

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

## **РАДИОТЕХНИКА**

**Всеукраинский межведомственный  
научно-технический сборник**

Основан в 1965 г.

**ВЫПУСК 196**

Харків  
Харківський національний  
університет радіоелектроніки  
2019

## УДК 621.3

*Сборник включен в список специальных изданий ВАК Украины по физико-математическим и техническим наукам.*

*Регистрационное свидетельство КВ № 12098-969 ПР от 14. 12. 2006.*

*Ответственность за содержание статей несут авторы.*

### **Редакционная коллегия**

А.И. Лучанинов, *д-р физ.-мат. наук, проф., ХНУРЭ (главный редактор)*  
О.Г. Аврунин, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЭ*  
В.М. Безрук, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЭ*  
И.Д. Горбенко, *д-р техн. наук, проф., ХНУ имени В.Н. Каразина*  
Ю.Е. Гордиенко, *д-р физ.-мат. наук, проф., ХНУРЭ*  
А.Н. Довбня, *чл.-кор. НАНУ, д-р физ.-мат. наук, проф., ННЦ ХФТИ*  
В.А. Дорошенко, *д-р физ.-мат. наук, проф., ХНУРЭ*  
В.М. Карташов, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЭ*  
А.А. Коноваленко, *академик НАНУ, д-р физ.-мат. наук, РИАН*  
А.В. Лемешко, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЭ*  
Л.М. Литвиненко, *академик НАНУ, д-р физ.-мат. наук, РИАН*  
И.М. Неклюдов, *академик НАНУ, д-р физ.-мат. наук, ННЦ ХФТИ*  
В.И. Оборжицкий, *д-р. техн. наук, доц., НУ «Львовская политехника»*  
А.Г. Пашенко, *канд. физ.-мат. наук, доц., ХНУРЭ (ответственный секретарь)*  
К.С. Сундучков, *д-р техн. наук, проф., ИТС*  
С.И. Тарапов, *чл.-кор. НАНУ, д-р физ.-мат. наук, проф., ИРЭ НАНУ*  
П.Л. Токарский, *д-р физ.-мат. наук, проф., РИАН*  
А.И. Фисун, *д-р физ.-мат. наук, проф. ИРЭ НАНУ*  
А.И. Цопа, *д-р техн. наук, проф., ХНУРЭ*

### **Международная редакционная коллегия**

A.G. Karabanov, USA  
S.E. Sandström, Sveden  
N. Chichkov, Germany

*Ответственный за выпуск: А.И. Лучанинов, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Технический секретарь Е.С. Полякова*

Рекомендовано Ученым советом Харьковского национального университета радиоэлектроники, протокол № 78 от 28.03.2019.

*Адрес редакционной коллегии: Харьковский национальный университет радиоэлектроники (ХНУРЭ), просп. Науки, 14, Харьков, 61166, тел. (0572) 7021-397.*

*Сборник «Радиотехника» включен в Каталог подписных изданий Украины, подписной индекс 08391*

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
**РАДІОТЕХНІКА**  
Випуск 196  
Російською, українською та англійською мовами

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**РАДИОТЕХНИКА**  
Выпуск 196  
На русском, украинском и английском языках

*Коректор Л.І. Сащенко*

Підп. до друку 28.03.2019. Формат 60x90/8. Папір офсет. Гарнітура Таймс. Друк. ризограф.  
Ум. друк. арк. 11,6. Обл.-вид. арк. 10,19. Тираж 300 прим. Зам. № 342. 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.