

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ISSN 2306-5478

ВІСНИК

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Збірник наукових праць

В И П У С К 4(72)

Технічні науки

Рівне 2015

У збірнику опубліковані наукові статті з раціонального використання природних ресурсів, гідротехнічних споруд, будівництва, машинознавства. Призначений для наукових працівників, інженерів, аспірантів та студентів навчальних закладів.

Редакційна колегія:

Мошинський В.С., доктор сільськогосподарських наук, професор, ректор, головний редактор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Савіна Н.Б.**, доктор економічних наук, професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків, заступник головного редактора (Національний університет водного господарства та природокористування); **Герасімов Є.Г.**, к.т.н., доцент, відповідальний секретар (НУВГП); **Рокочинський А.М.**, д.т.н., професор, відповідальний редактор секції (Національний університет водного господарства та природокористування); **Бабич Є.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Бомба А.Я.**, д.т.н., професор кафедри інформатики та прикладної математики (Рівненський державний гуманітарний університет); **Гіроль М.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Грінь Ю.І.**, д.т.н., с.н.с., завлабораторію засобів поливу Інституту гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук; **Гурин В.А.**, д.т.н., професор НУВГП; **Дворкін Л.Й.**, д.т.н., професор НУВГП; **Дворкін О.Л.**, д.т.н., професор НУВГП; **Древецький В.В.**, д.т.н., професор НУВГП; **Заблоцький Ф.Д.**, д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»; **Кір'янов В.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Коваленко П.І.**, д.т.н., професор, директор Інституту гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук; **Ковальчук П.І.**, д.т.н., професор НУВГП; **Кравець С.В.**, д.т.н., професор НУВГП; **Кундрат М.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Лященко А.А.**, д.т.н., професор кафедри геоінформатики і фотограмметрії (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Маланчук З.Р.**, д.т.н., професор НУВГП; **Надугий В.П.**, д.т.н., професор (Інститут геотехнічної механіки НАН України); **Орлов В.О.**, д.т.н., професор НУВГП; **Поляков В.Л.**, д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник (Інститут гідромеханіки НАН України); **Пугачов Є.В.**, д.т.н., професор НУВГП; **Ричков П.А.**, д. архітектури, професор НУВГП; **Ромашенко М.І.**, д.т.н., академік НААН, директор Інституту гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук; **Рябенко О.А.**, д.т.н., професор НУВГП; **Слюсарчук В.Ю.**, член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор НУВГП; **Ткачук М.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Ткачук О.А.**, д.т.н., професор НУВГП; **Трач В.М.**, д.т.н., доцент НУВГП; **Филипчук В.Л.**, д.т.н., доцент НУВГП; **Хлапук М.М.**, д.т.н., професор НУВГП; **Ящик А.В.**, д.т.н., професор, академік НААН, директор Українського НДІ водогосподарсько-екологічних проблем НАНУ.

Збірник наукових праць затверджений Президією ВАК України як фахове видання з технічних наук (Постанова президії ВАК України від 22 грудня 2010 р. № 01-05/8, Бюлетень ВАК України № 2, 2011 р.)

Матеріали збірника розглянуті і рекомендовані до видання на Вченій раді університету 27 листопада 2015 р., протокол № 13.

Адреса редколегії: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

ISSN 2306-5478

ВЕСТНИК

**НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Сборник научных трудов

ВЫПУСК 4(72)

Технические науки

Ровно 2015

В сборнике опубликованы научные статьи по рациональному использованию природных ресурсов, гидротехнических сооружений, строительства, машиноведения. Предназначен для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов учебных заведений.

Редакционная коллегия:

Мошинский В.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор, главный редактор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования); **Савина Н.Б.**, доктор экономических наук, профессор, проректор по научной работе и международным связям, заместитель главного редактора (Национальный университет водного хозяйства и природопользования); **Герасимов Е.Г.**, к.т.н., доцент, ответственный секретарь (Национальный университет водного хозяйства и природопользования); **Рокочинский А.Н.**, д.т.н., профессор, ответственный редактор секции (Национальный университет водного хозяйства и природопользования); **Бабич Е.М.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Бомба А.Я.**, д.т.н., профессор кафедры информатики и прикладной математики (Ровенский государственный гуманитарный университет); **Гироль Н.Н.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Гринь Ю.И.**, д.т.н., с.н.с., зав.лабораторией средств полива Института гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук; **Гурин В.А.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Дворкин Л.И.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Дворкин О.Л.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Древецкий В.В.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Заблоцкий Ф.Д.**, д.т.н., профессор, Национальный университет «Львовская политехника»; **Кирьянов В.М.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Коваленко П.И.**, д.т.н., профессор, директор Института гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук; **Ковальчук П.И.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Кравец С.В.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Кундрат Н.М.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Лященко А.А.**, д.т.н., профессор кафедры геоинформатики и фотограмметрии (Киевский национальный университет строительства и архитектуры); **Маланчук З.Р.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Надутьий В.П.**, д.т.н., профессор (Институт геотехнической механики НАН Украины); **Орлов В.О.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Поляков В.Л.**, д.т.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник (Институт гидромеханики НАН Украины); **Пугачов Е.В.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Рычков П.А.**, д. архитектуры, профессор НУВХП; **Ромашенко М.И.**, д.т.н., академик НААН, директор Института гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук; **Рябенко А.А.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Слюсарчук В.Ю.**, членкор. НАН Украины, д.ф.-м.н., профессор НУВХП; **Ткачук Н.Н.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Ткачук А.А.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Трач В.М.**, д.т.н., доцент НУВХП; **Филипчук В.Л.**, д.т.н., доцент НУВХП; **Хлапук Н.Н.**, д.т.н., профессор НУВХП; **Яцык А.В.**, д.т.н., профессор, академик НААН, директор Украинского НИИ водохозяйственно-экологических проблем НАНУ.

Сборник научных трудов утвержден Президиумом ВАК Украины как специализированное издание по техническим наукам (Постановление президиума ВАК Украины от 22 декабря 2010 г. № 01-05/8, Бюллетень ВАК Украины № 2, 2011 г.)

Материалы сборника рассмотрены и рекомендованы к изданию на Ученом совете университета 27 ноября 2015 г., протокол № 13.

Адрес редколлегии: 33028, г. Ровно, ул. Соборна, 11, НУВХП
© Национальный университет водного хозяйства
и природопользования, 2015

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE**

**NATIONAL UNIVERSITY OF WATER
MANAGEMENT
AND NATURE RESOURCES USE**

ISSN 2306-5478

BULLETIN

**of NATIONAL UNIVERSITY OF
WATER MANAGEMENT AND
NATURE RESOURCES USE**

Collection of Scientific Papers

VOLUME 4(72)

Technical Sciences

Rivne 2015

The collection contains scientific papers on rational natural resources use, waterworks, construction, and engineering. The given Bulletin is designed for scientists, engineers, graduate students and undergraduate students of educational establishments.

Scientific Editorial Board:

Moshynskiy V.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector, Senior Editor (National University of Water Management and Nature Resources Use); **Savina N.B.**, Doctor of Economic Sciences, Vice-Principal for Research and International Relations, Deputy Senior Editor (National University of Water Management and Nature Resources Use); **Herasimov Y.H.**, Candidate of Engineering, Associate Professor, Executive Secretary (NUWMNRU); **Rokochynskiy A.M.**, Doctor of Engineering, Professor, Executive Section Editor (National University of Water Management and Nature Resources Use); **Babych Y.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Bomba A.Y.**, Doctor of Engineering, Professor of Computer Science and Applied Mathematics (Rivne State Humanitarian University); **Hiroi M.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Hrin Y.I.**, Doctor of Engineering, Senior Research Fellow, Head of Irrigation Laboratory, the Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences; **Huryyn V.A.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Dvorkin L.Y.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Dvorkin O.L.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Drevetskiy V.V.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Zablotskiy F.D.**, Doctor of Engineering, Professor of Lviv Polytechnic National University; **Kirianov V.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Kovalenko P.I.**, Doctor of Engineering, Professor, Director of the Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences; **Kovalchuk P.I.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Kravets S.V.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Kundrat M.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Liashchenko A.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chair of Geoinformation Science and Photogrammetry (Kyiv National University of Construction and Architecture); **Malanchuk Z.R.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Nadutyi V.P.**, Doctor of Engineering, Professor (Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Science of Ukraine); **Orlov V.O.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Poliakov V.L.**, Doctor of Engineering, Senior Research Fellow, Leading Researcher (Institute of Hydromechanics of the National Academy of Science of Ukraine); **Puhachov Y.V.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Rychkov P.A.**, Doctor of Architecture, Professor of NUWMNRU; **Romashchenko M.I.**, Doctor of Engineering, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director of the Institute of Hydrotechnics and Melioration of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine; **Riabenko O.A.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Sliusarchuk V.Y.**, corresponding member of the National Academy of Science of Ukraine, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of NUWMNRU; **Tkachuk M.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Tkachuk O.A.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Trach V.M.**, Doctor of Engineering, Associate Professor of NUWMNRU; **Fylypchuk V.L.**, Doctor of Engineering, Associate Professor of NUWMNRU; **Khlapuk M.M.**, Doctor of Engineering, Professor of NUWMNRU; **Yatsyk A.V.**, Doctor of Engineering, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director of Ukrainian Research and Development Institute for Water Engineering and Environmental Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine.

The given Collection of Scientific Papers is approved by the Higher Attestation Commission as a professional scientific publication in technical sciences (Decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission of December 22, 2010 # 01-05/8, Bulletin of the Higher Attestation Commission of Ukraine № 2, 2011).

All papers have been reviewed and accepted for publication
by the Academic Council of the University on November 27, 2015,
Academic Council Meeting Minutes #13.

Scientific Editorial Board Address: 33028 Rivne, vul. Soborna, 11, NUWMNRU
© National University of Water Management
and Nature Resources Use, 2015