

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний політехнічний університет

*Праці*  
*ОДЕСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ*

Науковий та науково-виробничий  
збірник

Виходить два-чотири рази на рік  
Заснований у лютому 1996 року

Вип. 2(46). 2015

Одеса  
2015

Праці Одеського політехнічного університету: Науковий та науково-виробничий збірник. — Одеса, 2015. — Вип. 2(46). — 212 с. — Мова укр., рос., англ.

## РЕДАКЦІЙНА РАДА

*Г.О. Оборський* (Одеса) — головний редактор, *С.А. Андронаті* (Одеса),  
*Б.І. Басок* (Київ), *Маргарет Бейлі* (США, Нью-Йорк),  
*І.І. Бобок* (Одеса) — відповідальний секретар,  
*С.В. Бодянський* (Харків), *Р.А. Бунь* (Львів), *С.М. Васильєв* (Росія, Москва),  
*А.С. Верецака* (Росія, Москва), *В.О. Власенко* (Польща, Ополе),  
*О.С. Гаркавенко* (Німеччина, Корнвестхайм), *В.Д. Гогунський* (Одеса),  
*В.Т. Гринченко* (Київ), *П. Дашич* (Республіка Сербія, Трстеник),  
*О.Ф. Дащенко* (Одеса), *О.В. Єфімов* (Харків), *В.Ф. Зінченко* (Одеса),  
*Карл-Гейнц Векінг* (Німеччина, Штутгарт), *О.О. Ключников* (Київ),  
*Г.В. Кострова* (Одеса) — заступник головного редактора,  
*Б.В. Кунишенко* (Одеса), *В.М. Кунцевич* (Київ), *С.В. Ленков* (Київ),  
*Л.Л. Литвинський* (Київ), *Л.М. Любчик* (Харків), *А.Л. Майстренко* (Київ),  
*М.В. Максимов* (Одеса) — заступник головного редактора,  
*Й.С. Мисак* (Львів), *В.А. Мокрицький* (Одеса), *І.М. Неклюдов* (Харків),  
*В.Р. Нікульшин* (Одеса), *П.А. Покритан* (Росія, Москва), *Б.С. Прістер* (Київ),  
*В.І. Слисенко* (Київ), *В.О. Стрижало* (Київ), *І.М. Ткаченко-Горський* (Іспанія, Валенсія),  
*А.В. Усов* (Одеса), *Н.М. Фіалко* (Київ), *С.В. Філіппова* (Одеса),  
*Х.-Е. Шурк* (Німеччина, Аугсбург), *С.Є. Щеклеїн* (Росія, Єкатеринбург),  
*М.О. Ястребенецький* (Харків)

Рекомендується до друку вченою радою  
Одеського національного політехнічного університету,  
протокол № 8 від 23.06.2015 р.

Комп'ютерна версія опублікованих матеріалів за адресою:  
<http://www.pratsi.opu.ua>

ISSN 2076-2429 (print)  
ISSN 2223-3814 (online)

© — Одеський національний політехнічний університет, 2015

Ministry of Education, Science of Ukraine  
Odesa National Polytechnic University

*ODES'KYI POLITECHNICHNYI UNIVERSYTET*

*Pratsi*

Scientific, science and technology collected  
articles

Edition periodicity: two-four issues annually  
Established in February 1996

Iss. 2(46). 2015

Odesa  
2015

Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi: Scientific, science and technology collected articles. — Odesa, 2015. — Iss. 2(46). — 212 p. — Language: UKR-RUS-ENG.

#### EDITORIAL BOARD

*G.A. Oborsky* (Odesa) — chief editor, *S.A. Andronati* (Odesa),  
*B.I. Basok* (Kyiv), *I.I. Bobok* — responsible secretary,  
*Margaret Beyli* (USA, New York), *E.V. Bodyansky* (Kharkiv),  
*R.A. Boun'* (Lviv), *S.M. Vasil'yev* (Russia, Moscow), *A.S. Vereshchaka* (Russia, Moscow),  
*V.A. Vlasenko* (Poland, Opole), *A.S. Garkavenko* (Germany, Kornwestheim),  
*V.D. Gogounsky* (Odesa), *V.T. Grinchenko* (Kyiv), *P. Dasic* (Republic of Serbia, Trstenik),  
*A.F. Dashchenko* (Odesa), *A.V. Yefimov* (Kharkiv), *V.F. Zinchenko* (Odesa),  
*Karl-Geinz Wehking* (Germany, Stuttgart), *A.A. Klyouchnikov* (Kiyiv),  
*G.V. Kostrova* (Odesa) — deputy chief editor, *B.V. Kounshenko* (Odesa),  
*V.M. Kountsevich* (Kyiv), *S.V. Lenkov* (Kyiv), *L.L. Litvinsky* (Kyiv),  
*L.M. Lyoubchik* (Kharkiv), *A.L. Maystrenko* (Kyiv),  
*M.V. Maksimov* (Odesa) — deputy chief editor, *Y.S. Mysak* (Lviv),  
*V.A. Mokrytsky* (Odesa), *I.M. Neklyoudov* (Kharkiv), *V.R. Nikoulshin* (Odesa),  
*P.A. Pokrytan* (Russia, Moscow), *B.S. Prister* (Kyiv), *V.I. Slisenko* (Kyiv),  
*V.A. Strizhalo* (Kyiv), *I.M. Tkachenko Górski* (Spain, Valencia),  
*A.V. Usov* (Odesa), *N.M. Fialko* (Kyiv),  
*S.V. Philippova* (Odesa), *H.-E. Schurk* (Germany, Augsburg),  
*S.E. Shcheklein* (Russia, Yekaterinburg), *M.A. Yastrebenetsky* (Kharkiv)

Recommended for publication by the Scientific Council  
of the Odesa National Polytechnic University,  
minutes No. 8, 23.06.2015

Free online access to printed materials at:  
<http://www.pratsi.opu.ua>

ISSN 2076-2429 (print)  
ISSN 2223-3814 (online)

© — Odesa National Polytechnic University, 2015