Описание на процеса на проектиране и създаване на платформата

Процесът на проектиране е започнат с анализ на най-разпространените съществуващи решения, като в него са обобщени следните изисквания:

- В прототипа трябва да бъдат използвани приятни за четене шрифтове;
- Всеки компонент трябва да има собствено предназначение, като не трябва да има излишни неща;
- Цветовата схема трябва да е еднаква за всички екрани, с не повече от 3-4 цвята.
- Дизайнът трябва да е responsive;
- Трябва да може да се добавят приятели;
- Трябва да има възможност за комуникация между приятели;
- Трябва да има възможност за добавяне, харесване и коментиране на публикации;
- Известията, както и съобщенията, трябва да бъдат получавани без забавяне и без нужда от презареждане;
- Данните трябва да бъдат съхранявани по сигурен начин и да не бъдат достъпни за трети лица;
- Всеки потребител трябва да има възможност да редактира данните си, с изключение на тези, които не би следвало да бъдат променяни;
- Платформата трябва да бъде оптимизирана за търсачките.

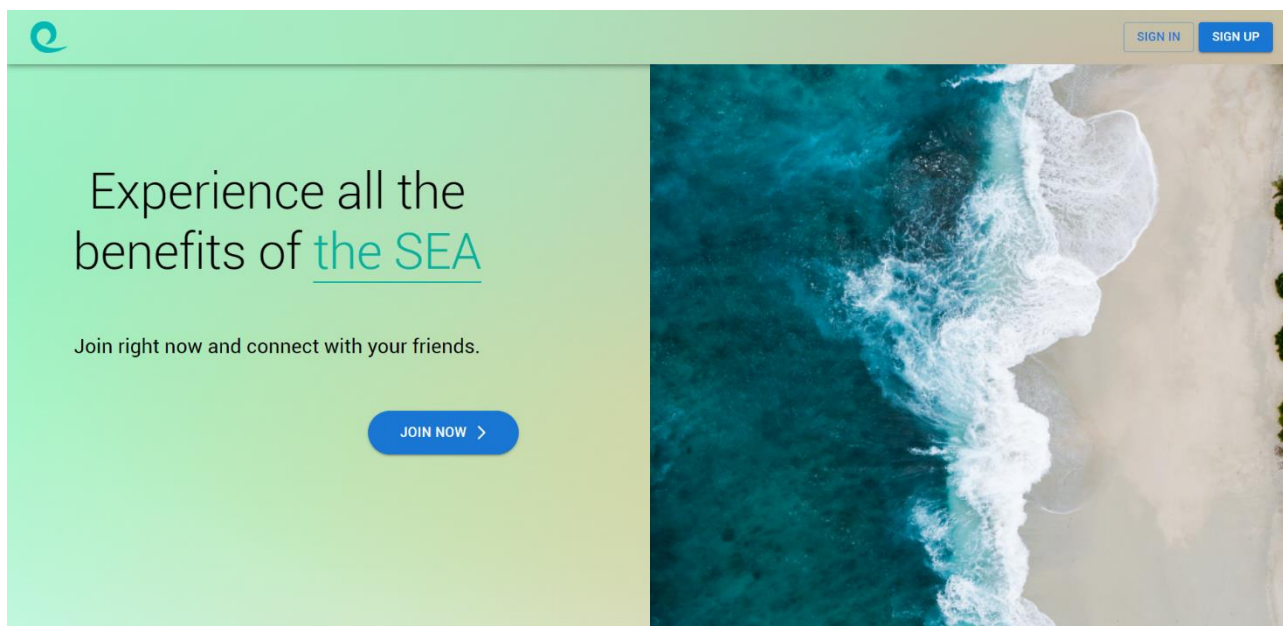
Предимства на предлаганото решение

- Използван е user-friendly дизайн;
- Запазени са основните действия от съществуващите социални мрежи;
- Действията са максимално улеснени;
- Комбинирани са добри решения от различни платформи;

На Фиг. 1. е представена диаграма на дейностите, на която се виждат действията, които може да извършва всеки потребител.

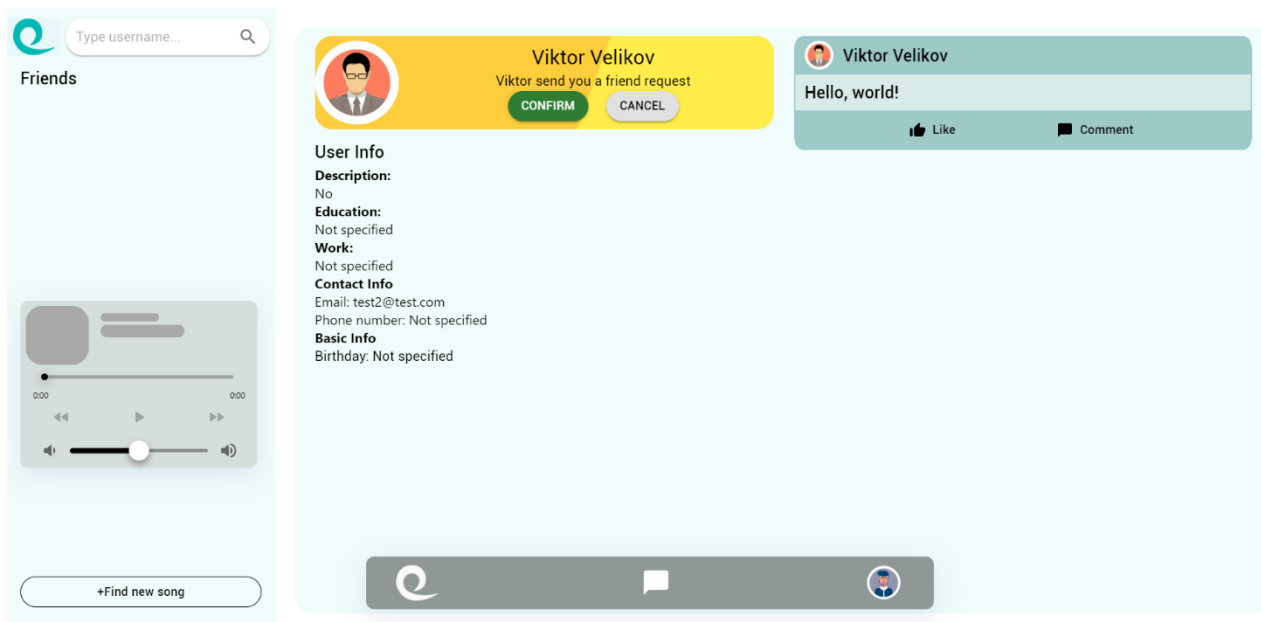
На Фиг. 2. е представена диаграма на случаите на употреба на всеки потребител преди и след влизане в потребителския си профил.

Интерфейс на платформата



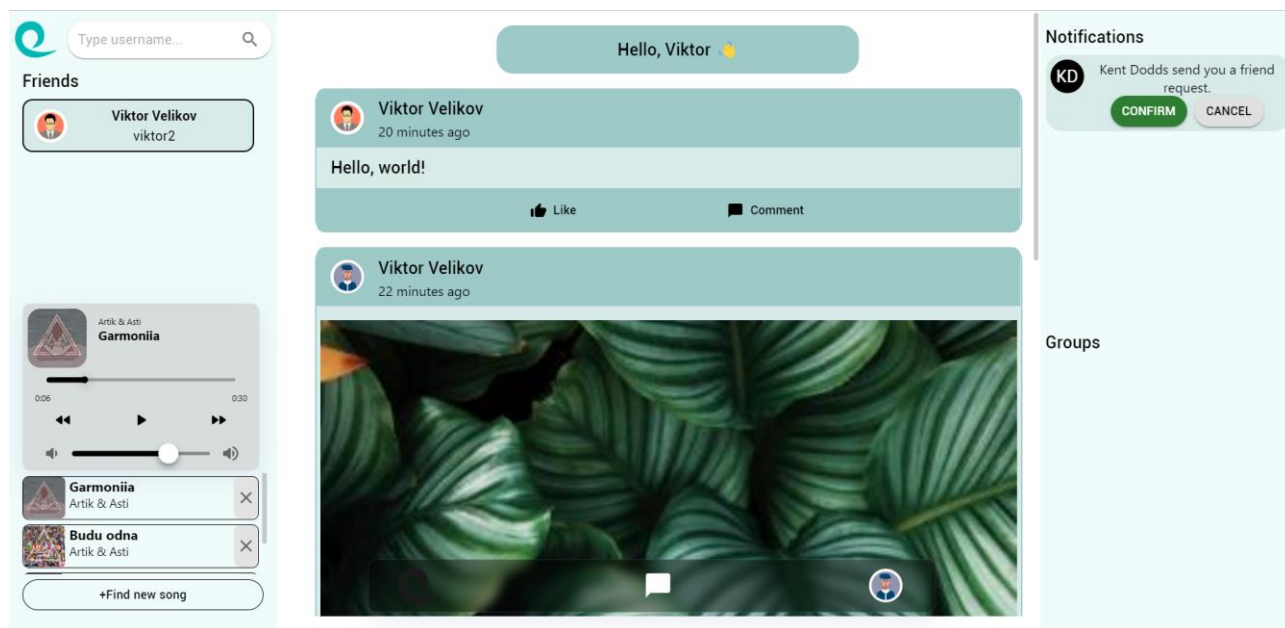
Фиг. 3. Основен екран преди влизане в потребителски профил

Всеки потребител може да види 3 екрана преди да влезе в профила си. На Фиг. 3. е представен основният такъв. На него има три бутона, като “Sign In” води към страницата за вход, а “Join now” и “Sign Up” водят към страницата за регистрация. Всички три страници изглеждат по идентичен начин, като разликата е единствено в лявата колона, която се променя за всяка една от тях.



Фиг. 4. Потребителски профил

На Фиг. 4. е представен профилът на потребител. В случая се вижда как изглеждат поканата за приятелство и публикациите. Когато потребителят е в собствения си профил повечето от информацията, която е в “User Info”, може да бъде променяна, както и парола и потребителско име чрез допълнителен бутон “Settings”, който се появява под имената. Също така може да добавя и нови публикации. Снимката на профила се сменя, като се кликне върху нея. Когато потребителят няма снимка, се използва аватар от първите букви на имената му.

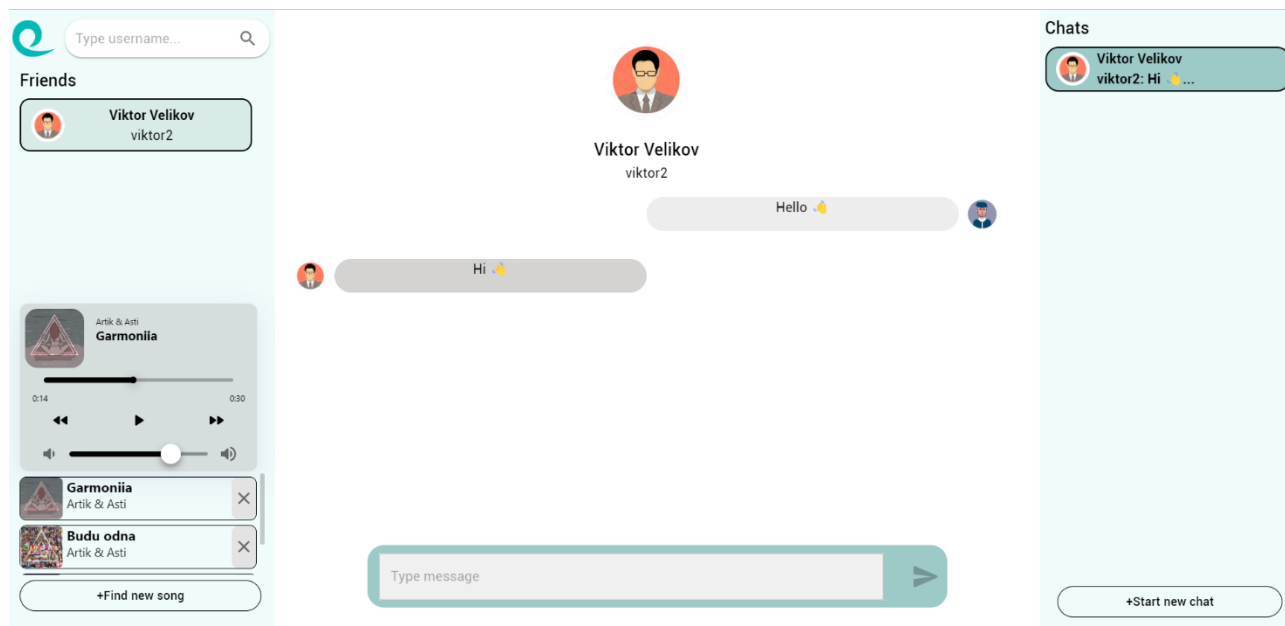


Фиг. 5. Начална страница

На Фиг. 5. е представена началната страница. Тя се състои от три колони. Лявата колона е достъпна от всички страници. В горната ѝ част има търсачка, чрез която могат да се търсят приятели. Под нея са вече добавените приятели. След това има музикален плейър. За целта е използвана безплатната версия на Deezer API, която предоставя preview от 30 секунди на всички песни. Под него има плейлист на песните на дадения потребител. И в края има бутон, който отваря допълнителен прозорец за търсене на нова песен.

В централната част са публикациите на текущия потребител и на неговите приятели, подредени по дата.

В дясната колона са известията, които могат да бъдат за харесване, коментар или покана за приятелство. Под тях има място за групите, в които потребителят членува.



Фиг. 6. Страница за съобщения

На Фиг. 6. е представена страницата за съобщения. В случая могат да се изпращат само текстови съобщения, като те се подреждат по дата и потребител. В дясната част се виждат всички чатове на текущия потребител. Стартирането на нов чат става чрез бутона “+Start new chat”, като се отваря нов прозорец, в който се търси желания приятел.

ИЗВОДИ

Представената веб-базирана платформа предоставя модернизирани интерфейс, който е приятен и лесен за използване, като същевременно запазва голяма част от предимствата на вече съществуващите социални мрежи.

В следващи версии на приложението е предвидено да бъдат добавени още функционалности:

- Харесване на публикация;
- Коментиране на публикация;
- Известия в навигацията за ново съобщение;
- Известие за харесване на публикация;
- Известие за коментар към публикация;
- Скриване на публикациите в профила за хора, които са извън списъка с приятели;
- Възможност за слушане на цели песни през плейъра чрез свързване към deezer профил.

ACKNOWLEDGEMENTS

Настоящият доклад е подкрепен по договор 2022-РУ-01 „Изследване на възможностите за интегриране на авангардни комуникационни решения в класическа и съвременна среда“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

- Atabek, G. S., & Atabek, U. (2020). Techno-Cultural Narrations: How did the Media Technologies Impact Social Life in Turkey. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 10(4), e202026.
- Alenezi, W., & Brinthaupt, T. M. (2022). The Use of Social Media as a Tool for Learning: Perspectives of Students in the Faculty of Education at Kuwait University. *Contemporary Educational Technology*, 14(1), eр340.
- Aloqool, A., & Alsmairat, M. (2022). The impact of social commerce on online purchase intention: The mediation role of trust in social network sites. *International Journal of Data and Network Science*, 6(2), 509-516.
- Suhov, K. (2022). Node. js. Technology guide. Litres. (**Оригинално заглавие:** Сухов, К. (2022). *Node. js. Путеводитель по технологии*. Litres.)
- Nguyen, K. N. N. (2022). Development & deployment of a web server as an executable with Node. js, Express. js and Vercel/pkg.
- Dinku, Z. (2022). React. js vs. Next. js.
- Bradshaw, S., Brazil, E., & Chodorow, K. (2019). *MongoDB: the definitive guide: powerful and scalable data storage*. O'Reilly Media.

OVERVIEW OF CURRENT STATE OF INFORMATION OVERLOAD AND STRATEGIES FOR ITS REDUCTION¹⁵

Neyko Neykov – PhD Student

Department of Computer Science,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: vnneykov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Svetlana Stefanova, PhD

Department of Computer Science,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: sstefanova@ecs.uni-ruse.bg

Abstract: *The modern world requires the acquisition and use of more and more knowledge by each individual or group. The technology's advance affects every field of human activity with tremendous speed in all areas - from the extraction of raw materials and food production to space travel, DNA related analysis and development. Knowledge is an inevitable part of all rapidly growing economies. The information collected, processed and transmitted, on the basis of which modern knowledge is created, is growing at an enormous rate worldwide, and the rate of this expansion is increasing yearly. Here, we examine and summarize the methods and practices that an individual or group of people, united by a common goal, can use to deal with the flood of information so that they can extract the most relevant content for themselves and the organization.*

Keywords: *information overload, knowledge management*

INTRODUCTION

The terms 'data', 'information' and 'knowledge' are interchangeable at first sight and are often used as such with similar or with the same meaning. However, they are quite distinct and represent quite different concepts.

Data is a collection of facts, observations or perceptions, and by definition they lack context, meaning or intent. For this reason, data can be easily collected, processed and transmitted using electronics or other media (Becerra-Fernandez & Sabherwal, 2014).

Information is a subset of data, including only the data that possesses context, relevance and purpose, i.e. information is data in some context. Extracting information involves the processing of data to obtain something meaningful, some patterns or directions in their occurrence. How the data is used depends on whether it represents any information (Becerra-Fernandez & Sabherwal, 2014). Data on daily sales in a store may be information for the manager, but for the buyer in the store it is simply data.

Knowledge is information that helps take action and make decisions, or in other words, it is "information with direction". Plato defines knowledge as "justified true belief." Today, authors define knowledge as "justified beliefs about relationships among concepts relevant to that particular area"(Nonaka & Takeuchi, 1996). Knowledge can also be used to extract information from data and other, less valuable, information, either from a human or an automated intelligent system. The Figure 1 below shows how data, information and knowledge interact.

¹⁵ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: ПРЕГЛЕД НА СЪСТОЯНИЕТО НА ИНФОРМАЦИОННОТО ПРЕТОВАРВАНЕ И СТРАТЕГИИ ЗА НАМАЛЯВАНЕТО МУ.

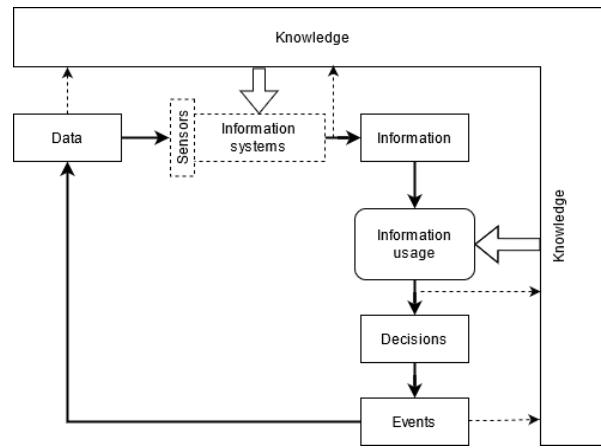


Fig. 1. Data, information and knowledge relationships

In recent years, we have witnessed an extremely rapid development of different technologies and the constant emergence of new ones. Their quick growth has influenced the need for more knowledge in various fields. It is becoming increasingly difficult for professionals in certain fields to focus only on their exclusive specialty. The Table 1 shows the index of top 10 MIT technologies for the last 3 years:

Table 1. Top 10 Technologies Ranked by MIT

	2019	2020	2021
1	Robot dexterity	Unhackable internet	Messenger RNA vaccines
2	New-wave nuclear power	Hyper-personalized medicine	GPT-3
3	Predicting preemies	Digital money	TikTok recommendation algorithms
4	Gut probe in a pill	Anti-aging drugs	Lithium-metal batteries
5	Custom cancer vaccines	AI-discovered molecules	Data trusts
6	The cow-free burger	Satellite mega-constellations	Green hydrogen
7	Carbon dioxide catcher	Quantum supremacy	Digital contact tracing
8	An ECG on your wrist	Tiny AI	Hyper-accurate positioning
9	Sanitation without sewers	Differential privacy	Remote everything
10	Smooth-talking AI assistants	Climate change attribution	Multi-skilled AI

There have been many other rankings for leading technologies over the years, and the goal here is not to compare or even track progress of a particular technology, but to demonstrate the heterogeneity of fields of science and the scope of emerging new top technologies. The diversity of areas and their variations over the years clearly shows the dynamics of change.

Data is collected and processed simultaneously by more sensors and Internet-connected systems. The advent of IPv6 from 25 years ago allows the connection of 3.4×10^{38} devices,

compared to the old IPv4, which allows only 232 addresses. The advent of Web 2.0 enables each individual to produce and publish new information on the Internet.

All of this only means that the information created and updated on a global level is constantly growing exponentially. The involvement of artificial intelligence in this process makes things even more complicated and seemingly unmanageable. The serious question of whether man can control the huge flows of new and constantly changing information arises, or is he on the doorstep of the so-called Technological singularity, a moment when the control over technology and the related information and knowledge boom will not be possible.

IDC's Global DataSphere measures the amount of data created and consumed worldwide. According to IDC, the amount of information in the world has doubled in 18 months, and by 2011, it was expected to reach 18 zettabytes (ZB). According to the same edition in 2020, more than 59 ZBs were created, collected, copied and used in just one year (IDC, 2020). The five-year forecast for annual growth of the global data volume is for 26%, and expectations for them are to reach 150 ZB until 2024.

The human's biological capacity for information processing has increased by only 1-1.5% over the last few decades. In the same time, the global technological capacity for storing, processing and transmitting information increased by about 25-30% for the period of 1986-2007, which is about 5 times more than the economic growth for the same period. (Hilbert, 2012)

The increase in poor quality data can also be a serious problem as a part of the overload. Such data leads to losses in companies with the corresponding financial dimension (Gartner, 2020), as well as to a slowdown of the work of analytical and artificial intelligence systems (up to 40% according to Towards Data Science (Towards Data Science, 2020)).

CAUSES AND EFFECTS OF INFORMATION OVERLOAD

According to Koltay, (Koltay, 2021) information overload (IO) is a set of objective and subjective difficulties caused by the volume and complexity of the available information, as well as our inability to cope and manage situations related to this effect. Due to the limited capacity for information processing by a decision maker, the information flow that can serve him for some decision can reach a saturation point, after which most data is redundant, but can also reduce its efficiency. In addition to the quantity, the complexity of the information must also be taken into account (Roetzel, 2018).

The IO is not purely an informational problem, because it affects many decision-making activities. For this reason, IO is the subject of many disciplines, including computer science, management, sociology, philosophy and medicine (Sadiku & Shadare, 2016).

According to Koltay (Koltay, 2021), several levels of IO can also be observed.

- Macro level, which is related to the limitations in the capacities for storage and processing of information, and this type is more susceptible to technological solutions, and
- Micro level, related to our inability to filter redundant information.

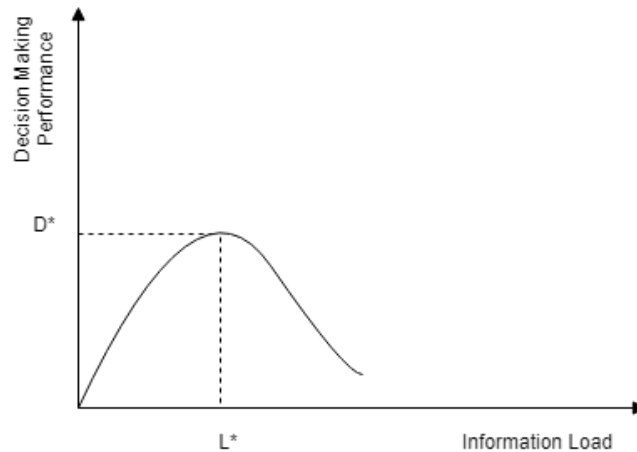


Fig. 2. Data, information and knowledge relationships

As the main reasons for the IO, most authors point out:

- The huge volumes of data generated by many agents;
- The heterogeneity of information and the variety of sources that generate it;
- The complexity of the information;
- The different level of training and skills available in the different subjects of the Project;
- Shortened deadlines for decision-making.

To a large extent, the IO is a two-way problem, as the responsibilities are shared in both subjects of this phenomenon - the producers of information and those who consume the information. Producers of information must consider the quantity, complexity and quality they generate, and it is the responsibility of consumers to develop the potential to select and filter useful information.

The IO can also impact people's physical and mental condition. These effects were exacerbated by the duration of the subject's exposure to the IO. Research shows that job satisfaction decreases, the tension in the relations with the other members of the team increases, and the personal and family relationships suffer (Kashada et. al, 2020). In general, these people have a general decline in productivity.

STRATEGIES TO REDUCE AND ALLEVIATE INFORMATION OVERLOAD

Despite the tendencies to increase the volume of data and information, there are still some indicators of saturation. The ratio between unique and replicated data is roughly 1:9, and the trend is to increase the replicated data. By 2024, this ratio is expected to be 1:10 (IDC, 2020). This tendency to saturation is also transferred to the average number of devices used by an individual. The average number of storage devices used by an individual is relatively constant - 22-23 devices per capita since 2000 (this includes hard drives, mobile devices, own CDs / DVDs, e-books, etc.) (Hilbert, 2012).

The fact that computing resources are still growing much faster than information is good news for anyone worried about the information explosion. Since the natural evolution of biological cognitive abilities is too slow, it makes sense to use all technological devices and inventions to help control these processes, which is not far from the idea of extinguishing a fire with fire (Hilbert, 2012).

The main point in the strategies for reducing the effect of the IO is the decision of what part of the information to keep and what to ignore. This is largely related to the "paradox of choice" described by the American psychologist Barry Schwartz, according to which the presence of

considerable freedom and autonomy in the choice does not lead to benefits, especially when the choice is complicated due to the volume, or in other words, "more is less".

The use of instruments by which we can easily recognize replicated data may be helpful here, as far as this recognition can be automated, given the increasing trend of replicated data.

In order to avoid the IO, many people choose the principle of the least effort. This is observed in everyday work with social networks, but most often when working with professional information. However, this approach risks allowing poor quality and unverified information to be used.

A satisficing strategy, or so-called bounded rationality, is an approach to selecting information that does not make a detailed assessment of the benefit, rather selects one sufficiently appropriate for the purpose. This approach does not make a detailed comparison and evaluation in the selection of appropriate information, but only an assessment of compliance, so it cannot claim any optimality.

A relatively wide application for dealing with IO at the micro level is the engagement of different types of literacy, including information and data literacy, as well as digital literacy. All of them require a critical approach to data and information (Sadiku & Shadare, 2016).

In our opinion, an approach for selection of information on the basis of proximity to the field of knowledge of the individual or organization is also appropriate. If we assume each subject has already established knowledge in a particular field or multiple areas, filtering new information close to or within these areas is faster and easier than choosing the appropriate one in a remote and new area. It is also possible to create new pools of knowledge, but the initial volume of information must be restricted and carefully selected as a quality, usually with the help of other subjects with knowledge in the new field. In other words, the subject's ability to filter information is greater in the field where he already has knowledge, or in areas close to it.

Appropriate visualization of the information is also an alternative to filtering out unwanted content. Advances in modern technology allow the analysis of vast amounts of data using various analytical tools. These tools can present the information in an appropriate form and help make the right decisions, reducing the impact of the IO.

CONCLUSION

Information overload is a phenomenon that has emerged due to the rapid advancement of technology and opportunities for quick dissemination of information. The tendencies for its growth are obvious. The expansion rates of information flows are many times higher than the rates at which people's cognitive abilities increase. Therefore, it is better for the parties experiencing the impact of the IO to choose appropriate strategies to deal with its influence. The most popular strategies are based mainly on organizational and technological principles. Both subjects of the IO must share their responsibility for the problem - producers should consider the quality, amount and complexity of the information they generate. The consumers should take care of and use appropriate tools to filter only the information subset they need.

REFERENCES

Bawden, D., & Robinson, L. (2008). The dark side of information: Overload, anxiety and other paradoxes and pathologies. *Journal of Information Science*, 35(2), 180–191. <https://doi.org/10.1177/0165551508095781>

Becerra-Fernandez, Irma & Sabherwal, Rajiv. (2014). *Knowledge management: Systems and processes*: Second edition. 10.4324/9781315715117.

Gartner, How to Stop Data Quality Undermining Your Business (2018, January 18), <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-stop-data-quality-undermining-your-business/>

Hilbert, Martin. (2012). How much information is there in the “information society”?. *Significance*. 9. 8-12. 10.1111/j.1740-9713.2012.00584.x.

IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data (2020, May 8), <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020>

Karhade, P., Kathuria, A., Malik, O., & Konsynski, B. (2021b). Digital platforms and infobesity: A research agenda. In *The Role of e-Business during the Time of Grand Challenges* (pp. 67–74). Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-79454-5_7

Kashada, A., Isnoun, A., & Aldali, N. (2020). Effect of Information Overload on Decision's Quality, Efficiency and Time. *International Journal of Latest Engineering Research and Applications*, 5(01), 53-58.

Koltay, T. (2021). “Taming” information overload. *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/al272>

Mahdi, M. N., Ahmad, A. R., Ismail, R., Subhi, M. A., Abdulrazzaq, M. M., & Qassim, Q. S. (2020, July 12). Information overload: The effects of large amounts of information. *2020 1st. Information Technology To Enhance e-Learning and Other Application (IT-ELA)*. <https://dx.doi.org/10.1109/it-ela50150.2020.9253082>

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1996). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Long Range Planning*, 29(4), 592. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)

Roetzel, P. G. (2018). Information overload in the information age: A review of the literature from business administration, business psychology, and related disciplines with a bibliometric approach and framework development. *Business Research*, 12(2), 479–522. <https://doi.org/10.1007/s40685-018-0069-z>

Sadiku, Matthew & Shadare, Adebowale & Musa, Sarhan. (2016). Information Overload: Causes And Cures. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science And Technology*. 2458-9403.

Towards Data Science, The cost of poor data quality (2020, September 7), <https://towardsdatascience.com/the-cost-of-poor-data-quality-cd308722951f>

van Veen, D.-J., Kudesia, R. S., & Heinemann, H. R. (2020). An agent-based model of collective decision-making: How information sharing strategies scale with information overload. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 7(3), 751–767. <https://doi.org/10.1109/tcss.2020.2986161>

THU-SSS-CCT-04

WPA3 APPLICATION FOR RELIABLE AND SECURE WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS ¹⁶

Eng. Petar Stoilov, PhD Student

Department of Telecommunications,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Phone.: +359 88 79 79 174
E-mail: pstoilov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD

Department of Telecommunications,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Phone: +359 882 000 206
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Plamen Zahariev, PhD

Department of Telecommunications,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Phone: +359 896 698 699
E-mail: pzahariev@uni-ruse.bg

Abstract: This paper provides an overview on the current security standards in the wireless local area networks, as well as a review on the most recently adopted and emerging standards for wireless security. Further to this, several different attacks on the Wi-Fi security standards are investigated, compared and presented. The most widely known weaknesses of the WPA3 security standard are investigated and discussed in the last part of the paper.

Keywords: wireless local area networks, Wi-Fi, WPA2, WPA3, WPS, wireless security standards, SAE, Dragonfly handshake

ВЪВЕДЕНИЕ

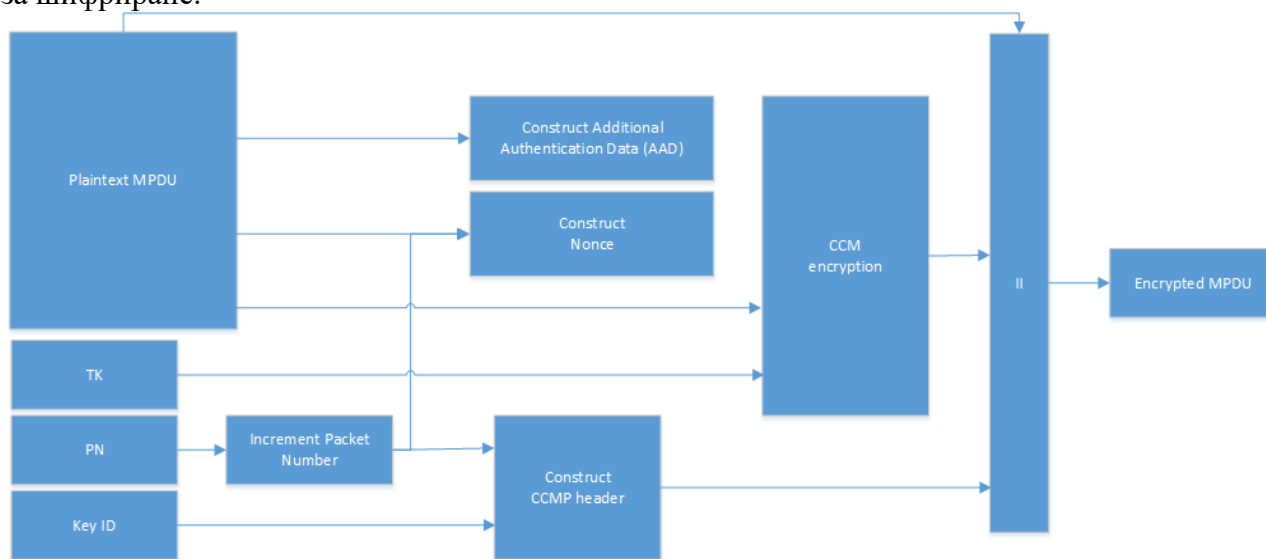
Постоянно увеличаващата се степен на дигитализация на нашето общество, дефинира нуждата от разработването на нови технологии и решения. Потребителите, използват все повече ресурси и системи, които изискват висока степен на надеждност и сигурност. В същото време броят на киберпрестъпленията продължава да расте с безпрецедентна скорост, което изисква разработване на нови решения и стандарти за гарантиране поверителността, целостта и достъпността на данните. За да се отговори на част от тези проблеми и предизвикателства, през последните години е разработен и внедрен стандарт за свързаност и сигурност в безжичните локални мрежи от ново поколение.

WPA2, WPS и нуждата от нова технология за защита на Wi-Fi мрежите

WPA2 изпълнява всички задължителни функции от IEEE 802.11i стандарта за безжична сигурност. Той осигурява значително подобрение на сигурността, в сравнение с предходните и остарели механизми, като WEP и WPA. Най-важната архитектурна промяна е алгоритъмът за криптиране на данни. В WPA2, Chaining Message Authentication Code Protocol (CCMP) използва Advanced Encryption Standard (AES). Във WPA2, криптирането и проверката на целостта се извършват в рамките на един логически блок – CCM (Фиг. 1).

¹⁶ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии с оригинално заглавие на български език: ПРИЛОЖЕНИЕ НА WPA3 ЗА НАДЕЖДНА И СИГУРНА СВЪРЗАНОСТ В БЕЗЖИЧНИ ЛОКАЛНИ МРЕЖИ.

Проверката на целостта и криптирането при WPA2 се основават на алгоритъма Advanced Encryption Standard (AES). Това е блоков 128 битов алгоритъм, при който входното съобщение се разделя на части с големина от 128 бита и се използва заедно с резултатите от предходните операции като входа последователност, която се предава към AES алгоритъма за шифриране.



Фиг. 1. Схема на криптиране при WPA2

Основните атаки при WPA2 могат да се категоризират в следните групи:

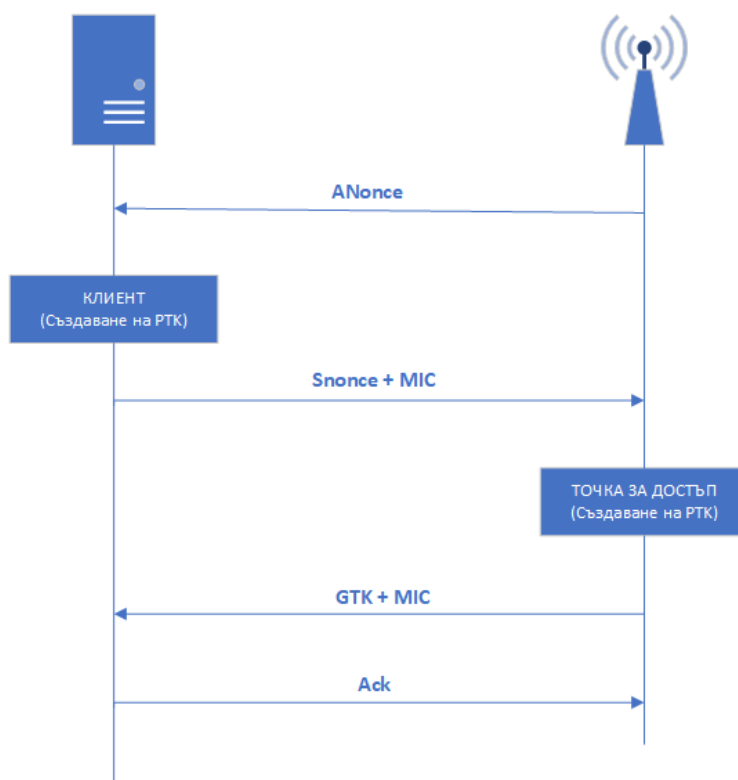
- Атаки от тип „Отказ на Услуга“ (DoS) – това е атака, която цели да доведе системата до състояние, при което достъпът до ресурси е труден или невъзможен. DoS атака може да се извърши срещу всяка система или услуга, включително и срещу Wi-Fi мрежите и устройствата.
- Offline атаки с речници – атаката с офлайн речник е насочена към копието на хеша за паролата за достъп до мрежата, която нападателят е получил. Така се „тества“ паролата на собствената машина, със скорост, която е ограничена само от изчислителната мощност на самата машина.
- KRACK атаки – „Крак“ атаката е насочена срещу механизма за четирипосочно ръкостискане при WPA2 протокола, който се използва когато клиентът желае да се присъедини към защитена Wi-Fi мрежа (Фиг. 2). За целта се използват пакети за потвърждаване на идентификационните данни, както за клиентът, така и за точката за достъп и се договаря нов ключ за криптиране, който се използва за защитата на трафика на данни. Понастоящем всички съвременни защитени Wi-Fi мрежи използват този метод за идентификация и надеждна комуникация, което означава, че всички тези мрежи са податливи към „Крак“ атаката.

WPA3 – идея и развитие

WPA3, известен още като Wi-Fi Protected Access 3, е третото поколение на решенията за сигурност на безжичните локални мрежи, които са разработени и прилагани от Wi-Fi Alliance. WPA3 е най-новата, актуализирана реализация на WPA2, която се използва оригинално от 2004 г.

През 2018 г., Wi-Fi Alliance стартира сертифицирането на комерсиални продукти, които поддържат WPA3. Целта на WPA3 е да опрости сигурността, да даде възможност за надеждно удостоверяване и да увеличи степента на криптиране и защита на устройствата.

WPA3 се предлага в два варианта WPA3-Personal и WPA3-Enterprise, подобно на предшественика си – WPA2.



Фиг. 2. Метод за 4-посочно ръкостискане при WPA2

Механизми зад WPA3

WPA3-Personal

Във WPA3-Personal не се използва механизма за предварително споделяне на ключа, т.н. Pre-Shared Key (PSK), който е заместен като технология със Simultaneous Authentication of Equals (SAE). Този метод също се основава на обмен на ключове, но е устойчив на офлайн атаки чрез речник, при които предварително записаните данни могат да се използват за отгатване на паролата. SAE механизма позволява да се защитят данните, дори ако паролата е слаба (Фиг. 3).

Целта на протоколът е да генерира криптографски силен споделян ключ за защита на данните и мрежовата комуникация. Процеса по защита на връзката между клиента и точката за достъп започва когато една от страните открие другата и иска да се свърже към нея. Протоколът може да бъде инициран от всяка от двете страни. Преди да се изпратят съобщенията, точката за достъп и клиентът избират паролата. Това се прави въз основа на автентикацията на двете страни.

WPA3-Enterprise

WPA3 е изграден върху WPA2, но предоставя редица подобрения:

- Удостовереното криптиране се осигурява от 256-битов протокол Galois/Counter Mode (GCMP-256)
- Деривацията на ключове използва 384-битов Hashed Message Authentication Mode (HMAC) с Secure Hash Algorithm (SHA)
- Установяването на ключа използва Elliptic Curve Diffie-Hellman (ECDH) и Elliptic Curve и Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)
- Защита на кадрите е базирана на 256-битов Broadcast/Multicast Integrity Protocol Galois Message Authentication Code (BIP-GMAC-256)



Фиг. 3. Асоциация на клиенти в WPA3-Personal

Недостатъци на WPA3 и известни атаки

- **Понижаващи атаки и атаки с речник** – при тези атаки, маршрутизатора поддържа двата стандарта, WPA3 и WPA2, с идентични пароли. При създаване на странична мрежа-клонинг (мрежа със същото SSID), клиента се задължава да се свърже към WPA2 мрежата. След това могат да бъдат направени атаки срещу ръкостискането на WPA2, за да се възстанови паролата. Тази атака налага понижаване на клиентите от използване на WPA3 до използване на WPA2 и след това използване на вече известни уязвимости във WPA2.
- **Атака на страничните радио канали, базирана на времеви интервал** – при изпращане на заявка за автентикация към точката за достъп, отговорът може да съдържа информация за паролата. Когато дадена точка за достъп използва групи за защита, базирани на кривите на Brainpool или мултипликативни групи за защита (MODP), времето за реакция на точката за достъп зависи от използваната парола. Това може да бъде използвано за извършване на атаки с речник, като се симулира времето, необходимо на точка за достъп да обработи всяка парола и чрез сравняване на тези данни с наблюдаваните времена за реакция.
- **Атака на страничните радио канали, базирана на кеш** – при изпращане на заявка за автентикация към точката за достъп, методите за достъп до паметта могат да разкрият информация за паролата. В случай, че нападателят има контрол върху приложение на устройството на жертвата или може да контролира JavaScript кода в браузъра на жертвата, тогава този нападател може да наблюдава модели за достъп до паметта на устройството на жертвата, когато устройството прави ръкостискането. Тъй като тези модели за достъп до паметта разкриват информация за паролата, нападателят може да ги използва, за да симулира модели за достъп до паметта, свързани с отгатната парола и да сравни отгатнатите модели с наблюдаваните и по този начин да намери истинската парола.

- **Атака тип „Отказ на услуга“** – при тази атака, нападателят изпраща множество заявки за автентикация, при което точката за достъп се претоварва (повишава се използването на ресурси и процесорно време). Методът за обмен на бисквитки на WPA3, използван за предотвратяване на фалшифициране с помощта на фалшиви MAC адреси, може да бъде заобиколен от нападателите, които могат да претоварят точките за достъп, като генерират само 16 фалшиви кадъра за записване всяка секунда. Тази атака причинява високо използване на процесора на точката за достъп, изтощава батерията ѝ и забавя или предотвратява други устройства, които се опитват да се свържат с точката за достъп. Някои варианти на този тип атака могат да бъдат смекчени чрез задаване на нисък приоритет на заявките.
- **Атака с невалидни криви** – при изпращане на заявка със специално изработени точки от елиптична крива, нападателят може напълно да заобиколи процеса на автентикация.

ИЗВОДИ

WPA3 се основава на надеждността и успеха на WPA2, за да внесе ново ниво на сигурност за персоналната и корпоративна безжична мрежова среда, като за целта разчита на силни протоколи и механизми за сигурност. Фокусът върху криптографската последователност и силната автентикация въвеждат пазара в следващата епоха на свързаност и сигурност. Въпреки откритите уязвимости, работата по тяхното отстраняване и по развитието на механизмите за сигурност в безжичните мрежи не спира. От друга страна, ако дадено устройство осигурява хардуерна поддръжка за WPA3, то трябва винаги да се използва, защото този метод предлага най-добрата сигурност по отношение на целостта и криптирането на съобщенията. Скоро WPA3 ще подобри значително всички аспекти на сигурността, а целостта и криптирането ще бъдат на още по-високо ниво, отколкото предоставяните с WPA2.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази публикация е подпомогната от Проект BG05M2OP001-1.001-0004 - Университети за Наука, Информатика и Технологии в е-обществото (УНИТе), финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“.

Публикацията отразява резултати от работата по Проект №2022-ФЕЕА-03 "Създаване на роботизирана автономна платформа за получаване и анализ на спектрални изображения на земната повърхност", финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет "Ангел Кънчев".

REFERENCES

- Wi-Fi Alliance, "Wi-Fi CERTIFIED WPA3 Technology Overview," June 2018
- Mathy Vanhoef and Frank Piessens. (2017). Key Reinstallation Attacks: Forcing Nonce Reuse in WPA2. In Proceedings of the 24th ACM Conference on Computer and Communications Security (CCS). ACM.
- Mathy Vanhoef and Frank Piessens. (2016). Predicting, decrypting, and abusing wpa2/802.11 group keys. In 25th USENIX Security Symposium, USENIX Security 16.
- Mathy Vanhoef and Frank Piessens. Key reinstallation attacks: Forcing nonce reuse in wpa2. In Proceedings of the 2017 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, ACM, 2017.
- Richard van Ginkel, "Security in public Wi-Fi networks", August 2019
- Dan Harkins. 2008. Simultaneous Authentication of Equals: A Secure, PasswordBased Key Exchange for Mesh Networks. In The Second International Conference on Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM).
- Wi-Fi Alliance, "WPA3™ Security Considerations Overview," Apr. 2019

DEVELOPMENT OF WEB 3 PROTOCOL FOR DISTRIBUTION OF WEB APPLICATIONS¹⁷

Gabriel Kanev, B.Eng.

Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel.: +1 647 5572969
E-mail: contact@mrgkanev.eu

Yordan Kalmukov, PhD

Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse "Angel Kanchev"
Tel.: +359 82 888681
E-mail: jkalmukov@uni-ruse.bg

Abstract: *The centralized nature of Web 2.0 allows malicious targeted fraud and data falsification to be done, and provides opportunities to restrict users' access to the Internet and censor users in entire countries. This is an enormous problem that could ruin democracy all over the world. Fortunately, it could be solved by the next generation of the WWW service - Web 3.0, where web applications and their data will be decentralized and replicated across multiple nodes within the network, and users will communicate to each other directly without mediation of central servers and without authorization from governing bodies. This paper presents a Web3 protocol for distributing web applications, and proposes an architecture and a logical model of a system of applications and shell scripts for its implementation and management. The developed protocol proves that the decentralized nature of Web 3.0 can indeed overcome most issues related to trust, data falsification, censorship, and etc.*

Keywords: *Web 3.0; blockchain; decentralized and distributed systems; trust and accessibility.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Интернет отворя нов свят за много хора по света. В него се предлагат много и различен вид информация и възможности. Интернет помага за премахването на физическите граници и носи огромни икономически ползи за хората във всяка страна. Той позволява на хората да подобрят качеството на живота си и отваря достъп до недостъпни до по-рано възможности за работа, забавление и комуникация.

Интернет, като технология, се заражда през 60-те години на 20-ти век, като се използва за връзка между военни локации (поделения) и университети. Години по-късно, Интернет все още е основно централизиран, което означава, че човек може да бъде ограничен от към това какъв вид информация може да получи и от къде. Възможно е потребителите да не получат достъп до дадени домейни/сайтове/приложения, защото техният интернет доставчик е ограничил връзката до тях. Такъв вид рестрикции могат да се направят не само от Интернет доставчиците, но често и от цели държави, с което да цензурират достъпа до информация за гражданите си. Този вид ограничение е възможен заради протокола, по който текущо комуникират клиентите и сървърите - HTTP (Hypertext Transfer Protocol), и по-точно неговият централизиран характер. Докато централизираният Интернет може да бъде ограничен, Web 3 е изцяло децентрализиран и е собственост на общността.

Целта на този доклад е да представи текущото състояние на Интернет и www услугата, проблемите, свързани с централизирания им характер и начините, по които могат да се решат при следващото поколение на www услугата – Web 3.0. Докладът представя и собствен Web3 протокол за разпространение на уеб приложения, и предлага архитектура и

¹⁷ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция „Комуникационни и компютърни системи и технологии“ с оригинално заглавие на български език: РАЗРАБОТВАНЕ НА WEB3 ПРОТОКОЛ ЗА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА УЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ.

логически модел на система от приложения и скриптове за неговата реализация и управление.

РАЗРАБОТВАНЕ НА WEB 3 ПРОТОКОЛ И СИСТЕМА ЗА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА УЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ

Състояние и възможни решения на проблема

Понастоящем живеем в ерата на т.нар. Web 2.0. Той прави драстична промяна в начина, по който се използва интернет. През последните 15-20 години статичните уеб страници на Web 1.0 са напълно заменени от интерактивността на Web 2.0, социалната свързаност и генерираното от потребителите съдържание. С Web 2.0 милиони хора по цял свят създават, споделят и преглеждат съдържание за миг, което е причина за все по-нарастващият обем на този тип съдържание през последните години (The Investopedia Team, 2022).

Експоненциалният растеж на Web 2.0 се дължи, както на ключови иновации като мобилен достъп до интернет и социални мрежи, така и на почти повсеместното разпространение на мощни мобилни устройства като iPhone и устройства с Android. През второто десетилетие на XXI век тези технологии допринесоха за разработката на приложения, които значително разшириха онлайн интерактивността и полезността – например Airbnb, Facebook, Instagram, TikTok, Twitter, Uber, WhatsApp, YouTube и др. Подобни приложения и платформи стимулират развитието на т.нар. “свободни професии” (на англ. freelancer), позволявайки на милиони хора да печелят пари на непълен или пълен работен ден, като шофират, отдават домовете си под наем, доставят храна и хранителни стоки или продават стоки и услуги онлайн.

Въпреки всички възможности, които предоставя Web 2.0, клиент-сървър архитектурата и комуникационният протокол се запазват същите, а от там и централизираният характер на достъпа до съдържание. Този проблем предстои да се реши със следващото поколение Интернет – Web 3.0, първоначално наречен от изобретателя на World Wide Web - Тим Бърнърс-Лий - семантичен уеб (Semantic Web). При него уеб сайтовете и приложенията ще могат да обработват информация по интелигентен човеко-подобен начин чрез технологии като машинно обучение (Machine Learning), обработка на естествен език (Natural Language Processing), големи данни (Big Data), технология за децентрализиран регистър (Distributed Ledger Technology) и др.

Основните характеристики на Web 3.0 са (Martinez, 2022): **децентрализация** и комуникация **без посредник и без оторизация**. При Web 2.0 информацията се съхранява на едно централизирано място, обикновено на сървър или клъстер от сървъри. При Web 3.0, информацията ще се съхранява (репликира) на множество места едновременно, което всъщност я децентрализира. В допълнение, Web 3.0 ще позволява комуникация без посредник, т.е. участниците в мрежата ще могат да взаимодействат директно помежду си, без посредничеството на сървъри и без необходимост от оторизация (разрешение) от управителен орган. Web 3.0 приложенията ще работят на база блокчейн, децентрализирани peer-to-peer мрежи или комбинация от двете.

За реализиране на децентрализацията на Web 3.0 и постигане на повишено ниво на доверие към мрежата е подходящо да се използва блокчейн (blockchain) технологията (Grech, 2017; IBM Education, 2022). Блокчейн представлява разпределена база от данни, която се споделя между множество възли в компютърната мрежа. Технологията гарантира достоверност и сигурност на данните, което се постига чрез репликацията им върху множество възли едновременно. При четене на тези данни, те никога не се четат само от един единствен възел, а от много възли и то произволни, което позволява лесно да се идентифицират целенасочени промени и фалшификации на данните. Блокчейн събира данните заедно в групи, известни като блокове. Блоковете имат определен капацитет за съхранение и при запълване се затварят, а оставащите данни се разполагат в следващ блок,

който се свързва с предходните, образувайки верига от блокове (от там идва и името блокчейн - block chain).

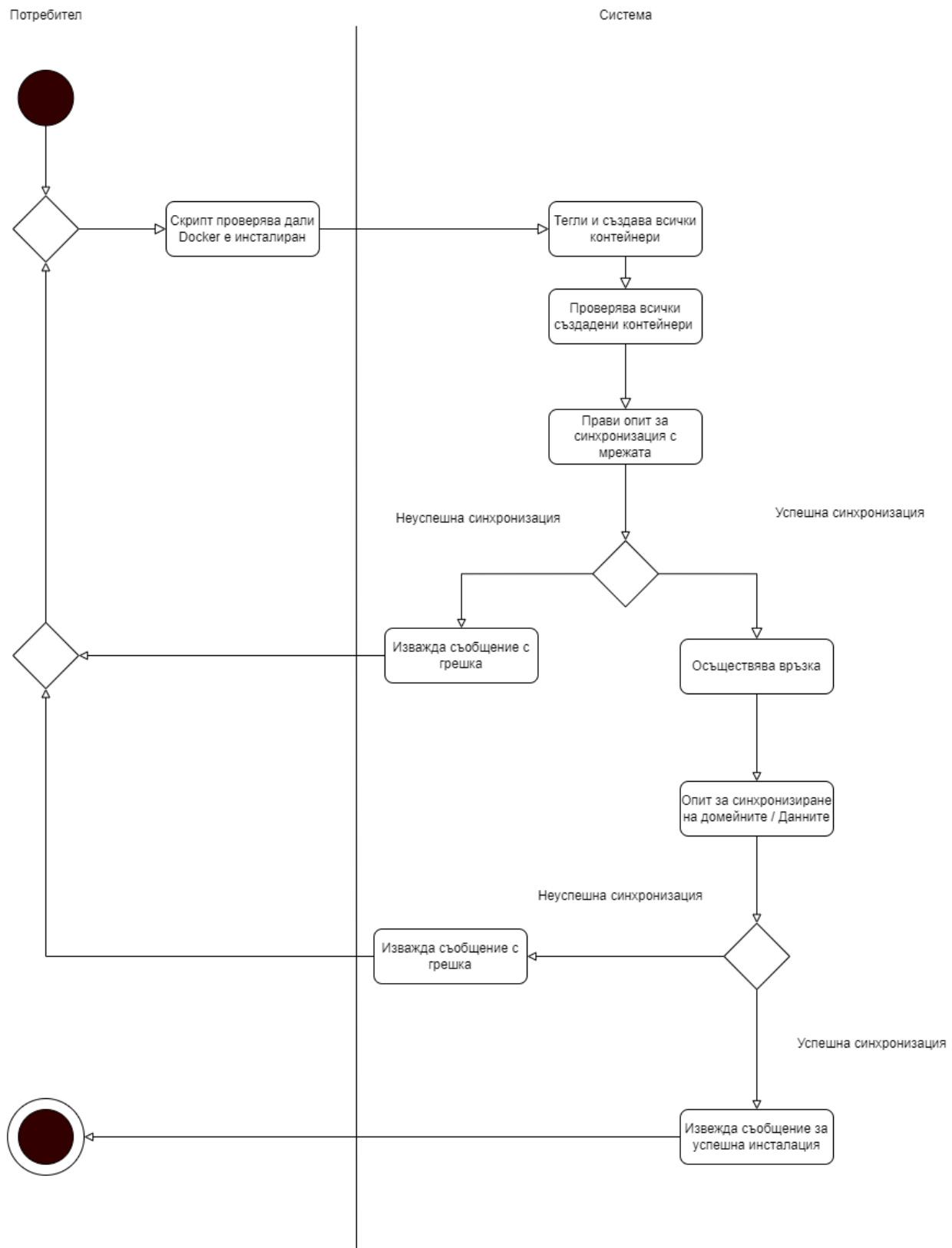
Функционални изисквания и логически модел

За формулирането на функционалните изисквания към системата, която ще реализира предложения Web3 протокол, личният опит на авторите е подпомогнат от мнението на 83 висококвалифицирани разработчици, тестери (QA), дизайнери, проектни мениджъри и клиенти чрез анкета, проведена в периода 20.12.2021 - 24.01.2022 г. Така с помощта на знанията и опита на множество експерти са формулирани най-важните изисквания, на които трябва да отговаря системата, а именно:

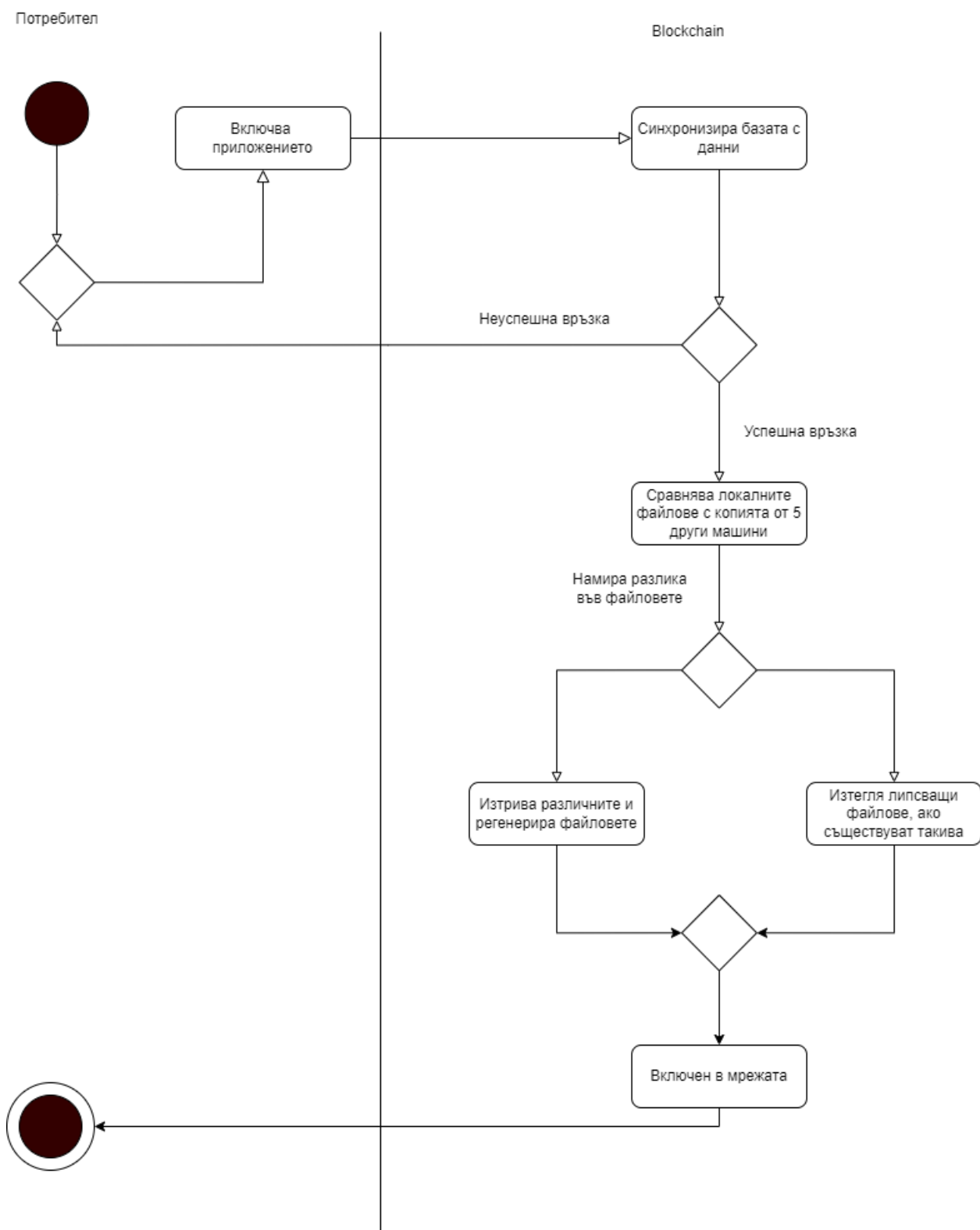
- Лесна инсталация и поддръжка.
- Лесно присъединяване и поддържане на връзка с останалите възли в мрежата.
- Разпределяне / репликация както на файлови ресурси, така и на бази от данни.
- Проверка за автентичност на файловете - сравняване на файловете с други възли от блокчейна.
- Синхронизация на съдържанието на възлите в мрежата.
- Интегриране към съществуващи решения / машини / мрежи.

Процесът на инсталиране и първоначална синхронизация с мрежата е представен на диаграмата на дейностите на фиг. 1. Тук е важно да се отбележи, че за по-лесна реализация и внедряване на системата се използват Docker контейнери (IBM Cloud Education, 2022). Docker е софтуерна рамка за изграждане, стартиране и управление на контейнери в сървъри или в облака. В контейнерите се разполагат както всички файлове на уеб приложенията, така и техните бази от данни и необходимия им обкръжаващ софтуер (уеб сървър, интерпретатор на програмния език, СУБД и др). Това позволява всичко необходимо (данни, логика, интерфейс и софтуер) да бъде капсулирано в един контейнер, който в последствие да се разпространи сред останалите възли в мрежата. По този начин, не е необходимо всеки ново-присъединил се потребител към мрежата да си инсталира необходимия обкръжаващ софтуер за всяко уеб приложение, което ползва, а вместо това го получава наготово от контейнера.

Процесът на синхронизация на локалния възел с останалите в мрежата е представен на фигура 2. След изграждането на Docker контейнерите, автоматично минават няколко теста, за да се провери дали всички контейнери са създадени правилно. След това се прави проста проверка дали имат връзка до Интернет и дали имат права за писане в "hosts" файла на операционната система. Информацията / файловете, които се споделят между потребителите се записват в контейнерите. Ползата на контейнерите в тази ситуация е еднаквата "платформа" на всички операционни системи. Според текущите настройки, локалните данни се сравняват с тези от 5 произволни други възли/машини. Ако се окаже, че файловете в локалното устройство са променени, то те се изтриват и се свалят отново (регенерират) от другите възли. Ако има липсващи файлове, се изтеглят само те.



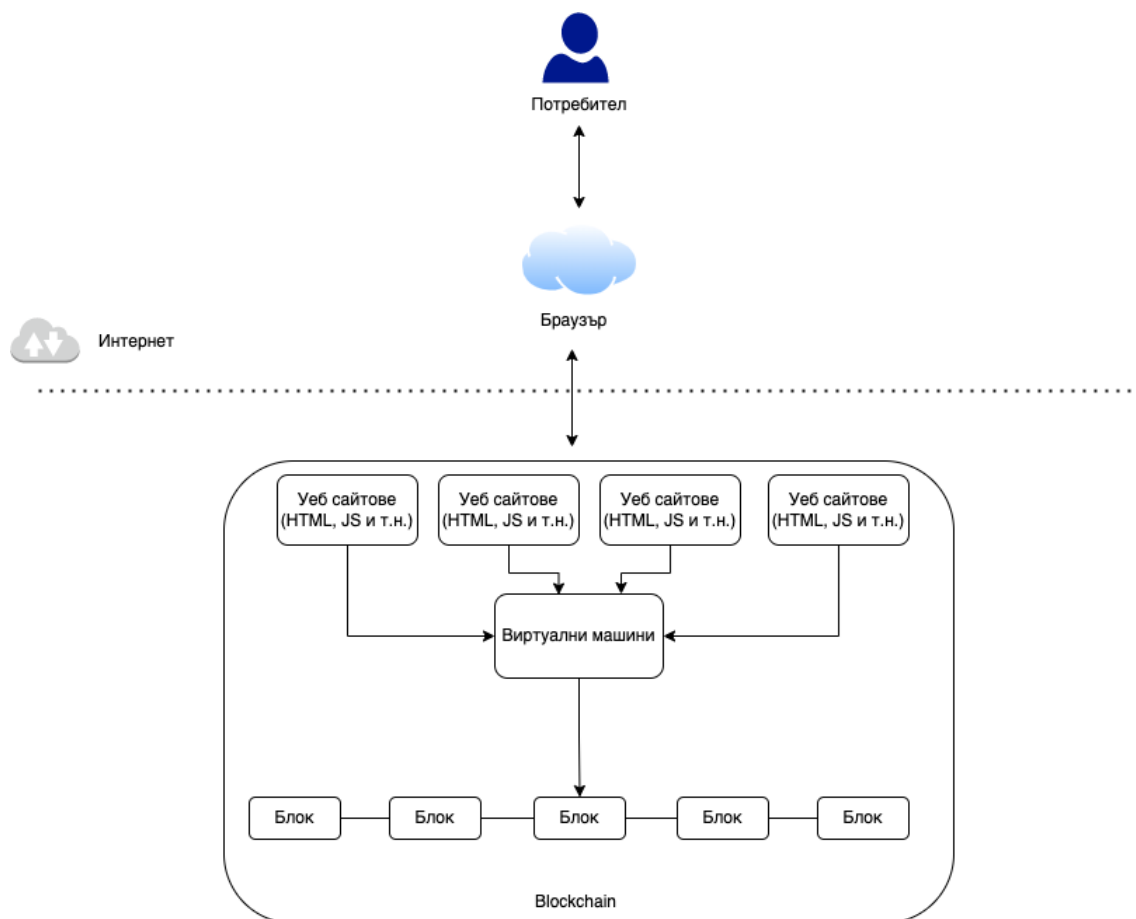
Фигура 1. Диаграма на дейностите, отразяваща процеса на инсталиране на системата и първоначална синхронизация на домейните и данните



Фигура 2. Диаграма на дейностите, представяща процеса на синхронизация на данните (файлове + БД) на текущия възел с мрежата

Архитектура

Системата капсулира всички файлове на уеб приложенията (сайтовете), както и данните от БД, и необходимия обкръжаващ софтуер в Docker контейнери. В последствие контейнерите се разпространяват (репликират) в останалите възли в мрежата с помощта на блокчейн технологията. Това е представено в архитектурата на фигура 3.



Фигура 3. Архитектура на системата

Веригата от блокове се управлява с помощта на платформите Ethereum и Polygon (Frankenfield, 2022; OriginStamp, 2022). Ethereum се използва за потвърждаване на потребителите и привилегиите им. Благодарение на тази връзка разработеният протокол може да работи с всички вече готови софтуерни и хардуерни ключове. Използвайки платформата Polygon е възможно да се увеличи гъвкавостта, мащабируемостта и суверенитета на блокчейн проекта, като същевременно се запази гъвкавостта, сигурността и оперативната съвместимост на Ethereum blockchain.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Централизираният характер на Web 1.0 и Web 2.0 създава предпоставки за извършване на целенасочени измами, подмяна и фалшификация на данните в сървърите, както и възможности за цензуриране на потребителите в определени региони или цели държави. Този проблем може да се реши със следващото поколение на WWW услугата – Web 3.0, при която уеб приложенията и техните данни ще бъдат децентрализирани и репликирани по множество възли в мрежата, а участниците ще комуникират без посредничеството на централни сървъри и без необходимост от оторизация от страна на управляващи организации.

Разработеният Web3 протокол за разпространение на уеб приложения, както и приложенията за неговата реализация и управление нагледно показват, че децентрализираната същност на Web 3.0 наистина може да преодолее проблемите, свързани с доверие, фалшификация на данните, цензуриране на потребителите и др. Никой няма възможност да прекъсне връзката към системата и нейните потребители. Тъй като данните се съхраняват на множество места и непрекъснато се проверява дали копията са идентични, то тяхното фалшифициране би било практически невъзможно. Освен това, приложенията ще работят по-бързо, тъй като се намаляват ненужните заявки, в сравнение с Web 2.0.

Децентрализацията, обаче, носи със себе си и значителни правни и регулаторни рискове. Кибер-престъпленията, речта на омразата и дезинформацията вече ще са трудни за полицейско управление (поради липсата на централизиран контрол) и могат да нараснат до опасно високи нива. Децентрализацията също така означава и по-сложно обновяване на системата – то вече следва да се извършва при всички устройства, а не само на един централен сървър. Поддръжката на голяма мрежа от този тип ще изисква значителен системен ресурс – често само за синхронизацията между участниците са нужни гигабайти оперативна (рам) памет, за да може системата да работи “пълноценно”, независимо дали потребителят я използва или не. В този смисъл и употребата на механични, въртящи се, дискове (HDD) е желателно да се избягва, тъй като скоростта им на обмен е ниска, на фона на големите обеми от данни, които ще се предават между възлите в мрежата при синхронизация.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 2022-EEA-01 „Приложение и изследване на алгоритми за анализ на големи данни от различни сфери на дейност“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Martinez, Juan Cruz (2022). The Future of the Internet: Web3 and Why Developers Should Learn It. URL: <https://livecodestream.dev/post/web3-intro-for-devs/> (Accessed: 13 May 2022).

The Investopedia Team (2022). Web 2.0 and Web 3.0 Definitions. URL: <https://www.investopedia.com/web-20-web-30-5208698> (Accessed: 1 May 2022).

IBM Education (2022). What is blockchain technology? URL: <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain> (Accessed: 9 May 2022).

IBM Cloud Education (2022). Docker. URL: <https://www.ibm.com/cloud/learn/docker> (Accessed: 25 May 2022).

OriginStamp (2022). What Is Ethereum and What Are Its Use Cases? URL: <https://originstamp.com/blog/what-is-ethereum-and-what-are-its-use-cases/> (Accessed: 27 May 2022).

Grech, Alexander, Anthony F. Camilleri (2017). Blockchain in Education. European Joint Research Center Science Hub. URL: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf) (Accessed: 7 May 2022).

Frankenfield, Jake (2022). Ethereum. URL: <https://www.investopedia.com/terms/e/ethereum.asp> (Accessed: 5 May 2022).

METHODS AND ALGORITHMS FOR VISUAL INFORMATION PROCESSING ¹⁸

Kristian Velkovski – PhD Student

Department of Telecommunication,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 898641128
E-mail: kvelkovski@uni-ruse.bg

Toni Tonchev – PhD Student

Department of Telecommunication,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 898233380
E-mail: ttonchev@uni-ruse.bg

Radostin Kolev – PhD Student

Department of Telecommunication,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 886107646
E-mail: rkolev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD

Department of Telecommunication,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 882000206
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Plamen Zahariev, PhD

Department of Telecommunication,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 896698699
E-mail: pzahariev@uni-ruse.bg

Abstract: *The needs of the modern societies for automation of the processes is significant and is present in many different areas. As a response to this need, in the last years the robotic systems are becoming more and more widely spread and used. The intelligent robotic systems are saving time, energy and money, as they are primary used as suitable replacement for the human workforce. New and modern technologies are slowly being incorporated in many processes and they are not only increasing the workforce effectiveness, but are also limiting its harmful impact on the nature and on the environment. This has resulted into the birth of a new term – precision navigation, artificial Intelligence, machine learning, etc. which represents the incorporation of the modern technologies and approaches, the paradigms of Industry 4.0 and the advances on the information and communication technologies for our life.*

Keywords: *Efficiency, Effectiveness, Artificial Intelligence, AI, Machine learning*

ВЪВЕДЕНИЕ

Обработката на визуални обекти е технология, прилагана върху изображения и видео, която позволява анализирането и извличането на полезна информация от тях.

¹⁸ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция „Комуникационни и компютърни системи и технологии“ с оригинално заглавие на български език: МЕТОДИ И АЛГОРИТМИ ЗА ОБРАБОТКА НА ВИЗУАЛНА ИНФОРМАЦИЯ.

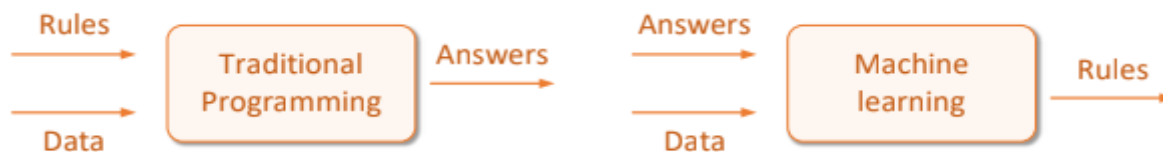
Това е една от бързо развиващите се технологии, която се прогресира активно през годините. В днешно време много компании и организации от различни сектори използват обработката на визуална информация в много различни области като извличане на информация за изображения, разпознаване на модели, класификация, сегментиране и много други.

Компютърното зрение е процес по анализ и обработка на цифрови изображения и видео с помощта на информационни и комуникационни системи. Тази наука се стреми да автоматизира задачи, които човешкото зрение може да постигне. Това включва методи за придобиване, обработка, анализиране и разбиране на цифрови изображения и извличане на данни от реалния свят за получаване на информация. Компютърното зрение също така има подраздели като например разпознаване на обекти, видео проследяване и анализ на движението, като по този начин има приложения в медицината, навигацията, моделирането на обекти, автоматизиране на задачи в производството и много други.

Целта на компютърното зрение е да анализира съдържанието на цифровите изображения и видеоклипове и на база на този анализ да се предоставя информация за автономно или полу-автономно вземане на решения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Компютърното зрение се разглежда не само като част от методите за обработката на визуални обекти, но и като подраздел на изкуствения интелект и може да бъде реализирано чрез мощни алгоритми за машинно обучение. Машинното обучение е област, която дава на компютрите способността да се взимат конкретни решения, без това да е предварително зададено в техните алгоритми и програми. Основните разлики между машинното обучение и традиционното програмиране са показани на Фиг. 1.



Фиг. 1. Разлика между традиционно програмиране и машинно обучение

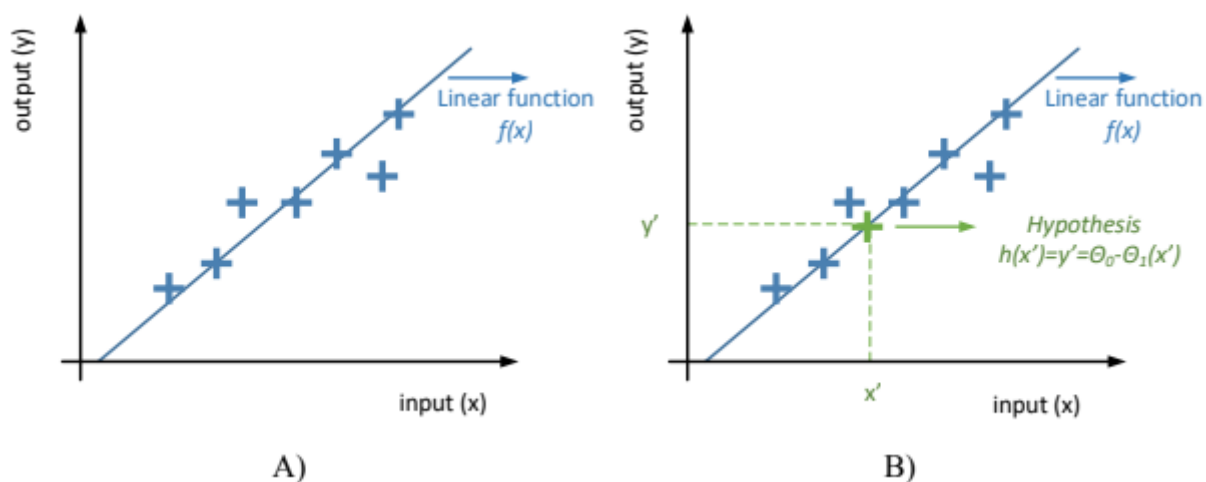
И двата подхода са представени като блокове, които имат входове (отляво) и изход (отдясно). Блоковете илюстрират изчислителните дейности, които се извършват. В традиционното програмиране, данните се предават като вход и правилата са известни. Алгоритмите, които стоят зад традиционното програмиране са насочени към извършване на изчисления върху данните, базирани на правилата, като следва това да изведе отговорите като резултат. От друга страна, в машинното обучение има известни входно-изходни двойки, които се предават като входни данни. Целта на алгоритмите за машинно обучение е да се определят правилата между тези двойки и въз основа на това знание да се правят прогнози за новопредадени данни, които никога не са били известни досега.

Машинното обучение включва изучаването на алгоритми и статистически модели, които позволяват на програмите да взимат решения напълно автономно. По този начин, автономните системи прилагат този подход при изпълнението на задачи, за които не разполагат с изрични инструкции, като вместо това разчитат на модели и изводи. Машинното обучение се извършва от компютри и с минимални усилия от софтуерни програмисти. При него се използват данни за вземане на решения, което позволява приложението му в редица индустрии и в различни сфери на науката и образованието. Видовете машинно обучение могат да се класифицират като контролирано обучение, полу-контролирано обучение и учене без надзор.

Контролираното обучение е подход към машинното обучение, който съпоставя всеки входен обект с желаната изходна стойност. Компютърът е обучен да асоциира обект с

желания изход. Той има широк набор от алгоритми за различни проблеми с контролирано обучение.

При контролирано обучение входните променливи (X) и съответните изходни променливи (Y) се предават на алгоритъм за машинно обучение, като входни данни. Целта на алгоритъмът за машинно обучение е да се намери функцията $Y = f(x)$, която съпоставя входовете с изходите, въз основа на дадените двойки вход-изход. По-голямата част от практическите решения за машинно обучение прилагат контролирано обучение. Тези алгоритми за обучение могат да бъдат групирани в алгоритми за решаване на задачи за регресия и класификация. Алгоритмите за регресия се опитват да предскажат резултати от непрекъснат изход, което означава, че се опитват да съпоставят входните променливи с някоя непрекъсната функция. Най-простият алгоритъм, използван за този вид решаване на проблеми, е линейната регресия. Линейната регресия има за цел изграждането на права линия на база входните параметри, както е показано на (Фиг. 2)



Фиг. 2. Принцип на линейна регресия

Вследствие на това, че този подход прилага алгоритъм за контролирано обучение, се използват входно-изходни двойки, за да се намери линейната функция $f(x)$, която най-добре отговаря на известните двойки. Тази функция допълнително се използва за прогнозиране на нови и неизвестни входни набори от данни. Както е показано на Фиг. 2 (B), с помощта на дефинираната линейна функция е лесно да се предвиди изходът Y на новопостъпилите данни X. Прогнозата се нарича още хипотеза и се дефинира с израз:

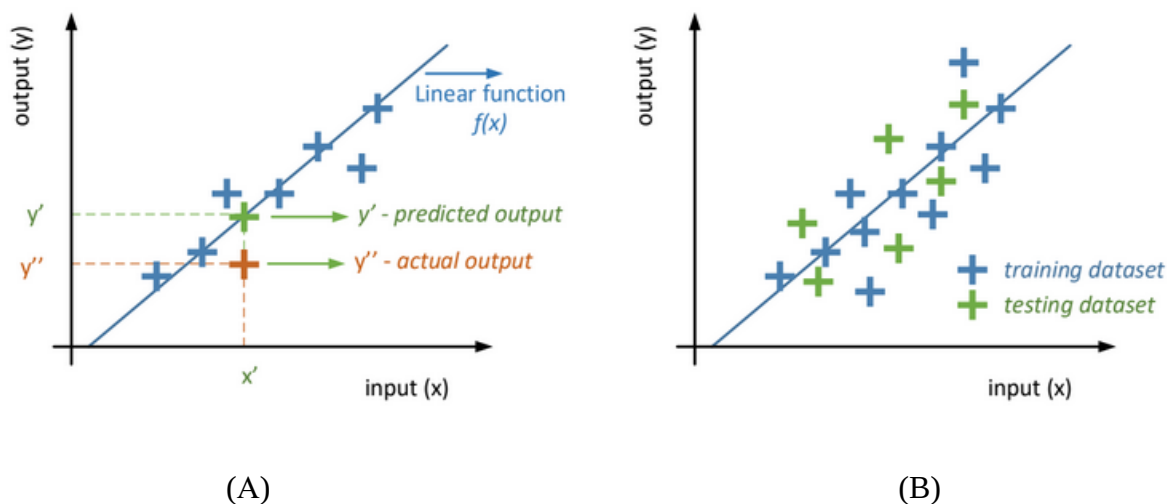
$$h(x') = \theta_0 - \theta_1(x')$$

Фиг. 2 (B) представя идеален сценарий. В повечето случаи обаче хипотезата не е равна на стойността на Y. Винаги обаче има отклонение между прогнозната стойност и действителната стойност, която се нарича отклонение в контекста на машинното обучение.

Пример за това е показан на Фиг. 3 (A). Целта на алгоритъма по време на обучението е минимизиране на функцията за грешка. Тази функция определя колко големи са отклоненията. Процесът по определяне на входния параметър (x) и за намиране функцията $Y = f(x)$, която най-добре отговаря на входния параметър, се нарича обучаване на алгоритъма. Алгоритъмът се обучава чрез подаване на входен набор от данни, който представлява известни входно-изходни двойки. Въпреки това, е възможно да възникне проблем, когато всички параметри на входа са образувани от обучителния процес. В този случай съществува риск от претоварване на модела, което означава, че моделът ще предскаже успешно стойностите на известните входни данни, но няма да предскаже стойностите на неизвестните

такива. За да се избегне това, част от входния набор от данни трябва да бъде оставен за оценяване на алгоритъма.

Разделянето на входните данни за обучение и тестване е представено на Фиг. 3 (В), където в синьо са известните входно-изходни двойки, които се предават на алгоритъма за машинно обучение по ред за обучаване, а зелените също са известни входно-изходни двойки, но се използват само за определяне на това колко добре е обучен алгоритъма.



Фиг. 3. Обучение на алгоритъм за машинно обучение за решаване на проблеми с линейна регресия

Друга група проблеми на машинното обучение са проблемите с класификацията. За разлика от проблемите с регресията, при проблемите с класификацията, целта на алгоритъмът за машинно обучение е да се предскажат резултатите в отделен изход или казано с други думи, да се картират на входните променлива в отделни категории. Горепосланите проблеми с регресията, могат да бъдат решени с помощта на алгоритми за линейна регресия, докато проблемите с класификацията се отнасят до алгоритми за логистична регресия, SVM (Supported Vector Machine) или Random Forest алгоритми.

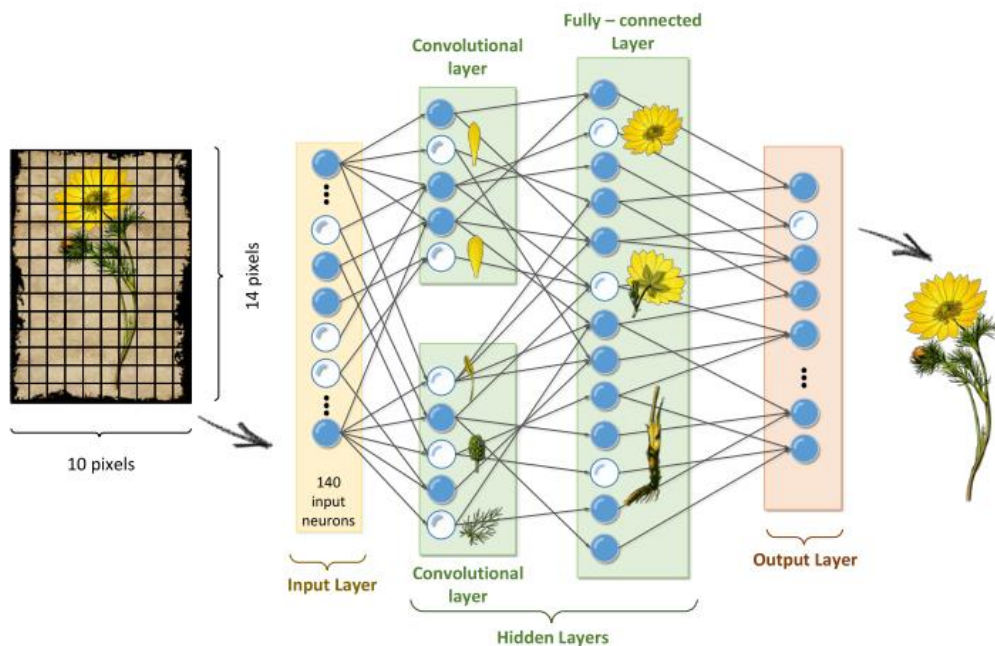
Също така, съществува и подход за машинно обучение без надзор, при който има само входове без кореспондиращи изходи. Целта на алгоритмите, използвани в този метод, е да се моделира основната структура или да се разпределят данните, за да се научи повече информация относно самата нея. Алгоритмите за обучение без надзор могат да бъдат категоризирани по два начина, като алгоритми за групиране и алгоритми за асоцииране. При категорията с групирането целта на алгоритмите за машинно обучение е да открият прилики в данните и да ги групират по тези прилики. При категорията с асоциирането, целта на алгоритъма за машинно обучение е да открие правила, които описват големи части от данните.

За разлика от контролираното обучение, при което данните са маркирани ръчно, неконтролираните методи показват самоорганизация, която улавя модели като плътности на вероятностите или комбинация от предпочитания на невронни характеристики. Двата основни метода в ученето без надзор са невронни мрежи и вероятностните методи.

В компютърното зрение и в обработката на изображения има клас проблеми, които са свързани с контролираното машинно обучение. Проблемите, които са свързани със съответния клас, са следните – локализация, откриване на обекти и сегментиране. Тези проблеми имат много общи характеристики, но се различават по начина, по който представят изхода. Примерно, когато се извършва класификация на изображения, изходът може да бъде текстова информация, която указва към кой клас принадлежи конкретното изображение. При проблем с локализацията, изображението вече е класифицирано в текущия клас, което е

добре, но този клас принадлежи на конкретен обект в изображението, което също може да бъде посочено чрез очертаване на обекта. Откриването на обекти е по-общ случай на класификацията и локализацията. Когато се използват реални изображения, ще има повече от един обект на интерес в образа. Целта на алгоритъма за машинно обучение е да успее да ги открие, да очертае обектите и да маркира класа, към който принадлежат, заедно с вероятността на направеното предположение.

Най-успешните подходи за откриване на обекти се отнасят до модели за класификация на изображения, които използват невронни мрежи. По дефиниция невронните мрежи са специализирани компютърни модели, които могат да бъдат обучени да изпълняват различни задачи. Съществуват различни видове невронни мрежови архитектури, но най-подходяща за класификация на изображенията е дълбоката конволюционна невронна мрежа, която позволява ефективно извличане на характеристики чрез използване на конволюционни слоеве. По подразбиране, всяка невронна мрежа има три различни типа слоеве – входен, скрит и изходен слой. Първият слой се състои от различно количество неврони, които приемат входните данни като необработени стойности. Ако входните данни са изображение, тогава входните неврони съдържат стойностите на всеки пиксел от това изображение. Невроните от скритите слоеве извършват математически изчисления. Въз основа на теглата, присвоени на връзките между невроните, различни набори от невроните в скритите слоеве могат да бъдат активирани. Уникалността на активирания неврон определя изхода. Принципът за откриване на обекти, който се постига от модела на невронната мрежа, е илюстриран на Фиг. 4.



Фиг. 4. Принцип на откриване на обекти, когато се използва конволюционна невронна мрежа

Конволюционните слоеве са ключовият компонент на невронните мрежи. Те правят възможна обработката на изображението и откриването на обектите. Обикновено, тези слоеве, се наричат филтри, които извличат характеристики от предишния слой, за да трансформират входните данни в по-полезна форма. Всеки конволюционен слой извлича различна по тип информация, както е представено на Фиг. 4. В този пример, първият конволюционен слой може да извлича форми, които са кръгли и жълти на цвят, докато вторият конволюционен слой може да извлича игловидни обекти, които са зелени или кафяви на цвят. В края на всяка традиционна конволюционна невронна мрежа се формира напълно свързан слой. Този слой предоставя начин за изучаване на нелинейни комбинации от високо ниво, представени от изхода на конволюционната невронна мрежа.

ИЗВОДИ

Технологиите никога не спират да подражават на човешкия мозък и Изкуствения интелект (ИИ) е обект на все по-голям научен и приложен интерес. Връзката между ИИ, машинното обучение и компютърното зрение е съществена и преплетена в много области. ИИ е „чадърът“ на тези области, а машинното обучение е част от ИИ, при което компютърното зрение също е подмножеството на машинно обучение. Компютърното зрение обаче може да се разглежда и като пряка част от Изкуствения интелект.

Машинното обучение и компютърното зрение са две области, които са се превърнали в тясно свързани една с друга. Машинното обучение подобрява компютърното зрение за разпознаване и проследяване. То предлага ефективни методи за придобиване, обработка на изображения и фокусиране на обекти, които се използват в компютърното зрение. От своя страна компютърното зрение разширява обхвата на машинното обучение.

В този ред на мисли, машинното обучение е по-обширната област и това е очевидно заради алгоритмите, които могат да бъдат приложени и в други области. Пример за това е анализирането на цифров видеозапис, който се извършва с използването на принципите на машинно обучение. Компютърното зрение, от друга страна, се занимава предимно с цифрови изображения и видеоклипове. Освен това има връзки в областта на информационното инженерство, физиката, невробиологията и обработката на сигнали. Приложенията в компютърното зрение с машинно обучение нарастват експоненциално през годините, което води само до ползи за обществото. Това начинание става възможно благодарение на разработчиците и предприемачите, работещи заедно за подобряването и еволюирането на този тип технологии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази публикация е подпомогната от Проект BG05M2OP001-1.001-0004 - Университети за Наука, Информатика и Технологии в е-обществото (УНИТе), финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“.

Публикацията отразява резултати от работата по Проект №2022-ФЕЕА-03 "Създаване на роботизирана автономна платформа за получаване и анализ на спектрални изображения на земната повърхност", финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет "Ангел Кънчев".

REFERENCES

- Website – Fullscale. <https://fullscale.io/> (Accessed on 10.06.2022).
<https://bit.ly/3yabAzK>
- Website – Nanonets. <https://nanonets.com/> (Accessed on 10.06.2022).
<https://bit.ly/3N7YNIF>
- Website – TechTarget. <https://www.techtarget.com/> (Accessed on 10.06.2022).
<https://bit.ly/3zN5Tt0>
- Website – MathWorks. <https://www.mathworks.com/> (Accessed on 10.06.2022).
<https://bit.ly/3NaLAJ9>
- Website – Sciendo. <https://sciendo.com/> (Accessed on 10.06.2022).
<https://bit.ly/3zT2Lfk>

WEB-BASED SCHEDULE MANAGEMENT SYSTEM FOR PLANNING AND TRACKING OF PERSONALIZED LEARNING PROCESS¹⁹

Hristian Simeonov – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: s183089@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-855
E-mail: giivanova@uni-ruse.bg

Abstract: Education has become increasingly digitalized and personalized in recent years. With the widespread use of online learning, learning opportunities are increasing. Many learners combine their university studies with parallel specialized training online in free or paid courses or seminars. For the successful organization of personal learning process, it is important for every learners to plan and track all learning activities in time. The paper presents design process of a prototype of a web-based system for planning and tracking of a personalized learning process.

Keywords: personal learning, learning schedule, management system

ВЪВЕДЕНИЕ

Образованието през последните години става все по дигитализирано и персонализирано. С масовото използване на онлайн обучението, възможностите за обучение се увеличават. Много обучаеми съчетават обучението си в университета с паралелно специализирано обучение онлайн в безплатни или платени курсове или семинари. За успешното организиране на учебния си процес тези обучаеми е важно да планират във времето всички учебни дейности. Стилът на планиране и организиране на персоналният учебен процес на всеки обучаем е различен. Съществуват изследвания в тази насока, които анализират гъвкавите възможности за създаване и следване на персонализиран учебен разпис (Lim, D. H. , 2004). Системите за управление на персонализирани учебни разписи стават все по-търсени (Yau, J. K., 2008). Това налага необходимостта от създаване и използване на софтуерни системи за улеснено планиране и проследяване на персонализиран учебен процес с възможност за бързо представяне на информация за учебните часове.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Настоящият доклад има за цел да представи авторски проект на уеб-базирана система за планиране и проследяване на персонализиран учебен разпис, която да осигури на обучаемите лесен и бърз начин за управление на личните им учебни ангажменти. Представеният авторски прототип поддържа седмични графици и позволява добавяне и организиране на учебни часове, както и улеснено следене на персоналния график. В представения доклад се описват използваните методи и технологии при разработката на прототипа на уеб системата.

При създаването на прототипа е направен сравнителен анализ на две софтуерни приложения за планиране на учебен разпис. В таблица 1 е представен кратък сравнителен анализ на School Planner и My Study Life – School Planner.

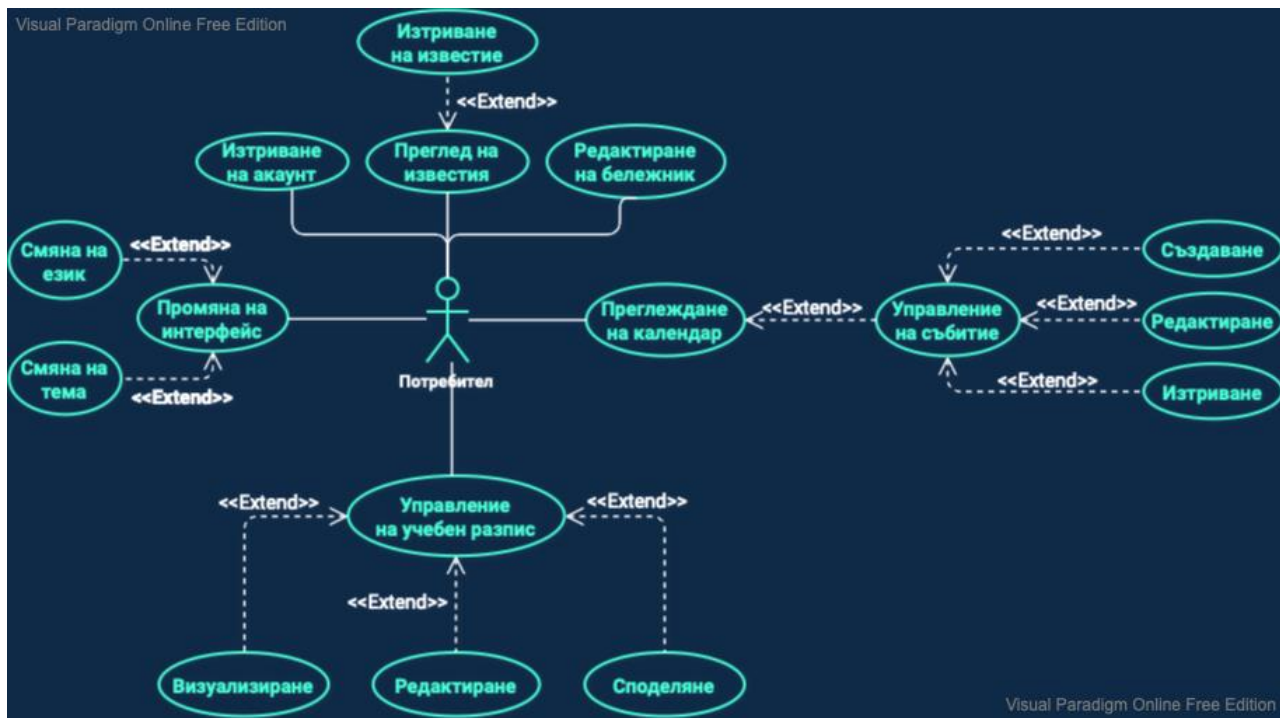
¹⁹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: УЕБ-БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ПЛАНИРАНЕ И ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ПЕРСОНАЛИЗИРАН УЧЕБЕН РАЗПИС.

Таблица 1. Сравнителен анализ на School Planner и My Study Life – School Planner

	School Planner	My Study Life – School Planner
Има вграден календар	Да	Да
Съдържа реклами	Да	Не
Удобно създаване на учебни часове	Да	Да
Възможност за водене на записки	Не	Не
Модерен и изчистен интерфейс	Да	Да
Задължителна регистрация	Не	Да

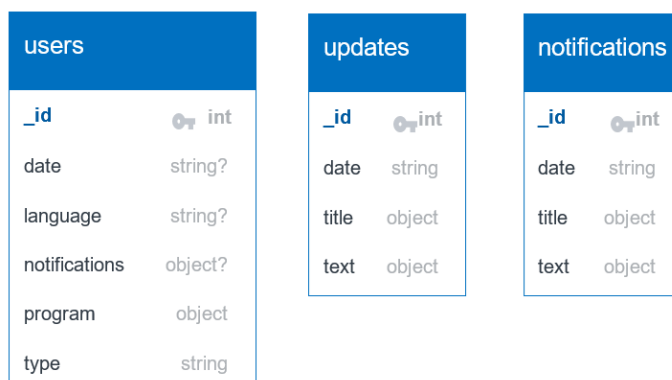
Описание на процеса на проектиране и създаване на системата

Настоящото приложение е насочено към една потребителска група потребители. Потребителят може да преглежда, редактира и изтрива своите данни в системата. На този етап в системата не е предвиден административен акаунт, който да управлява потребителските акаунти. На Фиг. 1 е представена диаграма на случаите на употреба на потребител.



Фиг. 1. Диаграма на случаите на употреба на потребител

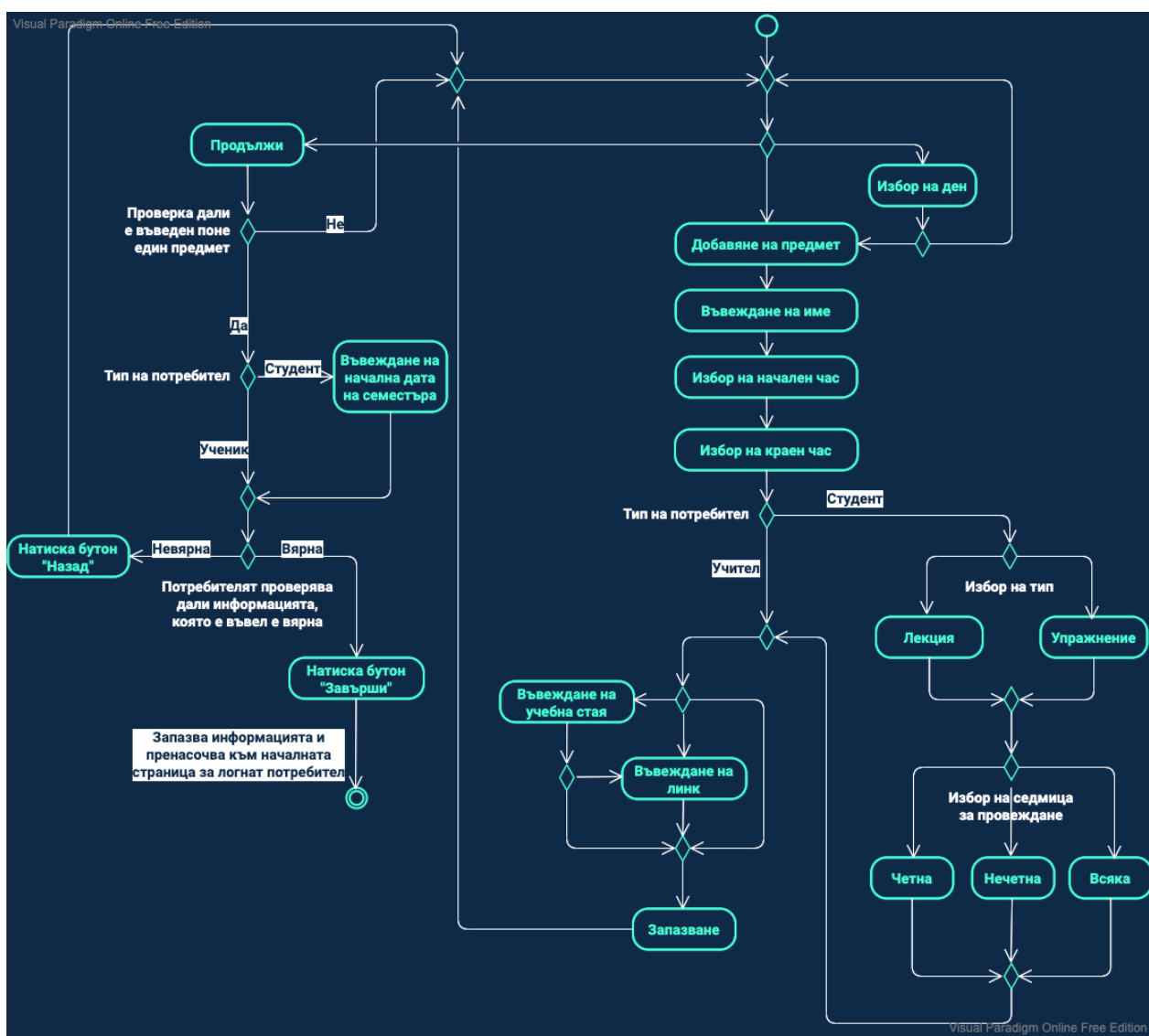
На Фиг. 2. е представен структурния модел на използваните бази от данни.



Фиг. 2. Структурен модел на базите от данни

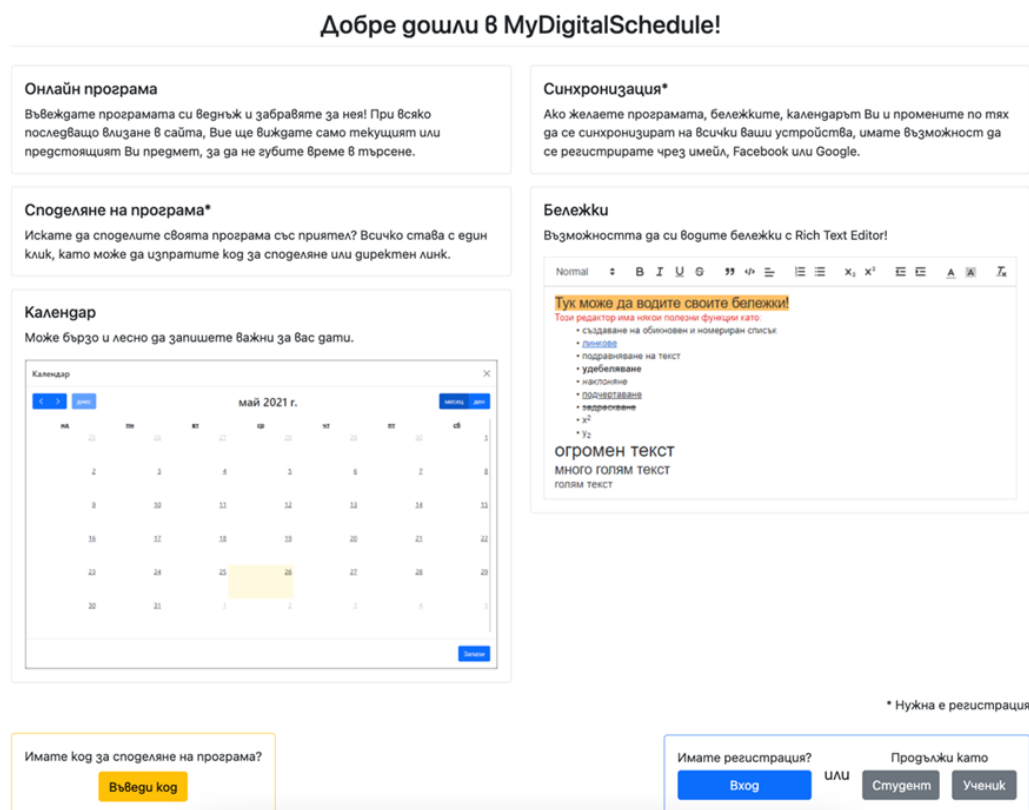
Алгоритъм за въвеждане на нов учебен разпис

На Фиг. 3. е представен алгоритъмът на въвеждане на нов учебен разпис в системата чрез диаграма на дейностите (activity diagram).



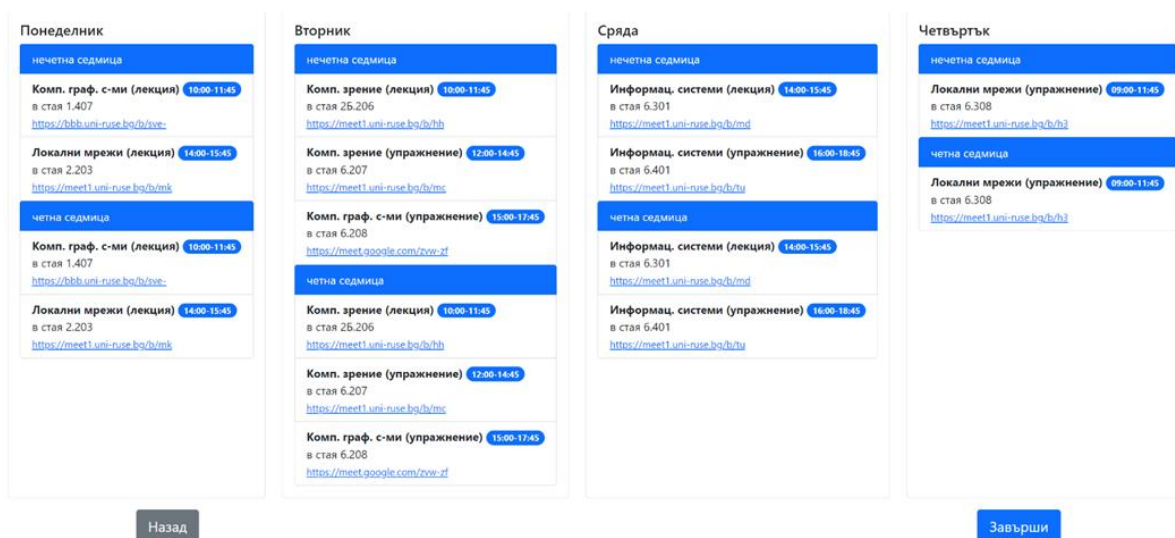
Фиг. 3. Алгоритъм за въвеждане на нов учебен разпис

Интерфейсът на системата е изграден на базата на Bootstrap – HTML/CSS framework (Gaikwad, S., 2019). Използваните езици са HTML5, CSS3, JavaScript (Hong, P., 2018). Основната цел при проектирането на интерфейса е той да бъде максимално изчистен и да позволява на потребителя да работи лесно и удобно с приложението. При проектиране на интерфейса са използвани съвременни уеб стандарти за максимална съвместимост с повечето съвременни уеб браузъри (Фиг. 4). При разработката е използван Firebase SDK (Sudiarta, G., 2018).



Фиг. 4. Потребителски интерфейс на началния екран на системата

Предимството на системата е че регистрацията не е задължителна. Първата стъпка на един нерегистриран потребител е да избере дали е студент или ученик. На фиг. 5 е представен интерфейсът за въвеждане на график.



Фиг. 5. Интерфейс за въвеждане на график в системата

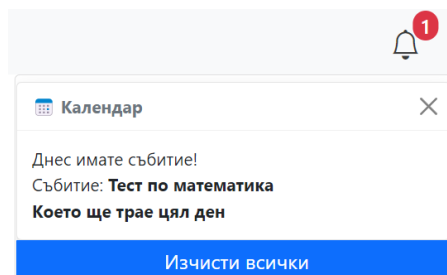
Системата е използвана от студенти в Русенски университет през учебната 2021/2022 г. На Фиг. 6 е представен седмичния график от реалното използване на системата с учебни дисциплини на специалност Компютърни системи и технологии (КСТ) в Русенски университет.

Понеделник	нечетна	Комп. граф. с-ми лекция 10:00-11:45 1.407	Локални мрежи лекция 14:00-15:45 2.203	
	четна			
Вторник	нечетна	Комп. зрение лекция 10:00-11:45 25.206	Комп. зрение упражнение 12:00-14:45 6.207	Комп. граф. с-ми упражнение 15:00-17:45 6.208
	четна			
Сряда	нечетна	Информац. системи лекция 14:00-15:45 6.301	Информац. системи упражнение 16:00-18:45 6.401	
	четна			
Четвъртък	нечетна	Локални мрежи упражнение 09:00-11:45 6.308		
	четна			

Фиг. 6. Седмичен разпис в системата за специалност КСТ

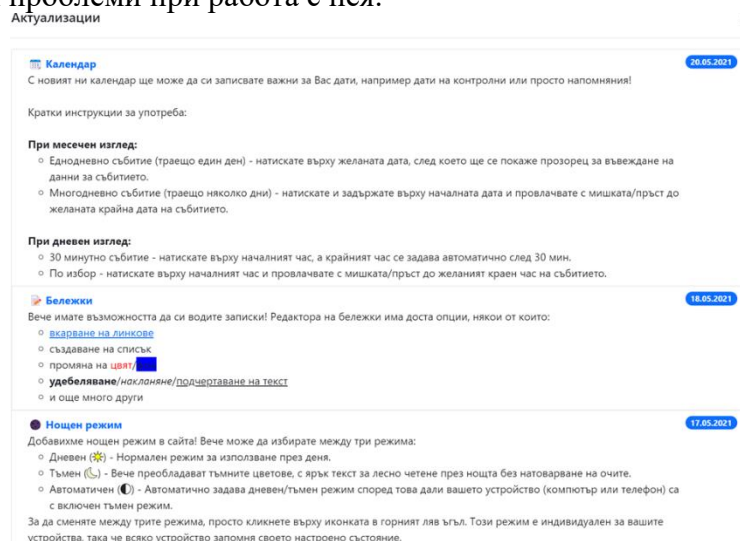
Ако дадена дисциплина има зададен линк за онлайн стая, то при натискането му ще се отвори връзката към онлайн стаята. Друго предимство на разработената система е, че при желание всеки обучаем може да сподели линк до индивидуалния си учебен разпис, който може да се използва и от други обучаеми.

В системата се поддържа и календар, който е синхронизиран с известията в приложението, така че ако има събития за деня, над иконката за известия се появява броят на новите известия (Фиг. 7).



Фиг. 7. Екран за известия в системата

Системата поддържа възможност да се проверяват новите актуализации (Фиг. 8) и да се докладват евентуални проблеми при работа с нея.



Фиг. 8. Екран за проверка на нови актуализации

ИЗВОДИ

Представената уеб система за управление на учебен разпис е тествана със студенти от специалност Компютърни системи и технологии на Русенски университет. При реалната експлоатация бяха имплементирани подобрения. Могат да се направят изводи от използването на системата, че тя значително улесни обучаемите в процеса на планиране и проследяване на учебните им дейности в извънредния онлайн режим обучение в епидемичната обстановка. Системата предоставя съвременен начин за лесно и бързо добавяне, изтриване и модифициране на учебни часове и добавяне на линкове на онлайн стаи.

ACKNOWLEDGEMENTS

Настоящият доклад е подкрепен по договор с 2022-РУ-01 „Изследване на възможностите за интегриране на авангардни комуникационни решения в класическа и съвременна среда“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

- Lim, D. H. (2004). The Effect of Flexible Learning Schedule on Online Learners' Learning, Application, and Instructional Perception. Online Submission.
- Yau, J. K., & Joy, M. S. (2008). A self-regulated learning approach: a mobile context-aware and adaptive learning schedule (mCALS) tool. International Journal of Interactive Mobile Technologies, 2(3), 52-57.
- Gaikwad, S. S., & Adkar, P. R. A. T. I. B. H. A. (2019). A review paper on bootstrap framework. IRE Journals, 2(10), 349-351.
- Hong, P. (2018). Practical web design: Learn the fundamentals of web design with HTML5, CSS3, bootstrap, jQuery, and vue. js. Packt Publishing Ltd.
- Sudiartha, I. K. G., Indrayana, I. N. E., Suasnawa, I. W., & Ciptayani, P. I. (2018). Design And Implementation of Group Tourist Monitoring Application With Realtime Database Firebase. In International Conference on Science and Technology (ICST 2018) (pp. 1078-1083). Atlantis Press.

A CHESS GAME IMPLEMENTATION WITH ARTIX-7 FPGA BOARD²⁰

David Dimitrov – Student

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 878 629 312
E-mail: nubrisss@abv.bg

Assoc. Prof. Aneliya Ivanova, PhD

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 827
E-mail: aivanova@uni-ruse.bg

Abstract: This paper discusses the implementation of a chess game based entirely on programmable logic without the involvement of a personal computer. The goal is to implement the functionality of the chess game with sound effects, adjustable chess clocks, saving of all the chess moves made, moving backwards and forwards within the moves and visual effects to better visualize what is happening on and off the board using only programmable logic. The modern FPGAs have enough computing power to implement the logic of the chess game and to effectively manage the input and output from and to peripheral devices, enabling the user interaction with the game. Even adding animation and sound will not be computationally difficult for FPGA devices. Since the project envisages communication with a monitor and keyboard in order to command the moves, draw the chessboard and the chess figures, and perform sounds, and the available development board does not provide such capabilities, an expansion board is designed and developed, which includes the following components: level shifter, VGA sound DAC, VGA colour DAC, VGA and PS/2 connectors.

Keywords: Programmable Logic, FPGA, Chess Play Game, PSB Design

ВЪВЕДЕНИЕ

Почитателите на шахматната игра често цитират мисълта, че целият свят може да се побере в шейсет и четири квадрата. Стоманената логика на шаха векове наред е предизвиквала със своите строги логически връзки най-проницателните умове. Освен поле за борба срещу собствения ни ум, древната шахматна игра и нейната безкрайна комбинативна сложност може да бъде вдъхновение и пътеводител в стремежа към развиване на логическо мислене и усвояване на абстрактните концепции в областта на компютърните науки. Сложната ѝ природа е предизвикателство към софтуерните и хардуерните разработчици още от зората в развитието на компютърните технологии и дава допълнителен тласък на стремежа към съвършенство и излизане от рамките на реалната шахматна дъска.

Първите компютърно базирани шахматни калкулатори се появяват още през 70-те години на миналия век, през 1989 г. се провежда първият мач на суперкомпютъра *Deep Thought* на IBM срещу гротмайстора Гари Каспаров със загуба на машината, а 1997г. ще остане в историята като моментът, в който наследникът *Deep Blue* побеждава гротмайстора. Това е и дългоочакваният крайъгълен камък в развитието на изкуствения интелект (ИИ) – усвояването на шахматната игра (Greenemeier, L., 2017).

Разбира се, компютърната технология и шахматът преплитат пътища не само в областта на ИИ – през изминалите десетилетия са разработвани и разпространявани различни видове компютърно базирани шахматни игри – като се започне от джобна

²⁰ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии“ с оригинално заглавие на български език: „РЕАЛИЗАЦИЯ НА ШАХМАТНА ИГРА С ПОМОЩТА НА FPGA ОТ ФАМИЛИЯ ARTIX-7“.

шахматна конзола (VONSET, 2022), десктоп приложения (Lackey, J., 2006), онлайн игри (Next Chess Move, 2022), онлайн платформи за шахматни двубои (Online chess platform, 2022) и др.

С напредъка на програмируемата логика се открива и ново предизвикателство – да се въпрегне изчислителната мощност на FPGA устройствата като помощник на компютърните конфигурации при реализирането на сложните алгоритми по изчисляване на ходовете в симулациите на шахматната игра. Най-популярните разработки в тази област са шахматните машини *MBChess*, *Brutus* и наследникът на Brutus – *Hydra* (Donninger, Ch. Kure, A., Lorenz, U., 2004), (Donninger, C., Lorenz, U., 2004), (Boulé, M., Zilic, Z., 2002), подпомогнати от Virtex FPGA устройства, които играят ролята на копроцесори в разпределена компютърна система.

Настоящият доклад е посветен на реализацията на шахматна игра, базирана изцяло на програмируема логика без участието на персонален компютър. Целта е да се реализира функционалността на шахматната игра със звуково оформление, шахматни часовници с възможност за настройка, запазване на всички направени шахматни ходове, придвижване назад и напред по направените ходове и визуални ефекти с цел по-добро онагледяване на случващото се на дъската и извън нея единствено с възможностите на програмируемата логика.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Избор на елементна база и развойна платка за реализиране на проекта

С бурното развитие на интегралните технологии програмируемата логика и по-конкретно FPGA схемите започнаха все по-сериозно да навлизат в цифровата обработка на сигнали, особено в обработката на изображения. Това се дължи на силно изразения паралелизъм в работата на тези устройства и на вградените в тях DSP ядра. Оптимизираните FPGA също са по-енергийно ефективни при изпълнението на еквивалентни натоварвания от стандартен процесор. Тази комбинация от гъвкавост, ефективност и производителност е особено привлекателна за разработчиците на тясно специализирани системи, които се стремят да постигнат обработка на колкото може по-голям обем от данни при по-нисък разход на ресурси. Съвременните FPGA притежават достатъчно изчислителна мощ, за да се реализира с тяхна помощ логиката на шахматната игра и да се управлява ефективно въвеждането и извеждането на информация от и върху периферни устройства, с което да се осъществи пълноценното взаимодействие на потребителя с играта. Дори добавянето на анимация и звук няма да представлява изчислителна трудност за тези устройства.

Фамилията FPGA Xilinx Artix™-7 (Artix-7 FPGA Family, 2022) е подходяща за енергийно ефективни разработки, тъй като консумацията на енергия е намалена наполовина, в сравнение с предишното поколение, като същевременно предоставя разширена функционалност за най-съвременни и сложни приложения. Разработчиците могат да използват два пъти по-голям обем логика за същото количество мощност. Сред неоспоримите предимства на развойната платка ZTEX USB-FPGA Module 2.14 (ZTEX, 2022) са нейната 256 Mbyte DDR3 SDRAM, възможността ѝ да работи с тактови сигнали до 400 Mhz, 128 Mbit флаш конфигурационна памет и бързият ѝ трансфер на данни – 1600 Mbyte/s. Тъй като проектът предвижда комуникация с монитор и клавиатура за подаване на команди, изчертаване на шахматната дъска и фигурите и звуково оформление, а развойната платка не предоставя такива възможности, е наложително да се проектира и разработи разширителна платка, която да включва следните компоненти:

- Адаптер – 3.3V към 5V;
- Цифрово-аналогов преобразувател за управление на звук;
- Цифрово-аналогов преобразувател за управление на цвят;
- Куплунг VGA и куплунг PS/2 с техните връзки към развойната платка.



Фиг. 1. ZTEX Artix 7 FPGA Board

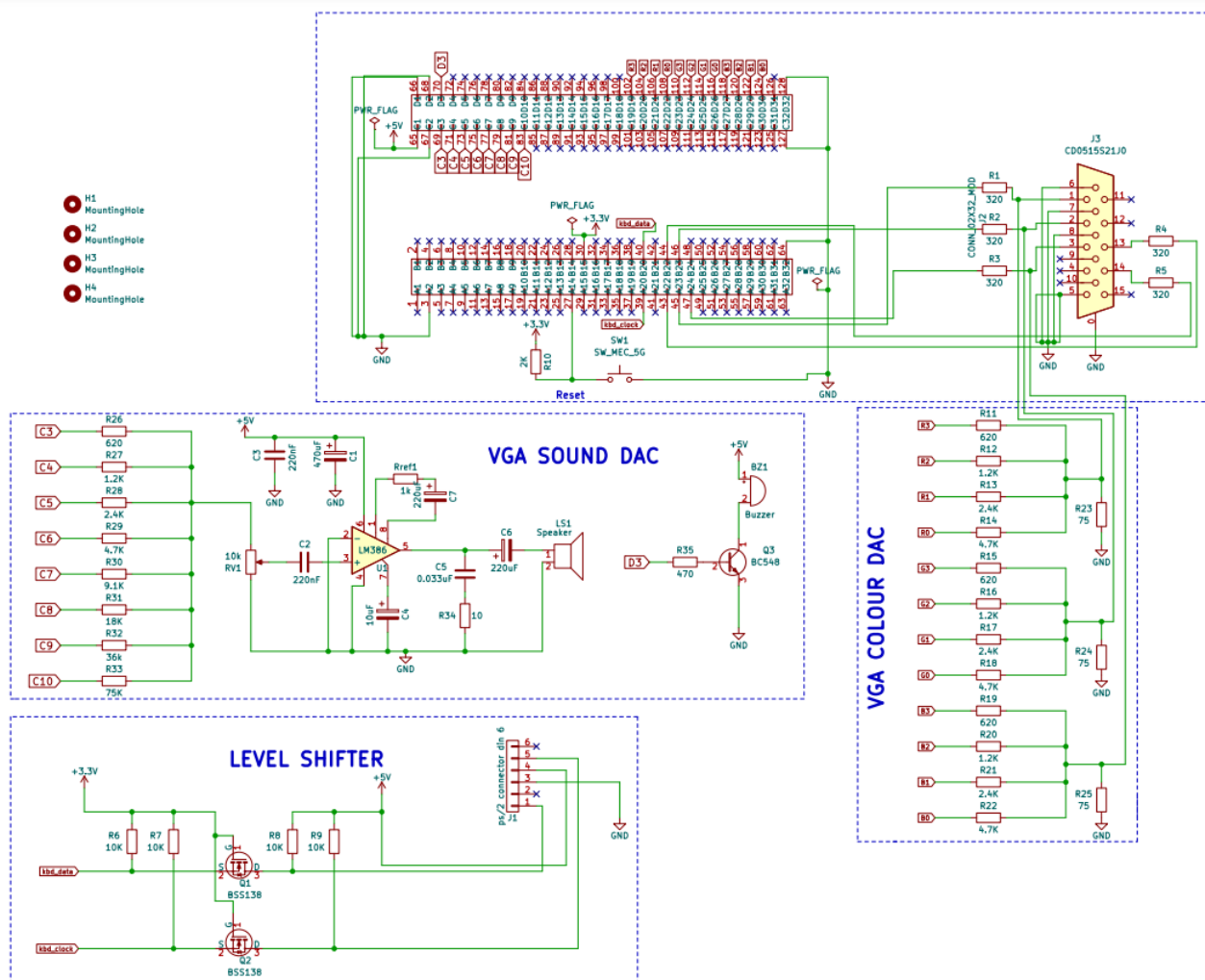
Проектиране на разширителната платка

За създаване на принципната схема на разширителната платка, задаване на графичните отпечатъци, проектиране на печатната платка и извличането на drill и gerber файловете е използвана софтуерната среда за автоматизирано проектиране KiCad. Средата няма ограничения за размера на платката и предоставя възможности да се проектира платка, при която са налични до 32 медни слоя, 14 технически слоя и четири вторични слоя. Освен, че е безплатна, тя предлага изключително много функции и улеснения за разработчика, като например симулатор, интерактивно маршрутизиране, DRC проверка и богата библиотека от електронни елементи, графични отпечатъци, 3D модели и възможност за създаване на собствени библиотеки (KiCad EDA, 2022). На фиг. 2 е представена схемата на разширителната платка, където като отделни зони могат да се видят проектираните компоненти.

Най-новите цифрови устройства стават все по-малки, по-бързи и по-енергийно ефективни и базовите логически елементи, работещи със захранващо напрежение от 5V, корелират с все по-ниски стандарти за напрежение като 3,3V, 2,5V, 1,8V и по-ниски, което води до необходимостта да се реализира ефективна и надеждна комуникация между несъответстващите си в логическите напрежения системи (Johanneck, D. 2021). Разработчиците трябва да могат да разчитат, че логическа 1 или логическа 0 са предвидими. За реализирането на *адаптера* (фиг. 2, level shifter) в този проект е използвано решение, което е с по-малка сложност и по-икономично от активните транслатори или адаптерни устройства – MOSFET транзисторът BSS138. Той е компактен, извършва транслация с висока честота и ефективност и осигурява широки нива на логическо напрежение и двупосочна комуникация. Проектиран е да понижи минимално съпротивлението при включено състояние, като същевременно осигурява надеждна и бърза производителност на превключване, подходяща за приложения с ниско напрежение и нисък ток. Логическите високи нива се постигат чрез повдигащи резистори. Гейтът на транзистора се поддържа на ниво на захранване с ниско напрежение. Когато никое устройство не консумира надолу по шината, сорсът се изтегля нагоре от повдигащите резистори с ниско напрежение. Напрежението на сорса е под прага и транзисторът не е проводящ. Това позволява шината на дрейна да бъде изтеглена нагоре от повдигащия резистор с по-високо напрежение. Шините от всяка страна на BSS138 се поддържат високи, но при различни нива на напрежение.

За *управление на звука* се използва двоично притеглен постъпков резисторен цифрово-аналогов преобразувател и операционен усилвател LM386 (фиг. 2, VGA sound DAC). Постъпковият резисторен ЦАП трансформира конкретен двоичен код в еквивалентен аналогов сигнал. Ако двоичният код, даден на входа се променя непрекъснато, то и изходът също ще се изменя в съответствие с него. Стойността на резисторите е кратна на две като резисторът с най-малко съпротивление представлява бита с най-голяма разрядност. LM386 е усилвател по мощност, предназначен за употреба в устройства с ниско напрежение и ниска честота. Въпреки, че работи на ниски напрежения, той има значителен коефициент

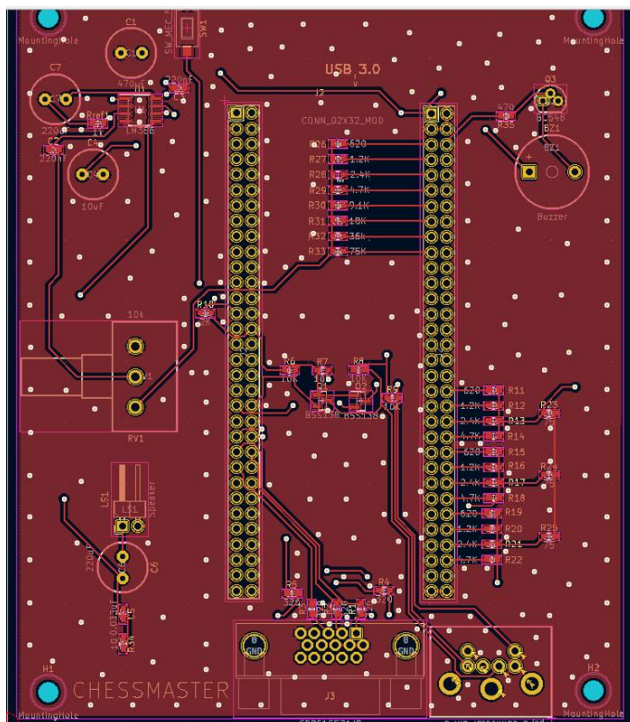
на усилване. Поради малкия си размер е подходящ за използване в устройства като радиоапарати, усилватели за музикални инструменти, мобилни телефони. Коефициентът му на усилване варира от 20 до 200.



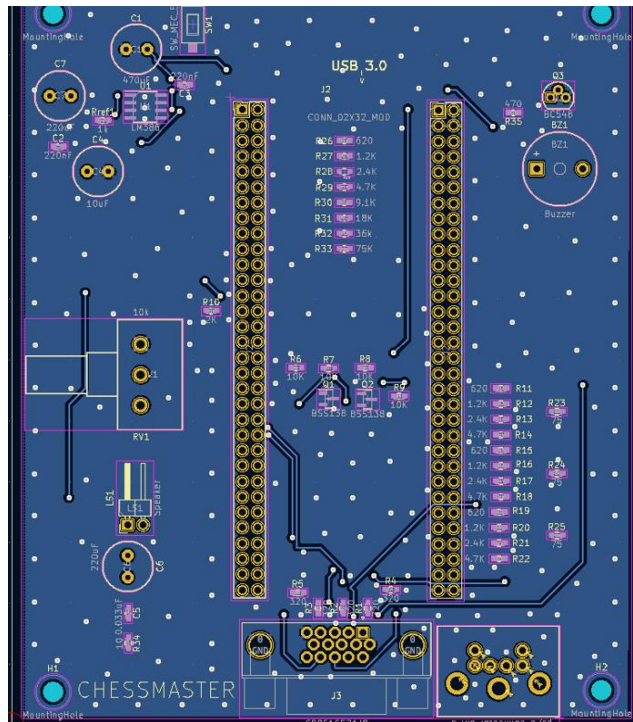
Фиг. 2. Схема на разширителната платка

За **управление на цветовете** е използван R-2R стъпков резисторен цифрово-аналогов преобразувател (фиг. 2, VGA colour DAC). Той използва закона на Кирхоф, който гласи, че сумата от токовете, влизащи във възел, трябва да бъде равна на сумата от токовете, напускащи дадения възел. В този ЦАП, във всеки възел, токът се разделя наполовина. Чрез превключване на токовете във всеки възел общият протичащ ток се претегля двоично. Когато през даден резистор протече повече ток, общото напрежение, което се появява е сумата от всички напрежения, появили се от всички други отделни протичащи токове. Друго предимство е, че импедансът навсякъде е един и същ във веригата. Този ЦАП е с токов изход, което означава, че двоичните му входове могат да бъдат свързани директно към портовете на развойната платка.

На фиг. 3 и 4 са дадени горният и долният слой на разработената печатна платка с графичните отпечатъци на компонентите, пистите, мрежите и проходните отвори, маркировките за ръба на платката и др. Конфигурирането на слоевете е извършено с помощта на редактора на печатни платки в средата KiCad като е извършена и DRC проверка за несвързани писти или компоненти, които са твърде близо един до друг. При проектирането на пистовите връзки между компонентите е спазено правилото да се избягват прави ъгли и остри завои, тъй като създават трудно предвидими прекъсвания на импеданса. Gerber и drill файловете също са генерирани от развойната среда като за gerber файловете е използван RS-274X формат.



Фиг. 3. Горен слой на печатната платка



Фиг. 4. Долен слой на печатната платка

Функционалност на проекта

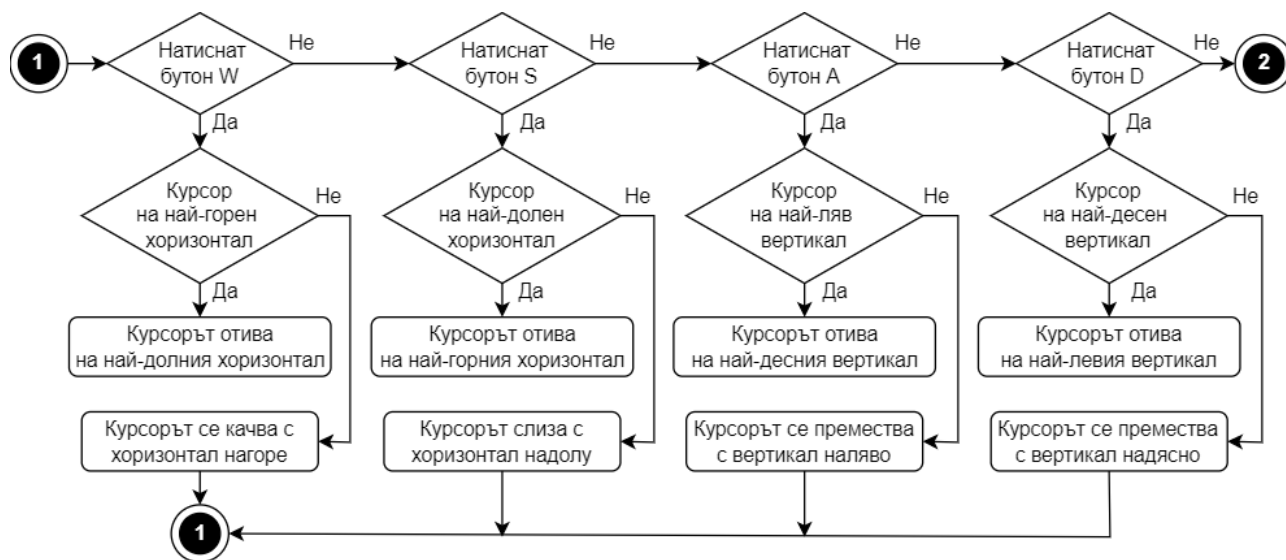
Функционалността на проекта е реализирана с помощта на езика за моделиране на хардуер VHDL. Логиката на играта се управлява от краен автомат с памет и едно от предизвикателствата е построяването на блок памет за направените ходове и неговото синхронизиране. За изчертаване на всяка от шахматните фигури е разработен отделен VHDL модул като е предвидено и непрекъснато опресняване на екрана при движение на фигурите. Разработени са и модули за звуково оформление като звукът се модулира с помощта на делител на честота. Предвидена е възможност за връщане на произволен брой ходове назад с цел разработката да бъде подходяща за самостоятелно разиграване на партии и за самообучение. При натискане на клавиша В последно направеният ход се отменя и часовникът сменя приоритета си – ако черните фигури са били на ход и той се отмени, белите фигури идват на ход и за техния часовник се стартира отброяване. Всички направени ходове се записват и съхраняват в блока памет, което позволява придвижване назад и напред по ходовете на партията с цел анализ на играта.

На фиг. 5, 6 и 7 са представени по-важните елементи от блоксхемата на алгоритъма на функциониране на играта, а именно – настройката на шахматния часовник, придвижването назад и напред по ходовете на играта, придвижването на курсора и местенето и вземането на фигури от шахматната дъска.

При стартиране на играта, на екрана се визуализират шахматните фигури, дъската и часовника. Анимирано заглавие се извежда постепенно буква по буква и започва музикалната интродукция като потребителят може да я спре с произволен клавиш. Звукът на играта може да бъде спрял при натискането на клавиша М (Mute), като е предвидена индикация в долния ляв ъгъл на екрана (X за спрял звук и нота за включен). Чрез бутоните W, A, S и D потребителят може да движи курсора по шахматната дъска. С бутона Space се избира фигура и съответно се поставя на дадено поле, ако правилата на шахматната игра позволяват това. С B (back) могат да се връщат всички направени ходове до изходно положение, докато с F (forward) могат да се преместват ходове напред, до последния направен ход. Преди стартиране на ход, ако се въведе последователно комбинацията S-E-T, могат да се настройчат часовниците на белите и на черните фигури, като не е задължително времето да е еднакво за двете страни. Последното е от особено значение, когато играта се

използва за самообучение за начинаещи. Текущата цифра на часовника премигва, подсказвайки, че подлежи на корекция. Всеки функциониращ бутон в играта е избран така, че да бъде интуитивен за играча и познат от други компютърни игри.

При вземането на дадена фигура, тя се появява извън дъската, а когато повече фигури от един вид бъдат взети, под картинката на фигурата се появява индикация „x2“ до „x8“. При успешно селектиране на фигура курсорът става зелен, когато е преместен върху приятелска фигура, червен ако е върху противникова и жълт при празно поле. При успешно селектиране или преместване на бяла или черна фигура и при успешно вземане или изтичане на времето на дадена страна, се пуска определена мелодия.



Фиг. 5. Алгоритъм на придвижване по дъската

ИЗВОДИ

Макар и да има множество разработени компютърно базирани, мобилни и конзолни шахматни игри, както и онлайн платформи за шахматни турнири, реализацията на шахматна игра с помощта на програмируема логика е едно нестандартно и доста предизвикателно решение, което може да породи значителен интерес у запалените шахматни играчи заради специфичната форма на управление на играта, а още повече у почитателите на компютърния хардуер и по-конкретно на базираните на FPGA проекти като този интерес ще се простира не само над играта, но и над реализацията на функционалностите с помощта на езика за моделиране на хардуер VHDL.

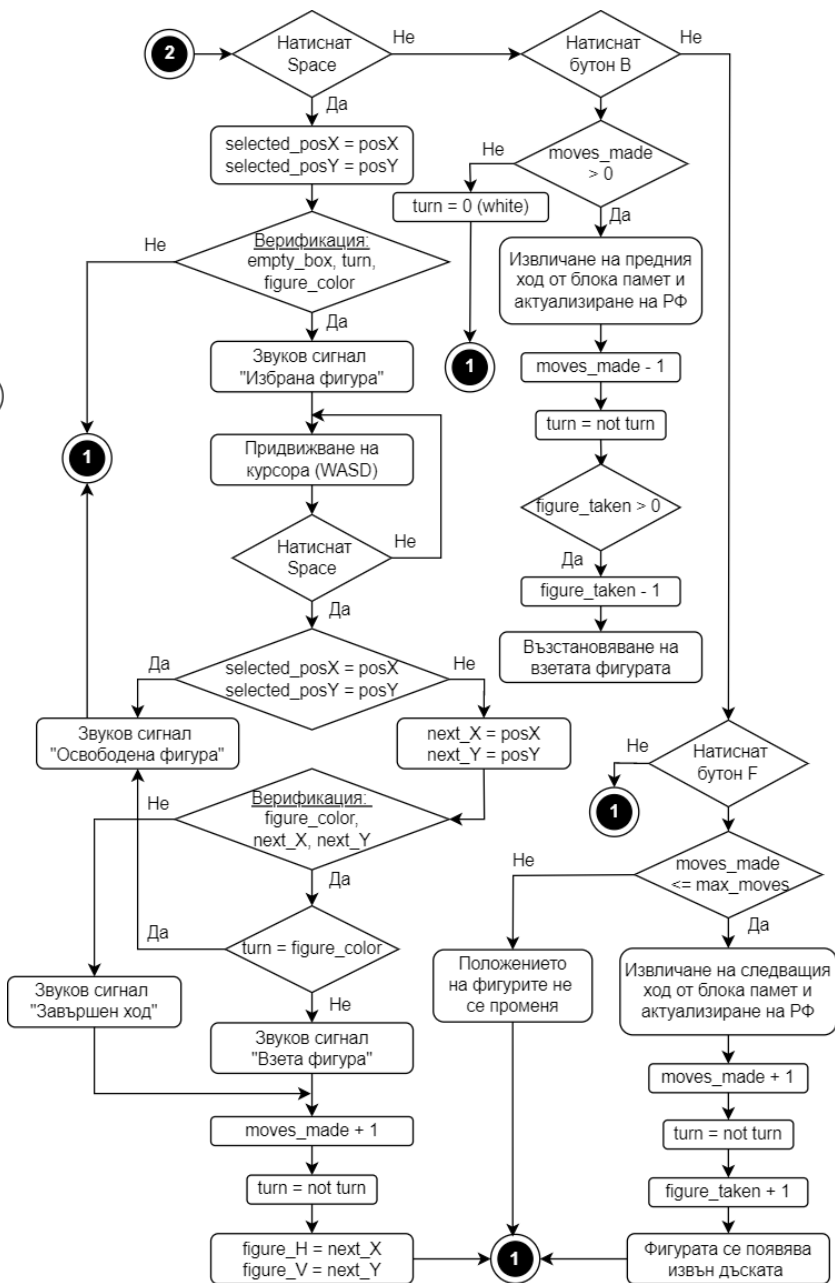
На този етап проектираната система позволява играенето на шах по същия начин, по който това би се извършвало на живо – без строго определени ограничения в движенията на фигурите, но все пак е осигурена възможност за връщане на произволен брой ходове назад, което прави разработката особено подходяща за самостоятелно разиграване на партии и за тепърва прощаващи шахматисти. След връщане на няколко хода назад играчът може да се придвижи в обратна посока и да възстанови изходното състояние, като за реализация на тези функционалности е разработен блок памет, който пази информация за направените ходове.

Реализацията на VGA и PS/2 протоколите за комуникация позволява свързване на системата навсякъде, където е налична PS/2 клавиатура и монитор с VGA вход. Работи се върху реализирането на по-съвременни и по-усъвършенствани технологии за въвеждане и извеждане на данни чрез USB и HDMI, а една по-смела идея е да се направи опит за моделиране на виртуален шахматен съперник.

Концепцията на проекта и реализацията на функциите на системата могат да служат за еталон при разработката на други базирани на FPGA електронни игри или проекти, които позволяват на потребителя взаимодействие с клавиатура и монитор.



Фиг. 6. Сверяване на часовника



Фиг. 7. Местене и вземане на фигури и придвижване назад и напред по ходовете на играта

REFERENCES

- Artix-7 FPGA Family. (2022). URL: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/artix-7.html>, (Last visited: July, 2022).
- Boulé, M., Zilic, Z. (2002). An FPGA Move Generator for the Game of Chess. ICGA Journal, Vol. 25, No. 2.
- Donninger, Ch. Kure, A., Lorenz, U. (2004). Parallel Brutus: The First Distributed, FPGA Accelerated Chess Program. 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2004. Proceedings., 2004, pp. 44-, doi: 10.1109/IPDPS.2004.1302962.
- Donninger, C., Lorenz, U. (2004). The Chess Monster Hydra. In: Field Programmable Logic and Application. FPL 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3203. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30117-2_101.
- Greenemeier, L. (2017). 20 Years after Deep Blue: How AI Has Advanced Since Conquering Chess. Scientific American. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/20-years-after-deep-blue-how-ai-has-advanced-since-conquering-chess/>, (Last visited: July, 2022).
- Johanneck, D. (2021). Logic Level Shifting Basics: Mixing high and low logic level voltages in communication and GPIO. URL: <https://www.digikey.com/en/blog/logic-level-shifting-basics> (Last visited: July, 2022).
- KiCad EDA: A Cross Platform and Open Source Electronics Design Automation Suite. (2022). URL: <https://www.kicad.org/>, (Last visited: July, 2022).
- Lackey, J. (2006). Chessmaster 10th Edition Review. URL: <https://www.gamespot.com/reviews/chessmaster-10th-edition-review/1900-6106812/>, (Last visited: July, 2022).
- Next Chess Move. (2022). URL: <https://nextchessmove.com/>, (Last visited: July, 2022).
- Online chess platform. (2022). URL: <https://lichess.org/>, (Last visited: July, 2022).
- VONSET chess computer. (2022). URL: <https://www.vonsetchess.com/products/touch-electronic-chess-game-strategy-games-computer-for-kids-improving-chess-skills-portable-travel-chess-computer-set-for-adults-unique-chess-sets-pen-with-large-display-gift>, (Last visited: July, 2022).
- ZTEX FPGA Boards with Open Source SDK. (2022). URL: <https://www.ztex.de/>, (Last visited: July, 2022).

A WEB BASED SYSTEM FOR OPERATIONS MANAGEMENT OF SPECIALISTS IN AN OCCUPATIONAL CENTER²¹

Dimitar Penchev – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 89 5445 580
E-mail: dpenchev98@abv.bg

Assist. Prof. Pavel Zlatarov, M. Eng.

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 827
E-mail: pzlatarov@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper discusses the design and development of a specialized software system aimed at specialists in the field of ergotherapy. With the rapid development of information and communication technologies (ICT) and their increased usage in almost all areas of life, there is great potential to help specialists in a given field by developing a specialized software system. Nowadays, virtually all healthcare offices are equipped with a personal computer, but not all of them have the necessary software tools to handle the increasing volume of documentation that needs to be generated or handled during everyday operations. The proposed system is aimed at the Centre for Social Rehabilitation and Integration, which needs an effective way to manage its clients and schedule.*

Keywords: *ergotherapy, specialized software, web-based software*

ВЪВЕДЕНИЕ

Информационните и комуникационни технологии (ИКТ) бележат особено високи темпове на развитие в последните три десетилетия, навлизайки във всяка една сфера от живота и разширявайки пределите си. Чрез тях е възможно е да се реализира решение на голям набор от проблеми и задачи, от широк спектър предметни области, чрез специализиран софтуерен продукт или система, които да бъдат насочени пряко към дейността на специалистите в конкретната сфера.

В съвременните условия на работа не съществува кабинет в областта на здравните грижи, който да не е снабден с персонален компютър, което обуславя необходимостта от специализирани софтуерни продукти в областта на здравеопазването, в частност - ерготерапията.

ЦСРИ (Център за социална рехабилитация и интеграция) е специализирано звено към Асоциацията на българските ерготерапевти, която обединява усилията на ерготерапевтите в България за промоция, утвърждаване и развитие на ерготерапевтичната практика, образование и научноизследователска дейност, както и за подкрепа, защита и професионално развитие на своите членове, и спазване на правата и интересите на техните потребители. Центърът се стреми към високо качество и достъпност на ерготерапевтичните услуги, предоставени адаптивни средства и подкрепяща среда за всички нуждаещи се от дейностни ограничения с цел пълноценното им и активно участие в общността и подобряване качеството им на живот.

Проблемът с огромния обем документация, която трябва да се обработва, не подминава и ерготерапевтичните центрове. Обемът документи, свързани с предлаганите от тях услуги, се увеличава непрекъснато, което води до затруднения с обработката на

²¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии с оригинално заглавие на български език: „УЕБ БАЗИРАНО ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ ДЕЙНОСТТА НА ЕРГОТЕРАПЕВТИЧЕН ЦЕНТЪР“.

документите без помощта на специално разработени продукти от сферата на информационните и комуникационни технологии; този проблем може да се реши чрез системно и периодично добавяне и въвеждане на нови начини за тяхната обработка.

Използването на специализирана софтуерна система би решило проблеми, свързани с изготвяне на точен график за провеждането на ерготерапевтичните сесии. Поради нарастващата всеобхватност на възможностите на ИТ продуктите, може етапно да се въвеждат нови функционалности, които да запълнят пропуски, да внасят допълнителни улеснения и да подобрят качеството на работа на специалистите около процеса на провеждането на самите сесии.

Разработването на надеждна софтуерна система изисква внедряването на редица специализирани алгоритми. При достигане на определено ниво на трудност се преминава към модулно изграждане на системата, като се разделя на функционални модули, които могат да работят самостоятелно, като изграждането се извършва постепенно - модул по модул.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Функционалности на предложената система

За решаването на някои от проблемите, срещани от специалистите в ЦСРИ, свързани с поддържането на документацията, а именно поддръжка на актуален график на дейностите и попълване на дейностите, извършвани с клиентите, в индивидуалните им досиета (потребителски карти), е разработена уеб базирана система със следната основна функционалност:

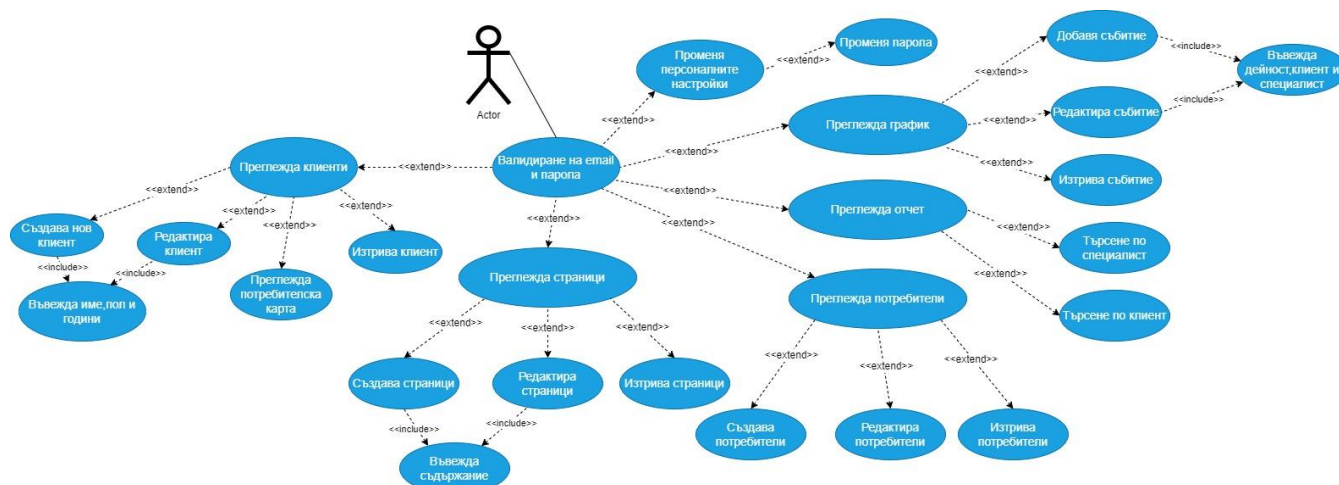
- **Възможност за регистрация на клиенти** – поддържане на актуален списък с клиенти на Центъра в базата от данни; за да бъде регистриран клиент се изискват някои основни данни за тях (име, възраст, пол), като е дадена възможност да се въвеждат и допълнителни бележки, видими единствено от специалистите в Центъра. Всеки клиент притежава и т.нар. потребителска карта, която представлява списък с дейностите, извършвани от специалистите с конкретния клиент; един запис от потребителската карта включва описание на дейността, име на специалиста и дата и час на извършването ѝ.
- **Поддръжка на актуален график на дейностите** – системата позволява динамичното управление на графика на всички специалисти от Центъра; управлението му се извършва чрез интерактивен елемент – календар. Използвайки календара, всеки специалист може да насрочва произволно избрано време (в рамките на работното време на Центъра) за ерготерапевтични сесии и други свързани дейности с клиенти на Центъра.
- **Поддръжка на потребителски карти за клиентите** – освен основните данни за всеки клиент, системата поддържа и актуален списък с извършените с него ерготерапевтични дейности; при добавяне на дейност в графика, тя автоматично се добавя и в потребителската карта на клиента, което улеснява и автоматизира въвеждането на информация в потребителските карти и значително намалява вероятността за допускане на грешки.

Целеви потребителски групи

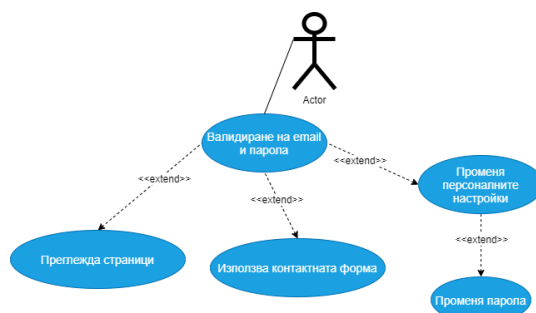
Приложението е предвидено да се използва от две основни потребителски групи:

- **Администратор (специалист)** – има пълен достъп до възможностите на системата. Има право както да разглежда, така и да добавя и редактира елементи. Може да прави промени по графика и потребителската карта на клиентите.
- **Потребител** – има ограничени възможности; взаимодейства предимно с информационната част на приложението.

На Фиг. 1 е показана диаграма на случаите на употреба, илюстрираща възможностите, които имат администраторите, а на Фиг. 2 - диаграма на случаите на употреба на потребител.



Фиг. 1 Диаграма на случаите на употреба на администратор



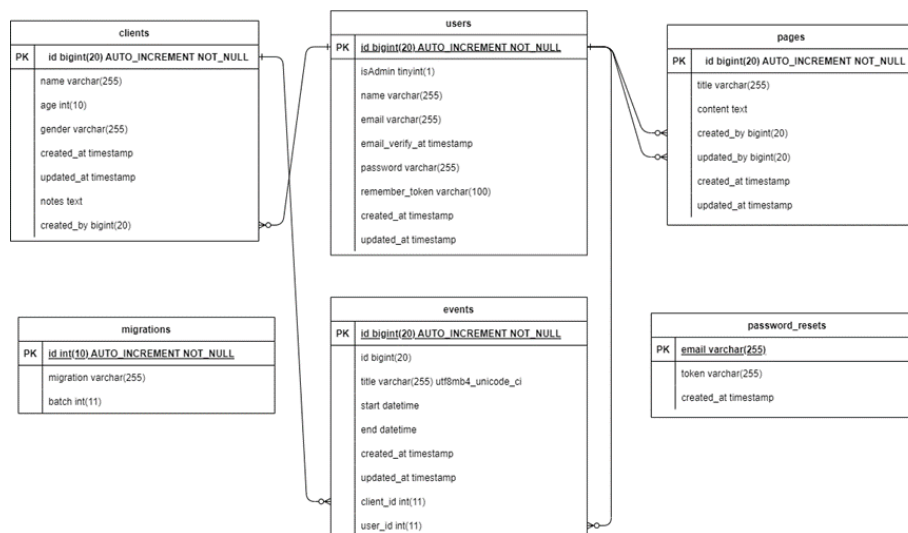
Фиг. 2 Диаграма на случаите на употреба на потребител

Съхранение на данни. Релационен модел на базата от данни.

Тъй като приложението работи с данни, които следва да бъдат съхранявани, удачно е за тяхното съхранение да се използва база от данни (БД). Релационните бази данни правят лесно използването на сложни заявки и осигуряват гъвкавост при извличането и анализирането на данните. Нерелационните бази от данни работят добре с големи количества данни, намаляват латентността и подобряват производителността; често се употребяват и при неструктурирани или частично структурирани данни. Тъй като обемът на данни, съхранявани от приложението, е сравнително неголям, а данните са структурирани, подходяща за постигане на целта би била релационна база от данни.

За съхранение на данните, необходими за нормалното функциониране на приложението, е избрана релационна система за управление на бази от данни (СУБД) MariaDB.

На Фиг. 3 е показан релационния модел на БД.



Фиг. 3 Релационен модел на базата от данни

Потребителски интерфейс. Архитектура и технически средства за реализация.

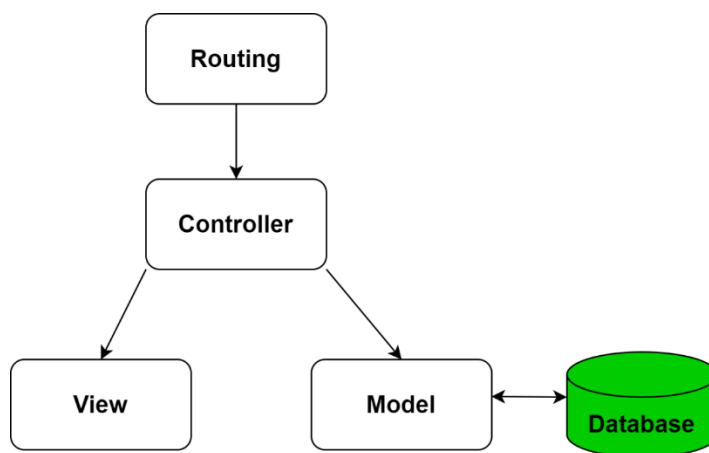
Интерфейсът е изграден на базата на Bootstrap и Tailwind – HTML/CSS framework. Използваните езици са HTML5, CSS3, JavaScript, PHP, jQuery. Основна цел на интерфейса е да бъде максимално изчистен и да позволява на потребителя да работи лесно и удобно с приложението.

При разработката на приложението са използвани съвременни уеб стандарти, като се цели максимална съвместимост с повечето модерни уеб браузъри.

За разработката на приложението са използвани програмният език PHP и рамката Laravel, основана на архитектурния шаблон Model-View-Controller (MVC). Той се състои от три основни елемента:

- **Модел** – централен компонент в MVC шаблона. Представява динамичната структура от данни на приложението, независима от потребителския интерфейс. Моделите отговарят за достъпа до данните и съдържат бизнес логика, необходима за тяхната обработка.
- **Изглед** – отговаря за представянето на данните и представлява шаблон, дефиниращ формата на отговорите, върнати при подаване на потребителски заявки. При уеб приложенията най-често изгледите представляват шаблон или „скелет“ на уеб страница и съдържат HTML и логически структури, но според спецификата на конкретното приложение, може да дефинират и други формати за представяне (JSON, XML и др.).
- **Контролер** – основната му задача е да приема потребителския вход (т.е. данните, които потребителя въвежда, неговите заявки и т.н.) и да използва подходящите модели и изгледи, така че потребителят да получи подходящ за неговата заявка отговор.

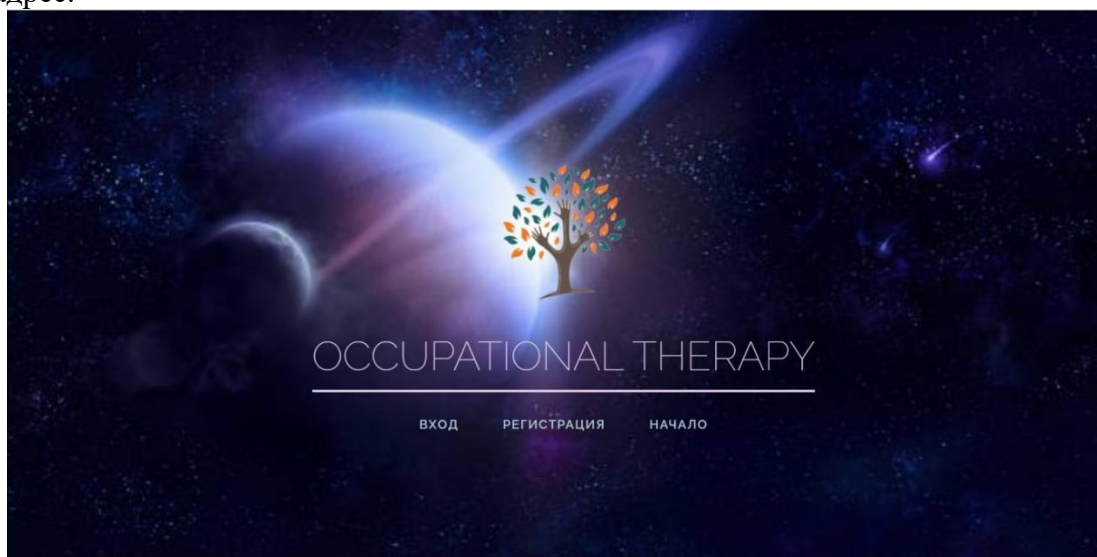
На Фиг. 4 е показано опростено графично представяне на архитектурния шаблон MVC.



Фиг. 4 Архитектурен шаблон MVC

Реализация

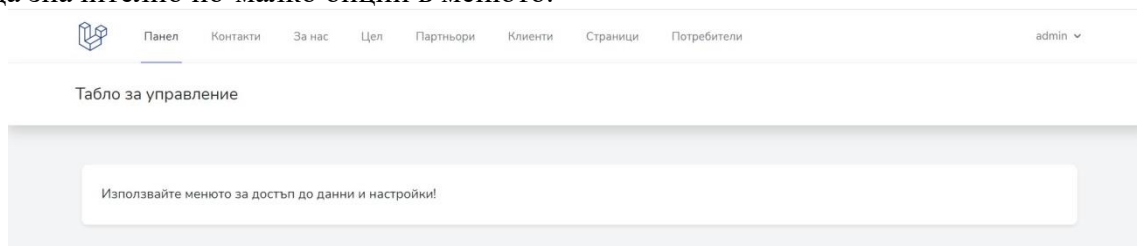
На Фиг. 5 е показана началната страница на приложението, видима при зареждане на неговия адрес.



Фиг. 5 Начален екран на приложението

При опит за достъп до системата се появява опция за вход, която насочва потребителя да влезе в системата с име и парола. От същия екран е достъпен и линк за регистрация на нов потребител.

След успешен вход в системата се появява началния екран, който съдържа меню за достъп до функциите на системата. На Фиг. 6 е показана екранна снимка на менюто при вписан административен потребител; ако потребителят няма административен достъп, той ще вижда значително по-малко опции в менюто.



Фиг. 6 Меню за достъп до функциите на приложението

Тъй като дейността на ерготерапевтичните центрове и специалисти се изразява в ежедневна работа с клиенти, модулът за управление на клиенти е един от централните в

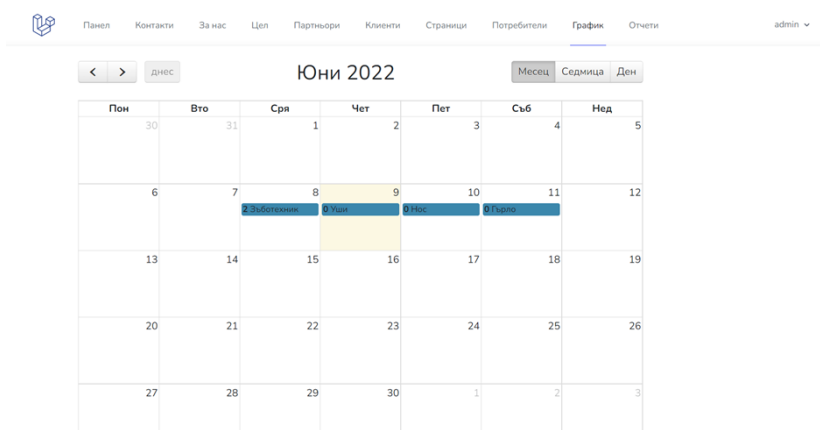
системата. На Фиг. 7 е показана формата за добавяне/редактиране на клиенти, а на Фиг. 8 - екранът за управлението им.

Фиг. 7 Форма за добавяне/редактиране на клиенти

ИД	ИМЕ	ПОЛ	ГОДИНИ	ОПЦИИ
1	Димитър	23	Мъж	Покажи карта Редактирай Изтрий
2	Дамян	23	Мъж	Покажи карта Редактирай Изтрий
3	Павел	28	Мъж	Покажи карта Редактирай Изтрий
4	Георги	21	Мъж	Покажи карта Редактирай Изтрий

Фиг. 8 Екран за управление на клиенти

Освен този за управление на клиенти, друг централен за системата модул е графикът, в който специалистите могат да добавят дейности и събития. Графикът се визуализира под формата на интерактивен календар, показващ всички отминали и предстоящи събития през съответния период. Специалистите могат да взаимодействат с календара – могат да променят изгледа му (визуализация на месец, седмица или конкретен ден), както и да добавят дейности чрез избор на съответния ден и час с мишката. На Фиг. 9 е показан примерен график с месечен изглед.



Фиг. 9 Месечен изглед на графика

При щракване с мишката върху празно поле от графика се отваря прозорец, в който специалистът има възможност да попълни данните за конкретното събитие (Фиг. 10) – дейност, клиент и специалист. Клиентът и специалистът се избират от падащи менюта, което намалява вероятността за грешки.

Добави събитие

Начален час:

Краен час:

Дейност:

Клиент:

Изберете

Специалист:

Изберете

Добави Изход

Фиг. 10 Прозорец за добавяне на събитие в графика

Не на последно място, при избор на опцията „Потребителска карта“ от страницата за управление на клиенти, специалистът може да преглежда потребителските карти, т.е. списъкът с дейности, извършвани с конкретен клиент (Фиг. 11). Предвидена е и възможност за генериране на отчети за извършените дейности, с възможност за избор на период, специалист и клиент. Критериите могат да се комбинират произволно, което позволява, например, да бъдат намерени дейности, извършвани в конкретен период с конкретен клиент.

Панел Контакти За нас Цел Партньори Клиенти Страници Потребители График Отчети admin

Потребителска карта на Димитър

< Назад

НАЧАЛЕН ЧАС	КРАЕН ЧАС	ДЕЙНОСТ	СПЕЦИАЛИСТ
11-05-22 12:05	12-05-22 12:05	Разговор1	admin
13-05-22 12:05	14-05-22 12:05	Разговор1	admin
11-06-22 12:06	12-06-22 12:06	Гърло	admin

Фиг. 11 Потребителска карта на клиент

ИЗВОДИ

Изложената софтуерна система би могла да улесни специалисти в сферата на ерготерапията, клиентите и техните близки. Към настоящия момент, тя може да се използва за преглеждане на клиенти, страници, потребителски карти на клиенти, добавяне на събития в график, търсене по специалист или клиент; в момента системата се намира в пилотен стадий. На по-късен етап могат да се добавят нови функционалности, които още повече да оптимизират дейността на специалистите в центъра.

Допълнителното развитие на системата може да я превърне в иновативен и удобен продукт за управление на ерготерапевтична дейност. Тъй като все още няма развит софтуерен продукт за тази цел, приложението би могло да се развие до степен, в която да има и потенциал за широко разпространение в сферата на здравеопазването.

Използването на системата в реална работна среда би могло да окаже пряк положителен ефект върху качеството и точността на извършваните ерготерапевтични

дейности и услуги, както и да осигури бързото намиране на информацията относно дейностите, свързани с ерготерапевтичните сесии, както и данните за всеки един клиент.

Предвижда се системата да бъде по-добре оптимизирана за работа с мобилни устройства (смартфони, таблети), както и да се добавят още функционалности за удобство на потребителите, ползващи системата.

REFERENCES

- ProHealth (2022). *ИТ в здравеопазването – тенденции и перспективи* – Център за информационно осигуряване България. URL: <https://prohealthware.com/bg/healthcare-information-technology-trends-in-2022/> (Accessed on May 10th, 2022)
- Nakov, S. et al. (2017) *Programming basics with C#*. Sofia, Faber Publishing. ISBN 978-619-00-0635-0, 28-30. (**Оригинално заглавие:** *Наков, С. и др. (2017). Основи на програмирането със C#. София, Издателство Фабер.*)
- Otto, M. et al. (2022). *Bootstrap Documentation*. <https://getbootstrap.com/docs/5.2/getting-started/introduction/> (Accessed on May 14th, 2022)
- Baoshuo, R. et al. (2022). *jQuery Documentation*. <https://jquery.com/> (Accessed on May 14th, 2022)
- Katsarov, G (2018). *What's the history of the PHP language?* <https://softuni.bg/blog/most-important-things-in-the-php-evolution> (Accessed on May 15th, 2022) (**Оригинално заглавие:** *Кацаров, Г. (2018). Каква е историята на езика PHP?*)
- Otwell, T. et al. (2022). *Laravel Documentation*. <https://laravel.com/docs/8.x> (Accessed on May 15th, 2022)
- Superhosting Support Team (2022). *Relational and non-relational databases (SQL/NoSQL)* <https://help.superhosting.bg/sql-nosql-databases.html> (Accessed on May 15th, 2022) (**Оригинално заглавие:** *Релационни и нерелационни бази данни (SQL / NoSQL)*)
- Katsarov, G (2018). *What is Model-View-Controller?* <https://softuni.bg/blog/what-is-model-view-controller-architecture-pattern> (Accessed on May 15th, 2022) (**Оригинално заглавие:** *Кацаров, Г. (2018). Какво е Model-View-Controller?*)
- Ivanova, G. (2016-2022). *Software Engineering*. University of Ruse, e-Learning Shell 2 <https://e-learning.uni-ruse.bg> (Accessed on May 12th, 2022) (**Оригинално заглавие:** *Иванова, Г. (2016-2022), Учебни материали по Софтуерно инженерство*)

WEB-BASED CRYPTOCURRENCY PAYMENT SYSTEM²²

Nedim Ahmedov – Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359897014495
E-mail: ykselov@gmail.com

Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-827
E-mail: eibryamova@ecs.uni-ruse.bg

Abstract: Over recent years, Bitcoin has become well known decentralized cryptocurrency. This innovation has the potential to play an essential role in our next digital era, as the underlying technology specializes in data security. The paper presents the developing process of a Web-based cryptocurrency payment system. The purpose of the Web-based cryptocurrency payment system is to allow students studying at the University of Ruse to invest in innovative technology to pay their fees and become part of this revolution in the era of payments.

Keywords: Bitcoin, Cryptocurrency, Payment, University Taxes, Blockchain, Smart contracts, Peer-to-peer, Decentralization.

ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на технологиите позволява безпроблемни онлайн плащания, парични преводи и инвестиции в рамките на няколко минути. Достойна алтернатива на традиционните парични политики на правителствата по света и централните банки са цифровите валути или така наречените криптовалути. Те са отражение на настоящите тенденции всяка една област в живота на съвременното общество да съществува и във виртуалното пространство. Криптовалутите са вече приемливо и търсено средство за плащане, променящи начина на предоставяне на финансови услуги, премахващи посредниците и маргинализирайки ролята на финансовите институции (Mikołajewicz-Woźniak, and et al, 2015). Позволяват сигурни и незабавни транзакции, използващи принципа на криптографията. Ключовата иновация в това отношение е въвеждането на „разпределена книга“, която позволява използването на цифрова валута в децентрализирана платежна система. Всеки цифров запис на валута отваря възможността тя да бъде копирана и изразходвана повече от веднъж. С конвенционалните банкови депозити, банки притежават цифровия запис и се доверяват, за да гарантират неговата валидност. При цифровите валути, напротив, счетоводната книга, съдържаща записът на всички транзакции от всички потребители е публично достъпен за всички. Вместо да изискват потребителите да имат доверие в специални институции, се разчита на мрежата и правилата, установени за надеждно сменете счетоводната книга (Ali, and et al, 2014). Биткойн е едновременно две неща – дигитална валутна единица и глобална мрежа за разплащания, чрез която може да се изпращат и получават валутни единици. И валутата, и мрежата за разплащания носят едно и също име – биткойн.

Защо този нов начин на разплащане да не се приложи и в университетите, например при заплащане на студентските такси за обучение? Bentley University, частна институция с около 5000 студенти в Уалтхам, Масачузетс, приема вече криптовалути за плащания от

²² Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии с оригинално заглавие на български език: УЕБ-БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА РАЗПЛАЩАНЕ С КРИПТОВАЛУТА.

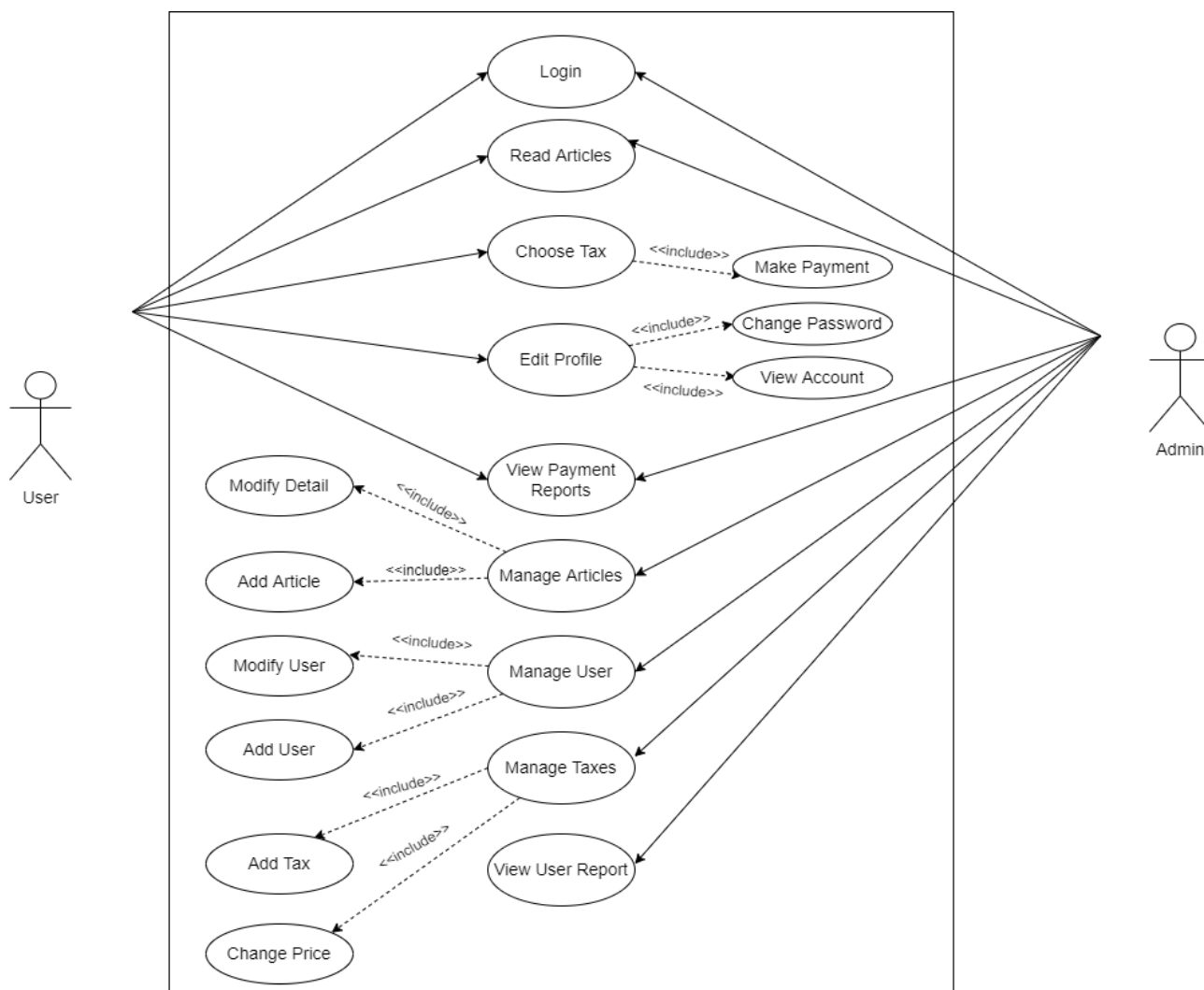
страна на студентите. Bentley е един от 10-те най-добри бизнес колежи в САЩ през 2020 г. според Money (<https://money.com/>). Висшето училище партнира с борсата за криптовалута Coinbase, за да приема биткойн, етериум и USD Coin. В същото време университетът (Mitra, M., 2022).

В настоящия доклад се представят различните етапи и технологични процеси на създаване, проектиране и разработване на уеб-базирана система за разплащане с криптовалута в полза на студентите от Русенски университет. Същевременно предлаганото решение цели да подпомогне студентите с информация и съвети относно бъдещи инвестиции.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Функционален модел

В диаграмата на случаите на употребата (Фиг. 1) са представени функционалностите на приложението. Тя показва всичките възможни действия, които потребителят и администраторът могат да направят. Например, потребителят има възможност да прави вход в системата, да чете статии, да извършва плащания, да редактира своя профил и да вижда история на транзакциите. Администраторът също прави вход в системата, чете статии, вижда история на транзакциите, също така може да редактира статии, да управлява потребителските профили, да редактира таксите, и да вижда информация за всички потребители.



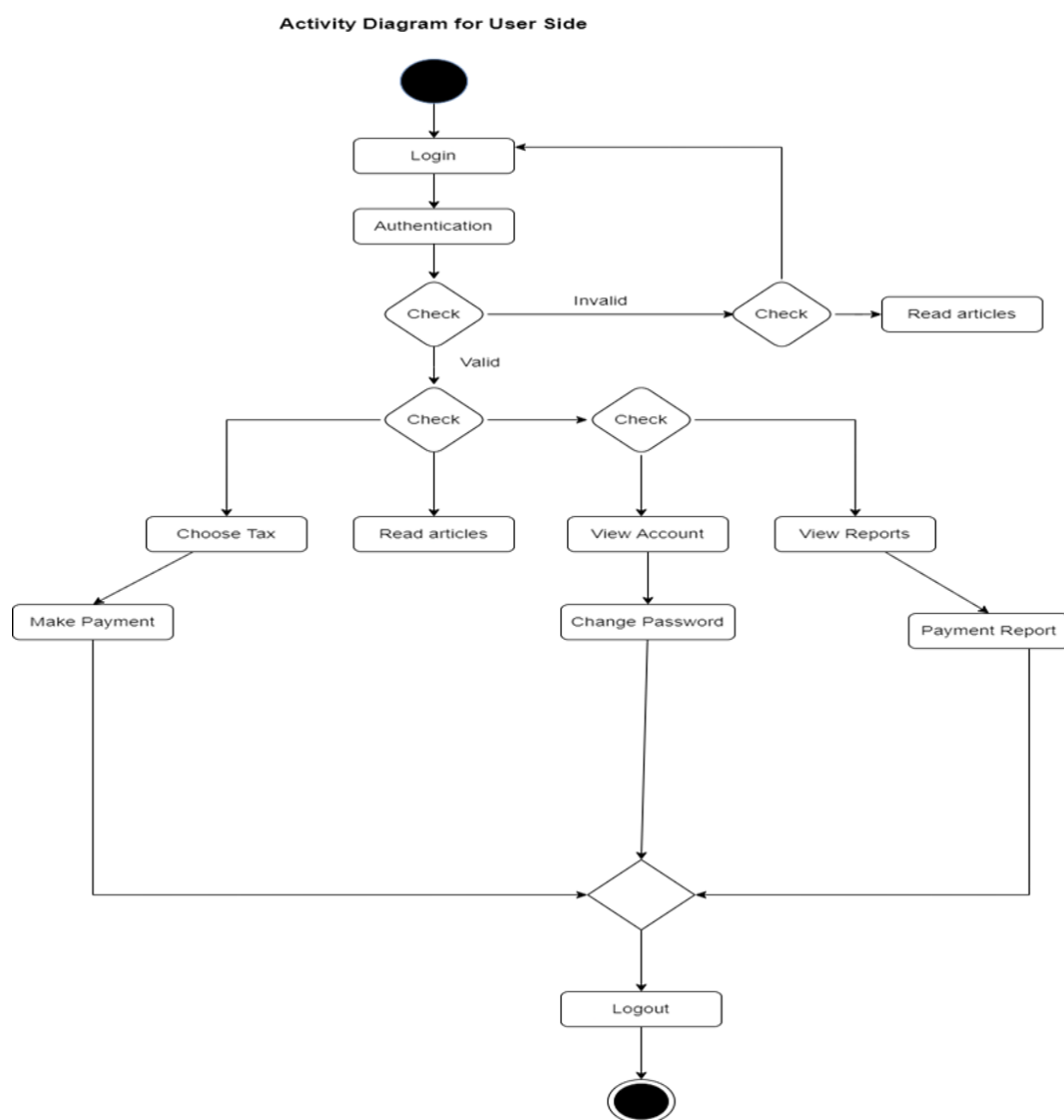
Фиг.1 Диаграма на случаите на употреба

В диаграмата на дейности (Фиг. 2 и Фиг. 3.) е показан по-подробно целият процес на системата. Процесите са разделени на такива, които се извършват от потребителя и от администратора. За да използва системата, потребителят трябва да има регистрация. При опит за вход и неуспешна автентификация, потребителят може да продължи да използва системата, само за да чете статии. При успешна автентификация потребителят има възможност да премине към плащане на своята такса или да направи справка за минали транзакции.

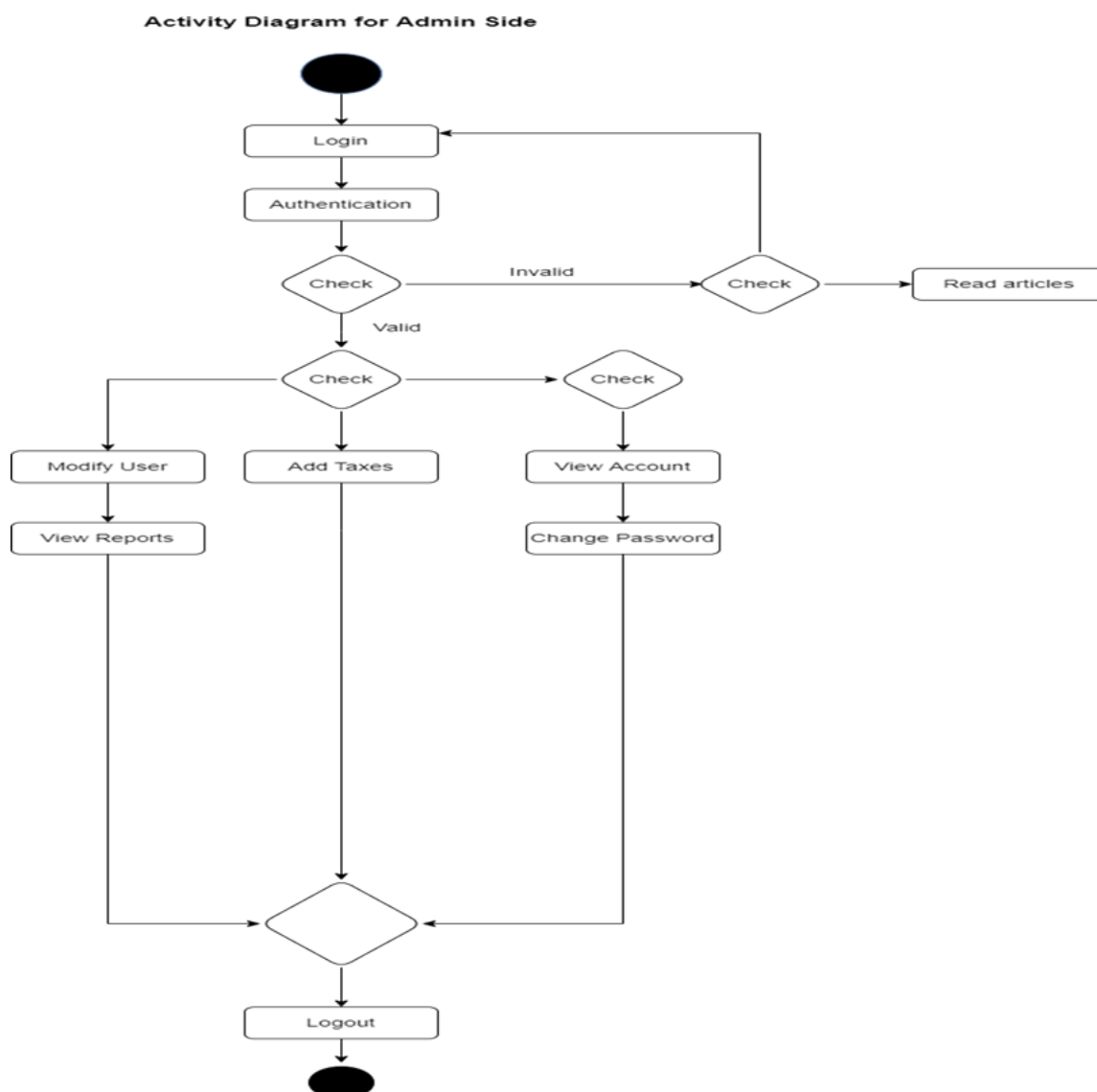
Обща концепция на програмата

Студентите от Русенски университет, които имат интерес в сферата на криптовалутите, ще имат възможността да инвестират в една иновативна технология, с която могат да заплатят своите такси и да станат част от тази революция на ерата на разплащанията.

Извършването на плащане в системата е улеснен процес в три стъпки, който отнема няколко минути. Системата използва професионално решение за разплащане с BTCPay, с който всички средства постъпват директно в портфейла, който е свързан към BTCPay и в нито един момент друг човек или компания нямат достъп до тези средства.



Фиг.2 Описание на действията, които извършва потребителят

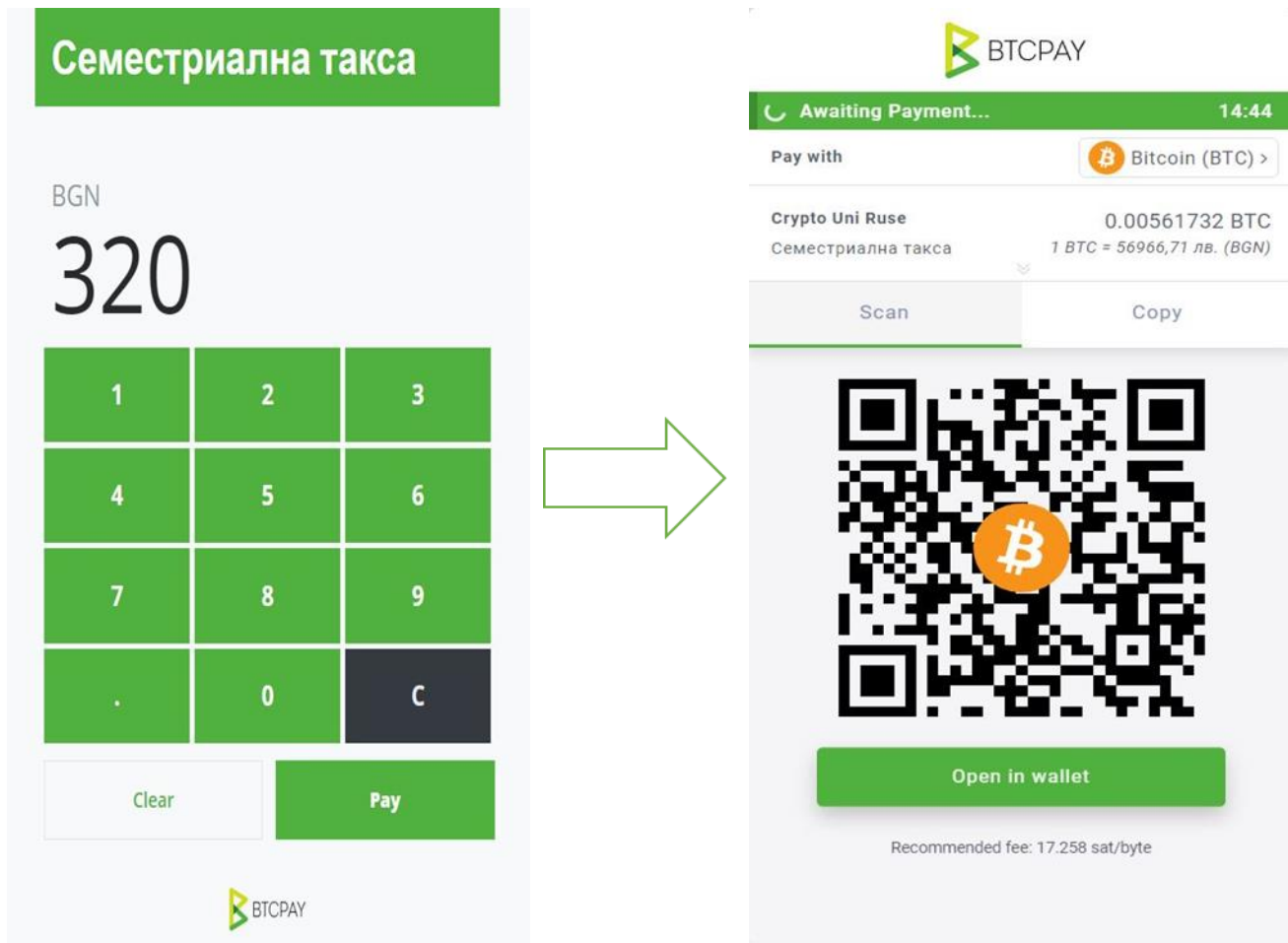


Фиг.3 Описание на действията, които извършва администратора

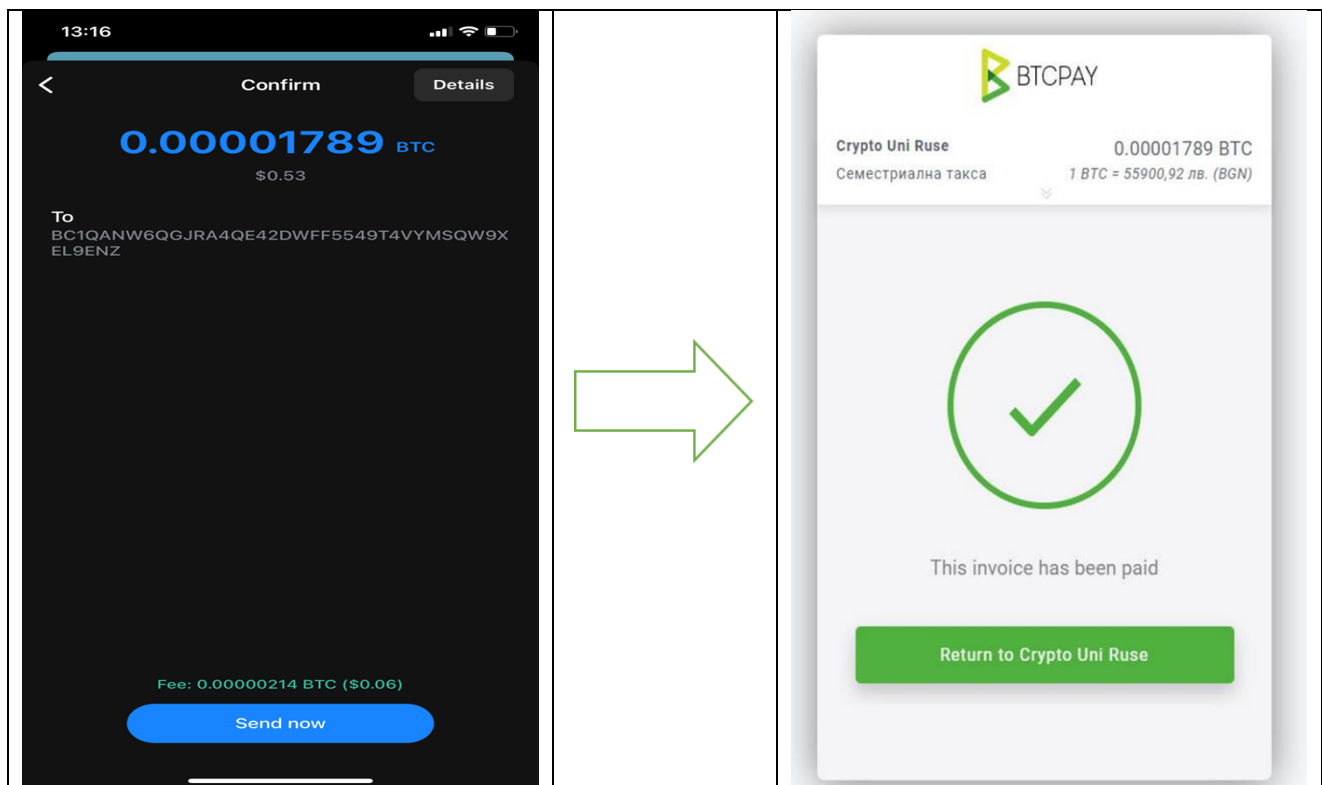
Стъпка 1 за извършване на плащане е да се въведе в POS терминала сумата, която трябва да се заплати и да се натисне Pay. След това се извежда фактура със следната информация: Време за извършване на плащането, Криптовалутата, с която ще се извърши плащането и под нея моментната цена на тази криптовалута в лева и накрая най-важната част – QR код, в който предварително е конфигуриран адреса на крипто портфейла, на който ще бъдат изпратени средствата.

Стъпка 2 е отваряне крипто- портфейла от мобилно устройство и сканиране на вече генерирания QR код.

Стъпка 3: извежда се информация за сумата, която трябва да се изпрати в Биткойн, адреса, на който ще се изпратят средствата и таксата за извършване на транзакцията. След преглед на информацията, тя може да се потвърди. При успешно извършване на транзакцията се изпраща съобщение с потвърждение и с това плащането приключва.



Фиг. 4. Интерфейс на системата



Фиг. 5. Интерфейс на системата

ИЗВОДИ

Понастоящем криптовалутите са едни от най-напредналите в техническо отношение платежни средства. От друга страна, те са не само средство за разплащане, но и много интересен инвестиционен актив, средство за съхранение на стойност и технологична ценност. Представената разработка включва разплащане с биткойн за целите на университет, където е възможно студентите да заплащат семестриалните си такси в криптовалута. Системата предоставя на потребителите да проследяват плащанията и да предлагат минали транзакции. В бъдеще се предвижда разширяване възможностите на системата, като се добавят различни видове такси, които да могат да се заплащат.

REFERENCES

Ali, R. *et al.*, 2014. The economics of digital currencies. Bank Engl Q Bull <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/digital-currencies/the-economics-of-digital-currencies> [Accessed 14 June 2022].

Mikołajewicz-Woźniak, A. *et al.*, 2015. Virtual currency schemes — the future of financial services, Foresight.

Mitra, M. (2022). Crypto for College: Students at This School Can Now Pay Their Tuition in Bitcoin. Editor: Brad Tuttle. <https://money.com/crypto-for-college-tuition-bentley/> [Accessed 14 June 2022].

A BUILDER OF VISUAL COMPONENTS AND DIAGRAMS FOR GENERATION OF LEVELS IN EDUCATIONAL GAME²³

Diyan Yordanov – Student

Department of Computer Systems and Technologies,

University of Ruse “Angel Kanchev”

E-mail: birbo2908@gmail.com

Assoc. Prof. Aneliya Ivanova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,

University of Ruse “Angel Kanchev”

Phone: 082-888 827

E-mail: aivanova@uni-ruse.bg

Abstract: STEM education is actively invading every stage of preschool and school education. The implementation of STEM education in elementary school responds to the idea that the childhood development is an irreversible process and the earlier the learning begins the better. The introduction to the basic logic gates is an area of the engineering knowledge not yet exploited in STEM. This calls for a solution using an interactive software application which children can experiment with and learn from. In order to be truly intriguing for children, the introduction to the basic logic gates needs to be presented in the form of a game experience. A major problem in the implementation of the game, however, is the need to develop a level system with increasing complexity. In order to automate this process, it is appropriate to create a separate application - a level builder, which allows construction of a diagram for each level of the game through routine manipulations over visual objects without the need to write programming code. Such an application will not only facilitate and speed up the implementation of the levels, but also will provide an opportunity for active learning by giving the task to create diagrams to high school students who already have basic knowledge in the field. The diagrams generated by the students will be subsequently used in the game levels.

Keywords: STEM, Basic Logic Gates, Educational Game, Visual Component, Digital Library

ВЪВЕДЕНИЕ

STEM обучението все по-интензивно навлиза във всеки един етап от предучилищното и училищното образование като решаването на проблеми е едно от най-важните умения, които децата е необходимо да развият. То ги подготвя да се справят с по-сложни академични и лични предизвикателства, с които ще се срещат в израстването си. Чрез въвеждането на ситуации за решаване на проблеми в класната стая учениците се научават да идентифицират проблема, да предложат възможни решения, да тестват решенията и да анализират резултатите – в контролирана среда, с помощта на учители, които да ги насочват, докато се усъвършенстват (Kozhuharova, D. & Zhelyazkova, M., 2021). Прилагането на STEM обучение в началното училище отговаря на едно от основните положения на тази концепция, а именно това, че развитието е необратим процес и за него са характерни благоприятни сензитивни периоди. Колкото по-рано започне да се осъществява STEM обучение, толкова по-добре. В развитите в икономическо отношение страни има реални практики на въвеждане на STEM обучение дори при най-малките деца над 3 години (Kalinova, A., 2019).

Изучаването на базовите логически елементи е една все още неексплоатирана в STEM област от инженерното познание – достатъчно красноречив е фактът, че в (STEM Learning, 2022) ресурсите по темата се изчерпват до комплект уроци в .doc формат и една презентация. Безспорно най-добрият начин да се разучат базовите логически схеми в условията на STEM обучение е експериментирането с реален конструктор (Snap Circuits, 2022), наподобяващ развоен макет, но такова оборудване е скъпо (100 – 150 USD) и е налично в портала за

²³ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2021 в секция "Комуникационни и компютърни системи и технологии" с оригинално заглавие на български език: КОНСТРУКТОР НА ВИЗУАЛНИ КОМПОНЕНТИ И СХЕМИ ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА НИВА В ОБРАЗОВАТЕЛНА ИГРА.

електронна търговия Amazon. Очевидно е, че закупуването на подобен конструктор не само в домашни условия, но и в училище или в детската градина е непосилна задача, освен това компонентите в комплекта са с фиксирано количество и поставят ограничения в броя деца, които могат да създават схеми, както и в сложността на последните. Това налага да се търси решение с използване на интерактивно софтуерно приложение, с което децата могат да експериментират и учат. Могат да бъдат посочени няколко популярни симулатори за създаване на схеми с базови логически елементи като (Logic Gate Simulator, 2022), (Logicly, 2022), (CircuitVerse, 2022), но те са предназначени за студенти или по-големи ученици, някои от функционалностите им са платени, файловете с генерираните схеми не могат да бъдат интегрирани ефективно в обучаваща игра, нямат възможност за анимации, подаването на високо или ниско логическо ниво е твърде абстрактно и не е подходящо за подрастващи, които биха разбрали идеята на ключето и светещата лампичка, но едва ли биха разбрали, че оцветен в червено бутон е логическа "1", а оцветен в синьо - "0".

Тъй като стремежът е да се създаде приложение, подходящо за подрастващи, то реализацията му като учебен симулатор не е целесъобразна. За да бъде запознаването с базовите логически елементи наистина интригуващо за децата, е необходимо то да бъде поднесено под формата на игрово преживяване. Основен проблем при реализирането на играта обаче, е необходимостта от разработване на система от нива с нарастваща сложност. За да се автоматизира този процес доколкото е възможно, е удачно да се създаде отделно приложение – конструктор на нива, което да позволява съставяне на схема за всяко ниво от играта чрез рутинни манипулации с визуални обекти без да е нужно писане на програмен код. Подобно приложение не само ще улесни и ускори работата по създаването на нивата, но и ще отвори една интересна възможност за активно учене като се даде задача на учениците от гимназиален курс, които вече имат начални познания за базовите логически елементи, да създават схеми с конструктора и тези схеми да се използват впоследствие в нивата на играта.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основни изисквания към приложението

За да доведе до решаване на горепосочения проблем, конструкторът на нива трябва да отговаря на следните функционални изисквания:

- ◇ да позволява лесно генериране и разполагане на базови логически елементи върху работния плот с рутинни манипулации над визуални обекти, например – "влачи и пусни" или "кликни и постави";
- ◇ да осигурява възможност за местене, въртене и изтриване на елементите, разположени върху работния плот;
- ◇ да позволява лесно свързване на елементите в схемата като изчертаването на връзките да бъде и естетически издържано, да има възможност за изтриване на грешно поставена връзка;
- ◇ да следи за консистентността на връзките между елементите като предоставя своевременна обратна връзка за успешна или неуспешна валидация на всяка новосъздадена връзка;
- ◇ да позволява вмъкване, изтриване, завъртане и оразмеряване на допълнителни изображения върху работния плот;
- ◇ да осигурява възможност за проверка и верификация на готовата схема;
- ◇ да позволява стартиране на симулация на завършена и валидирана схема;
- ◇ да позволява експорт на създадената схема в служебен файл за по-нататъшно вмъкване в нивата на играта;
- ◇ да осигурява възможност за генериране на различен тип нива – например, в едно ниво да се изисква превключване на ключета, за да се захрани краен консуматор

на ток, а в друго да се постави липсващ елемент от схемата като се избере най-подходящия от библиотеката.).

Основни компоненти на приложението

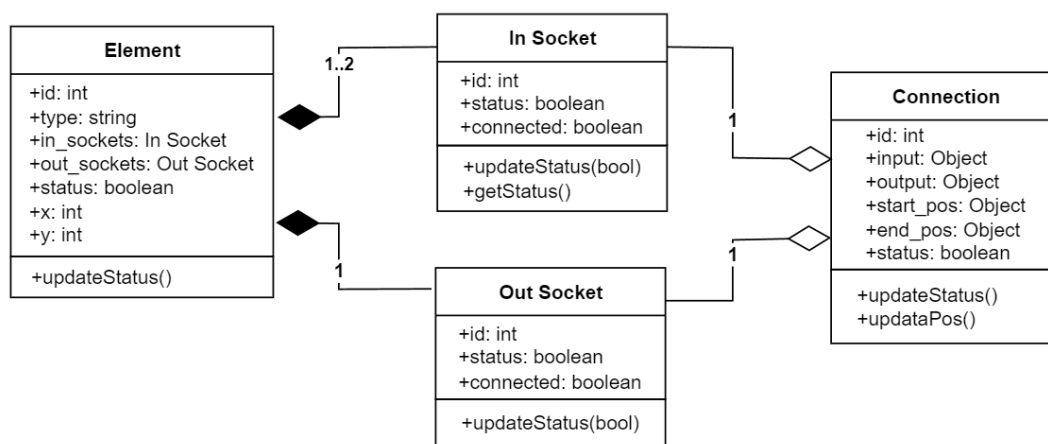
От така дефинираните изисквания става ясно, че конструкторът на нива се нуждае от няколко задължителни компонента, за да намери ефективно приложение:

- ◇ библиотека от визуални репрезентации на всички базови логически елементи: BUFFER, NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR;
- ◇ модул за качване и манипулация на изображения. Тъй като играта е предназначена за подрастващи, е задължително нивата да бъдат изпълнени с цветни изображения и анимации, които да грабват вниманието на играча;
- ◇ модул за верификация на схемите – проверки за несвързани входове/изходи на базовите логически елементи, коректност на връзките между елементите, правилно подбрани крайни консуматори, правилно подбрани входни въздействия;
- ◇ модул за записване и експортиране на готовите схеми, за да могат да бъдат интегрирани като нива в играта. Наред с това е необходимо да могат да се отварят и редактират вече записани схеми;
- ◇ ергономичен и подсказващ интерфейс.

Проектиране и реализация

От казаното дотук може да бъде изведен минималният набор от задължителни функционалности, които трябва да предостави конструкторът, а именно: *генериране на логически елементи върху работния плот; вмъкване на изображения върху работния плот; свързване на елементите; контроли за изображенията – за изтриване, завъртане и преоразмеряване на изображенията; симулация на схемите и изтегляне на нивата.*

Най-сериозното предизвикателство в построяването на схемите е разполагането и свързването на компонентите, намиращи се върху работната площ. При избор на логически елемент от библиотеката, след кликуване с левия бутон на мишката, визуалната му репрезентация се разполага като обект върху работната площ. Автоматично данните за елемента се записват в масива "Логически елементи", а ако е генерирано изображение, се прави запис в масива "Изображения". Диаграмата на класовете на фиг. 1 дава добра представа за структурата на данните, записвани в масивите.

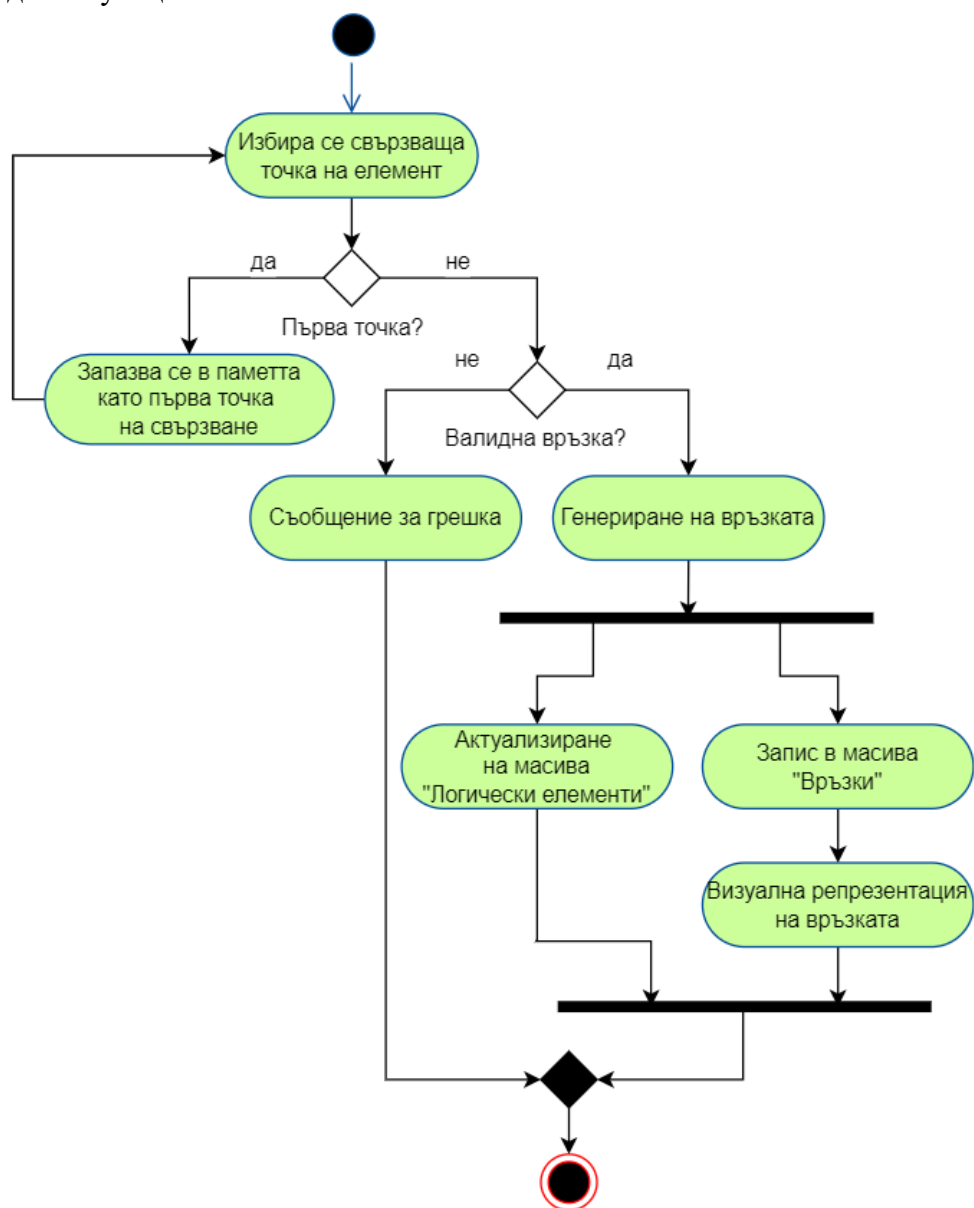


Фиг. 1. Диаграма на класа "Element"

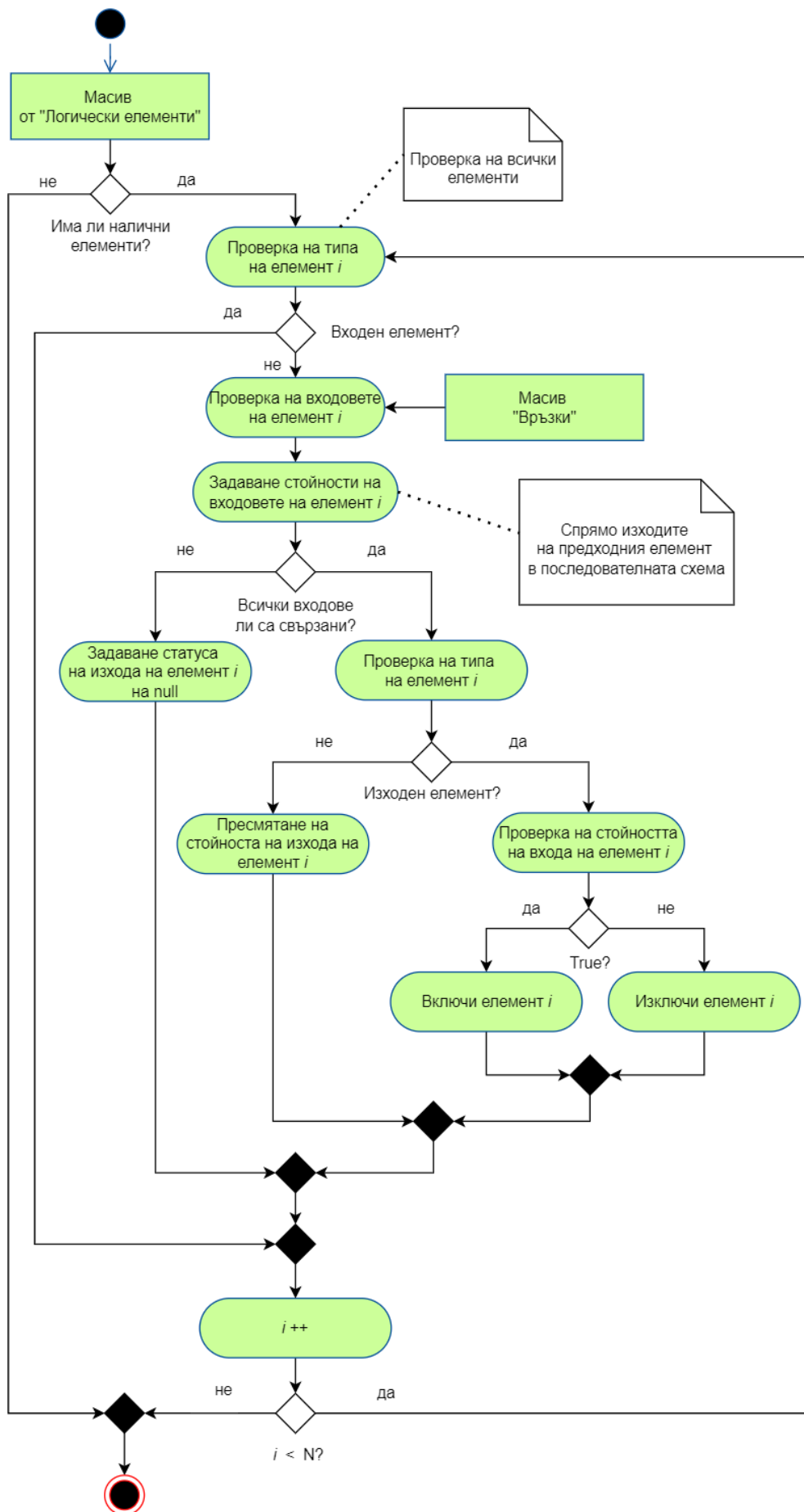
Главният клас е *Element*, който описва един логически елемент поставен на работния плот. Атрибутите описват типа (И, ИЛИ и т.н.) входовете и изходите, състоянието и позицията му. Всеки елемент има по един метод, нужен за обновяването на неговия изход, което автоматично обновява и състоянието му. Наследниците на класа *Element* са *Out Socket* и *In Socket*. Целта им е да съхраняват информация дали логическият елемент е свързан или не

(*connected* = *true/false*) и състоянието на дадения вход/изход (*true/false*). И двата класа имат метода *updateStatus()*, който служи за запазване и изчисляване на стойностите на изхода респективно входовете на елемента, като при *In Socket* има допълнителен метод *getStatus()*, необходим за пресмятането на стойността на изхода, тъй като резултатът на изхода зависи от булевата функция на логическия елемент. Класът *Connection* отговаря за връзката между два елемента. Всяка връзка има за атрибути идентификатор, обект от клас *In Socket*, определящ края на връзката и обект от клас *Out Socket*, определящ началото на връзката. Позицията на връзката се запазва в атрибутите *start_pos* и *end_pos*, като тези позиции се използват за изчертаването на връзките на работния плот. Състоянието на връзката показва стойността на входа на дадената връзка. Това състояние се използва при симулацията на протичането на тока. То определя състоянието на входа на следващия елемент в схемата. Методът *updateStatus()* задава състоянието на връзката да бъде равно на стойността на началото ѝ, а *updatePos()* обновява позицията ѝ съгласно движенията, които извършва потребителят.

На фиг. 2 и 3 са представени процесите на построяване на връзките и верификация на схемата преди симулацията.



Фиг. 2. Свързване на елементите в работната площ



Фиг. 3. Процес на верификация на схемата

Целта на верификацията на схемата е да се осигури правилното „протичане на тока“ при симулацията. Потребителят не афектира протичането на тока пряко. Той само поставя елементи върху работния плот, свързва ги по определен начин и превключва ключетата, за да промени подаваните стойности на входовете на първите логически елементи по веригата, така, че крайните консуматори да бъдат захранени. При верификацията се ползват основно масивите „*Логически елемент*“ и „*Връзки*“ като първо се проверява дали има елементи върху работната площ и при наличието на такива, за всеки един от входовете им, ако е налична връзка, се задава стойност, равна на стойността на изхода на предходния елемент. След определяне стойностите на входовете на елемента, се изчислява стойността на изхода му спрямо типа на елемента. Например, ако е генериран елемент ‘И’ (AND) със стойности на входа *true* и *false* ще се калкулира стойност на изхода (*true && false*), което е равно на *false*, а за елемент от тип ИЛИ (OR) се използва операторът за логическо „или“ на програмния език.

Използвани технологии за реализация на проекта

Конструкторът е реализиран като WEB приложение, тъй като и играта е предвидена да се ползва в WEB. Това позволява качването на двете приложения на един сървър, с което се постига пряка връзка между тях. За създаването на WEB сървър е избрана технологичната рамка Node.js, като за улесняване на работата с Node се използва библиотеката Express. За генериране на HTML файловете на клиентската страна на приложението се използва шаблонният език EJS, който дава възможност за подаване на информация от сървърната част на приложението директно към клиентската, както и за директното вкарване на Javascript в един HTML документ. Тези технологии също са нужни и за създаването на модула за работа с галерията с изображения.

За конструирането на интерфейса на приложението се използва CSS, а за по-специфичните елементи от оформлението се използва Javascript, който дава възможност за по-гъвкав контрол над DOM (Document Object Model, дефиниращ логическата структура на HTML/XML документа и начина, по който тя се манипулира).

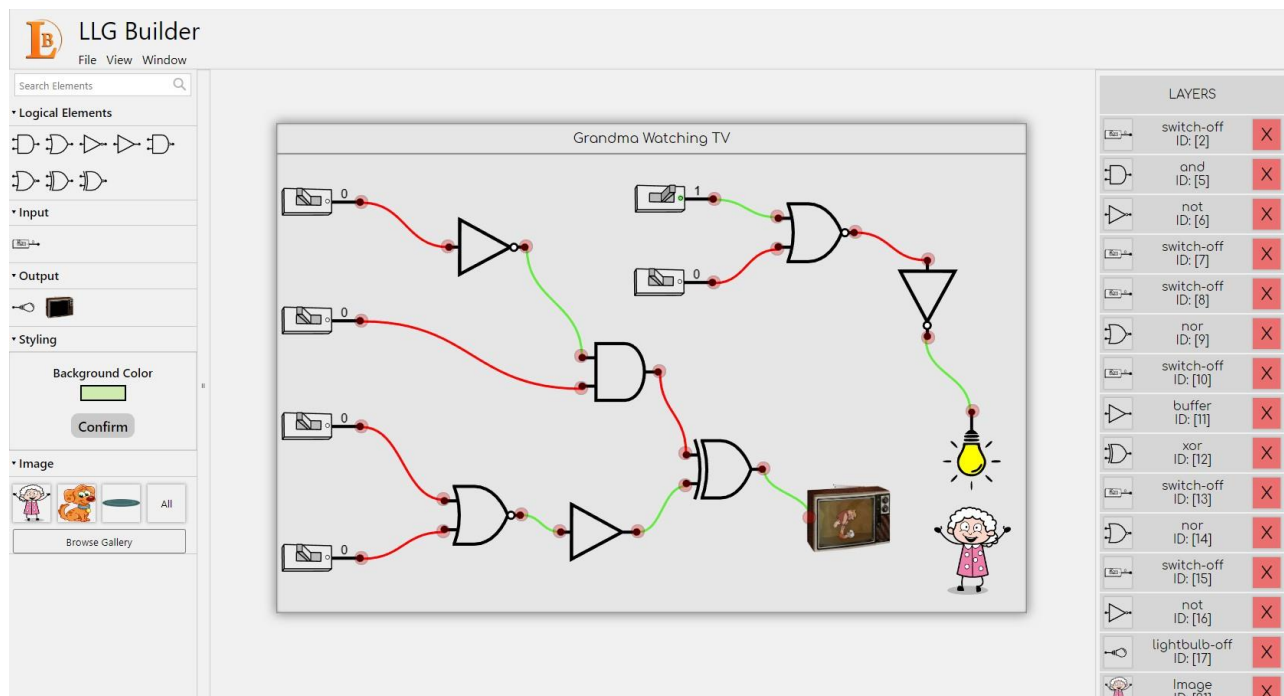
За реализиране функционалностите на приложението се използва също Javascript – най-популярният в момента програмен език в WEB разработките, тъй като дава абсолютен контрол над DOM и няма ограничения от програмна гледна точка. Езикът е напълно съвместим с Node, има огромна общност от разработчици, споделящи опит и поддържа разнообразни библиотеки за улесняването на работата на програмиста.

Конструктор на визуални компоненти и схеми за генериране на нива в учебна игра

На фиг. 4 е показан екранът на разработения конструктор на визуални компоненти и схеми. Екранът на приложението е организиран в следните зони:

- ◇ **Работен плот** – пространството, в което потребителят разполага логическите елементи, изображенията и персонални настройки. При запазване на нивото, потребителят изтегля именно съдържанието на работния плот;
- ◇ **Меню за избор на логически елемент** – зона, в която потребителят избира нужния му логически елемент;
- ◇ **Меню за избор на изображение** – зона, в която потребителят избира, качва или изтрива изображения. Изображенията са нужни за придаване на по-голяма атрактивност за детската аудитория;
- ◇ **Меню с общи контроли** – стандартно меню с бутони за запазване на файла, качване на стар проект, промяна на оформлението на приложението и др.;
- ◇ **Секция със слоевете на работния плот** – отделен прозорец, в който се виждат всички компоненти, поставени на работния плот като отделни слоеве, с цел да може да се променя тяхната позиция и да се изтриват по-лесно;

- ◇ *Контроли за управление на елементите* – с тяхна помощ над логическите елементи и изображенията, поставени върху работния плот се извършват операциите преместване, изтриване, завъртане, оразмеряване и свързване.



Фиг. 4. Екран на конструктора с разработена схема

ИЗВОДИ

Предложеният в доклада конструктор на визуални компоненти и схеми решава един основен проблем при реализирането на обучаваща игра за подрастващи, посветена на изучаването на базовите логически схеми. Проблемът е свързан с необходимостта от разработване на система от нива на играта с нарастваща сложност. Конструкторът автоматизира този процес като позволява съставяне на схема за всяко ниво чрез рутинни манипулации с визуални обекти без да е нужно писане на програмен код.

Използването на конструктора не само ще улесни и ускори работата по създаването на играта, но и ще даде възможност за активно учене като се даде задача на учениците от гимназиален курс, които вече имат начални познания в областта, да създават схеми с негова помощ и впоследствие тези схеми да се използват в нивата на играта.

Стратегията за верификация на схемите не само осигурява визуализацията на „протичането на тока“ при симулацията, но и гарантира правилното му „протичане“ и логическата коректност на стойностите на изхода като за потребителя остава единствено задачата да постави елементи върху работния плот, да ги свърже по определен начин и да превключва ключетата, за да промени подаваните стойности на входовете на първите логически елементи по веригата, така, че крайните консуматори да бъдат захранени..

Средата може да бъде доразвита със система, поддържаща потребителска общност като се предостави възможност за директно импортиране на нива в играта, създадени от потребители в специално обособена зона. Това не само ще допринесе за увеличаване на броя на нивата, но и ще популяризира играта.

REFERENCES

Kozhuharova, D. § Zhelyazkova, M. (2021). What is STEM Education. Online Journal Pedagogical Forum, ISSN: 1314-7986, Issue 3, Year 2021, DOI: 10.15547/PF.2021.016 (**Оригинално заглавие:** Кожухарова, Д. § Желязкова, М. (2021). Същност на STEM обучението. е-списание „Педагогически форум“, ISSN: 1314-7986, Брой 3, година 2021.)

Kalinova, A. (2019). Elements of the STEM concept in technology and entrepreneurship training to help personal development in grades 1 to 4. Yearbook of the Faculty of Education, Trakia University of Stara Zagora, Vol. XVI, 2019, DOI:10.15547/YbFE.2019.03 (**Оригинално заглавие:** Калинова, А. (2019). Елементи от STEM концепцията в обучението по технологии и предприемачество за подпомагане на личностното развитие на учениците в 1 – 4 клас. Yearbook of the Faculty of Education, Trakia University of Stara Zagora, Vol. XVI, 2019.)

STEM Learning, URL: www.stem.org.uk (Accessed on 25.06.2022).

Snap Circuits – Elenco, URL: <https://www.elenco.com/snap-circuits-2/> (Accessed on 25.06.2022).

Logic Gate Simulator, URL: <https://www.kolls.net/gatesim/> (Accessed on 25.06.2022).

Teach logic gates + digital circuits effectively – with Logicly, URL: <https://logic.ly/> (Accessed on 25.06.2022).

CircuitVerse - Online Digital Logic Circuit Simulator, URL: <https://circuitverse.org/> (Accessed on 25.06.2022).

THU-SSS-CCT-12

THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON STUDENTS' CHOICE OF UNIVERSITY AND SPECIALTY²⁴

Tsvetelina Stefanova – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 886116089
E-mail: tsveti.stefanov@gmail.com

Aleksander Ivanov – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 876944383
E-mail: s203081@stud.uni-ruse.bg

Assist. Prof. Tsvetelina Mladenova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 82 888681
E-mail: tsmladenova@uni-ruse.bg

Assist. Prof. Pavel Zlatarov, PhD Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 82 888827
E-mail: pzlatarov@uni-ruse.bg

Abstract: *The report examines the impact of social media, parents, friends, and teachers on students' choice of university and speciality. An online questionnaire including 41 questions was developed and answers were received from a total of 138 candidate students and university students. It was studied how much and what social media are used, whether the students do additional research for university and speciality, whether they follow the official Facebook pages of the desired university and speciality, whom and how much they trust when choosing a university. The analyses of the answers to the questions are presented and the relevant conclusions are made. These conclusions can be used to conduct a successful student candidate campaign.*

Keywords: *Social Media, Education, Survey*

INTRODUCTION

Today we are witnessing a wide variety of social media that are increasingly entering people's daily lives. Students who are very active in certain social media and less active in others are no exception.

According to (Reddy, V. P., 2014), universities do not currently track the use or success of social media campaigns. It is stated that universities should perform an analysis of social media in order to track and measure their effectiveness in marketing various courses, activities and other general inquiries regarding international students.

The analysis of data in a study conducted in the Netherlands (Constantinides, E., & Stagno, M. C. Z., 2012) shows that student candidates rank social media last in the list of information channels that influence their choice of education and university. It is stated that this contrasts with

²⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на 18.05.2022 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON STUDENTS' CHOICE OF UNIVERSITY AND SPECIALTY.

what can be expected given the high popularity of social media among young people: 95.1% of prospective students maintain a profile on a social media website and 77.5% of them enter at least once a day in their profile.

Another study (DiAna, K., 2014) among 131 participants in Minnesota, USA, states that only 21.4% (28) answered positively to the question of whether they used social media as a resource when deciding where to enroll. According to the author, this low percentage may mean that students do not use so much social media when making a decision on future enrollment in a college.

The article (Morphitou, R. N. & Demetriou, M., (2017) says that social media is a relatively new phenomenon but has impressive growth in a rapidly changing environmental and technological environment. They recommended that communication / recruitment staff at Leeds Metropolitan University must closely monitor the behavior of current and potential students in relation to the social media they use.

In a study of 170 students from Oxford Business College (Šola, H. M., & Zia, T., 2021), authors found that the most popular social media site among students is Facebook, followed by Instagram. The article says that Facebook seems to be more influential in terms of influence than other social media sites.

STATEMENT

The aim of this study is to establish the influence of social media, teachers, parents, and friends on students' choice of university and specialty. In this way it is possible to determine which communication channels are the most effective for use in conducting candidate student campaigns.

A questionnaire was chosen as the research method. An online survey was prepared, and it included 41 questions. Through the period January - March 2022 a total of 138 high school students and university students were surveyed. The high school students (65 in number) were from two high schools in Ruse and the university students (73 in number) were from the University of Ruse.

Analysis of results

The first two questions the respondents had to answer were related to their age and gender. The results (Fig. 1) show that most of the respondents are in the age range of 18-19 years (64 in number), and the least in the group of 16-17 years (only 1 student). The majority of respondents are men (96 in number), 41 are women, and one student chose not to answer the question.

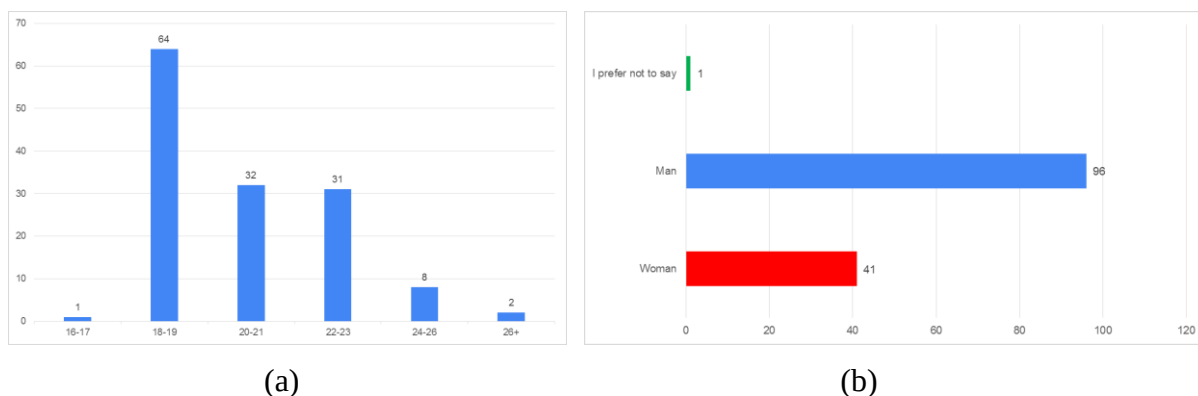
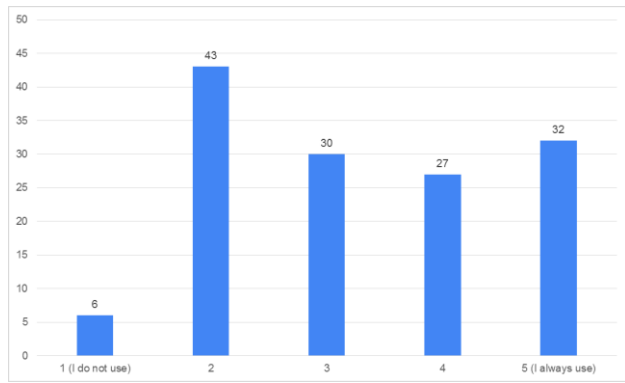
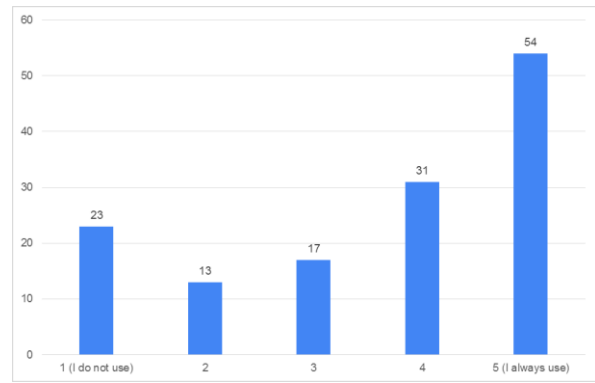


Fig. 1. Age and gender distribution: (a) age; (b) gender

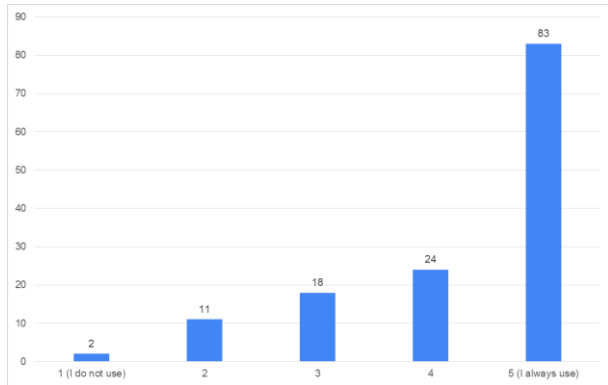
The purpose of the next question from the survey was to study which social media are used by the students and how often (Fig. 2).



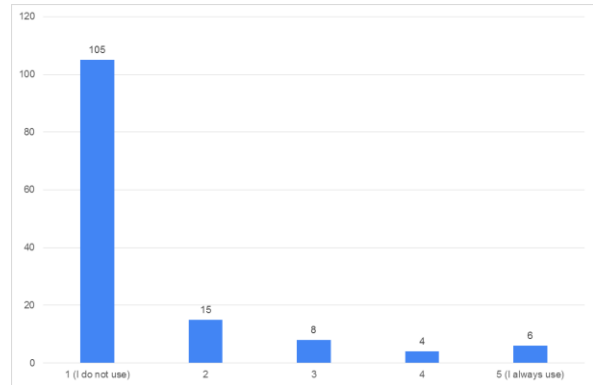
(a)



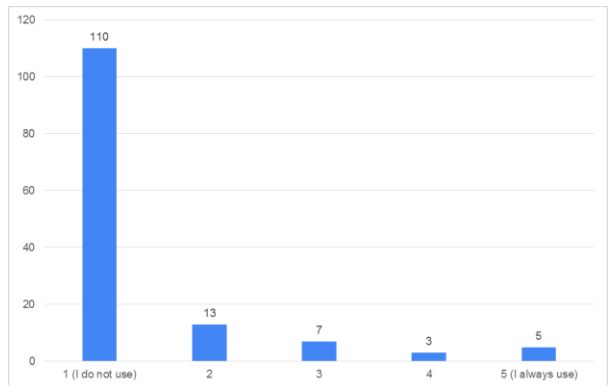
(b)



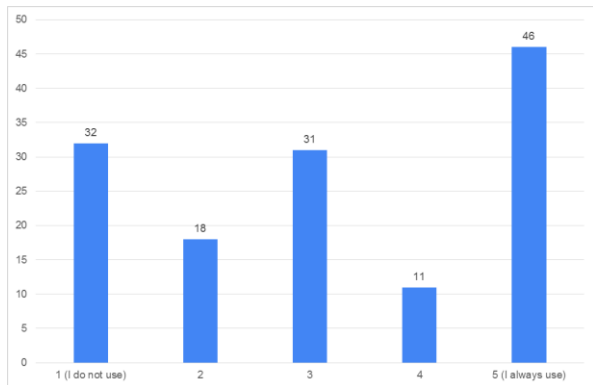
(c)



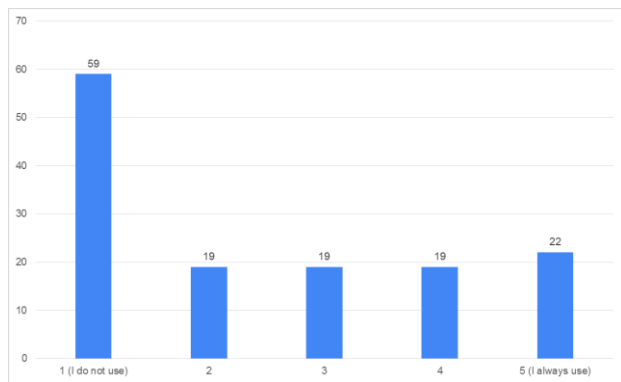
(d)



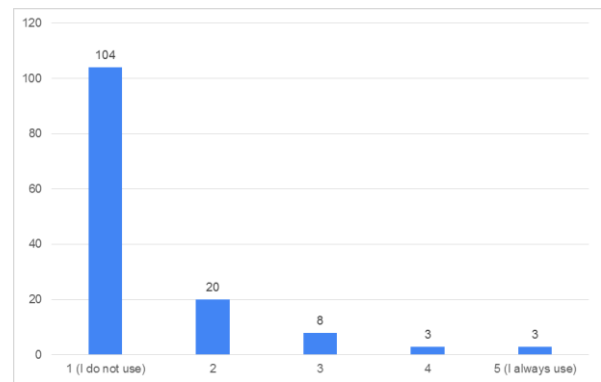
(e)



(f)



(g)



(h)

Fig. 2. Use of social media by the students: (a) Facebook; (b) Instagram; (c) YouTube; (d) Twitter; (e) LinkedIn; (f) Discord; (g) TikTok; (h) Quora

The results of the answers to this question show that students use YouTube the most, followed by Instagram and Discord. Surprisingly, Facebook is not among the most used social media. Students use LinkedIn, followed by Quora and Twitter the least.

It can be concluded that if a successful student candidate campaign is to be conducted YouTube, Instagram and Discord should be used to reach more candidate students and not rely too much on Facebook.

On the next question „How did you learn about the university?“ the most common answers were: parents, friends, school and social media.

On the other question „What motivates you to choose the specialty for which you applied (e.g., parents, material benefits, continuing education)?“ respondents most often indicate in order of importance: parents, continuing education, material benefits and personal interests.

The purpose of the next question was to study whether students conduct additional research on the university, the specialty and the subjects in which they want to study, and how they do this research (receive information from the Internet, brochures, friends, students, etc.). The results of the answers are shown in Fig. 3.

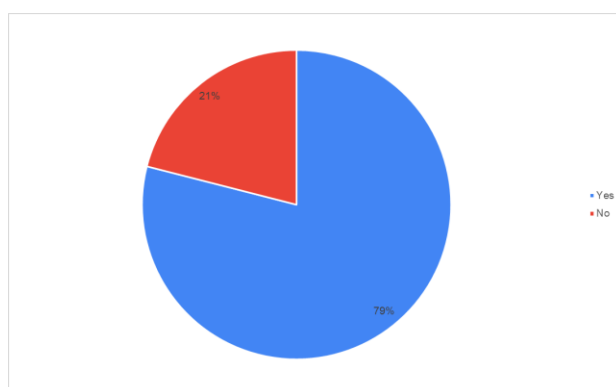


Fig. 3. Results from the answers to the question whether students do additional research of the university and the specialty in which they want to study

Almost 80% of students say they do additional research. The most common answers indicate that additional research was done via the Internet, the websites of the respective universities and by friends.

The analysis of the results of the question whether students follow the official Facebook pages of the university and the specialty in which they apply (Fig. 4) shows that much fewer high school students (age groups 16-17 and 18-19) follow these Facebook pages, compared to university students in whom positive responses predominate. The reason is that high school students have less information about these pages than students who are already studying at the university.

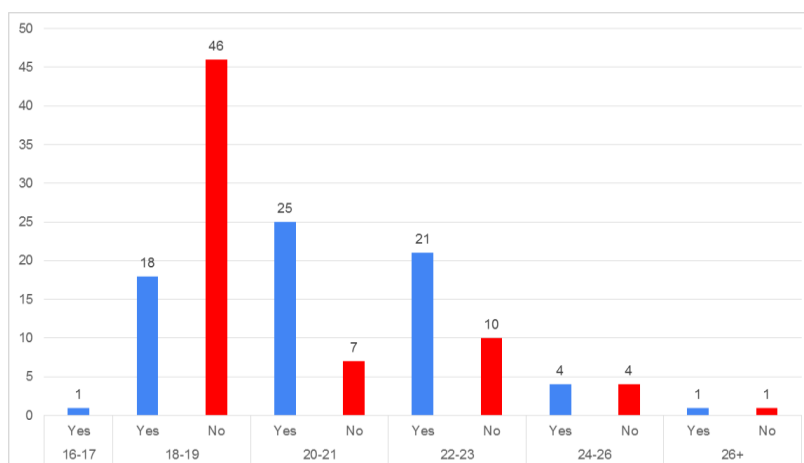
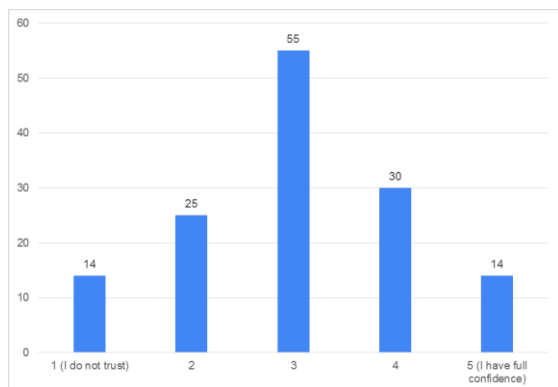


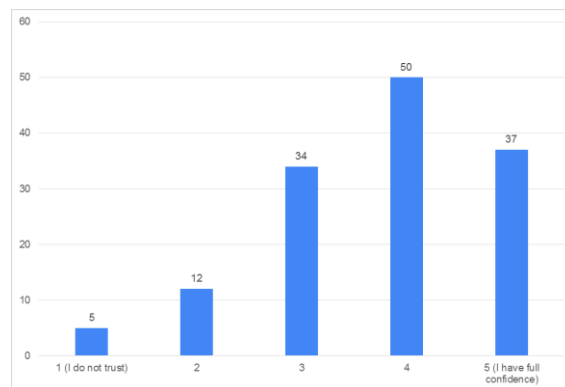
Fig. 4. Responses to the question whether students follow the official Facebook pages of the university and the specialty for which they are applying

The last question in the survey is used to find out how much and whom the candidate students trust more when choosing a university in which to continue their education. Possible answers were: social media; university lecturers; school teachers; students from the same university; parents; friends and university rankings.

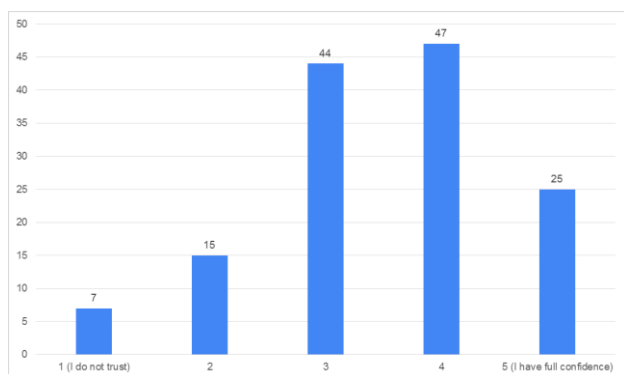
The results show (Fig. 5) that candidate students trust the students from the same university the most. There is also a high level of trust on university professors. The largest number of prospective students answered that they do not believe in the rating of universities and social networks. That is why it is important to include university students in the student candidate campaign, as well as to acquaint future students with the ranking of universities.



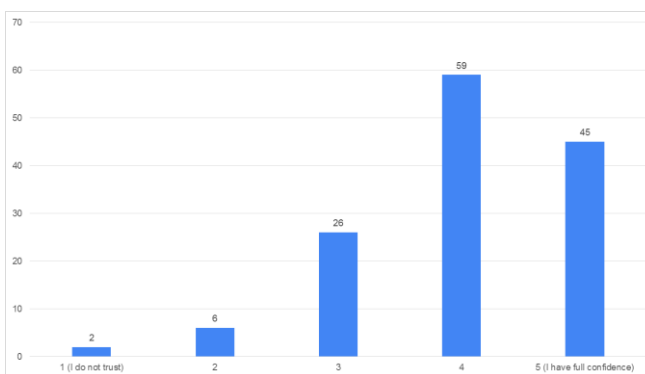
(a)



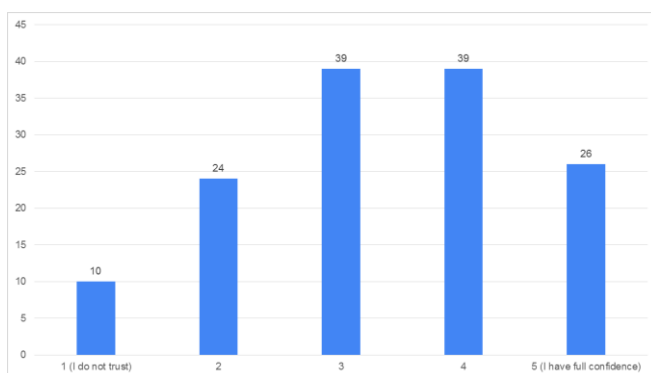
(b)



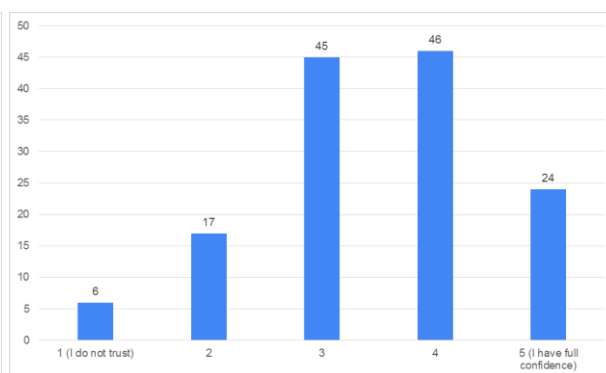
(c)



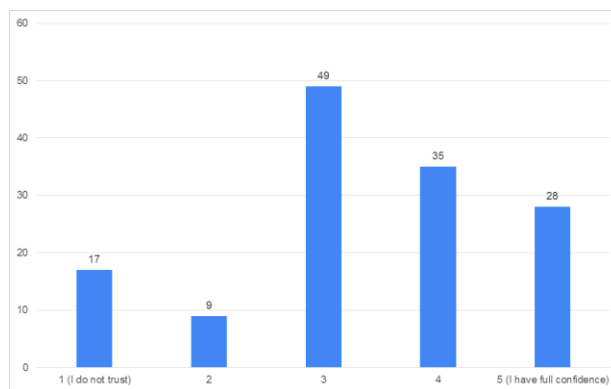
(d)



(e)



(f)



(g)

Fig. 5. Whom and how much the candidate students trust on: (a) social media; (b) university lecturers; (c) school teachers; (d) students from the same university; (e) parents; (f) friends; (g) university rankings

CONCLUSIONS

The research shows that student candidates and university students use YouTube the most, followed by Instagram and Discord. They use LinkedIn, Twitter and Quora the least.

Most often they receive information for universities from their parents, friends, school and social media. The reasons for choosing the specialty for which they applied are parents, continuing education, material benefits and personal interests.

Nearly 80% of the respondents answered that they do additional research on the specialty and the subjects that are studied. For this purpose, they most often use information from the Internet, from the websites of the respective university and from friends.

The majority of high-school students do not follow the Facebook pages of the university or the specialty, while the opposite trend is observed among university students.

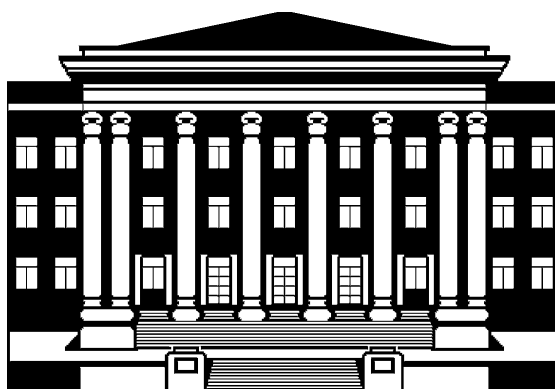
Student candidates trust other students from the same university and the university professors the most. They trust university rankings and social media the least.

REFERENCES

- Constantinides, E., & Stagno, M. C. Z. (2012). Higher education marketing: A study on the impact of social media on study selection and university choice. *International Journal of Technology and Educational Marketing (IJTEM)*, 2(1), 41-58.
- DiAna, K. (2014). The impact of social media on college choice. http://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/187445/DiAna_Kathryn_Redacted.pdf (Accessed on 19.04.2022)
- Morphitou, R. N. & Demetriou, M. (2017). The impact of social media on students' decision making process on selecting a university. *Atiner Conference Presentation Series No: MDT2017-0012* <https://www.atiner.gr/presentations/MDT2017-0012.pdf> (Accessed on 11.04.2022)
- Reddy, V. P. (2014). The influence of social media on international students' choice of university and course. http://eprints.qut.edu.au/79391/4/Vijay_Paul_Reddy_Thesis.pdf (Accessed on 15.04.2022)
- Šola, H. M., & Zia, T. (2021). Social media and students' choice of higher education institution. *European Journal of Management and Marketing Studies*, 6(4), 103-131.

UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“

UNION OF SCIENTISTS - RUSE



**62-TH ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE
OF UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“
AND UNION OF SCIENTISTS – RUSE**

OCTOBER 2023

I N V I T A T I O N

**Ruse, 8 Studentska str.
University of Ruse
Bulgaria**

PROCEEDINGS
Volume 61, Series 3.3

**Electrical Engineering, Electronics and Automation
&
Communication and Computer Technologies**

Under the general editing of:
Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD
Assoc. Prof. Ognyan Dinolov, PhD
Assoc. Prof. Nadezhda Evstatieva, PhD
Principal Assist. Prof. Ivanka Tsvetkova, PhD

Editor of Volume 61:
Prof. Diana Antonova, PhD

Bulgarian Nationality
First Edition

Printing format: A5
Number of copies: on-line

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.
The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PUBLISHING HOUSE
University of Ruse "Angel Kanchev"