

ISSN 1608-1021

# PROGRESS IN PHYSICS OF METALS

**1** 2018  
VOL. 19

REVIEW RESEARCH JOURNAL



G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics  
National Academy of Sciences of Ukraine

<http://ufm.imp.kiev.ua>

**Founders:** National Academy of Sciences of Ukraine,  
G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics of the NAS of Ukraine

**EDITORIAL BOARD**

- O.M. IVASISHIN Editor-in-Chief, Member of the NAS of Ukraine, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- G.E. ICE Dr.Sc., Materials Science and Technology Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge (U.S.A.)
- O.S. BAKAI Member of the NAS of Ukraine, National Scientific Centre 'Kharkiv Institute of Physics and Technology', NAS of Ukraine, Kharkiv (Ukraine)
- J. van HUMBEECK Professor, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven (België)
- M.O. VASILIEV Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- V.G. GAVRILJUK Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- A.M. GLEZER Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Physical Metallurgy and Physics of Metals, RF SSC FSUE 'I.P. Bardin CSRIFM', Moscow (Russian Federation)
- V.O. GOLUB Dr.Sc. (Phys.-Math.), Institute of Magnetism, NAS of Ukraine & MES of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- A.I. GORDIENKO Member of the NAS of Belarus, SSI 'Physical-Technical Institute, NAS of Belarus, Minsk (Belarus)
- A.M. GUSAK Professor, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy (Ukraine)
- M.O. IVANOV Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- Yu.M. KOVAL' Corresponding Member of the NAS of Ukraine, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- M.V. KOVAL'CHUK Corresponding Member of the Russ.A.S., RSC 'Kurchatov's Institute'-A.V. Shubnikov Institute of Crystallography, RAS, Moscow (Russian Federation)
- V.A. LOBODYUK Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- V.M. LOKTEV Member of the NAS of Ukraine, M.M. Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- P.E. MARKOVSKY Dr.Sc. (Tech.), G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- V.B. MOLODKIN Deputy Editor-in-Chief, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- A.G. NAUMOVETS' Member of the NAS of Ukraine, Institute of Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- I.M. NEKLYUDOV Member of the NAS of Ukraine, National Scientific Centre 'Kharkiv Institute of Physics and Technology', NAS of Ukraine, Kharkiv (Ukraine)
- T.M. RADCHENKO Executive Managing Editor, Dr.Sc. (Phys.-Math.), G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- S.P. REPETS'KY Professor, Institute of High Technologies at the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv (Ukraine)
- S.I. SIDORENKO Corresponding Member of the NAS of Ukraine, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute', Kyiv (Ukraine)
- V.A. TATARENKO Corresponding Member of the NAS of Ukraine, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- S.O. FIRSTOV Member of the NAS of Ukraine, I.M. Frantsevych Institute for Problems of Materials Science, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)
- O.A. SHMATKO Professor, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, NAS of Ukraine, Kyiv (Ukraine)

**Засновники:** Національна академія наук України,  
Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

- О.М. ІВАСИШИН      головний редактор, акад. НАН України (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- Дж.Е. АЙС            д-р (Відділення матеріалознавства і технологій Окридзької національної лабораторії, Ок-Ридж, США)
- О.С. БАКАЙ          акад. НАН України (Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, Харків)
- Я. ВАН ХУМБЕЕК      проф. (Католицький університет Льовена, Льовен, Бельгія)
- М.О. ВАСИЛЬЄВ      проф. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- В.Г. ГАВРИЛЮК      проф. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- А.М. ГЛЕЗЕР          проф. (Інститут металознавства та фізики металів ім. Г.В. Курдюмова, ДНЦ РФ ФДУП ЦНДІЧорМет ім. І.П. Бардіна, Москва, РФ)
- В.О. ГОЛУБ          д-р фіз.-мат. наук (Інститут магнетизму НАН України та МОН України, Київ)
- А.І. ГОРДІЄНКО      акад. НАН Білорусі (ДНЗ «Фізико-технічний інститут НАН Білорусі», Мінськ, РБ)
- А.М. ГУСАК            проф. (Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького, Черкаси)
- М.О. ІВАНОВ          проф. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- Ю.М. КОВАЛЬ        чл.-кор. НАН України (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- М.В. КОВАЛЬЧУК    чл.-кор. Російської АН (РНЦ «Курчатовський інститут»–Інститут кристалографії ім. О.В. Шубнікова Російської АН, Москва, РФ)
- В.А. ЛОБОДЮК        проф. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- В.М. ЛОКТЄВ        акад. НАН України (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ)
- П.Є. МАРКОВСЬКИЙ д-р техн. наук (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- В.Б. МОЛОДКІН        заступник головного редактора, чл.-кор. НАН України (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- А.Г. НАУМОВЕЦЬ      акад. НАН України (Інститут фізики НАН України, Київ)
- І.М. НЕКЛЮДОВ        акад. НАН України (Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, Харків)
- Т.М. РАДЧЕНКО        відповідальний секретар редколегії, д-р фіз.-мат. наук (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- С.П. РЕПЕЦЬКИЙ      проф. (Інститут високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ)
- С.І. СИДОРЕНКО      чл.-кор. НАН України (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ)
- В.А. ТАТАРЕНКО      чл.-кор. НАН України (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)
- С.О. ФІРСТОВ        акад. НАН України (Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Київ)
- О.А. ШМАТКО        проф. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Київ)

# PROGRESS IN PHYSICS OF METALS

**1** 2018  
VOL. 19

---

REVIEW RESEARCH JOURNAL • PUBLISHED 4 TIMES PER YEAR  
FOUNDED IN OCTOBER 2000 • KYIV

---

## CONTENTS

MAKOGON Yu.M., SIDORENKO S.I., and SHKARBAN R.A. Fabrication of Nanosize Films on the Base of Scutterudite $\text{CoSb}_3$ for Thermoelectric Devices . . . . .	5
MAKSAKOVA O.V., POGREBNJAK O.D., and BERESNEV V.M. Features of Investigations of Multilayer Nitride Coatings Based on Cr and Zr . . . . .	25
CHEREPIN V.T., VASYLYEV M.O., MAKEEVA I.M., KOLESNIK V.M., and VOLOSHKO S.M. Secondary Ion Emission during the Proton Bombardment of Metal Surfaces . . . . .	49
BONDAR, V.Y., DANILCHENKO, V.E., MAZANKO, V.F., FILATOV, O.V. and IAKOVLEV, V.E. Effect of Cyclic Martensitic $\gamma$ - $\epsilon$ - $\gamma$ Transformations on Diffusion Characteristics of Carbon in an Iron-Manganese Alloy . . . . .	70
<hr/>	
<b>Information for Authors</b> . . . . .	95
<b>Information for Foreign Subscribers</b> . . . . .	102
<b>Publication Ethics and Malpractice Statement</b> . . . . .	104

# 1 2018 ТОМ 19

# УСПІХИ ФІЗИКИ МЕТАЛІВ

ОГЛЯДОВИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ • ВИХОДИТЬ 4 РАЗИ НА РІК  
ЖУРНАЛ ЗАСНОВАНО У ЖОВТНІ 2000 р. • КИЇВ

## ЗМІСТ

МАКОГОН Ю.М., СИДОРЕНКО С.І., ШКАРБАНЬ Р.А. Виготовлення нанорозмірних плівок на основі скутерудиту $\text{CoSb}_3$ для термоелектричних приладів . . . . .	5
МАКСАКОВА О.В., ПОГРЕБНЯК О.Д., БЕРЕСНЄВ В.М. Особливості досліджень багаточарових нітридних покриттів на основі Cr і Zr . . . . .	25
ЧЕРЕПІН В.Т., ВАСИЛЬЄВ М.О., МАКЕЄВА І.М., КОЛЕСНИК В.М., ВОЛОШКО С.М. Вторинна йонна емісія при бомбуванні металевих поверхонь протонами . . . . .	49
БОНДАР В.Й., ДАНІЛЬЧЕНКО В.Ю., МАЗАНКО В.Ф., ФІЛАТОВ О.В., ЯКОВЛЕВ В.С. Вплив циклічних мартенситних перетворень $\gamma$ - $\epsilon$ - $\gamma$ на дифузійні характеристики Карбону в залізомангановому стопі . . . . .	70
<hr/>	
Інформація для авторів . . . . .	98
Інформація для іноземних передплатників . . . . .	103
Видавнича етикетка . . . . .	106

**1** 2018  
ТОМ 19

# УСПЕХИ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ

**Uspehi Fiziki Metallov**

ОБЗОРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ • ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД  
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ОКТЯБРЕ 2000 г. • КИЕВ

## СОДЕРЖАНИЕ

МАКОГОН Ю.Н., СИДОРЕНКО С.И., ШКАРБАНЬ Р.А. Изготовление наноразмерных пленок на основе скуттерудита $\text{CoSb}_3$ для термоэлектрических приборов . . . . .	5
МАКСАКОВА О.В., ПОГРЕБНЯК А.Д., БЕРЕСНЕВ В.М. Особенности исследований многослойных нитридных покрытий на основе $\text{Cr}$ и $\text{Zr}$ . . . . .	25
ЧЕРЕПИН В.Т., ВАСИЛЬЕВ М.А., МАКЕЕВА И.Н., КОЛЕСНИК В.Н., ВОЛОШКО С.М. Вторичная ионная эмиссия при бомбардировке металлических поверхностей протонами . . . . .	49
БОНДАР В.И., ДАНИЛЬЧЕНКО В.Ю., МАЗАНКО В.Ф., ФИЛАТОВ А.В., ЯКОВЛЕВ В.Е. Влияние циклических мартенситных превращений $\gamma$ - $\epsilon$ - $\gamma$ на диффузионные характеристики углерода в железомарганцевом сплаве . . . . .	70
<hr/>	
<b>Информация для авторов</b> . . . . .	98
<b>Информация для иностранных подписчиков</b> . . . . .	103
<b>Издательская этика</b> . . . . .	106