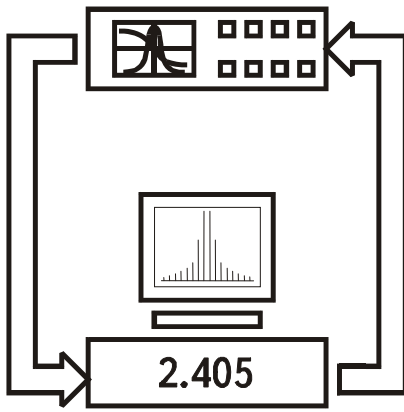
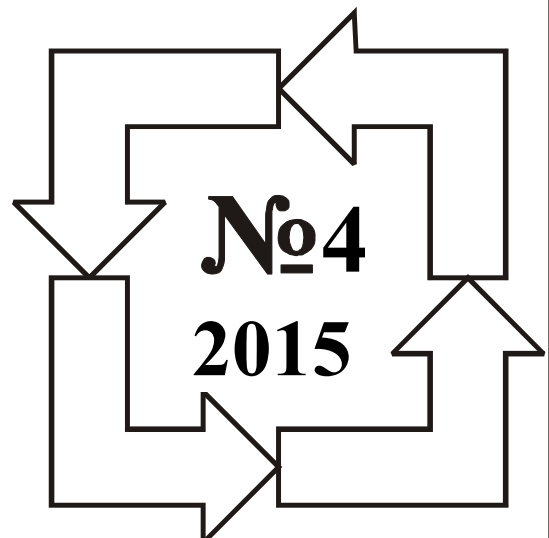


ISSN 2219-9365



*МІЖНАРОДНИЙ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ
ЖУРНАЛ*

**ВИМІРЮВАЛЬНА
ТА
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА
ТЕХНІКА
В
ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСАХ**



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ

Міжнародний науково-технічний журнал

ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Заснований в травні 1997 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 2015, №4 (53)

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Хмельницького національного університету, протокол № 4 від 26.11.2015 р.

Засновники: Хмельницький національний університет
Українська технологічна академія (м. Київ)
Видавець: Хмельницький національний університет

Затверджене як фахове видання постановою президії ВАК України від 10.02.2010 № 1-05/1
Включено у РИНЦ (дог. № 212-04/2013) http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37653
Index Copernicus <http://jmi2012.indexcopernicus.com/+++++,p24781565,3.html>
Google Scholar http://scholar.google.com.ua/citations?user=nwN_nusAAAAJ&hl=uk

Головний редактор д.т.н., проф. І.В. Троцишин
Заступник головного редактора та голова редакційної колегії д.т.н., проф. В.Т. Кондратов
Відповідальний секретар к.т.н., доц. К.Л. Горященко

Редакційна колегія:

Бубулис Алгимантас, д.т.н., проф. (Литва); Вільям Кей Джі, д.т.н., проф., (Республіка Корея);
Водотовка В.І., д.т.н., проф.; Дивак М.П., д.т.н., проф.; Дудикевич В.Б., д.т.н., проф.;
Жултовський Богдан, д.т.н., проф. (Польща); Злепко С.М., д.т.н., проф.; Каплун В.Г., д.т.н., проф.;
Кичак В.М., д.т.н., проф.; Кожемяко В.П., д.т.н., проф.; Коробко Є.В., д.т.н., проф. (Білорусія);
Косенков В.Д., к.т.н., проф.; Кузьмін І.В., д.т.н., проф.; Лепіх Я.І., д.ф.-м.н., проф.;
Мансуров Тофік Магомедович, д.т.н., проф. (Азербайджан); Мельник А.О., д.т.н., проф.;
Натріашвілі Тамаз Мамієвич, д.т.н., проф. (Грузія); Павленко Ю.Ф., д.т.н., проф.; Павлов С.В., д.т.н.,
проф.; Підченко С.К., д.т.н., проф.; Попов Валентин, д. природничих н., проф. (Німеччина);
Проценко М.Б., д.т.н., проф.; Пунчеко О.П., д.філ.н., проф.; Ройзман В.П., д.т.н., проф.; Романюк В.В.,
д.т.н., доцент; Романюк О.Н., д.т.н., проф.; Ротштейн Олександр Петрович, д.т.н., проф. (Ізраїль);
Сопрунюк П.М., д.т.н., проф.; Стахов Олексій Петрович, д.т.н., проф. (Канада), Стенцель Й.І., д.т.н.,
проф.; Сурду М.М., д.т.н., проф.; Філінюк М.А., д.т.н., проф.; Шарпан О.Б., д.т.н., проф.

Технічний редактор **К.Л. Горященко**

Адреса редакції: редакція журналу "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", (кімн. 4-402), Хмельницький національний університет, вул. Інститутська 11, м. Хмельницький, 29016, Україна.

Тел: (+38) 097-684-34-29.

E-mail: vottp.tiv@gmail.com

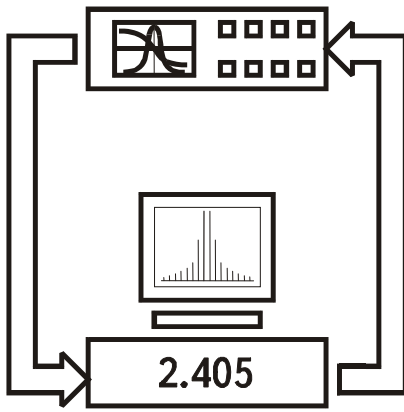
web: <http://fetronics.ho.com.ua>

<http://journals.khnu.km.ua/vottp/>

Зареєстровано Міністерством юстиції України
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №16040-4512ПР від 16 грудня 2009 року.

© Хмельницький національний університет, 2015
© Редакція "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", 2015

ISSN 2219-9365



*INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-TECHNICAL
MAGAZINE*

**MEASURING
AND
COMPUTING
DEVICES
IN
TECHNOLOGICAL
PROCESSES**



KHMELNITSKY

International scientific-technical magazine

**MEASURING AND COMPUTING DEVICES
IN TECHNOLOGICAL PROCESSES**

Founded in 1997 May

Published 4 times in a year

Khmelnytsky, 2015, №4 (53)

Advised for printing by solution of scientific council of
Khmelnytsky national university, protocol № 4 from 26.11.2015

Founders Khmelnytsky national university, Khmelnytsky, Ukraine
Ukrainian Technological Academy, Kyiv, Ukraine

Publisher Khmelnytsky national university, Khmelnytsky, Ukraine

Approved as a professional publication the decision
of Higher Attestation Commission
at 10.02.2010, № 1-05/1

http://vak.org.ua/docs/prof_journals/journal_list/whole.pdf

Included in Russian Index
of Scientific Citations
according to the contract № 212-04/2013
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37653

Approved as a professional publication
Included in Russian Index of Scientific
Citations (№ 212-04/2013)
Index Copernicus
Google Scholar

The decision of Higher Attestation Commission, 10.02.2010, № 1-05/1
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37653
<http://jml2012.indexcopernicus.com/+++++,p24781565,3.html>
http://scholar.google.com.ua/citations?user=nwN_nusAAAAJ&hl=uk

Chief Editor
Deputy Editor and Chairman of Editorial Board
Executive Secretary

Ivan V. Trotsishin, prof., doctor of science
V.T. Kondratov, prof., doctor of science
K.L. Horiashchenko, associate prof.

Editorial board:

Algimantas Bubulis, prof. (Lithuania); **Vilyam Kay Dzhi**, prof., (Republic of Korea); **Vodotovka V.I.**, Prof. ;
Divak M.P., prof. ; **Dudikevich V.B.**, prof. ; **Zhultovsky Bogdan**, prof. (Poland); **Zlepko S.M.**, prof. ;
Kaplun V.G., prof. ; **Kychak V.M.**, prof. ; **Kozhemyako V.P.**, prof. ; **Korobko E.V.**, prof. (Belarus);
Kosenkov V.D., Prof. ; **Kuzmin I.V.**, Prof. ; **Lepih YA.I.**, prof. ; **Mansurov Tofik Magomedovich**, prof.
(Azerbaijan); **Melnik S.A.**, prof. ; **Natriashvili Tamaz Mamievich**, prof. (Georgia); **Pavlenko Yu.F.**, prof. ;
Pavlov S.V., prof. ; **Pidchenko S.K.**, prof. ; **Valentin Popov**, prof. (Germany); **Protsenko M.B.**, prof. ;
Puncheko O.P., prof. ; **Roizman V.P.**, prof. ; **Romaniuk V.V.**, associate professor; **Romanyuk O.N.**, prof. ;
Rothstein Oleksandr Petrovich, prof. (Israel); **Soprunyuk P.M.**, prof. ; **Stakhov Olexiy Petrovic**, prof.
(Canada), **Stenzel Y.I.**, prof. ; **Surdu M.M.**, prof. ; **Filinyuk M.A.**, prof. ; **Sharpan O.B.**, prof. .

Technical editor **K.L. Horiashchenko**

Address of editorial office: *editorial office of magazine "Measuring and Computing Devices in
Technological Processes", Khmelnytsky national university, Ukraine,
29016, Khmelnytsky, 11 Institutaska str., (4-402 room),*

phone: (+38) 097-684-34-29 (Russian and Ukrainian only) **E-mail:** vottp.tiv@gmail.com

web: <http://fetronics.ho.com.ua>
<http://journals.khnu.km.ua/vottp/>

Subscribed by Ministry of Justice of Ukraine
Certificate about governmental registration of publishing means of mass information
Series "KV" №16040-4512PR, December ,16, 2009.

© **Khmelnytsky national university, 2015**
© **Magazine "Measuring and Computing
Devices in Technological Processes", 2015**

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

В.Т. КОНДРАТОВ. ТЕОРИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ И СВЕРХИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ: СВЕРХИЗБЫТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ И РЕЗИСТИВНЫХ СЕНСОРОВ. СООБЩЕНИЕ 1	7
V. F. TIMKOV, S. V. TIMKOV, V. A. ZHUKOV. GRAVITATIONAL-ELECTROMAGNETIC RESONANCE OF THE SUN AS ONE OF THE POSSIBLE SOURCES OF AURORAL RADIO EMISSION OF PLANETS IN KILOMETRIC RANGE	23
В.А. ВЫШИНСКИЙ. МАТЕРИЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ	33

ОПТИЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

С. Г. ДЖАБАРОВ. КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТИТАНАТА БАРИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ	37
О. М. ВАСИЛЕВСЬКИЙ. МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ДОВІРЧОГО РІВНЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РОЗШИРЕНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОСТІ ІОНІВ	48
Л. А. МИХЕЕНКО, М. А. ПУГИНА. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭТАЛОНА ЯРКОСТИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ С РАССЕЙВАТЕЛЕМ НА ВЫХОДНОЕ ЯРКОСТНОЕ ПОЛЕ	52
Л.А. МИХЕЕНКО, М.А. ПУГИНА. ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ВЫХОДНОГО ЯРКОСТНОГО ПОЛЯ ЭТАЛОНА ЯРКОСТИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРИРУЮЩЕЙ СФЕРЫ	59
О.Б. ШАНДИБА, Д.М. ШПЕТНИЙ, А.В. ТОЛБАТОВ. ВПЛИВ РОЗЧИННОСТІ ГРАНУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ДИНАМІКУ МІГРАЦІЇ РУХОМИХ ВОМПОНЕНТІВ В ГРУНТОВО-ВОДНИХ СИСТЕМАХ СХИЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ	64
А.В. ФЕСЕНКО, В.Н. БОРОВИЦКИЙ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКАНИРУЮЩЕГО ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	69

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА РАДІОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Т. Х. ГУСЕЙНОВ, М. Н. АГАЕВ, Э. А. РАСУЛОВ. РЕЛАКСАЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ДВОЙНОМ СЛОЕ В ПЛАЗМЕ РТУТНОГО РАЗРЯДА	75
О. М. ШИНКАРУК, І. І. ЧЕСАНОВСЬКИЙ, Д. О. ЛЕВЧУНЕЦЬ. ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗРІЗНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ВУЗЬКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ НОВИХ ПІДХОДІВ ЧАСТОТНО-ЧАСОВОЇ ВАГОВОЇ ОБРОБКИ	79
V.M. YEVLANOV, K.M. YEFIMOVA, S. I. AZAROV. PROVIDING ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF THE SECONDARY ELECTRICAL CIRCUITS OF NUCLEAR POWER PLANTS	84
В.І. ЯСЬКІВ. НОВІ МЕТОДИ ПОБУДОВИ КЕРОВАНИХ ІМПУЛЬСНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВИХОДОМ НА ЗМІННОМУ СТРУМІ	92
А.В. РУДИК. ФАЗОЧАСТОТНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ АМПЛІТУДИ ЗМІННОЇ НАПРУГИ СИНУСОЇДАЛЬНОЇ ФОРМИ	96

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ І КОМПЛЕКСИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

С.М. БАБЧУК. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ НАФТОГАЗОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ, ЯКІ ПІДТРИМУЮТЬ РЕЖИМ ОБМІНУ ДАНИМИ "КЛІЄНТ-СЕРВЕР"	103
С.В. БАБАК. ДИСТАНЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ	107
А.В. ЯСЬКІВ. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕМАГНІЧЕННЯ МАГНІТОМ'ЯКИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИСОКОЮ КРУТИЗНОЮ ПЕТЛІ ГІСТЕРЕЗИСУ	112
М.П. КОМАР. ПОБУДОВА ІЄРАРХІЧНОГО КЛАСИФІКАТОРА КОМП'ЮТЕРНИХ АТАК НА БАЗІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ДЕТЕКТОРІВ	119
В.Д. ДМИТРИЕНКО, С.Ю. ЛЕОНОВ, В.А. БРЕЧКО. МНОГОНАПРАВЛЕННАЯ АССОЦИАТИВНАЯ ПАМЯТЬ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	124
Ю.М. ГЕБУРА. ДЕРЕВОПОДІБНІ РОЗПІЗНАЮЧІ МОДЕЛІ, ЯК КОНЦЕПТУАЛЬНА ОСНОВА АНАЛІЗУ СУКУПНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ	130
В.В. ЯЦКІВ. КОНТРОЛЬ ВИКОНАННЯ АРИФМЕТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ОСНОВІ МОДУЛЯРНИХ КОДІВ	135
В.М. ДУБОВОЙ, О.Д. НИКИТЕНКО. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ	138

БІОМЕДИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ

С.М. ЗЛЕПКО, С.В. КОСТІШИН, Р.М. ВИРОЗУБ, Н.В. ТИТОВА. КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ	146
С. В. ТИМЧИК. ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЛІКАРЕМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	151

М.Ф. БОГОМОЛОВ, О. В. СТАРОДУБ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕРИТРОЦИТУ ЯК ОБ'ЄКТА ВИМІРЮВАНЬ ЛАЗЕРНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ.....	156
Я.В. САВЕНКО. ІНТЕГРОВАНА МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ МЕДИКО-ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ.....	162

ОБМІН ПРАКТИЧНИМ ДОСВІДОМ ТА ТЕХНОЛОГІЯМИ

А.В. ГОРОШКО, В.П. РОЙЗМАН. СИНТЕЗ ДОПУСКІВ В ЗАДАЧІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕМЕНТІВ ГЕРМЕТИЗОВНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ.....	167
Є.О. ЗАЙЦЕВ, В.Є. СИДОРЧУК, І.В. СИДОРЧУК, А.М. ШПИЛЬКА. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ПРИ ОБРОБЦІ МОНІТОРІНГОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ШЛІФУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	175
В.С. ПАЛАМАРЧУК, О. В. ПОЛЮХОВИЧ, О. Є. ЛУППО. ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТРАЕКТОРІЇ ПОЛЬОТУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА.....	180
Н. CANALES, A.O.VOLKOV, S. E. MARKOVYCH, A. I. DOLMATOV. STUDY OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF NI+AL ₂ O ₃ +ZN COATINGS PRODUCED BY THE LOW PRESSURE COLD SPRAY TECHNOLOGY.....	186
Е.В. ОШАРОВСКАЯ, Н.А. ПАТЛАЕНКО, В. И. СОЛОДКА. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕТОЧНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ЦИФРОВОГО ПОТОКА.....	190
О.Б. В'ЮНЕНКО, А.В. ТОЛБАТОВ, С.В. АГАДЖАНОВА, О.Б. ШАНДИБА, В.А. ТОЛБАТОВ, С.В. ТОЛБАТОВ. ПОБУДОВА СИСТЕМ МОНІТОРІНГУ, АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ ДЛЯ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ АПК.....	194
О.О. ШЕЛУХА. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ В СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	202

ПРЕЦИЗІЙНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

О. І. ЛАКТИОНОВ, А. М. СІЛЬВЕСТРОВ. МОДЕЛЬ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СПІВРОБІТНИКА, ЯК ФУНДАМЕНТАЛЬНА ОСНОВА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ФАХІВЦЯ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ.....	206
Н.В. ЗАХАРЧЕНКО, М.М. ГАДЖИЕВ. ФОРМИРОВАНИЕ КОДОВОГО МНОЖЕСТВА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ОДНОГО БИТА С МАКСИМАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЕМКОСТЬЮ НАЙКВИСТОВОГО ЭЛЕМЕНТА.....	210
О.В. КЛІЩ, О.В. ОГНЄВИЙ. МЕТОД ВІДСЛІДКОВУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ЗА ПЕРЕХОПЛЕНИМИ «ПРОБНИМИ» ПАКЕТАМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО WIFI.....	214
С.И. ВЯТКИН, А.Н. РОМАНЮК, А.А. ДУДНИК. АНИЗОТРОПНАЯ ФИЛЬТРАЦИИ ТЕКСТУРЫ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ.....	217
Т.О. САВЧУК, А.В. КОЗАЧУК. МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ДОДАТКУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИМУЛЯТОРА НАВАНТАЖЕННЯ ЙОГО РОБОТИ.....	222
І.В. ТРОЦИШИН, Н.І. ТРОЦИШИНА, М.І. ЛИСИЙ. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ РАДІОСИГНАЛІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ З РАДІОКАНАЛАМИ БЕЗПЛОТНИХ РОЗВІДУВАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	226

когерентного и некогерентного оптического излучения / А. Ф. Котюк, В. С. Панасюк, Л. Н. Соломонов, В. И. Сачков, Б. М. Степанов // Измерительная техника. – 1976. - №3. – С. 17 – 24.

2. Купко А. О. Метрологическое обеспечение световых измерений на Украине / А. О. Купко // Светотехника. – 2001. - №5. – С. 38 – 40.

3. Міхеєнко Л. А., Пугіна М. О. Робочий еталон яскравості на базі інтегровальної сфери з розсіювачем // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015.– №4 – с. 9-15

4. Міхеєнко Л. А., Тимофєєв Л. С. Числовий метод аналізу поля яскравості дифузного випромінювача на основі інтегруючої сфери // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2015.– №5.– с. 120-127

References

1. Kotyuk A. F., Panasyuk V. S., Samojlov L. N. Edinaya sistema gosudarstvenny'x e'talonov e'nergeticheskoy fotometrii kogerentnogo i nekogerentnogo opticheskogo izlucheniya. - 1976. - № 3. - p. 17-24

2. Kupko A. O. Metrologicheskoe obespechenie svetovy'x izmerenij na Ukraine. - 2001. - №5. - p. 38-40

3. Mikheyenko L. A., Puhina M. O. Robochij etolon yaskravosti na bazi integrual'noi sfery z rozsiuvachem // Visnyk Vinnyts'kogo politexnichnogo instytutu. -2015. – №4 – s. 9-15

4. Mikheyenko L. A., Tymofeev L. S. Chyslovyi metod analizu polia yaskravosti dyfuznogo vyprominiuvacha na osnovi integrual'noi sfery. Naukovi visti NTUU "KPI". - 2015. - №5. - p. 120-127

Рецензія/Peer review : 21.11.2015 р.

Надрукована/Printed :12.12.2015 р.

УДК 631.6:556.3

О.Б. ШАНДИБА, Д.М. ШПЕТНИЙ, А.В. ТОЛБАТОВ

Сумський національний аграрний університет

ВПЛИВ РОЗЧИННОСТІ ГРАНУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ДИНАМІКУ МІГРАЦІЇ РУХОМИХ ВОМПОНЕНТІВ В ГРУНТОВО-ВОДНИХ СИСТЕМАХ СХИЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ

Міграція небезпечних хімічних речовин в ґрунтово-водних системах становить істотний ризик для здоров'я людей та довкілля. Сьогодні спостерігається зростаюча наукова та суспільна стурбованість щодо доступних моніторингових процедур екологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення. Ключова проблема, яка розглядається в статті, полягає у визначенні концентраційного фону забруднень, визначенні ризиків та допустимих рівнів остаточної забрудненості контрольних ділянок.

Ключові слова: мінеральні добрива, міграція, забруднення, довкілля, ґрунтово-водна система.

A.B. SHANDYBA, D.M. SHPETNY, A.V. TOLBATOV

Sumy National Agrarian University, Ukraine

INFLUENCE OF GRANULATED FERTILIZERS SOLUBILITY UNDER MIGRATION OF THE CHEMICALS INTO GROUND-WATER SYSTEMS

The migration of the moving dangerous chemicals in soil-water systems represents significant risk to public health and environment. At the present time there is growing scientific concern about the available predicting procedures for environmental assessment of contaminated sites and chemical spills. The key problem to be considered here deals with the surface concentration distribution, risk evaluation and allowable residue levels for chemicals.

Key words: fertilizers, migration, pollution, environment, soil-water system.

Вступ

Застосування у сільськогосподарському виробництві гранульованих засобів живлення та захисту рослин, особливо на схилових землях, пов'язане з негативними наслідками міграції рухомих компонентів в поверхневі та ґрунтові води. Удосконалення систем моніторингу стану навколишнього середовища передбачає розвиток технічних засобів контролю та комп'ютеризованих систем моделювання екологічних ситуацій.

1. Огляд проблеми. З літератури відомо, що в біогенних ландшафтах геоморфологічна зональність розвитку певних видів рослин багато в чому залежить від геохімічних особливостей сільгоспугідь. Рослини, розташовані ближче до вододілу силових земель мають найбільшу можливість для поглинання легкодоступних, звичайно, добре розчинних хімічних елементів. А рослини, що ростуть нижче, використовують для вегетації елементи, що залишилися, вздовж лінії тока (міграції) аж до аквальних ландшафтів [1–4, 8]. При цьому для нормального розвитку нижче розташованих рослин необхідні в більших кількостях елементи, не поглинені рослинами, що ростуть вище. Сучасний розвиток сільського господарства ведеться без обліку особливостей цього процесу та без відповідного підбора сільськогосподарських культур. Недолік певних хімічних елементів природного походження компенсується внесенням добрив, як правило, гранульованих. Природний процес при цьому порушується, і збільшується забруднення водою біогенними елементами. Зрошення земель приводить до ще більшого вносу із ґрунтів невикористаних рослинами рухомих елементів, що залишилися в межах контрольної ділянки. Крім того, знижується водний стік з неї, тому що значна частина води, використаної для зрошення, не повертається у водойму.

2. Мета роботи. Метою проведення досліджень було прийнято збір та узагальнення даних експрес-моніторингу схилкових контрольних ділянок сільськогосподарського призначення на яких застосовувались мінеральні добрива різного гранулометричного складу. Суміжна задача полягала у встановленні аналогії процесів масопереносу для прогнозу міграції токсичних компонентів в місцях неорганізованих звалищ на схилкових землях.

3. Міграція рухомих компонентів мінеральних добрив. Фізико-хімічні властивості гранульованих мінеральних добрив, зокрема, їх розчинність в ґрунтово-водних системах сільськогосподарських угідь грають надзвичайно важливу роль як в процесі підживлення рослин, так і у вирішенні екологічних проблем забруднення водних джерел біогенними компонентами. Занадто висока розчинність гранул суттєво збільшує частку рухомих компонентів, що виносяться в ґрунтові або поверхневі води. З іншого боку, низькі показники розчинності добрив є причиною неефективного засвоєння поживних речовин в процесі вегетації. Таким чином, регулювання взаємодії гранульованих засобів живлення та хімічного захисту рослин в ґрунтово-водних системах сільгоспугідь є актуальною проблемою агропромисловості. Для її вирішення запропонована низка заходів, серед яких виробництво органічно-мінеральних добрив пролонгованої дії з оптимальним монодисперсним гранскладом, причому дія модифікованих добрив повинна бути синхронізована з вегетаційними строками розвитку рослин.

Проблеми міграції рухомих забруднюючих компонентів постали і при використанні гранульованих мінеральних добрив. Кінетичні параметри процесу при цьому визначаються не лише типом ґрунтів, інтенсивністю зволоження та їх сорбційною здатністю, але й, значною мірою, рельєфом контрольної ділянки та гранулометричним складом добрив.

Аналіз теоретичної моделі міграції [3, 5, 7, 8] показав, що на контрольній межі (зазвичай, береговій крайці водойми) концентрація забруднення спочатку буде експоненційно зростати до деякого максимуму C_{max} , що відповідає появі найбільш концентрованих крапель промивної води з опадів, що випали на вододілі (рис.1). Ці краплі на протязі свого шляху від вододілу до контрольної межі поглинають більшу кількість забруднюючих компонентів в порівнянні з краплями, що випали нижче по схилу. Дійсно, шлях крапель зі схилу буде коротшим, а час їхнього контакту із забрудненим ґрунтом, відповідно, меншим. Слід також зауважити, що лінії току крапель промивного потоку будуть перпендикулярні ізолініям контрольної ділянки, тобто рух транспортного потоку міграції забруднень відбуватиметься по лініям градієнта рельєфу (рис.2). В подальшому процесі вимивання, після досягнення максимуму, пов'язаного з прибуттям на контрольну межу перших крапель з вододілу, починається поступове зниження забрудненості лізіметричного фільтрату від атмосферних опадів, що теоретично апроксимується експоненційною функцією часу та параметром акумулюючої здатності ґрунту.

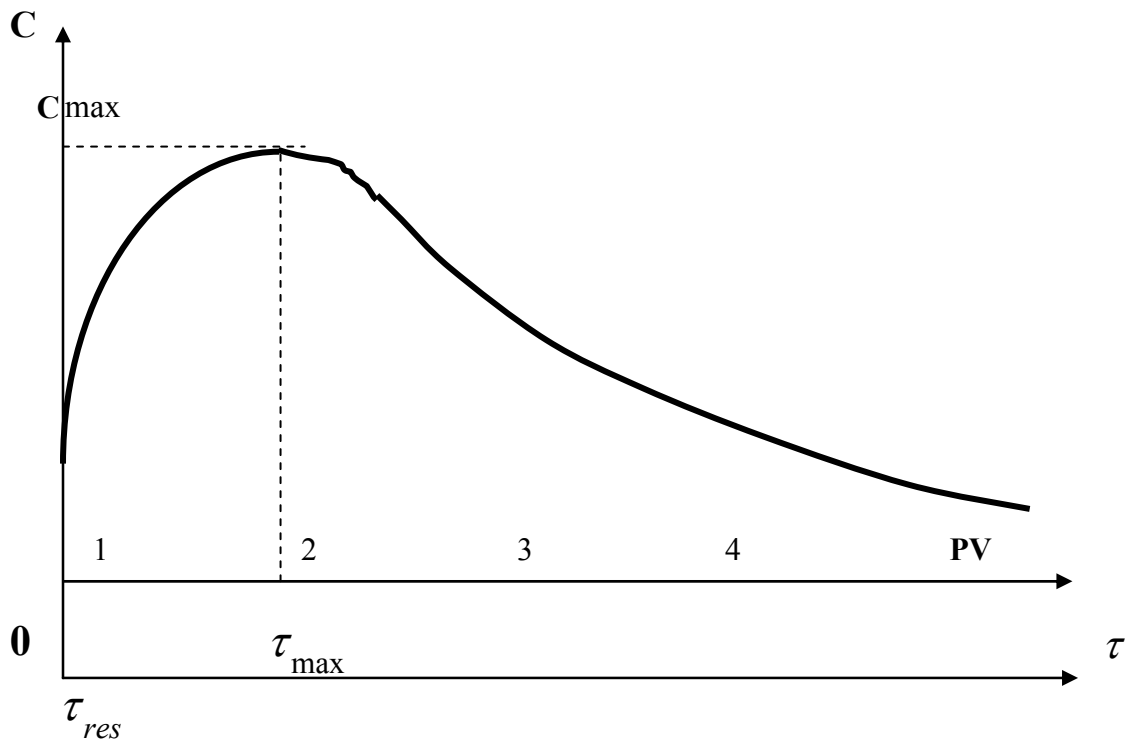


Рис.1. Типова крива забрудненості промивної води в пункті лізіметричного контролю в залежності від тривалості випадання опадів τ та об'ємних витрат PV

Вплив гранулометричного складу мінеральних добрив на пікову висоту C_{max} кривих вимивання теоретично ілюструється порівняльною таблицею 1, де показана залишкова маса гранул різного діаметру (пропорційна його кубу) при однаковій агротехнічній нормі внесення та тривалості опадів.

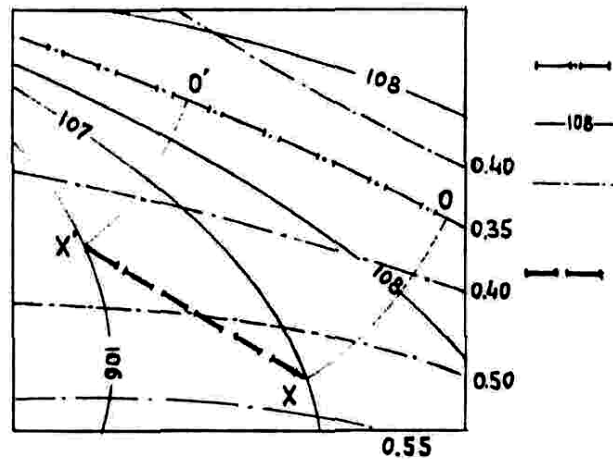


Рис.2. Ізолії відносної забрудненості в залежності від рельєфу контрольної ділянки: 00* - вододіл; XX* - контрольна межа; — 108 – ізолії рель'єфу

Таблиця 1

Вплив гранулометричного складу мінеральних добрив на залишкову та розчинену масу гранул

Діаметр гранул, мм	10	8	6	4	2	1
Залишкова маса гранули, %	100	51,2	21,6	6,4	8,0	1,0
Розчинена маса, %	0	48,8	78,4	93,6	92,0	99,0

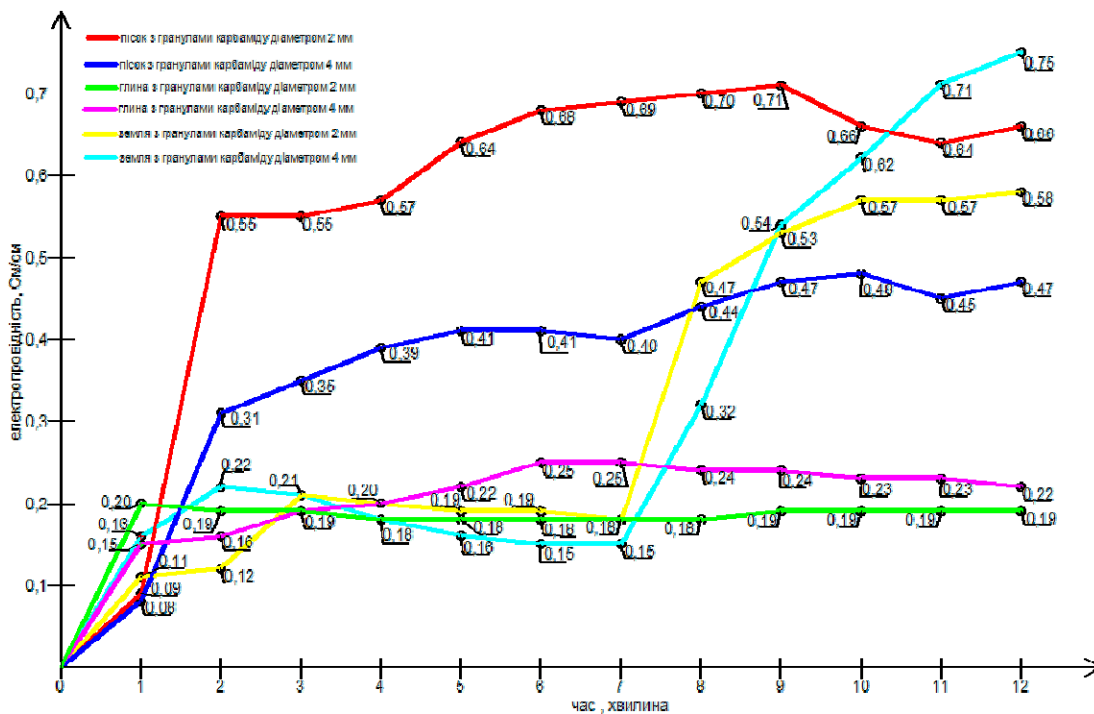


Рис.3. Експериментальні криві забрудненості промивної води в контрольних ділянках в залежності від тривалості опадів, ґрунту та гранулометричного складу добрив

Неважко помітити, що при однаковій тривалості опадів і пропорційному зменшенні діаметра однієї гранули з 10 мм до 8 мм вимивається майже половина її маси 48,8 %. В той же час, при однаковій нормі внесення (2 гранули діаметром 8 мм замість однієї діаметром 10 мм) та однаковій швидкості розчинення з 8 мм до 6 мм залишається $21,6 \cdot 2 = 43,2$ % внесеної маси гранул, а вимивається, відповідно 56,8 %. Ця тенденція стає ще помітнішою при порівнянні добрив найбільш поширеного грануляційного складу в діапазоні 2 - 4 мм. Тобто пікова висота C_{max} при збільшенні гранул зменшується, а права гілка кривої вимивання підвищується, приводячи до більш тривалого впливу мінерального добрива.

4. Методика експериментальних досліджень. Для експрес-аналізу концентраційного фону рухомих компонентів забруднень був використаний кондуктометр спеціального призначення, в конструкцію якого входили джерело струму, гальванометр, дросель, компенсаційна система, штанга з електродами. З метою розширення діапазону вимірювань та урахування впливу дестабілізуючих факторів і нелінійної залежності електропровідності проводилась термокомпенсація відібраних проб лізіметричної рідини і

автоматичне тарування аналітичних даних. Застосування мікропроцесора дозволило надати приладу ряд додаткових функціональних можливостей.

Дослідний варіант кондуктометра передбачав вимірювання максимальної концентрації забруднення (відповідно електропровідності розчину NaCl) до 4000 мг/л з температурою до 45° С та відносною похибкою 3%. [3, 5].

Розподіл ізольній відносній електропровідності ґрунтового розчину в тонкошаровому дослідному лотку розмірами 100×60×10 см (рис.6) свідчить не тільки про вплив ширини та рельєфу водоохоронних зон на міграцію рухомих сольових забруднень до крайки води (нижньої межі водоохоронної зони), але й про можливості кондуктометричних методів експрес-аналізу [3].

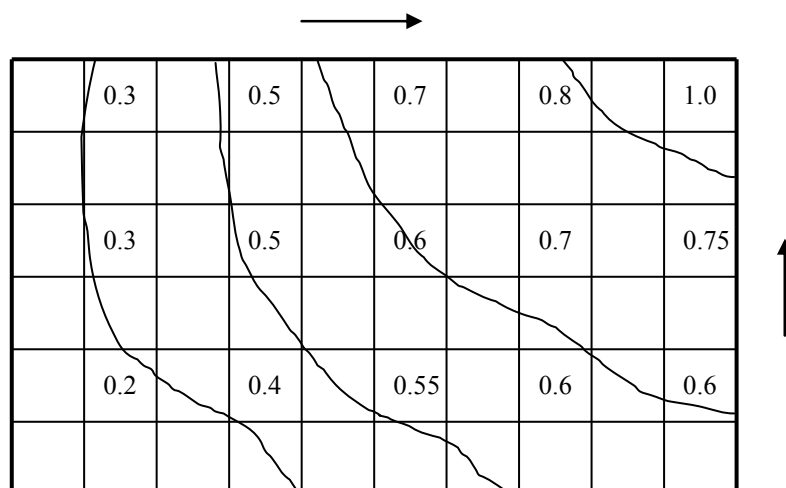


Рис. 4. Розподіл ізольній відносній електропровідності ґрунтового розчину в залежності від нахилу дослідного лотка

5. Міграція токсичних компонентів в місцях неорганізованих звалищ. Аналіз значної кількості експериментальних моніторингових досліджень місць неорганізованих звалищ також показав загальну тенденцію експоненційного наростання концентрацій забруднення на межі лізіметричного контролю, яка може співпадати з крайкою уріза води поверхневої водойми (рис.5).

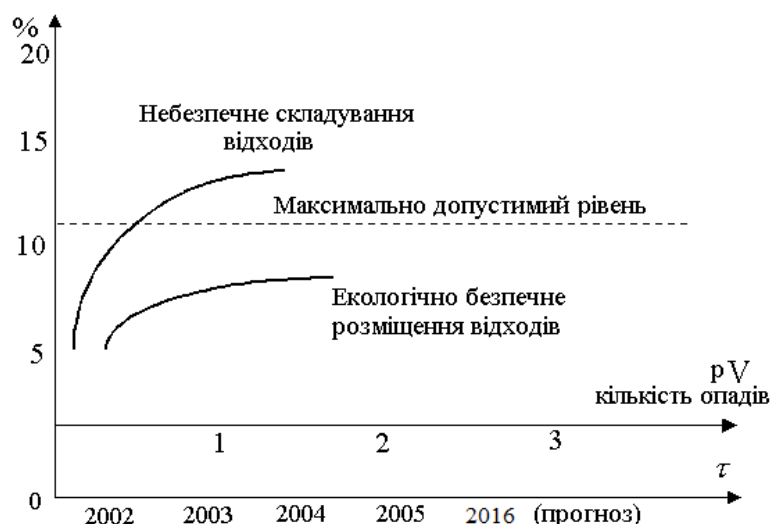


Рис.5. Прогнозні криві міграції токсичних компонентів в місцях неорганізованих звалищ

Висновки. На підставі геогідродинамічного обґрунтування запропонована інтегральна модель масопереносу та міграції рухомих компонентів забруднень на схиліх землях та методика визначення геогідродинамічних параметрів.

Дослідженнями міграційних властивостей рухомих форм забруднень визначені статистичні характеристики впливу параметрів водоохоронних зон на їх захисні функції. Збереження водоохоронних зон в належному стані є надзвичайно актуальним в умовах зростання техногенного навантаження на водойми та негативного впливу глобального потепління.

Геогідродинамічні параметри забруднень і, зокрема, гранулометричний склад міндобриб суттєво впливає на пікову концентрацію C_{max} кривих вимивання та інтенсивність міграції.

Література

1. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. - М.: Агропромиздат, 1988.- 256 с.
2. Барбашев С.В., Пристер Б.С. Применение экспертных систем для управления окружающей средой в районах расположения АЭС - .- Зб. наук. статей VI Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”, т. 2 /УКРНДІЕП.-Х., Райдер, 2010.- с. 70 - 75.
3. Шандиба О.Б., Кузема О.С. Застосування кондуктометрії для моніторингу ґрунтово-водних систем забруднених територій.- Зб. наук. статей IV Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”, т. 2 /УКРНДІЕП.-Х., Райдер, 2008.- с. 255-260.
4. Rasig H. Editing Environmental Data with a PC-based GIS,- UTA Technology & Environment N 2, December 1996, Intern. Ed.,- p.190-192.
5. Shandyba A.B. Ecology Forecast for Migration of the Chemical Substances into Ground and Surface Water.- Fresenius Environ. Bulletin., vol.4, Basel, Switzerland, 1995.- pp.80-85.
6. Веригин Н.Н. Основы теории растворения и вымыва солей при фильтрации воды в горных породах и грунтах.- В кн.: Инженерно-геологические свойства горных пород и методы их изучения.- М.: Изд-во АН СССР, 1962, С.59-70.
7. B. Shandyba, D. M. Shpetny. 2015. Pollution migration forecast for soil geochemistry mapping.Geomatics, Landmanagement and Landscape.No. 3 • 2015, 101–112.
8. Шандиба О. Б., Шпетний Д.М. Курило А.О. Инновационные подходы к развитию эколого-биологических исследований. Прогнозування міграції токсичних компонентів на забруднених територіях // Монографія. – Одеса: КУПРИЕНКО СВ, 2015.

References

1. Kacz D.M., Pashkovskiy I.S. Melyorativnaya gidrogeologiya. - M.: Agropromy`zdat, 1988.- 256 s.
2. Barbashev S.V., Pryster B.S. Primeneniye ekspertnykh sistem dlya upravleniya okruzhayushhej sredoj v rajonax raspolozheniya AES - .- Zb. nauk. statej VI Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferenciyi “Ekologichna bezpeka: problemy i shlyaxy vyresheniya”, t. 2 /UKRNDIEP.-X., Rajder, 2010.- s. 70 - 75.
3. Shandyba O.B., Kuzema O.S. Zastosuvannya konduktometriyi dlya monitoryngu gruntovovodnykh sistem zabrudnennykh terytorij.- Zb. nauk. statej IV Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferenciyi “Ekologichna bezpeka: problemy i shlyaxy vyresheniya”, t. 2 /UKRNDIEP.-X., Rajder, 2008.- s. 255-260.
4. Rasig H. Editing Environmental Data with a PC-based GIS,- UTA Technology & Environment N 2, December 1996, Intern. Ed.,- p.190-192.
5. Shandyba A.B. Ecology Forecast for Migration of the Chemical Substances into Ground and Surface Water.- Fresenius Environ. Bulletin., vol.4, Basel, Switzerland, 1995.- pp.80-85.
6. Verigin N.N. Osnovy teoryi rastvoreniya y vmyvaya soley pry filtratsiyi vody v gornykh porodax y gruntax.- V kn.: Ynzhenerno-geologicheskiye svoystva gornykh porod y metody ykh izucheniya.- M.: Yzd-vo AN SSSR, 1962, S.59-70.
7. B. Shandyba, D. M. Shpetny. 2015. Pollution migration forecast for soil geochemistry mapping.Geomatics, Landmanagement and Landscape.No. 3 • 2015, 101–112.
8. Shandyba O. B., Shpetnyy D.M. Kurylo A.O. Ynnovatsyonnye podkhody k razvytyyu ekoloho-byolohycheskykh yssledovaniyu. Prohnozuvannya mihratsiyi toksychnykh komponentiv na zabrudnennykh terytoriyakh // Monohrafiya. – Odessa: KUPRYENKO SV, 2015.

Рецензія/Peer review : 13.11.2015 р.

Надрукована/Printed :19.12.2015 р.