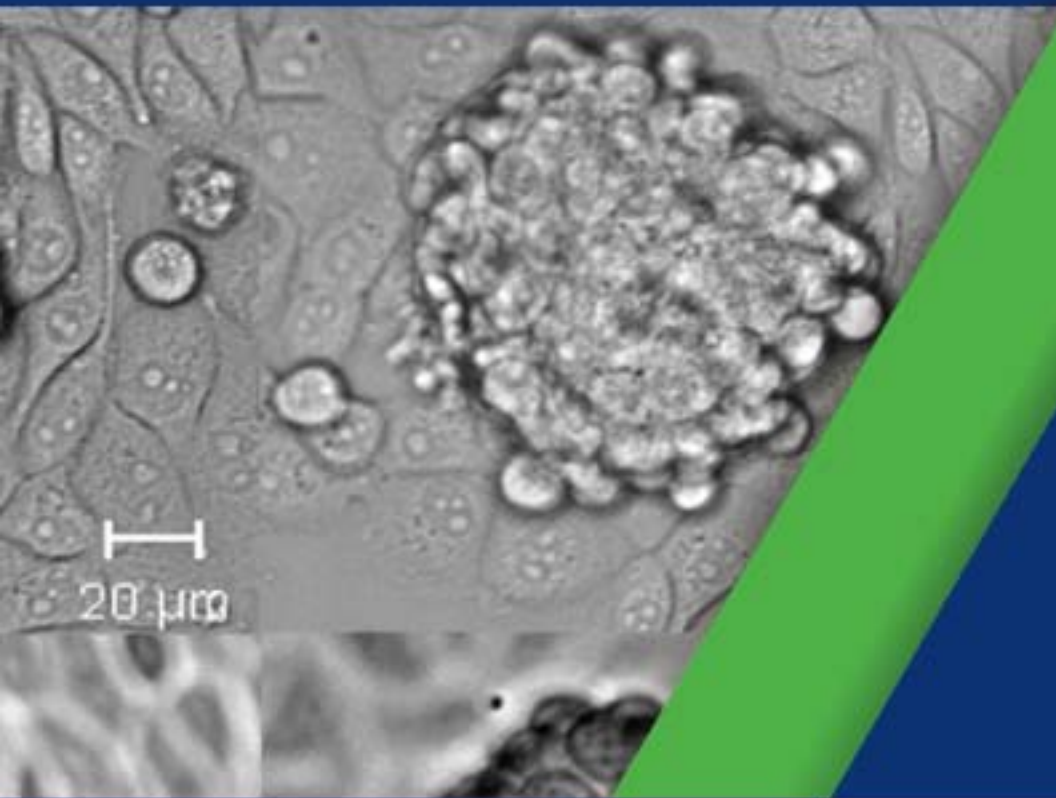




ISSN 2075-3810 (Print)
ISSN 2075-3829 (Online)



KARAZIN UNIVERSITY
CLASSICS AHEAD OF TIME

46'2021

BIOPHYSICAL BULLETIN

БІОФІЗИЧНИЙ ВІСНИК

ISSN 2075-3810 (print)
ISSN 2075-3829 (online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Біофізичний Вісник

Випуск 46

Заснований 1998 р.

Харків 2021

Біофізичний вісник публікує наукові статті, короткі повідомлення та огляди, які містять оригінальні результати розв'язання фізико-математичних та інженерно-технічних проблем, що відносяться до біологічних систем різного рівня організації, методами експериментальної і теоретичної фізики, математичного та комп'ютерного моделювання. Журнал виходить 2 рази на рік.

Свідоцтво про державну реєстрацію: КВ № 11007 від 17.02.2006.

ISSN 2075-3829 (Online)

ISSN 2075-3810 (Print)

Біофізичний вісник є фаховим виданням України категорії «Б» у галузях наук: 10 Природничі науки за спеціальностями 104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали; 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія; 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 163 Біомедична інженерія (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019).

Всі статті проходять внутрішнє та зовнішнє подвійне сліпе рецензування.

Номер затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 15 від 28.12.2021).

Журнал має Digital Object Identifier: **10.26565/2075-3810**.

Головний редактор

Косевич М. В., Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України, Україна

Заступник головного редактора

Катрич В. О., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Відповідальний секретар

Берест В. П., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Члени редколегії

Аврунін О. Г., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Баранник Є. О., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Горбенко Г. П., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Довбешко Г. І., Інститут фізики НАН України, Україна

Злепко С. М., Вінницький національний технічний університет, Україна

Карачевцев В. О., Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України, Україна

Кнігавко В. Г., Харківський національний медичний університет, Україна

Осецький О. І., Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, Україна

Павлов С. В., Вінницький національний технічний університет, Україна

Перський Є. Е., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Семенов М. О., Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, Україна

Соляник Г. І., Інститут експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України, Україна

Степаньян С. Г., Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України, Україна

Ткачук Р. А., Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Трусова В. М., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

Узленкова Н. Є., Інститут медичної радіології ім. С. П. Григор'єва НАМН України, Україна

Шестопалова Г. В., Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, Україна

Андрущенко В., Інститут органічної хімії та біохімії Чеської Академії Наук, Чеська Республіка

Беднарчик П., Варшавський університет сільського господарства, Польща

Біндер Х., Лейпцизький університет, Німеччина

Буркіна В., Університет Південної Богемії в Чеських Будейовицях, Чеська Республіка

Доманов Є., Центр Досліджень та інновацій Л'Ореаль, Франція

Фельдман Ю., Єврейський університет в Єрусалимі, Ізраїль

Мірошниченко Д., Онкологічний центр та науково-дослідний інститут ім. Х. Лі Моффіта, США

Рева І., Університет Коїмбри, Португалія

Руткаускас Д., Центр фізичних наук і технологій, Литва

Штис Д., Університет Південної Богемії в Чеських Будейовицях, Чеська Республіка

Яковенко С., Університет Західної Вірджинії, Медичний факультет, США

Замаратська Г., Шведський Університет аграрних наук, Швеція

Горобченко О. О., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна – *технічний редактор*

Жигалова Н. М., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна – *технічний секретар*

Біофізичний вісник індексується: Національною бібліотекою України імені В. І. Вернадського; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Бібліографічною базою даних WorldCat; CAS (Chemical Abstracts Service); Google Scholar; Ulrichsweb; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); Index Copernicus.

Адреса редколегії та видавництва:

Кафедра молекулярної і медичної біофізики,
Факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна

Tel: +38-057-707-55-76

E-mail: biophys-visnyk@karazin.ua

Web-page: <http://periodicals.karazin.ua/biophysvisnyk>

ISSN 2075-3810 (print)
ISSN 2075-3829 (online)

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
V. N. Karazin Kharkiv National University

Biophysical Bulletin

Issue 46

Founded in 1998

Kharkiv 2021

Biophysical Bulletin publishes original scientific articles, short communications and reviews dealing with physical, mathematical, and engineering problems pertaining to biological systems and solved by methods of experimental and theoretical physics, mathematical modeling and computer simulation. The journal is published twice a year.

Certificate of state registration: KB № 11007 of 17.02.2006.

ISSN 2075-3829 (Online)

ISSN 2075-3810 (Print)

All manuscripts are double blind peer-reviewed by at least two reviewers.

Approved for publication by the Academic Council of V. N. Karazin Kharkiv National University (December 28, 2021, Protocol No. 15).

Biophysical Bulletin has Digital Object Identifier: **10.26565/2075-3810**.

Editor-in-Chief

M. V. Kosevich, B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the NAS of Ukraine, Ukraine

Deputy Editor-in-Chief

V. A. Katrich, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

Executive Secretary

V. P. Berest, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

Editorial Board

O. G. Avrunin, Kharkiv National University of Radio Electronics,
Ukraine

E. O. Barannik, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

G. P. Gorbenko, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

G. I. Dovbeshko, Institute of Physics of the NAS of Ukraine,
Ukraine

V. O. Karachevtsev, B. Verkin Institute for Low Temperature
Physics and Engineering of the NAS of Ukraine, Ukraine

V. G. Knigavko, Kharkiv National Medical University, Ukraine

A. I. Osetskii, Institute for Problems of Cryobiology and
Cryomedicine of the NAS of Ukraine, Ukraine

S. V. Pavlov, Vinnytsia national technical university, Ukraine

Ye. E. Perskiy, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

M. O. Semenov, O. Ya. Usikov Institute for Radio Physics and
Electronics of the NAS of Ukraine, Ukraine

A. V. Shestopalova, O. Ya. Usikov Institute for Radio Physics and
Electronics of the NAS of Ukraine, Ukraine

G. I. Solyanik, R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology,
Oncology and Radiobiology of the NAS of Ukraine, Ukraine

S. G. Stepanian, B. Verkin Institute for Low Temperature Physics
and Engineering of the NAS of Ukraine, Ukraine

R. A. Tkachuk, Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
Ukraine

V. M. Trusova, V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine

N. E. Uzenkova, SI "Grigoriev Institute for Medical
Radiology of National Academy for Medical Sciences",
Ukraine

S. M. Zlepko, Vinnytsia national technical university, Ukraine

V. Andrushchenko, Institute of Organic Chemistry and
Biochemistry of the Academy of Science of Czech
Republic, Czech Republic

P. Bednarczyk, Warsaw University of Life Sciences, Poland

H. Binder, Leipzig University, Germany

V. Burkina, University of South Bohemia in České
Budějovice, Czech Republics

Ye. Domanov, L'Oréal Research & Innovation, France

Yu. Feldman, The Hebrew University of Jerusalem, Israel

D. Miroschnichenko, H. Moffitt Cancer Center and Research
Institute, USA

I. Reva, Universidade de Coimbra, Portugal

D. Rutkauskas, Centre for Physical Sciences and Technology,
Lithuania

D. Štys, University of South Bohemia in České Budějovice,
Czech Republics

S. Yakovenko, West Virginia University, School of Medicine,
USA

G. Zamaratskaia, Swedish University of Agricultural
Sciences, Sweden

O. O. Gorobchenko, V. N. Karazin Kharkiv National
University, Ukraine – *Technical Editor*

N. M. Zhyhalova, V. N. Karazin Kharkiv National
University, Ukraine – *Technical Secretary*

Biophysical Bulletin is indexed in: Vernadsky National Library of Ukraine; Directory of Open Access Journals (DOAJ); WorldCat; CAS (Chemical Abstracts Service); Google Scholar; Ulrichsweb; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); Index Copernicus.

Editorial Office and Publisher:

Department of Molecular and Medical Biophysics
School of Radio Physics, Biomedical Electronics and Computer Systems
V. N. Karazin Kharkiv National University,
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

Tel: +38-057-707-55-76

E-mail: biophys-visnyk@karazin.ua

Web-page: <http://periodicals.karazin.ua/biophysvisnyk>

© V. N. Karazin Kharkiv National University, 2021

© A. I. Moisieiev, I. F. Kovalenko, G. A. Bozhok, O. I. Gordiyenko, the photographs of L929 cells
on the first and fourth pages of the cover, 2021