

ISSN 1608-1021

# PROGRESS IN PHYSICS OF METALS

**3** 2018  
VOL. 19

REVIEW RESEARCH JOURNAL



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

<https://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 CSRFIM', 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)