

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

РАДІОТЕХНІКА

**Всеукраїнський
міжвідомчий науково-технічний збірник**

Засновано в 1965 р.

В И П У С К 2 0 4

Харків
Харківський національний
університет радіоелектроніки
2021

УДК 621.3

Збірник включено до Переліку наукових фахових видань України, категорія "Б", технічні та фізико-математичні науки (затверджено наказами МОНУ від 17.03.2020 № 409; від 02.07.2020 № 886; від 24.09.2020 № 1188) за спеціальностями: 171 – Електроніка; 172 – Телекомунікації та радіотехніка; 173 – Авіоніка; 125 – Кібербезпека; 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка; 153 – Мікро- та наносистемна техніка; 163 – Біомедична інженерія; 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Сборник включен в Перечень научных профессиональных изданий Украины, категория «Б», технические и физико-математические науки (утверждено приказами МОНУ от 17.03.2020 № 409, от 02.07.2020 № 886, от 24.09.2020 № 1188) по специальностям: 171 – Электроника; 172 – Телекоммуникации и радиотехника; 173 – Авионика; 125 – Кибербезопасность; 151 – Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии; 152 – Метрология и информационно-измерительная техника; 153 – Микро- и наносистемная техника; 163 – Биомедицинская инженерия; 105 – Прикладная физика и наноматериалы.

The collection is included in the List of scientific professional publications of Ukraine, category «Б», technical and physical-mathematical sciences (approved by orders of the Ministry of Education and Science from 17.03.2020 № 409; from 02.07.2020 № 886; from 24.09.2020 № 1188) by specialties: 171 – Electronics; 172 – Telecommunications and Radio Engineering; 173 – Avionics; 125 – Cybersecurity; 151 – Automation and Computer-Integrated Technologies; 152 – Metrology and Information-Measuring Equipment; 153 – Micro- and Nanosystem Technology; 163 – Biomedical Engineering; 105 – Applied Physics and Nanomaterials.

Сайт: rt.nure.ua

Реєстраційне свідоцтво КВ № 12098-969 ПР від 14. 12. 2006.

За зміст статті відповідальні автори.

Редакційна колегія

А.І. Лучанінов, *д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУРЕ, Україна (головний редактор)*
О.Г. Аврунін, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
Д.В. Агеев, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
В.М. Безрук, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
І.М. Бондаренко, *д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
І.Д. Горбенко, *д-р техн. наук, проф., ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Україна*
Ю.Є. Гордієнко, *д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
К.Ю. Дергачов, *канд. техн. наук, с.н.с., НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна*
В.О. Дорошенко, *д-р фіз.-мат. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
І.П. Захаров, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
В.М. Карташов, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
А.А. Коноваленко, *д-р фіз.-мат. наук, академік НАНУ, РАН, Україна*
А.С. Кулік, *д-р техн. наук, проф., НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна*
Л.М. Литвиненко, *д-р фіз.-мат. наук, академік НАНУ, РАН, Україна*
К.М. Музика, *д-р техн. наук, с.н.с., ХНУРЕ, Україна*
Є.М. Одаренко, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
О.Г. Пашенко, *канд. фіз.-мат. наук, доц., ХНУРЕ, Україна (відповідальний секретар)*
І.В. Свид, *канд. техн. наук, доц., ХНУРЕ, Україна (заступник головного редактора)*
В.В. Семенець, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
С.І. Тарапов, *д-р фіз.-мат. наук, проф., член-кор. НАНУ, ІРЕ НАНУ, Україна*
П.Л. Токарський, *д-р фіз.-мат. наук, проф., РАН, Україна*
О.І. Филипенко, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
Г.З. Халімов, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*
О.М. Цимбал, *д-р техн. наук, доц., ХНУРЕ, Україна*
О.І. Цопа, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЕ, Україна*

Міжнародна редакційна колегія

Boris Chichkov (*Німеччина*), Marianna Ivashina (*Швеція*), Konstantyn Markov (*Німеччина*), Georgiy Sevskiy (*Німеччина*), Larysa Titarenko (*Польща*), Vitaliy Zhurbenko (*Данія*)

Відповідальні випускові: *І.Д. Горбенко, д-р техн. наук, проф.,
А.І. Лучанінов, д-р фіз.-мат. наук, проф.*

Технічний секретар *О.С. Полякова.*

Рекомендовано Вченою радою Харківського національного університету радіоелектроніки, протокол №114 від 09.04.2021.

Адреса редакційної колегії: Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), просп. Науки, 14, Харків, 61166, тел. (0572) 7021-397.

Збірник «Радіотехніка» включено до Каталогу передплатних видань України, передплатний індекс 08391.

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
РАДІОТЕХНІКА
Випуск 204
Українською, російською, та англійською мовами

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
РАДИОТЕХНИКА
Выпуск 204
На украинском, русском и английском языках

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS
RADIOTECHNIKA
Issue 204
In Ukrainian, Russian and English

Коректор Л.І. Сащенко

Підп. до друку 09.04.2021. Формат 60x90/8. Папір офсет. Гарнітура Таймс. Друк. ризограф.
Ум. друк. арк. 9,9. Обл.-вид. арк. 8,2. Тираж 300 прим. Зам. № 434. Ціна договір.

Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Просп. Науки, 14, Харків, 61166.

Оригінал-макет підготовлено і збірник надруковано у ПФ „Колегіум”, тел. (057) 703-53-74.
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої діяльності до Державного реєстру видавців.
Сер. ДК №1722 від 23.03.2004.