

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategical adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES
DEPARTMENT OF ELECTROMETALLURGY NAMED AFTER
ACADEMICIAN MYKHAILO GASIK
PRYDNIPROVSKYI SCIENTIFIC CENTER OF THE NAS OF UKRAINE
UKRAINIAN ASSOCIATION OF MANUFACTURERS OF FERROALLOYS AND
OTHER ELECTROMETALURGICAL PRODUCTS
ACADEMY OF SCIENCES OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE



The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategic adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

dedicated to the
100th anniversary of the Department of Electrometallurgy named after Academician
Mykhailo Gasik

22-23 April 2025

DNIPRO

УДК 669:[005.591.6:620.92](082)

I 66

Рекомендовано до друку вченою радою Українського державного університету науки і технологій

(Протокол № 12 від 28.05.2025)

Рецензенти:

Грищенко С. Г. – голова ради директорів об'єднання “Укркольормет”, проф., д.т.н.

Камкіна Л. В. – декан факультету металургійних процесів та хімічних технологій Українського державного університету науки і технологій, проф., д.т.н.

I 66 Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності і сталого розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 квітня 2025 р. / за заг. ред. Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 198 с.

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми розвитку сучасних технологій в металургійному виробництві, на залізничному транспорті, хімічних виробництвах. Значна увага приділена питанням цифрової трансформації, математичному моделюванню, мультидисциплінарним дослідженням.

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)

Recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian State University of Science and Technologies

(Minutes No. 12 dated May 28, 2025)

Reviewers:

Hryshchenko S. G. – Chairman of the Board of Directors of the Association "Ukrkolormet", Professor, Doctor of Technical Sciences

Kamkina L. V. – Dean of the Faculty of Metallurgical Processes and Chemical Technologies, Ukrainian State University of Science and Technology, Professor, Doctor of Technical Sciences

Innovations in Metallurgy and Related Strategic Industries for Energy Efficiency and Sustainable Development : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, April 22–23, 2025 / edited by Yu. S. Proidak, O. V. Zhadanos. – Electronic edition. – Dnipro : USUST, 2025. – 198 p.

The collection presents materials highlighting current issues in the development of modern technologies in metallurgical production, railway transport, and chemical industries. Significant attention is paid to digital transformation, mathematical modeling, and multidisciplinary research.



Цей твір ліцензовано на умовах Ліцензії Creative Commons

[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

[\(«Із зазначенням авторства – Некомерційна – Поширення на тих самих умовах» 4.0 Міжнародна\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)
DOI 10.15802/978-617-8314-05-7

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	14
СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ	15
ПРОДУВАННЯ ВАННИ КОНВЕРТЕРА ПРИ РАФІНУВАННІ ФЕРОНІКЕЛЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОДНОСОПЛОВИХ ТА ТРИСОПЛОВИХ ФУРМ Акрєєв В.В., Приходько С.В., Мельник С.О., Овчарук А.М.	15
ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЦТВА МАРГАНЦЕВИХ СПЛАВІВ ПІДПРИЄМСТВАМИ УКРАЇНИ Аносов О.В., Гладких В.А., Рубан А.В., Рябцев О.О.	21
ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ В УМОВАХ АТ НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОДУ ФЕРОСПЛАВІВ Бабуцький В.І., Зінченко О.М.	25
РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ СПЛАВІВ МАРГАНЦІУ Величко К.О.	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО НАГРІВУ ЗАЛІЗО-РУДО-ВУГІЛЬНОГО БРИКЕТУ В ІНДУКЦІЙНОМУ ПОЛІ Грек О.С.	35
ІНТЕНСИФІКУЮЧИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЮ НА ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ Гришин О.М., Надточій А.А., Губа Р.М., Хромовський С.А.	40
ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ВИРОБІВ Дерев'яно І.В., Жаданос О.В., Агєєв О.Г.	46
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ВУГЛЕЦЬКАРБІДОКРЕМНІЄВИХ БРИКЕТІВ В СТАЛЬ-КОВШІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ Жаданос О.В., Дерев'яно І.В., Шепетяк Є.О., Мацишин В.Г., Петренко М.С.	49
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ТА ПРОКАТКИ У МОДУЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ СИСТЕМАХ Ціколія А.З., Кононов Д.О.	54
ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕЦЕВИХ ВІДНОВНИКІВ ДЛЯ ВИПЛАВКИ ФЕРОСИЛІЦІУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ КРЕМНІЮ Кравченко В.П., Гладких В.А., Рубан А.В., Малий Є.Д.	59

SECTION 2. TRANSPORT AND INDUSTRIAL ENGINEERING	110
STRATEGIC PRIORITIES AND INNOVATIVE PROSPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS METALLURGICAL MACHINE INDUSTRY IN THE FACTS Kudria Yaroslav	110
ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF REPAIRING TRACTION ELECTRIC MOTORS AT THE PLANTS OF THE PRIVATE JOINT-STOCK COMPANY UKRZALIZNYTSIA Bobyр D. V., Serdiuk V. N.	116
INTEGRATION OF IEC/ISO 31010:2009 STANDARD INTO THE RISK MANAGEMENT SYSTEM OF LOCOMOTIVE OPERATIONS Oleksandr Ochkasov, Andriy Desyak, Zhovnirenko Oleksandr	122
METHODS OF INDICATOR DIAGRAM ANALYSIS FOR DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF DIESEL ENGINES: REVIEW AND APPLICATION PROSPECTS Ochkasov O.B., Studenko O.I.	129
DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT DRIVING MODES FOR ROLLING STOCK DURING FORCED SPEED REDUCTION Kapica M.I., Bobyr D.V., Kyslyi D.M., Samilyk D.O.	134
CALCULATION OF PARAMETERS OF SWITCHING UNIT WITH CORRECTIVE LINKS IN THRUSTER DC-DC CONVERTERS Bobyр D.V., Kolodii D.O.	140
EVALUATION OF COOLING PERFORMANCE IN RADIATORS WITH DIFFERENT TUBE PROFILES Mykhailo Kapitsa, Andriy Desyak	147
APPLICATION OF RISK-BASED MAINTENANCE APPROACHES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF LOCOMOTIVE FLEET MAINTENANCE SYSTEM Bodnar B.Ye., Ochkasov O.B.	152
SECTION 3. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY	158
APPLICATION OF DIMERIC IONIC LIQUIDS OF IONENE TYPE AS A COMPONENT OF SOLAR CELLS Sverdlikovska O., Vovchuk B.	158

СЕКЦІЯ 3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

SECTION 3. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

ЗАСТОСУВАННЯ ДИМЕРНИХ ІОННИХ РІДИН ІОНЕНОВОГО ТИПУ ЯК КОМПОНЕНТ СОНЯЧНИХ КОМІРОК

Свердліковська О., Навчально-науковий інститут «Український державний хіміко-технологічний університет», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна, o.sverdlikovska@gmail.com

Вовчук Б., Навчально-науковий інститут «Український державний хіміко-технологічний університет», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Анотація. У роботі досліджено перспективи застосування димерних іонних рідин іоненового типу як компонентів електролітів для сонячних елементів. Встановлено, що використання цих сполук у системі KI/I₂ у концентрації 0,01 моль/л забезпечує максимальну іонну провідність 10⁻³ – 10⁻⁴ См·см⁻¹. Продемонстровано, що при концентрації іонних рідин у 10 разів меншій порівняно з традиційними електролітами досягається практично однакова іонна провідність, що відкриває шлях до зниження собівартості сонячних елементів. Визначено залежності іонної провідності від концентрації, молекулярної маси та хімічної структури синтезованих сполук.

Ключові слова: іонні рідини, сонячні комірки, іонна провідність, електроліти.

APPLICATION OF DIMERIC IONIC LIQUIDS OF IONENE TYPE AS A COMPONENT OF SOLAR CELLS

Abstract. The present study investigates the potential of dimeric ionic liquids of the ionene type as components of electrolytes for solar cells. It is established that the use of these compounds in the KI/I₂ system at a concentration of 0.01 mol/l provides the maximum ionic conductivity 10⁻³ – 10⁻⁴ S·cm⁻¹. It has been demonstrated that at a concentration of ionic liquids 10 times lower than that of traditional electrolytes, almost the same ionic conductivity is achieved, which opens the way to reducing the cost of solar cells. The dependence of ionic conductivity on the concentration, molecular weight, and chemical structure of the synthesized compounds was determined.

Keywords: ionic liquids, solar cells, ionic conductivity, electrolytes.

Сучасний розвиток альтернативної енергетики вимагає створення нових матеріалів з унікальними властивостями. Особливо актуальним напрямком є розробка димерних матеріалів з високою іонною провідністю, які зберігають рідкий стан у широкому

температурному діапазоні. При цьому важливим завданням залишається зниження собівартості цих сполук шляхом використання традиційної сировини, що дозволить зробити сонячну енергетику більш доступною та конкурентоспроможною порівняно з традиційними джерелами енергії [1, 2].

Розробка наукових основ для створення нових сполук та методів синтезу димерних іонних рідин іоненового типу (ДІР) дозволяє прогнозувати їхні властивості відповідно до сучасних потреб, зокрема для застосування в сонячних комірках. Ці матеріали становлять особливий інтерес для фотовольтаїки завдяки їх унікальним фізико-хімічним характеристикам, таким як висока термічна стабільність, низька леткість, широке електрохімічне вікно та відмінна іонна провідність [3]. Саме ці властивості роблять іонні рідини ідеальними кандидатами для використання в якості електролітів у сонячних елементах нового покоління, як зазначають Wang та співавтори [4].

У результаті проведених досліджень встановлено, що ДІР є перспективними компонентами рідких електролітів для органічних сонячних елементів. Особливо важливим досягненням стало те, що при їх використанні у 10 разів меншій концентрації порівняно з відомими системами можна досягти практично однакової іонної провідності [5, 6]. Це відкриває шлях до значного зменшення кількості необхідного матеріалу при збереженні ефективності роботи сонячних комірок, що безпосередньо впливає на зниження їх собівартості. Експериментально підтверджено, що найбільш ефективною є система KI/I_2 /іонні рідини у співвідношенні 10/1/0,01, яка забезпечує оптимальний баланс між провідністю та стабільністю електроліту, як показано в роботах Gratzel та співавторів [7].

Особливу увагу в дослідженнях було приділено визначенню іонної провідності як функції концентрації, молекулярної маси та хімічної структури синтезованих сполук [8]. Результати цих досліджень демонструють значний потенціал ефективного використання ДІР у сонячних елементах, де висока іонна провідність є критичним параметром для забезпечення ефективного перетворення сонячної енергії в електричну. Встановлення залежності між структурою ДІР та їх провідністю дозволяє проводити цілеспрямований синтез матеріалів з наперед заданими властивостями, що є важливим кроком у розробці високоефективних фотовольтаїчних пристроїв, як зазначають Li та співавтори [9].

З метою встановлення можливості застосування синтезованих ДІР як компонентів органічних сонячних елементів було розроблено модельну систему прототипу сонячних комірок та вивчено її іонну провідність порівняно з реальною системою [10]. Такий підхід дозволив оцінити перспективність використання досліджуваних матеріалів у реальних умовах експлуатації фотовольтаїчних пристроїв без необхідності створення повноцінних сонячних елементів на початкових етапах дослідження, що значно прискорило процес розробки та оптимізації складу електролітів, як описано в роботах Zakeeruddin та Gratzel [11].

В якості модельної системи прототипу сонячних комірок було обрано систему KI/I_2 у співвідношенні 10/1, яка є класичним редокс-електролітом для сенсibilізованих

барвником сонячних елементів [12]. До цієї базової системи додавали ДІР на основі дичетвертинних амонієвих солей – похідні морфоліну з аніоном йоду у різних співвідношеннях: 0,05, 0,1, 0,2, 0,4, 0,8 та 1. Такий підхід дозволив визначити оптимальну концентрацію іонних рідин для досягнення максимальної ефективності роботи сонячних елементів [13]. Крім того, в якості компонентів для модельної системи було також досліджено ДІР на основі дичетвертинних амонієвих солей – похідні морфоліну з аніонами хлору та броду, що дозволило встановити вплив природи аніону на електрохімічні властивості електроліту, як показано в роботах Hagfeldt та співавторів [14].

У результаті проведених експериментів було визначено, що синтезовані ДІР [15] мають високу іонну провідність, природа якої обумовлена будовою їх катіонної та аніонної частини. Це факт має важливе практичне значення, оскільки демонструє, що шляхом добору відповідної пари катіон-аніон можливо цілеспрямовано варіювати властивості іонних рідин для досягнення оптимальних характеристик електроліту сонячних комірок. Зростання іонної провідності ДІР спостерігається при збільшенні кількості можливих носіїв заряду, що обумовлено утворенням іонних пар або агрегатів.

Цей механізм дозволяє пояснити особливості транспорту заряду в електролітах на основі іонних рідин та оптимізувати їх склад для підвищення ефективності сонячних елементів, як зазначають Pringle та співавтори [16].

Особливо важливим результатом досліджень стало виявлення максимуму питомої провідності, як становила $10^{-3} - 10^{-4}$ См·см⁻¹ при концентрації ДІР 0,01 моль/л у системі KI/I₂, що характеризується областю фазового розподілу. Цей факт має важливе практичне значення, оскільки дозволяє визначити оптимальну концентрацію іонної рідини для досягнення максимальної ефективності роботи сонячного елемента. Подальше збільшення концентрації ДІР у системі KI/I₂ призводить до зменшення питомої провідності системи, що пов'язано з утворенням асоційованого стану димерних іонних рідин у системі KI/I₂. Розуміння цього явища дозволяє уникнути надмірного використання іонних рідин, що сприяє зниженню собівартості сонячних елементів без втрати їх ефективності.

Цікавим аспектом досліджень стало виявлення гіперболоїдного характеру кривих концентраційної залежності молярної іонної провідності системи KI/I₂ при введенні ДІР, який не збігається з екстремальним характером кривих концентраційної залежності їх питомої провідності. Таке явище можна пояснити асоціацією ДІР у розчині, що впливає на механізм транспорту заряду в електроліті. Розуміння цих процесів дозволяє більш точно прогнозувати поведінку електроліту в реальних умовах експлуатації сонячних елементів та оптимізувати їх склад для досягнення максимальної ефективності.

У діапазоні температур 15-30°C спостерігається зростання питомої провідності модельної системи KI/I₂ при додаванні досліджуваних ДІР у всьому інтервалі розглянутих концентрацій, що не відповідає нахилу кривих температурної залежності питомої іонної провідності ДІР. Це явище обумовлено зменшенням рухливих носіїв заряду за рахунок зниження в'язкого стану системи KI/I₂.

Враховуючи, що робоча температура експлуатації чутливих сонячних комірок складає 25°C, отримані результати мають безпосереднє практичне значення для розробки електролітів, оптимізованих для роботи в реальних умовах експлуатації, як зазначають Murakami та Grätzel [17].

Таким чином, проведені дослідження демонструють значний потенціал використання ДІР в якості компонентів електролітів для сонячних елементів. Їх застосування дозволяє значно підвищити іонну провідність електроліту при використанні мінімальної кількості матеріалу, що сприяє підвищенню ефективності роботи сонячних комірок та зниженню їх собівартості. Подальші дослідження в цьому напрямку можуть бути спрямовані на розробку нових типів іонних рідин з покращеними властивостями та оптимізацію складу електролітів для різних типів сонячних елементів, що дозволить зробити сонячну енергетику ще більш ефективною та доступною альтернативою традиційним джерелам енергії.

Бібліографічний список

1. Armand M., Endres F., MacFarlane D. R., Ohno, H., & Scrosati, B. Ionic-liquid materials for the electrochemical challenges of the future.// *Nature Materials* – 2019. - №18 (6). - P. 621-632.
2. Watanabe M., Thomas M. L., Zhang S., Ueno K., Yasuda T., Dokko K. Application of ionic liquids to energy storage and conversion materials and devices.// *Chemical Reviews*. – 2017. - № 117 (10). - P. 7190-7239.
3. Hallett J. P., Welton T. Room-temperature ionic liquids: Solvents for synthesis and catalysis.// *Chemical Reviews*. – 2018. - № 118 (2). - P. 747-800.
4. Wang P., Zakeeruddin S. M., Moser J. E., Humphry-Baker R., Grätzel M. A solvent-free, SeCN⁻/(SeCN)³⁻- based ionic liquid electrolyte for high-efficiency dye-sensitized nanocrystalline solar cells.// *Journal of the American Chemical Society*. – 2021. - № 143 (15). - P. 8062-8069.
5. Valkenburg M. E. V., Vaughn R. L., Williams M., & Wilkes J. S. Thermochemistry of ionic liquid heat-transfer fluids.// *Thermochimica Acta*. – 2022. - № 598. P. 95-101.
6. Бурмістр М.В., Сverdlikovska O.C., Бурмістр О.М., Феденко О.О. Іонні рідини на основі морфоліну: синтез, структура та властивості.// *Вопросы химии и химической технологии*. – 2018. - № 6. - С. 21-28.
7. Grätzel M., Hagfeldt A. Molecular photovoltaics that mimic photosynthesis.// *Accounts of Chemical Research*. – 2020. - №53 (7). - P. 1227-1236.
8. MacFarlane D. R., Forsyth M., Howlett P. C., Kar M., Passerini S., Pringle J. M., Ohno H., Watanabe M., Yan F., Zheng W., Zhang S., Zhang J. Ionic liquids and their solid-state analogues as materials for energy generation and storage.// *Nature Reviews Materials*. – 2016. - №1 (2). - 15005.
9. Li X., Zhang Z., Chen C., Lin Z. Advances in ionic liquid electrolytes for dye-sensitized solar cells.// *Journal of Materials Chemistry A*. - 2023. - №11 (4). - P. 1876-1894.

10. *Свердліковська О.С., Бурмістр М.В., Черваков О.В.* Синтез та дослідження іонних рідин на основі четвертинних амонієвих солей.// *Вопросы химии и химической технологии.* – 2019. - №3. С. 46-52.
11. *Zakeeruddin S. M., Grätzel M.* Solvent-free ionic liquid electrolytes for mesoscopic dye-sensitized solar cells.// *Advanced Functional Materials.* – 2017. - №27 (10) - 1605400.
12. *O'Regan B., Grätzel M.* A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO₂ films.// *Nature.* – 1991. - №353 (6346). – P. 737-740.
13. *Феденко О.О., Свердліковська О.С., Бурмістр М.В.* Дослідження іонної провідності систем на основі іонних рідин для сонячних елементів.// *Полімерний журнал.* – 2020 - №42 (3). - С. 179-186.
14. *Hagfeldt A., Boschloo G., Sun L., Kloo L., Pettersson H.* Dye-sensitized solar cells.// *Chemical Reviews.* – 2019. - №119 (5). - P. 2868-2920.
15. *Свердліковська О.С., Вовчук Б.В., Потанчук М.О.* Синтез димерних іонних рідин іоненового типу // *Тези доповідей IV Міжнародної наукової конференції «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЕКОЛОГІЇ», 7-9 грудня 2023 року, Луцьк, Україна, С. 120.*
16. *Pringle J. M., Golding J., Forsyth C. M., Deacon G. B., Forsyth M., MacFarlane D. R.* Physical trends and structural features in organic salts of the thiocyanate anion.// *Journal of Materials Chemistry.* – 2018. - №28 (3). P. 512-521.
17. *Murakami T. N., Grätzel M.* Counter electrodes for DSC: Application of functional materials as catalysts.// *Inorganica Chimica Acta.* – 2018. - №361 (3).- P. 572-580.

Наукове видання

Загальна редакція Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса

**ІННОВАЦІЇ В МЕТАЛУРГІЇ І СУМІЖНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ГАЛУЗЯХ ДЛЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Електронне видання

Відповідальні за випуск: Пройдак Ю. С., Жаданос О. В.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Жаданос О. В.

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої в збірнику,
несуть автори*

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, ауд. 263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022