

**GOCE DELCEV UNIVERSITY, STIP, NORTH MACEDONIA
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING**

ETIMA 2023

**SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE
27-29 SEPTEMBER, 2023**



**TECHNICAL SCIENCES APPLIED IN ECONOMY,
EDUCATION AND INDUSTRY**



УНИВЕРЗИТЕТ
ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ
ФАКУЛТЕТ



ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ,
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ”, ШТИП, СЕВЕРНА
МАКЕДОНИЈА

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING,
GOCE DELCEV UNIVERSITY, STIP, NORTH MACEDONIA

ВТОРА МЕЃУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE

ЕТИМА / ETIMA 2023

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ
CONFERENCE PROCEEDINGS

27-29 септември 2023 | 27-29 September 2023

ISBN: 978-608-277-040-6

DOI: <https://www.doi.org/10.46763/ETIMA2321>



Главен и одговорен уредник / Editor in Chief

проф. д-р Сашо Гелев
Prof.d-r Saso Gelev

Јазично уредување / Language Editor

Весна Ристова / Vesna Ristova

Техничко уредување / Technical Editing

Дарко Богатинов / Darko Bogatinov

Издавач / Publisher

Електротехнички факултет, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна
Македонија
Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Адреса на организационен комитет / Address of the organising committee

Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Електротехнички факултет / Faculty of Electrical Engineering

Адреса: Крсте Мисирков, 10 А 2000, Штип/ Address: Krste Misirkov, 10A, 2000 Stip

E-mail: conf.etf@ugd.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација Национална и универзитетска библиотека
"Св. Климент Охридски", Скопје

62-049.8(062)

004-049.8(062)

МЕЃУНАРОДНА конференција ЕТИМА (2 ; 2023)

Зборник на трудови [Електронски извор] / Втора меѓународна конференција
ЕТИМА 2023, 27-29 септември 2023 = Conference proceedings / Second
international conference, 27-29 September 2023 ; главен и одговорен уредник
Сашо Гелев]. - Штип : Универзитет "Гоце Делчев", Електротехнички факултет ;
Stip : "Goce Delcev" University, Faculty of Electrical engineering, 2024

Начин на пристапување (URL): <https://www.doi.org/10.46763/ETIMA2321>. -

Текст во PDF формат, содржи 200 стр.илустр. - Наслов преземен од екранот. -

Опис на изворот на ден 25.03.2024. - Трудови на мак. и англ.

јазик. - Библиографија кон трудовите. - Содржи и: Appendix

ISBN 978-608-277-040-6

а) Електротехника -- Примена -- Собири б) Машинство -- Примена -- Собири

в) Автоматика -- Примена -- Собири г) Инфоматика -- Примена -- Собири

COBISS.MK-ID 63335173





Втора меѓународна конференција ЕТИМА
27-29 септември 2023
Second International Conference ETIMA
27-29 September 2023

**ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР
ORGANIZING COMMITTEE**

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Тодор Чекеровски / Todor Cekеровски

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Маја Кукушева Панева / Maja Kukuseva Paneva

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Билјана Читкушева Димитровска / Biljana Citkuseva Dimitrovska

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Дарко Богатинов / Darko Bogatinov

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia



Втора меѓународна конференција ЕТИМА
27-29 септември 2023
Second International Conference ETIMA
27-29 September 2023

**ПРОГРАМСКИ И НАУЧЕН ОДБОР
SCIENTIFIC COMMITTEE**

Со Ногучи / So Noguchi

Висока школа за информатички науки и технологии
Универзитет Хокаидо, Јапонија
Graduate School of Information Science and Technology
Hokkaido University, Japan

Диониз Гашпаровски / Dionýz Gašparovský

Факултет за електротехника и информациони технологии,
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Антон Белан / Anton Belán

Факултет за електротехника и информациони технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Георги Иванов Георгиев / Georgi Ivanov Georgiev

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Ивелина Стефанова Балабанова / Ivelina Stefanova Balabanova

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Бојан Димитров Карапeneв / Boyan Dimitrov Karapenev

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Влатко Чингоски / Vlatko Cingoski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Божо Крстајиќ / Bozo Krstajic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Милован Радуловиќ / Milovan Radulovic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Гоце Стефанов / Goce Stefanov
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирјана Периќ / Mirjana Peric
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Ана Вучковиќ / Ana Vuckovic
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Тодор Чекеровски / Todor Cekerovski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Далибор Серафимовски / Dalibor Serafimovski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирослава Фаркаш Смиткова / Miroslava Farkas Smitková
Факултет за електротехника и информации технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Петер Јанига / Peter Janiga
Факултет за електротехника и информации технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Јана Радичова / Jana Raditschová

Факултет за електротехника и информации технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Драган Миновски / Dragan Minovski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александар Туцаров / Aleksandar Tudzarov

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Владимир Талевски / Vladimir Talevski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Владо Гичев / Vlado Gicev

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Марија Чекеровска / Marija Cekerovska

Машински факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Mechanical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мишко Цидров / Misko Dzidrov

Машински факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Mechanical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александар Крстев / Aleksandar Krstev

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Ванчо Аџиски / Vancho Adziski

Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Natural and Technical Sciences,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Томе Димовски / Tome Dimovski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Зоран Котевски / Zoran Kotevski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Никола Рендевски / Nikola Rendevski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Илија Христовски / Ilija Hristovski

Економски факултет,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Economy,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Христина Спасовска / Hristina Spasovska

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Роман Голубовски / Roman Golubovski

Природно-математички факултет,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Маре Србиновска / Mare Srbinovska

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Билјана Златановска / Biljana Zlatanovska

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александра Стојанова Илиевска / Aleksandra Stojanova Pievska

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирјана Коцалева Витанова / Mirjana Kocaleva Vitanova

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Ивана Сандева / Ivana Sandeva

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Билјана Читкушева Димитровска / Biljana Citkuseva Dimitrovska

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Наташа Стојковиќ / Natasa Stojkovic

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија;
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia;



Втора меѓународна конференција ЕТИМА Second International Conference ETIMA

PREFACE

The Faculty of Electrical Engineering at University Goce Delcev (UGD), has organized the Second International Conference *Electrical Engineering, Informatics, Machinery and Automation - Technical Sciences applied in Economy, Education and Industry-ETIMA*.

ETIMA has a goal to gather the scientists, professors, experts, and professionals from the field of technical sciences in one place as a forum for exchanging the ideas, strengthening the multidisciplinary research and cooperation, and promoting the achievements of technology and its impact on every aspect of living. We hope that this conference will continue to be a venue for presenting the latest research results and developments on the field of technology.

Conference ETIMA was held as online conference. More than sixty colleagues contributed to this event, from five different countries with more than thirty papers.

We would like to express our gratitude to all the colleagues, who contributed to the success of ETIMA'23 by presenting the results of their current research and by launching the new ideas through many fruitful discussions.

We invite you and your colleague to attend ETIMA Conference in the future as well. One should believe that next time we will have opportunity to meet each other and exchange ideas, scientific knowledge and useful information as well as to involve as much as possible the young researchers into this scientific event.

The Organizing Committee of the Conference

ПРЕДГОВОР

Меѓународната конференција *Електротехника, Технологија, Информатика, Машинство и Автоматика-технички науки во служба на економија, образование и индустрија-ЕТИМА* е организирана од страна на Електротехничкиот факултет при Универзитетот „Гоце Делчев“.

ЕТИМА има за цел да ги собере на едно место научниците, професорите, експертите и професионалците од полето на техничките науки и да претставува форум за размена на идеи, да го зајканува мултидисциплинарното истражување и соработка и да ги промовира технолошките достигнувања и нивното влијание врз секој аспект од живеењето. Се надеваме дека оваа конференција ќе продолжи да биде настан на кој ќе се презентираат најновите резултати од истражувањата и развојот на полето на технологијата.

Конференцијата ЕТИМА се одржа online и на неа дадоа свој придонес повеќе од шеесет автори од пет различни земји со повеќе од триесет труда.

Сакаме да ја искажеме нашата благодарност до сите колеги кои придонесоа за успехот на ЕТИМА'23 со презентирање на резултати од нивните тековни истражувања и со лансирање на нови идеи преку многу плодни дискусии.

Организационен одбор на конференцијата

СОДРЖИНА / TABLE OF CONTENTS:

ANALYTICAL ESTIMATION OF OPTIMAL PV PANEL TILT BASED ON CLEAR-SKY IRRADIANCE MODEL	13
ENVIRONMENTAL AND ENERGY UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTE – ONE PRODUCT, TWO SOLUTIONS	14
INTELLIGENT POWER MODULE CONTROLLED BY MICROCOMPUTER AND IMPLEMENTED IN AC MOTOR SPEED REGULATOR	22
COMPARATIVE ENVIRONMENTAL ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL AND COGENERATION GAS-FIRED CENTRAL HEATING SYSTEMS	32
COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BIFACIAL AND MONOFACIAL SOLAR PANELS USING PV*SOL SOFTWARE	44
TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF RETROFITTING A 210 MW THERMAL HEAVY-OIL POWER PLANT WITH A PHOTOVOLTAIC SOLAR THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM USING MOLTEN SALT: A CASE STUDY OF TEC NEGOTINO.....	45
CHARGING STATIONS CONNECTED TO STREET LIGHT POWER SYSTEM	46
ELECTRICITY PRODUCTION OF PVPP FOR ELECTRICITY MARKET	47
ENERGY MIX OF THE SLOVAK REPUBLIC.....	55
SWOT ANALYSIS OF HYDROGEN ECONOMY.....	59
PHYSICAL LIMITATIONS OF DIMMING OF 400 W RATED HALIDE LAMPS (A CASE STUDY).....	60
ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА: МОДЕЛИ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА	68
EASY AND FAST ESTIMATION OF THERMAL STABILITY OF HTS MAGNETS UNDER SIMPLE SITUATION.....	76
INVESTIGATION OF TURN-TO-TURN CONTACT RESISTANCES OF LARGE-SCALE D-SHAPED NO-INSULATION HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING MAGNETS TO ACHIEVE SHORT CHARGING DELAY AND HIGH THERMAL STABILITY.....	77
IMPACT OF CORE SATURATION ON OPERATING CHARACTERISTICS OF THREE-PHASE SQUIRREL CAGE MOTOR.....	84
PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF ORAL ELECTROSURGERY	93
MOLTEN SALT THERMAL ENERGY STORAGE FOR RENEWABLE ENERGY: SYSTEM DESIGN, MATERIALS, AND PERFORMANCE	100
ДЕНТАЛНИТЕ ЛАСЕРИ - ПРЕДИЗВИК НА СОВРЕМЕНАТА СТОМАТОЛОГИЈА.....	110
ANALYSIS OF DEVELOPING NATIVE ANDROID APPLICATIONS USING XML AND JETPACK COMPOSE	118
ENSURING INFORMATION SECURITY IN THE DIGITAL AGE	119
CLOUD COMPUTING AND VIRTUALIZATION: CAN CLOUD COMPUTING EXIST SEPARATELY FROM VIRTUALIZATION?.....	124

THE IMPACT OF ONLINE TEACHING ON THE DENTAL STUDENTS' EXAM SUCCESS.....	131
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА СТАНДАРДИ И МЕТОДОЛОГИИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ИНФОРМАЦИСКО-БЕЗБЕДНОСНИ РИЗИЦИ НА ТЕХНИЧКИТЕ И ЕЛЕКТРОНСКИТЕ СИСТЕМИ ОД КРИТИЧНАТА ИНФРАСТРУКТУРА.....	139
УЧЕЊЕ СО ПОМОШ НА МОБИЛНИ УРЕДИ – ПРИДОБИВКИ И ПРЕДИЗВИЦИ НА НОВОТО ВРЕМЕ	140
TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION METHOD IN PATIENTS WITH XEROSTOMIA	147
БИОТЕХНОЛОШКА ПРОЦЕДУРА НА ДОБИВАЊЕ НА АВТОЛОГЕН ДЕНТИНСКИ ГРАФТ ЗА СТОМАТОЛОШКИ И МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ	148
PHYSIODISPENSER – AND ITS USE IN DENTAL MEDICINE.....	149
BIOMECHANICAL BEHAVIOR OF ENDOSONICS	153
ДИГИТАЛНИ ОТПЕЧАТОЦИ-СОВРЕМЕН ТРЕНД НА ДЕНЕШНИЦАТА	158
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SCADA SYSTEMS	167
ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ ПРИ ИЗВЕДУВАЊЕ ONLINE НАСТАВА ПО МАТЕМАТИКА	174
ALGORITHMIC METHOD IN DYNAMIC DOSING SYSTEMS BASED ON WEIGHT MEASURING PRINCIPLES	181
IMPLICATIONS FOR THE ENVIRONMENTAL-ENGINEERING COMPROMISE AS A RESULT OF POWER AND ECONOMY TUNING A DIESEL ENGINE	189
AUTONOMOUS ROBOTIC VACUUM CLEANER	190



TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF RETROFITTING A 210 MW THERMAL HEAVY-OIL POWER PLANT WITH A PHOTOVOLTAIC SOLAR THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM USING MOLTEN SALT: A CASE STUDY OF TEC NEGOTINO

Marija Sterjova¹, Dragan Minovski²

¹Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Krste Misirkov 10A, 2000 Stip, North Macedonia, email: marija.22512@student.ugd.edu.mk

²Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Krste Misirkov 10A, 2000 Stip, North Macedonia, email: dragan.minovski@ugd.edu.mk

Abstract

This study evaluates the techno-economic feasibility of retrofitting a 210 MW thermal heavy-oil power plant, TEC Negotino, with a photovoltaic solar thermal energy storage system using molten salt. The analysis includes a sensitivity analysis of key parameters such as discharging duration, thermal storage and electric salt heater capacity, and charging duration to assess their impact on the annual energy yield, load factor, total investment cost (CapEx), and operational expenditure (OpEx). The results demonstrate that retrofitting the power plant with the proposed system can significantly improve its sustainability and economic viability. The sensitivity analysis highlights the importance of carefully considering these key parameters in the techno-economic evaluation of renewable energy (solar photovoltaic) technology and thermal energy storage systems (using molten salt) for retrofitting existing power plants. Moreover, the study's findings can provide valuable insights for decision-making in the planning and implementation of greenfield projects, underscoring the potential benefits of incorporating renewable energy technologies into the design and construction of new power plants. The assessment of both CAPEX and OPEX ensures a comprehensive understanding of the financial implications of the retrofitting process, aiding in the successful integration of renewable energy solutions into existing power infrastructure.

Key words

TEC Negotino, molten salt, solar thermal energy storage, integration, techno-economic evaluation, sensitivity analysis

Full paper is published in *Journal of Energy Technology*

<https://www.fe.um.si/en/jet.html>