

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, м. Київ:

С.В. Ахонін (головний редактор),

В.О. Березос, Ю.В. Костецький, В.А. Костін,
І.В. Кривцун, Л.Б. Медовар, Г.П. Стівченко,
А.І. Устїнов, В.О. Шаповалов;
М.М. Гасик, Аалто Університет, Еспоо, Фінляндія,

М.І. Гречанюк, Інститут проблем

матеріалознавства НАНУ, м. Київ,

М. Зініград, Аріельський університет,

Центр матеріалознавства, Ізраїль,

О.М. Івасїшин, Інститут металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАНУ, м. Київ,

Ю.Г. Квасницька, ФТМС НАНУ, м. Київ,

П.І. Лобода,

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ,

О.В. Овчинников, ЗНТУ, м. Запоріжжя

Виконавчий директор — О.Т. Зельніченко,
 Міжнародна Асоціація «Зварювання», м. Київ

Засновники

Національна академія наук України,

Інститут електрозварювання

ім. Є.О. Патона НАНУ,

Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавець)

Редакція

Д.М. Дяченко (відповід. секретар),

Л.М. Герасименко, Т.Ю. Снегирьова, А.І. Сулима

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ,

03150, Україна, Київ,

вул. Казимира Малевича, 11

Тел./факс: (38044) 205 23 90

E-mail: journal@paton.kiev.ua

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem>

 Журнал входить до переліку затверджених
 Міністерством освіти і науки України видань
 для публікації праць здобувачів наукових ступенів
 за спеціальностями 132, 133

Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020

Рекомендовано до друку

редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну реєстрацію

КВ № 24212-14052 ПР від 03.12.2019

ISSN 2415-8445

 DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>
Передплата 2023

Передплатний індекс 70693

4 випуски на рік (видається щоквартально)

Друкована версія: 1120 грн. за річний комплект

з урахуванням доставки

рекомендованою бандероллю.

Електронна версія: 1120 грн. за річний комплект.

ЗМІСТ*
ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ПРОЦЕСИ
*Пікулін О.М., Ахонін С.В., Березос В.О., Северин А.Ю.,
 Єрохін О.Г.* Електронно-променево оплавлення зливків
 жароміцного титанового сплаву ВТ9 3

*Гречанюк В.Г., Гречанюк М.І., Хоменко О.В., Гречанюк І.М.,
 Гоц В.І.* Особливості структури і фізико-хімічних властивостей
 міді, отриманої способом електронно-променевого
 випаровування-конденсації у вакуумі 9

Дідікін Г.Г., Білоус С.Б., Ковінський І.С., Ільков О.О. Електронно-
 променево технологія отримання наноструктурних покриттів
 срібла на порошках неорганічних і органічних речовин,
 лікарські нанокмполімерні субстанції та їх дослідження 16

ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ
*Білоник Д.І., Капустян О.Є., Овчинникова І.А., Білоник І.М.,
 Лаптева Г.М.* Структура і властивості зливків, отриманих
 з відходів листової обрізи титану ВТ1-0 електродушковим
 переплавом у відкритому кристалізаторі 25

ПЛАЗМОВО-ДУГОВА ТЕХНОЛОГІЯ
*Коржик В.М., Строгонов Д.В., Бурлаченко О.М., Тунік А.Ю.,
 Ганущак О.В., Грищенко О.П.* Ефективність процесу плазмово-
 дугової сферодизації струмопровідного титанового дроту 33

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
Костін В.А., Фальченко Ю.В., Пузрін А.Л., Махненко А.О.
 Отримання, властивості і перспективи використання сучасних
 магнієвих сплавів 43

ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ СТАЛІ ТА ФЕРОСПЛАВІВ
*Богаченко О.Г., Міщенко Д.Д., Гончаров І.О., Брагинець В.І.,
 Нейло І.О., Плевако Ю.А.* Застосування графітованих гнотових
 електродів на дугових сталеплавильних печах постійного
 струму 53

ІНФОРМАЦІЯ

 Досягнення адитивних технологій для відбудови української
 промисловості, науки та інжинірингу 62

Пам'яті Л.І. Маркашової 63

 *Статті з журналу «Сучасна електрометалургія» вибірково перекладаються
 на англійську мову та публікуються в «The Paton Welding Journal»:
<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj>

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, Kyiv:

S.V. Akhonin (Editor in Chief),

V.O. Berezos, Yu. V. Kostetskiy, V.A. Kostin, I.V. Krivtsun, L.B. Medovar, G.P. Stovpchenko,

A.I. Ustinov, V.O. Shapovalov;

M.M. Gasik, Aalto University, Espoo, Finland,

M.I. Grechanyuk, Institut for Problems of Material Science of NASU, Kyiv,

M. Zinigrad, Ariel University,

Materials Science Centre, Israel,

O.M. Ivasishyn, G.V. Kurdyumov Institute

for Metal Physics of NASU, Kyiv,

Yu.H. Kvasnytska, Physico-Technological

Institute of Metals and Alloys, Kyiv,

P.I. Loboda, NTUU «Igor Sykorsky

Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv,

O.V. Ovchynnikov, Zaporozhye National Technical University, Ukraine

Executive Director — O.T. Zelnichenko,

International Association «Welding», Kyiv, Ukraine

Founders

National Academy of Sciences of Ukraine,

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU,

International Association «Welding» (Publisher)

Editors

D.M. Diachenko (execut. secretary),

L.M. Gerasymenko, T.Yu. Snegiryeva, A.I. Syluma

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU,

03150, Ukraine, Kyiv,

11 Kasymyr Malevych Str.

Tel./Fax: (38044) 205 23 90

E-mail: journal@paton.kiev.ua

<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/sem>

The Journal is included in the list of publications approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine for the publication of works of applicants for academic degrees in specialties 132, 133

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020

Recommended for printing editorial board

of the Journal

Certificate of state registration

of KV № 24212-14052PR dated 03.12.2019

ISSN 2415-8445

DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>

Subscription 2023

Subscription index 70693

4 issues per year (issued monthly),
back issues available.

\$128, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.

\$96, subscriptions for the electronic version
(sending issues of Journal in pdf format
or providing access to IP addresses).

CONTENTS*
ELECTRON BEAM PROCESSES

Pikulin O.M., Akhonin S.V., Berezos V.O., Severyn A. Yu., Erokhin O.G. Electron beam surface melting of ingots of high-temperature titanium alloy VT9 3

Hrechanyuk V.G., Hrechanyuk M.I., Khomenko O.V., Hrechanyuk I.M., Hots V.I. Features of the structure and physico-chemical properties of copper produced by the method of electron beam evaporation and condensation in vacuum 9

Didikin G.G., Bilous S.B., Kovinskyi I.S., Ilkov O.O. Electron beam technology for obtaining nanostructured silver coatings on powders of inorganic and organic substances, medicinal nanocomposite substances and their research 16

ELECTROSLAG TECHNOLOGY

Bilonyk D.I., Kapustyan O. Ye., Ovchynnykova I.A., Bilonyk I.M., Lapteva G.M. Structure and properties of ingots produced from sheet cuttings of VT-1 titanium by electroslag remelting in an open mould 25

PLASMA-ARC TECHNOLOGY

Korzyk V.M., Strogonov D.V., Burlachenko O.M., Tunik A. Yu., Ganushchak O.V., Hrishchenko O.P. Effectiveness of the process of plasma-arc spheroidization of current-conducting titanium wire 33

MATERIALS SCIENCE

Kostin V.A., Falchenko Yu.V., Puzrin A.L., Makhnenko A.O. Production, properties and prospects of application of modern magnesium alloys 43

ELECTROMETALLURGY OF STEEL AND FERROALLOYS

Bogachenko O.G., Mishchenko D.D., Honcharov I.O., Braginets V.I., Neilo I.O., Plevako Yu.A. Application of graphitized wick electrodes in DC arc steel furnaces 53

INFORMATION

The achievement of additive technologies for the reconstruction of Ukrainian of industry, science and engineering 62

In memory of L.I. Markashova 63

*Articles from «Electrometallurgy Today» are selectively translated into English and included to the contents of «The Paton Welding Journal»:

<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj>

ДОСЯГНЕННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІДБУДОВИ УКРАЇНСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ, НАУКИ ТА ІНЖИНІРИНГУ

7–8 грудня 2022 р. Міжнародний інститут сучасних технологій (МІСТ) у співробітництві з Київським академічним університетом, проектом Academ.City та Міжнародним інститутом бізнесу в готелі «Національний» (м. Київ) провели україно-американську онлайн-конференцію «Досягнення адитивних технологій для відбудови української промисловості, науки та інжинірингу». Конференція була проведена за сприянням та участю спеціалістів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. У конференції прийняли участь кращі світові розробники технологій, виробники обладнання, програмного забезпечення та матеріалів, а також провідні українські фахівці даної галузі, які обговорили сучасні тренди у адитивних технологіях, останні досягнення в обладнанні та матеріалах, питання інженерної освіти для сучасних технологій 3D друку, найновіші досягнення адитивних технологій у медицині. До участі в роботі конференції були запрошені українські промисловці, а також компанії, що вже працюють з технологіями 3D друку, викладачі та студенти інженерних спеціальностей, інженери та зацікавлені у побудові кар'єри у галузі дизайну для сучасного виробництва.

Під час конференції проведено чотири секції: сучасні тренди в адитивних технологіях; останні досягнення у адитивних технологіях/3D прінтингу; інженерна освіта для адитивних технологій; новітні адитивні технології у медицині.

До пленарних виступів було залучено лідерів галузі, розробників обладнання та програмного забезпечення,

представників провідних навчальних закладів і наукових установ. З доповідями виступили Юджин Геллер (PALITRA, США), Марк Абшир (Additive Manufacturing Users Group AMUG, США), Алекс Меджіріцкі (Formlabs Ohio, США), Калум Стюарт (SPEE3D, США), Омер Тюран (Stratasys, США), Дмитро Ковальчук (Червона Хвиля, Україна), Метью Крессі (MIT, США), Сергій Веретюк (Ноосфера, Україна), Керім Генк (Synopsys Simpleware division, США), Максим Русиник (ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України), Юрій Богомол (Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського, Україна) та інші.

Під час проведення конференції учасники обговорили сучасні тенденції в застосуванні 3D друку, нові розробки апаратного та програмного забезпечення, матеріалів, а також актуальні питання наукових досліджень, інноваційної діяльності та інженерної освіти. Основним напрямком панельних дискусій були перспективи співпраці українських і американських компаній та спеціалістів в ключових аспектах розвитку адитивного виробництва в Україні.

За матеріалами сайту
<https://iimt.com.ua/3d-conference-2022>

Заснований у 2022 р. та розташований у м. Києві Міжнародний інститут сучасних технологій (МІСТ) є освітнім, дослідницьким та інженерним центром найсучасніших інженерних та виробничих технологій для України. МІСТ має на меті допомогти українським інженерам використати найсучасніше програмне забезпечення і обладнання для виробництва, щоб відновити та розвинути українську промисловість. МІСТ — прямий шлях для українських інженерів на світовий ринок передових технологій. Програми МІСТ особливо зосереджені, але не обмежуються, технологіями адитивного виробництва. МІСТ об'єднує виробників обладнання, розробників програмного забезпечення, науковців, інженерів, бізнесменів, які зацікавлені в розвитку інженерного та виробничого потенціалу України.

Історія Київського академічного університету (КАУ) починається з Київського відділення Московського фізико-технічного інституту (КВ МФТІ), яке було створене за ініціативи Бориса Євгеновича Патона з метою забезпечити можливість українським студентам, що навчались в МФТІ, повертатись і працювати в Україні. У 1997 р. КВ МФТІ реорганізовано у Фізико-технічний навчально-науковий центр (ФТННЦ) НАН України, а у 2016 р. утворено державну наукову установу «Київський академічний університет» шляхом реорганізації ФТННЦ НАН України.



Пам'яті Л.І. Маркашової



13 березня 2023 р. пішла з життя Людмила Іванівна Маркашова — доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України.

Л.І. Маркашова народилася 2 квітня 1937 р. у м. Артемівськ Донецької області.

У 1961 р. закінчила Донецький політехнічний інститут, отримала диплом інженера-металурга за фахом металофізик (спеціалізація «Електронна мікроскопія, структурно-фазовий аналіз металів, сплавів та їх з'єднань»). З 1965 по 2023 р. працювала в ІЕЗ в лабораторії електронної мікроскопії. В 1973 р. захистила кандидатську дисертацію за спеціальністю «Металознавство і термічна обробка металів», а в 1992 р. — докторську за спеціальностями «Зварювання та споріднені процеси і технологія» та «Металознавство і термічна обробка металів».

Маркашова Л.І. приймала активну участь у науково-педагогічній роботі. Була керівником студентів при проходженні ними наукової практики від навчальних закладів та науковим керівником їх дипломних робіт. Участь Маркашової Л.І. у науково-педагогічній роботі підтверджується нагородженням відзнакою Національної академії наук України за підготовку наукової зміни.

Маркашова Л.І. була членом Спеціалізованої вченої ради Д 26.182.02 при ІЕЗ по захисту кандидатських та докторських дисертацій. Активно працювала як опонент та рецензент дисертацій на здобуття наукових звань кандидата та доктора технічних наук зі зварювання, металознавства, матеріалознавства та металофізики.

Л.І. Маркашова автор більше 300 наукових робіт у вітчизняних та закордонних виданнях. Регулярно приймала участь з доповідями у наукових конференціях національного та міжнародного рівня.

Л.І. Маркашова — відомий фахівець та перша в ІЕЗ докторка наук в галузі зварювального матеріалознавства, що вирішувала складні наукові і технічні завдання. Під її керівництвом були захищені чотири кандидата технічних наук.

Основний напрямок наукової діяльності Людмили Іванівни пов'язаний з комплексними дослідженнями (на всіх структурних рівнях) металів, сплавів, зварних з'єднань: розробка ме-

тодик прецизійного структурного аналізу; дослідження комплексу фізико-хімічних процесів, що супроводжують зварювання, процесів пластичної деформації, руйнування, фазоутворення, структурно-фазових перетворень, масопереносу в контактних поверхнях різномірних металів, металів з неметалами, композиційних матеріалів, дослідження взаємозв'язку структури з властивостями міцності, пластичності та тріщиностійкості; вивчення впливу структурних факторів на процеси зміцнення; формування концентраторів внутрішніх напружень, а також механізмів їх релаксації в процесі зварювання та експлуатаційних умовах.

Людмила Іванівна займалась: вивченням кінетики формування зварних з'єднань, виконаних зварюванням без розплавлення; дослідженнями, що пов'язані з проблемами та вивченням взаємозв'язку структури з властивостями зварних з'єднань низько-, середньо- та високолегованих сталей, а також кольорових металів та сплавів, виконаних зварюванням плавленням; дослідженнями зварювості металів та сплавів при розробці технологій зварювання та ремонті металоконструкцій гірничорудного обладнання, будівельної та автодорожньої техніки, спеціальної техніки бронекорпусного виробництва; розробкою технологій відновлення наплавленням зношених поверхонь коліс вантажного та пасажирського залізничного транспорту; оптимізацією технологічних процесів зварювання, а саме — труб газотранспортної системи; кольорових металів конструкцій спеціального призначення (титанові сплави) та аерокосмічної техніки (високолеговані сплави на алюмінієвій основі); високоміцних, жароміцних сталей та кольорових металів; різномірних металів при зварюванні тиском (дифузійне зварювання, зварювання прокаткою, тертям, ударне зварювання у вакуумі, магнітно-імпульсне, зварювання вибухом); зварюванням плавленням (дугове зварювання, лазерне та гібридне лазерно-дугове зварювання); інженерією поверхонь (нанесення покриттів, імпульсно-плазмове зміцнення, лазерне, лазерно-мікроплазмове легування поверхонь та ремонтні роботи по відновленню залізничних коліс після тривалої експлуатації).

Л.І. Маркашова була вченим світового рівня, мала талант вченого та керівника. Її душевна теплота і доброзичливість здобули авторитет та повагу співробітників. З глибоким сумом переживають цю втрату друзі, колеги, учні. Пам'ять про Людмилу Іванівну збережеться назавжди в їх серцях.

*Колектив Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона, редколегія
та редакція журналу «Сучасна електрометалургія»*

ПЕРЕДПЛАТА 2023

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	півроку	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	280	840	1680	3360
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	280	560	1120
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	280	560	1120
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	560	1680	3360	6720

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

** Журнал «The Paton Welding Journal» містить статті, отримані від авторів з усього світу і вибірково переклади на англійську мову статей з журналів «Автоматичне зварювання», «Сучасна електрометалургія», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

Передплату на журнали можна оформити по каталогах передплатних агентцій «УКРПОШТА», «Преса», «Прес Центр» та у видавництві. Передплата через видавництво з любого місяця на любой термін, в т.ч. на попередні періоди та окремі статті, починаючи з першого року видання.

Передплата на електронну версію журналів.

Вартість передплати на електронну версію журналів дорівнює вартості передплати на друковану версію. Випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі pdf або для IP-адреси комп'ютера передплатника надається доступ до відповідних архівів журналу.

Передплата через сайт видавництва:

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/as/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj/subscription>

На сайті видавництва у 2023 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2021 рр.



Журнал «**Автоматичне зварювання**» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень за напрямками: матеріалознавство та металургія зварювання, наплавлення та інших споріднених технологій; технології та матеріали для зварювання конструкційних матеріалів; виробництво зварних метало конструкцій для різних галузей промисловості; відновлювальний ремонт для подовження ресурсу зварних конструкцій і вузлів; проблеми міцності, конструювання та оптимізації зварних конструкцій; технології 3D друку, які базуються на зварювальних процесах; гібридні технології зварювання. В журналі публікується також інформація про нові зварювальні матеріали, джерела живлення та технології; звіти про виставки, конференції та семінари, анонси нових книг та винаходів, новини від відомих компаній та інше.



Журнал «**Сучасна електрометалургія**» є міжнародним науково-теоретичним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень у сферах: металургія чорних і кольорових металів та сплавів; спеціальна електрометалургія (електрошлакова, електронно-променева, плазмова- та вакуумно-дугова технології); нові матеріали; енерго- і ресурсозбереження; матеріалознавство, 3D технології у спеціальній електрометалургії. Публікується також допоміжна інформація з тематики журналу.

Публікується також допоміжна інформація з тематики журналу.



Журнал «**Технічна діагностика та неруйнівний контроль**» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень з діагностики матеріалів і конструкцій та методи неруйнівного контролю для оцінки стану матеріалів і конструкцій; теорія, методи і засоби технічної діагностики. Розміщуються матеріали з моніторингу конструкцій та подовження ресурсу та працездатності засобами НК. Публікується супутня інформація з тематики журналу, а також інформація про події та новини в Українському товаристві НК та ТД.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛАХ

Реклама публікується на обкладинках і внутрішніх вклейках журналів.

Перша сторінка обкладинки – 200x200 мм.

Друга, третя і четверта сторінки обкладинки – 200x290 мм.

Перша, друга, третя, четверта сторінки внутрішньої обкладинки – 200x290 мм.

Вклейка А4 – 200x290 мм. Розворот А3 – 400x290 мм.

А5 – 185x130 мм.

Розміри журналів після обрізу 200x290 мм.

Всі файли в форматі IBM PC, кольорова модель СМΥК, роздільна здатність 300 dpi.

ВАРТІСТЬ РЕКЛАМИ

Ціна договірна. Передбачена система знижок. Вартість публікації статті на правах реклами становить половину вартості рекламної площі. Публікується тільки профільна реклама з тематики журналів. Відносно вартості, знижок та термінів публікації прохання звертатися у видавництво.

ВИДАВНИЦТВО

Міжнародна Асоціація «Зварювання»
 03150, Київ, вул. Казимира Малевича, 11
 Тел./факс: 38044 205-23-90
 E-mail: journal@paton.kiev.ua
<https://patonpublishinghouse.com>