

МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«Інформаційно-вимірювальні
технології ІВТ-2022»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Ministry of Education and Science of Ukraine;
Metrology Academy of Ukraine;
Institute of General Energy of the National Sciences Academy of Ukraine, Kyiv;
National Scientific Center «Institute of Metrology», Kharkiv, Ukraine;
State enterprise «Research Institute of Metrology
of Measuring and Control Systems», Lviv, Ukraine;
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine,
Ivano-Frankivsk, Ukraine;
State enterprise «Lvivstandartmetrologiya»", Lviv, Ukraine;
«Softserv» company, Lviv, Ukraine;
Ilmenau Technical University, Ilmenau, Germany;
Varna Technical University, Varna, Bulgaria;
Rzeszow Polytechnic named after Ignatsia Lukasiewicz, Rzeszow, Poland

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
«Information and measurement
technologies IMT-2022»**

PROCEEDINGS

November 9–10, 2022

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2022

Міністерство освіти і науки України;
Академія метрології України;
Інститут загальної енергетики НАН України, Київ;
Національний науковий центр «Інститут метрології», Харків, Україна;
Державне підприємство «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем», м. Львів, Україна;
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, м. Івано-Франківськ, Україна;
Державне підприємство «Львівстандартметрологія», м. Львів, Україна;
Компанія «Софтсерв» («SoftServe»), м. Львів, Україна;
Технічний університет Ільменау, м. Ільменау, Німеччина;
Технічний університет Варна, м. Варна, Болгарія;
Жешівська Політехніка ім. Ігнація Лукасевича, м. Жешів, Польща

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІВТ-2022»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

9–10 листопада 2022 р.

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2022

ОРГАНІЗАТОРИ:

Міністерство освіти і науки України;
Національний університет „Львівська політехніка”;
Академія метрології України;
Інститут загальної енергетики НАН України, Київ;
Національний науковий центр «Інститут метрології», Харків, Україна;
Державне підприємство «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і
управляючих систем», м. Львів, Україна;
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, м. Івано-
Франківськ, Україна;
Державне підприємство «Львівстандартметрологія», м. Львів, Україна;
Компанія «Софтсерв» («SoftServe»), м. Львів, Україна;
Технічний університет Ільменау, м. Ільменау, Німеччина;
Технічний університет Варна, м. Варна, Болгарія;
Жешувська Політехніка ім. Ігнація Лукасевича, м. Жешів, Польща

КООРДИНАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Національний університет “Львівська політехніка”:
Інститут комп’ютерних технологій, автоматики та метрології
Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційно-вимірювальні
М 88 технології ІВТ-2022»: тези доповідей, 9–10 листопада 2022 р. – Львів, 2022. – Режим
доступу: <https://science.lpnu.ua/ivt-2022/proceedings-2022> вільний. – Заголовок з
екрана. – Мова укр. й англ.

ISBN 978-966-941-770-1

Збірник містить тези доповідей учасників Міжнародної конференції, яка відбулася
9–10 листопада 2022 р.

УДК 371:351.851; 621.002.56; 681.2.08; 006.91

Матеріали подано в авторській редакції

Відповідальний за випуск **М. М. Микийчук**

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА НАУКОВОГО КОМІТЕТУ:

Микийчук Микола (Україна)

ЧЛЕНИ НАУКОВОГО КОМІТЕТУ:

1. Стадник Богдан Іванович (Україна)
2. Бабак Віталій (Україна)
3. Байцар Роман (Україна)
4. Бубела Тетяна (Україна)
5. Большаков Володимир (Україна)
6. Василевський Олександр (Україна)
7. Величко Олег (Україна)
8. Володарський Євген (Україна)
9. Ганус Роберт (Польща)
10. Гордієнко Тетяна (Україна)
11. Гоц Наталія (Україна)
12. Демків Любомир (Україна)
13. Дорожовець Михайло (Україна)
14. Івахів Орест (Україна)
15. Ковальчик Адам (Польща)
16. Косач Наталія (Україна)
17. Крачунов Христо (Болгарія)
18. Кузьменко Юрій (Україна)
19. Кошева Лариса (Україна)
20. Кучерук Володимир (Україна)
21. Микитин Ігор (Україна)
22. Неєжмаков Павло (Україна)
23. Паракуда Василь (Україна)
24. Петришин Ігор (Україна)
25. Походило Євген (Україна)
26. Середюк Орест (Україна)
27. Скоропад Пилип (Україна)
28. Слюз Андрій (Україна)
29. Тріщ Роман (Україна)
30. Фрьоліх Томас (Німеччина)
31. Шабатура Юрій (Україна)
32. Шляхта Анна (Польща)
33. Яняк Маріуш (Польща)
34. Яцишин Святослав (Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ:

Яцук Василь (Україна)

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ:

1. Бойко Тарас
2. Здеб Володимир
3. Добролюбова Марина
4. Кочан Орест
5. Куць Віктор
6. Малик Ольга
7. Міхалева Марина
8. Плахтій Оксана
9. Прохоренко Сергій
10. Хома Юрій

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Бабак В.</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ І ДІАГНОСТИКИ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ.....	11
<i>Бубела Т.</i> МЕТРОЛОГІЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: СВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД	13
<i>Дувіряк Д., Костеров О., Кізілівський І, Паракуда В., Шпак О.</i> СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕТАЛОННОЇ БАЗИ АКУСТИЧНИХ ВЕЛИЧИН	15
<i>Микийчук М., Яцишин С.</i> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	17
<i>Неєжмаков П.</i> ЩОДО МАЙБУТНЬОГО ПЕРЕВИЗНАЧЕННЯ ОДИНИЦІ ЧАСУ – СЕКУНДИ	18
<i>Прохоренко С., Прохоренко М., Мороз М., Фітькало Ю., Шевель Д.</i> ОПРАЦЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІR-ОЦІНКИ ВІДХОДУ ВІД СТАБІЛЬНОСТІ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ЗОВНІШНЬОГО КОРПУСУ	20
<i>Borovets T., Lozynskiy A., Demkiv L.</i> REAL-TIME ESTIMATION AND CONTROL FOR AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS AND VEHICLES.....	21
<i>Eberhard Manske.</i> ALTERNATIVE TIP- AND LASER- BASED NANOFABRICATION IN LARGE AREAS ON FLAT AND NON-FLAT SURFACES WITH SUBNANOMETRE PRECISION	23
<i>Kissinger Thomas.</i> MULTIPLEXED, RANGE-RESOLVED INTERFEROMETERS BASED ON LASER DIODES	24
<i>Tomaszewski Jakub, Mariusz Janiak.</i> DESIGN AND CONTROL OF AGILE ROBOTIC LEG.....	25
<i>Шабатура Ю.</i> ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У КОМПЛЕКСНОМУ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ДІАГНОСТИКИ І ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОБТ	27
<i>Yatsyshyn S.</i> QUANTUM STANDARD OF TEMPERATURE. PROSPECTS AND PROBLEMS.....	29
<i>Яцук В., Яцук Ю.</i> МОЖЛИВОСТІ КАЛІБРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ	30

СЕКЦІЙНІ ЗАСІДАННЯ

<i>Берестов Р., Гоц Н.</i> ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ЗАКРИТИХ РАДІОНУКЛІДНИХ ДЖЕРЕЛ НА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ	31
<i>Білик С., Бубела Т., Рудик Ю.</i> ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	32
<i>Богачев І.</i> МАЛОАПЕРТУРНІ МАГНІТОСТРИКЦІЙНІ ВИПРОМІНЮВАЧІ ПІДВИЩЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	35
<i>Богачев І., Куц Ю., Хайдуров В.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ З МАЛОАПЕРТУРНИМИ МАГНІТОСТРИКЦІЙНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ	36
<i>Бойко Т., Руда М.</i> СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОСТЕМНИХ ПОСЛУГ З РЕКРЕАЦІЇ І ТУРИЗМУ В ПРОСТРОВО-ЧАСОВІЙ ГЕОСИСТЕМІ	38
<i>Бойко О., Фечан А., Чабан О., Ільканич К.</i> ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ДІАГНОСТИЦІ ПАТОЛОГІЙ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ	40
<i>Бубела Т., Богуш Б.</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ СВІЖОСТІ М'ЯСА ЗА ДОПОМОГОЮ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ.....	42
<i>Василевська В.</i> КОНСТРУЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	43

<i>Салабай Ю., Гоц Н.</i> МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ.....	120
<i>Сидорко І., Байцар Р.</i> ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ.....	122
<i>Скоронад П.</i> ТЕРМОСТРУКТУРНА СТАБІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛЕВИХ АМОРФНИХ СТОПІВ	124
<i>Середюк О., Ткачук В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ РУХУ ТА СКЛАДУ ГАЗОВОГО ПОТОКУ НА ЧУТЛИВІСТЬ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ.....	126
<i>Торпаков А., Сизоненко О., Тафтаї Е., Раса Кандротайте Янутієні.</i> ОЦІНКА ШВИДКОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ХВИЛІ СТИСНЕННЯ ПРИ ВИСКОВОЛЬТНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ РОЗРЯДІ У СИСТЕМІ «ГАС – ПОРОШОК ТІ»	128
<i>Федишин Т., Бубела Т.</i> ПРОЦЕС ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК СКЛАДОВА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ СЕКТОРІ.....	129
<i>Хайдуров В.</i> ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ ЯК ЗАСІБ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ РОБОТИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І СИСТЕМ.....	131
<i>Shabatura Y., Popovchenko O.</i> APPLICATION OF INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR PERFORMING THE TASKS OF ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF COMPLEX SYSTEMS.....	132
<i>Чабан О., Бойко О.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ МЕДИЧНИХ ПОМИЛОК.....	133
<i>Чорна О., Байцар Р.</i> ЗАПОБІГАННЯ ХАРЧОВОГО ТЕРОРИЗМУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	135
<i>Shabatura Y.</i> INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES IN THE COMPLEX SOLUTION OF THE PROBLEMS OF DIAGNOSTIC AND ENERGY SAMPLES OPTIMIZATION OF MILITARY EQUIPMENT.....	136
<i>Shykhmat A., Veres Z.</i> SELECTION OF PROTOCOLS FOR REAL-TIME DATA STREAMING FROM IOT DEVICES TO THE CLOUD	138
<i>Starodub Y., Karpenko V., Havrys A., Danyil B.</i> RIPPED HEAT FROM DEEP WELLS IN EGS-ISW PROJECT	140
<i>Szlachta A.</i> LABVIEW APPLICATIONS USED IN MEASUREMENT SYSTEMS	142
<i>Ярчак А., Цап В., Хавалко В.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ГРАНИЦЬ ОБ'ЄКТІВ В МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	143
<i>Yatsyshyn S., Xinyu Z., Cherkas A.</i> HARDWARE AND SOFTWARE OF WATER STRIDER ROBOT.....	145
<i>Zygmunt Lech Warsza.</i> SELECTED BASIC PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUE FROM OWN AND JOINT WORKS.....	147
<i>Яцук В., Куриляк Н.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГАРТОВАНОГО СКЛА.....	148
<i>Яцук В., Яцук Ю.</i> КАЛІБРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ РОЗПОРОШЕНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПІДХОДІВ.....	150

RIPPED HEAT FROM DEEP WELLS IN EGS-ISW PROJECT

© Yuriy Starodub¹, Vasyl Karpenko², Andrii Havrys³, Danyil Behen⁴, 2022

¹ Lviv State University of Life Safety (Lviv, Ukraine), Chief researcher of the Department for research and development, Doctor of Technical Sciences, Professor, george_starodub@yahoo.com

² Chief specialist of the Department of Implementation of Energy Efficient Projects of the Cabinet of Ministers of Ukraine (Kyiv, Ukraine), PhD, intexnaftogaz@ukr.net

³ Lviv State University of Life Safety (Lviv, Ukraine), Senior Lecturer of Civil Protection and Computer Modeling of Ecogeophysical Processes Department, PhD, Associate Professor, havrys.and@gmail.com

⁴ Lviv State University of Life Safety (Lviv, Ukraine), Researcher of the Department for research and development, d.behen@ldubgd.edu.ua

GEOHERMAL ENERGY PROJECT: Electric geothermal station based on isolated from formation fluids single well (hereinafter ■ EGS-ISW), which produces 8 MW of primary heat energy into electricity, converts into electric energy more than 5 MW energy, which generates hydrogen with a capacity of more than 10 kg / h at a price of less than \$0.67 / kg is proposed. It is noted the following: 1) Geothermal energy is the planet's own energy, which depends on its mass and has a stable heat flow into open space on the surface. Thus, for the Earth at a depth of 50 m for a constant temperature of 10 °C according to the Stefan-Boltzmann Law, it is equal to 365 W/m².

Heat flux densities with depths increase with increasing total geostatic pressure and gravitational energy in a unit volume of the geological environment, which form a normal vertical temperature gradient at 0.03 °C / m. The peculiarity of the geological environment is that each of its elementary objects is both a source and transmitter of thermal energy that travels from the center of the Earth to its surface. In addition to geostatic pressure and gravitational energy, forming a normal temperature gradient, the factors of temperature formation of the elementary object of the geological environment are: close magmatic activity, horizontal pressures, physics-chemical processes, porosity, fluid saturation, interaction of the whole object with infra-red waves. The industrial value is the normal temperature gradient, which at depths greater than 3000 m for certain rocks is more than 100 °C. 2) On the territory of Ukraine, according to the geothermal Atlas developed by Institute of Geophysics named after S.I.Subbotin, National Academy of Sciences of Ukraine, at depths of more than 3000 m rocks have temperatures from 70 °C to 150 °C. Geothermal active zones, where temperatures are higher than 100 °C, occupy 61.5% of the territory of Ukraine, where 67% of the population lives and 64% of Gross Domestic Product (GDP) is produced. 3) Experience in the construction of deep wells for oil and gas shows that on the Earth's surface during drilling and rinsing wells flushing fluid for months, as long as the process of deepening from a depth of 3000 m, carries thermal energy up to 8 MW. This energy increases with increasing drilling depth. 4) Special experimental-scientific studies of the calorific value of dry rocks from the wells with a depth of 4000 m and 5300 m, lined with a column with a diameter of 245 mm, proved that geothermal energy has the power more than 9 MW at maximum productivity of flushing fluid circulation in the well and receiving tanks.[1]

The temperature of the washing liquid in the receiving tanks with a volume of 150 m³ on the ground and 132 m³ in the well in 24 hours reached 70 °C at an ambient temperature of 0 °C and a capacity of 52 kg/s (42 l/s), with a specific heat of 3500 J/(kg°C) and its density of 1.25 g/cm³. 5) The developed "Theory of Geothermal Energy" allowed to develop an engineering method for determining the "Geothermal resource" (GTR) in MW of a single well, which set the standard value of thermal energy generation at 10 MW for: wells with a depth of 4000 m, bottom temperature 120 °C, casing diameter 245 mm, productivity of circulation of 30 l/s. 6) A feasibility study has been developed for the geothermal industry of Ukraine based on the energy model of hydrocarbon resources development, which proves that the cost of 1 Gcal of geothermal energy is twice less than

the cost of 1 Gcal of thermal energy from natural gas combustion at the same cost with a service life of 50 years. This is more than 3 times cheaper compared to the actual service life of a gas well during 15 years and annual capital works to increase productivity. 7) Patented UA №92743 dated 26.08.2014, geological term "Geothermal resource" (GTR) with the definition of thermal energy power generated by a single deep well isolated from formation fluids. The know-how of the patent contains a technical solution for the development of GTR system ORC with an efficiency of more than 25% for the generation of hydrogen at a price less than 5.8 UAH / kg (as of 2014 at the rate of \$ to 8 equal 8.64). 8) Developed EGS-ISW technology, which will generate 8 MW of energy, or 0.5 of electric energy, or 10 kg / h of hydrogen based on drilled near the village. Nove Misto, Lviv region 5 km from the border with Poland, a well with a depth of 4702 m, which is state-owned.[2]

Innovations of the proposed technology regarding: – physics-chemical structure of the energy carrier of the deep well, which accelerates and increases the heat transfer of the energy carrier in the space of the well; – design of the heat accumulator at the bottom of the well, which sets the required time of sufficient heat transfer of energy in the space of the well; – casing and operational column designs that retain heat during transportation of heated energy to the earth's surface; – design of a steam generator that accelerates and increases the heat exchange between the energy source and the working fluid for organic Rankin cycle (ORC); – turbine design, which multiplies the performance of the conversion of thermal energy into mechanical and electrical energy ORC; – recuperator design, which increases the efficiency of the ORC; – condenser design, which has a negative pressure for the turbine and does not emit heat energy when condensing steam of the working fluid. But directs it to heat the condensed phase of the working fluid with the addition of a certain amount of heat from geothermal energy; – design of the automatic power supply system from the output of the ORC generator and control of the pumps of the energy carrier and the working fluid, which according to the optimization criterion the minimum oscillation of the system reaches the maximum efficiency of geothermal heat conversion will commercialize the proposed technology more than for 25%. 9) More than 90 countries around the world use geothermal energy. Germany has 150 projects, 23 of which are included in central heating systems.

1 Karpenko, V., Starodub, Y., A. Havrys Computer Modeling in the Application to Geothermal Engineering. – Advances in Civil Engineering, vol. 2021, Article ID 6619991, 23 pages,

2 Starodub, Y., Karpenko, V., Karabyn, V., Shuryhin, V. Mathematical Modeling of the Earth Heat Processes for the Purposes of Eco-technology and Civil Safety 2020 IEEE 15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2020 – Proceedings, 2020, 1, pp. 146–149, 9322009 (Scopus)