

# ВІСНИК

ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

**BULLETIN**  
OF PRYDNIPROVS'KA  
STATE ACADEMY OF  
CIVIL ENGINEERING  
AND ARCHITECTURE



**№ 3 БЕРЕЗЕНЬ 2015 РОКУ**

**ДНІПРОПЕТРОВСЬК**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА  
ТА АРХІТЕКТУРИ»**

# **ВІСНИК**

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ  
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**Заснований у травні 1997 року**

**№ 3 (204) березень 2015**

**Дніпропетровськ 2015**

## РЕДАКЦІЙНА РАДА:

Головний редактор В. І. Большаков, д-р техн. наук  
Заступник головного редактора М. В. Савицький, д-р техн. наук  
Відповідальний секретар Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр.

В. В. Данішевський, д-р техн. наук, В. М. Дерев'яно, д-р техн. наук, Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, І. В. Рижков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, С. В. Іванов, д-р екон. наук, Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, О. В. Челноков, канд. техн. наук, М. В. Шпірько, д-р техн. наук

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В. Ф. Башев, д-р фіз.-мат. наук, *Державний національний університет ім. Олесь Гончара, Дніпропетровськ*. А. І. Білоконь, д-р техн. наук, *Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА), Дніпропетровськ*. В. М. Вадимов, д-р архітектури, *Полтава*. Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харківський національний університет будівництва та архітектури (ХНУБА), Харків*. В. В. Данішевський, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. М. Дерев'яно, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. І. Дубницький, д-р екон. наук, *Донецький економіко-гуманітарний інститут, Донецьк*. М. М. Дьомін, д-р архітектури, *Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА), Київ*. Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр., *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Є. А. Єгоров, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. В. Іванов, д-р екон. наук *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. В. Каламбет, д-р екон. наук, *Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Дніпропетровськ*. Г. М. Ковшов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. П. Мироненко, д-р архітектури, *ХНУБА, Харків*. Ю. В. Орловська, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. Л. Седін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. О. Тимохін, д-р архітектури, *КНУБА, Київ*. А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. М. В. Шпірько, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. М. Куна-Бронійовські, проф., *Університет природничих наук, Люблін (Польща)*. Є. Красовський, д-р техн. наук, проф., *Польська Академія Наук, Комісія механізації і енергетики землеробства, Люблін (Польща)*

Збірник наукових праць входить до переліку №1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук та архітектури згідно з постановою Президії ВАК України від 01.07.2010 р. за № 1-05/5

Свідоцтво про Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – серія КВ № 9702 – видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 24 березня 2005 р.

Засновник та видавець Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Виходить 12 разів на рік

Рекомендовано до друку вченою радою академії, протокол № 8 від 24.03.2015 р.

Науковий журнал включено до НЕБ (Наукова електронна бібліотека) – інформаційно-аналітична система РІНЦ. Видання приєднано до проекту «Наукова періодика України» на веб-орієнтованій технологічній платформі Open Journal System (OJS). Електронні версії періодичного видання представлено у репозитарії українських наукових періодичних видань Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського.

Художній і технічний редактор О. А. Григоренко  
Перекладач Л. В. Михайлова  
Редактор В. Д. Маловик  
Коректор В. Д. Маловик.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
« ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И АРХИТЕКТУРЫ »**

# **ВЕСТНИК**

**ПРИДНЕПРОВСКОЙ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**Основан в мае 1997 года**

**№ 3 (204) март 2015**

**Дніпропетровськ 2015**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Главный редактор В. И. Большаков, д-р техн. наук  
Заместитель главного редактора Н. В. Савицкий, д-р техн. наук  
Ответственный секретарь Г. П. Евсева, д-р наук гос. упр.

В. В. Данишевский, д-р техн. наук, В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, И. В. Рыжков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, С. В. Иванов, д-р экон. наук, Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, А. В. Челноков, канд. техн. наук, Н. В. Шпирько, д-р техн. наук

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. Башев, д-р физ.-мат. наук, Государственный национальный университет им. Олеся Гончара, Днепропетровск. А. И. Белоконь, д-р техн. наук, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ПГАСА), Днепропетровск. В. М. Вадимов, д-р архитектуры, Полтава. Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, ПГАСА, Днепропетровск. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), Харьков. В. В. Данишевский, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. И. Дубницкий, д-р экон. наук, Донецкий экономико-гуманитарный институт, Донецк. Н. М. Демин, д-р архитектуры, Киевский национальный университет строительства и архитектуры (КНУСА), Киев. Г. П. Евсева, д-р наук гос. упр., ПГАСА, Днепропетровск. Е. А. Егоров, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. С. В. Иванов, д-р экон. наук, ПГАСА, Днепропетровск. С. В. Каламбет, д-р экон. наук, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Днепропетровск. Г. Н. Ковшов, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. Ю. А. Киричек, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. П. Мироненко, д-р архитектуры, ХНУСА, Харьков. Ю. В. Орловская, д-р экон. наук, ПГАСА, Днепропетровск. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. Л. Седин, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. В. А. Тимохин, д-р архитектуры, КНУСА, Киев. А. В. Челноков, канд. техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. Н. В. Шпирько, д-р техн. наук, ПГАСА, Днепропетровск. М. Куна-Бронийовски, проф., Университет естественных наук, Люблин (Польша). Е. Красовский, д-р техн. наук, проф., Польская Академия Наук, Комиссия механизации и энергетики земледелия, Люблин, (Польша)

Сборник научных трудов входит в перечень № 1 научных профессиональных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на получение ученых степеней доктора и кандидата технических наук и архитектуры в соответствии с постановлением Президиума ВАК Украины от 01.07.2010 г. № 1-05/5

Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации – серия КВ № 9702 – выдано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины 24 марта 2005 г.

Основатель и издатель Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Выходит 12 раз в год

Рекомендовано к печати Ученым советом академии, протокол № 8 от 24.03.2015 г.

Научный журнал включен в НЭБ (Научная электронная библиотека) – информационно-аналитическая система РИНЦ. Издание присоединено к проекту «Научная периодика Украины» на веб-ориентированной платформе Open Journal System (OJS). Электронные версии периодического издания представлены в репозитории украинских научных периодических изданий Национальной библиотеки Украины им. В. И. Вернадского

Художественный и технический редактор Е. А. Григоренко  
Переводчик Л. В. Михайлова  
Редактор В. Д. Маловик  
Корректор В. Д. Маловик

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**STATE HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENT  
PRYDNIPROVS'KA STATE ACADEMY OF CIVIL ENGINEERING  
AND ARCHITECTURE**

# **BULLETIN**

**OF PRYDNIPROVS'KA  
STATE ACADEMY  
OF CIVIL ENGINEERING  
AND ARCHITECTURE**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS**

**Established in May, 1997**

**No. 3 (204) March 2015**

**Dnipropetrovsk 2015**

## EDITORIAL BOARD:

Chief Editor

V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, Professor

Deputy Chief Editor

M. V. Savytskyi, Doctor of Engineering Science, Professor

Executive Secretary

G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, Professor

V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, I. V. Ryzhkov, Candidate of Engineering Science, V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, S.V. Ivanov, Doctor of Economics, T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science

## EDITORIAL STAFF:

V. F. Bashev, Doctor of Physics and Mathematics, *Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk*. A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipropetrovsk*. V. M. Vadymov, Doctor of Architecture, *Poltava*. N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. D. F. Goncharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv (KSUCEA), Kharkiv*. V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. I. Dubnytskyi, Doctor of Economics, *Donetsk Institute of Economics and Humanities, Donetsk*. M. M. Diomin, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA), Kyiv*. G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. I. A. Yegorov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. V. Ivanov, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. V. Kalambet, Doctor of Economics, *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk*. G. M. Kovshov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. Yu. O. Kirichek, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *KSUCEA, Kharkiv*. Yu. V. Orlovska, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. A. V. Pliexhanov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. O. Tymokhin, Doctor of Architecture, *KNUCA, Kyiv*. O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. M. Kuna- Broniowski, Prof., *University of Life Sciences, Lublin, Poland*. E. Krasowski, Doctor of Engineering Science, Prof., *Polish Academy of Sciences, Commission mechanization and energy of agriculture, Lublin, Poland*

Collection of Scientific Papers is included in

List No. 1 of scientific professional publications of Ukraine, where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture can be published according to the Resolution of the Presidium of the Higher Attestation Commission of Ukraine No.1-05/5 dated 01.07.2010

Certificate of Incorporation

of the Print Media – Series KV No. 9702 – issued by the State Committee for Television and Radio Broadcasting of Ukraine dated March 24, 2005

Founder & Publisher

State Higher Educational Institution ‘Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture’

Issued 12 times a year

Recommended for publication by

the Academic Board of the Academy, Minutes No. 8, 24.03.2015

The Scientific Periodical is integrated in SEL (Scientific Electronic Library), i.e. an information and analytical system of RSCI (Russian Science Citation Index). The Periodical is included in the project “Scientific Periodicals of Ukraine” on the Web-based technology platform Open Journal System (OJS). Electronic version of the Periodical is presented in repositories of Ukrainian scientific periodicals of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine

Art & Technical Editor O. A. Grygorenko

Interpreter L. B. Mykhailova

Editor V. D. Malovyk

Proofreader V. D. Malovyk.

## У ЦЬОМУ НОМЕРІ

### НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дерев'яно В. М., Шаповалова О. В., Кондратьєва Н. В., Максименко А. А. ДИСПЕРСНЕ АРМУВАННЯ – СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ВИРОБІВ ..... 10

Нагорна О.К. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА ОСНОВІ ЧИСЛОВОЇ МОДЕЛІ..... 20

Яковишина Т. Ф. ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОГЕНЕЗУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ..... 28

Ляховецька-Токарева М. М. СПОСОБИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГРАДИРЕНЬ ..... 36

Конопляник А.Ю. , Ільєв І. М. , Чернавських В.В. ВПЛИВ ВИДУ ЗАТВЕРДЖУВАЧА НА СТРОКИ ТУЖАВЛЕННЯ РІДКОСКЛЯНИХ СУМШЕЙ..... 44

### ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

Євсєєва Г. П., Кривчик Г.Г. УКРАЇНА Й УРСР: ДВІ ПАРАДИГМИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ..... 50

### АРХІТЕКТУРА

Воробйов В. В. Конєва К. А. ЕКОПОСЕЛЕННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК ..... 57

### ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ

Савченко С. В., Ткач Л. М., Прокоф'єва К. А., Вітер В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛОВОДСТВА ТА ДОКУМЕНТООБИГУ В УСТАНОВІ: ЕТАПИ, ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ..... 66



## В ЭТОМ НОМЕРЕ

### НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дервянко В. Н. Шаповалова О. В. Кондратьева Н. В. Максименко А. А. ДИСПЕРСНОЕ АРМИРОВАНИЕ – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ..... 10

Нагорная Е. К. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ..... 20

Яковишина Т. Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕНЕЗА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ..... 28

Ляховецкая-Токарева М. М. СПОСОБЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАДИРЕН ..... 36

Конопляник А. Ю., Ильев И.М., Чернавских В. В. ВЛИЯНИЕ ВИДА ОТВЕРДИТЕЛЯ НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ЖИДКОСТЕКОВЫХ СМЕСЕЙ ..... 44

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Евсеева Г.П., Кривчик Г.Г. УКРАИНА И УССР: ДВЕ ПАРАДИГМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ..... 50

### АРХИТЕКТУРА

Воробьев В. В., Конева Е. А. ЭКОПОСЕЛЕНИЕ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ СВЯЗЬ..... 57

### ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Савченко С. В., Ткач Л. М., Прокофьева Е. А., Витер В. О. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА И ДОКУМЕНТООБОРОТА В УЧРЕЖДЕНИИ: ЭТАПЫ, ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ ..... 66

## IN THIS ISSUE

### SCIENTIFIC RESEARCH

- Derevyanko V. N., Shapovalova O. V., Kondratieva N. V., Maksimenko A. A. DISPERSIBLE REINFORCEMENT IS METHOD OF INCREASE OF DURABILITY OF WARES ..... 10
- Nagornaya H.K. PERFORMANCE EVALUATION VERTICAL SETTLERS SEWAGE SYSTEMS BY NUMERICAL MODEL ..... 20
- Yakovyshyna T. F. ECOLOGICAL ESTIMATION OF HEAVY METALS TECHNOGENESIS ..... 28
- Lyachovetskaya-Tokareva M. M. THE WAYS OF RATIONAL USE OF COOLING TOWERS..... 36
- Konoplianik A.Yu., Iliev I.M., Chernavskikh V.V. INFLUENCE OF TYPE OF HARDENER ON TERM OF GRIPE OF LIQUID GLASS MIXES..... 44

### ECONOMIC AND MANAGEMENT

- Yevseieva G. P., Krivchik G.G. UKRAINE AND USSR: TWO PARADIGMS OF THE ECONOMIC DEVELOPMENT ..... 50

### ARCHITECTURE

- Vorobyov V. V., Koneva K. A. ECOVILLAGE AS AN INFORMATION CONNECTION
- Konoplianik A. Yu., Iliev I. M., Chernavskikh V.V. INFLUENCE OF TYPE OF HARDENER ON TERM OF GRIPE OF LIQUID GLASS MIXES ..... 57

### HUMANITARIAN PROBLEMS

- Savchenko S. V., Tkach L. M., Prokofievay. A., Viter V. O. DOCUMENT MANAGEMENT AND CORPORATE RECORDS RESEARCH: STAGES, PRINCIPLES AND METHODS ..... 66

Відповідальність за достовірність інформації, що міститься в друкованих матеріалах,  
несуть автори.

Редколегія не завжди поділяє авторську точку зору.

Комп'ютерну верстку та друк виконано в редакційно-видавничому відділі ПДАБА.

Адреса редакції:

✉ Україна, 49600, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24<sup>а</sup>,  
кімната 607-В (відповідальний секретар), кімната 657 (аналітичний сектор фахових видань).

☎ (0562) 46-94-98, (0562) 46-94-71

e-mail: visnik\_psacea@ ukr.net

Підписано до друку 25.03.2015 р. Формат 60×84 1/8.

Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 3,95. Умовн. фарб.-відб. арк. 3,95.

Обл.-видавн. арк. 6,89. Тираж 300 пр. Зам. 137

---

Ответственность за достоверность информации, представленной в печатных материалах несут  
авторы.

Редколлегия не всегда разделяет авторскую точку зрения

Компьютерная верстка и печать выполнены в редакционно-издательском отделе ПГАСА.

Адрес редакции:

Украина, 49600, г. Днепропетровск, ул. Чернышевского, 24<sup>а</sup>,  
комната 607-В (ответственный секретарь), комната 657 (аналитический сектор профессиональных изданий).

☎ (0562) 46-94-98, (0562) 46-94-71

e-mail: visnik\_psacea@ ukr.net

Подписано к печати 25.03.2015 г. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,95. Усл. кр.-отт. л. 3,95.

Уч.-изд. л. 6,89. Тираж 300 пр. Зам. 137

---

Authors shall be responsible for the accuracy of the information  
contained in the printed materials.

Editors do not always agree with the author's point of view.

Desktop publishing and printing are performed in the Editorial and Publishing Department at PSACEA.

Editorial address:

24a Chernyshevskogo Street, Dnipropetrovs'k, 49600, Ukraine  
room 607-V (Executive Secretary), room 657 (analytical sector of professional periodical).

☎ (0562) 46-94-98, (0562) 46-94-71

e-mail: visnik\_psacea@ ukr.net

Send to press on 25 March, 2015. Format 60x84/1/8.

Offset printing. Conventional quire 3.95. Conventional color imprints 3.95.

Publisher's signatures 6.89. Number of copies 300. Order 137.

## НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 666. 914.5:663.543:002.68

ДИСПЕРСНОЕ АРМИРОВАНИЕ – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ  
ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙДЕРЕВЯНКО В. Н.<sup>1</sup>, д. т. н., проф.,ШАПОВАЛОВА О. В.<sup>2\*</sup>, к. т. н., доц.,КОНДРАТЬЕВА Н. В.<sup>3</sup>, к. т. н., доц.,МАКСИМЕНКО А. А.<sup>4</sup>, к. т. н., с. н. с.

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: derv@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3601-2594

<sup>2\*</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: ov.shapovalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2709-9945

<sup>3</sup> Кафедра химической технологии вяжущих материалов, Государственное высшее учебное заведение "Украинский государственный химико-технологический университет", пр. Гагарина, 8, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: nataliyavk@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-2537-4389

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительных материалов изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: maksimebel@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5002-6266

**Аннотация. Постановка проблемы.** Для достижения высокой прочности композиций, изготавливаемых на основе цементов различной активности, строительных песков и армирующих компонентов в составе сухих строительных смесей, возникает вопрос оптимального выбора вида, длины и количественного содержания волокон. **Анализ публикаций.** Согласно многочисленным исследованиям, результаты которых обобщены в работах А. Е. Десова, И. Н. Ахвердова, В. П. Соломатова, В. Н. Вырвого и др. роль волокон заключается в том, что они воспринимают часть нагрузки, препятствуют развитию трещин и смещению блоков. Разрушение композиции осуществляется, согласно существующим теориям, за счет разрыва и вытягивания волокон. Существуют различные виды моделей и теорий разрушений материалов на основе минеральных вяжущих. По мнению исследователей, материал не представляет собой изотропную среду, а деформация и разрушение бетона происходят под действием внешних сил. В случае введения дискретных волокон механизм напряжения можно представить следующим: часть волокон работает на растяжение, а часть препятствует смещению частичек, усиливая связность системы. Минеральные и металлические волокна, расположенные параллельно действующей внешней нагрузке, усиливают жесткость системы. Так как, органические волокна имеют низкий модуль упругости, то вероятней всего они препятствуют смещению частичек и снижают возникающие вторичные напряжения. Следовательно, эффект армирования зависит от структуры, прочности матрицы, а также от параметров волокон и их свойств. **Цель статьи.** Разработка метода определения минимальной длины и содержания компонентов в цементно-волокнистой композиции. **Выводы.** Таким образом, проведенный анализ результатов исследований показывает, что наиболее эффективная длина полипропиленовых волокон диаметром до 15 – 17 мкм в композициях цементно-песчаных растворов находится в пределах 5 – 7 мм. Содержание волокон в растворах, при котором прочность при сжатии повышается на 15 – 30 %, а при изгибе на 40-70 %, не превышает 0,2 % от массы вяжущего. Характерно то, что армирование является более эффективным для композиций, в которых применялось низкомарочное вяжущее. Это свидетельствует, что дисперсным армированием можно частично устранить снижение активности цементных вяжущих в результате их хранения. Так, прирост прочности за счет армирования растворов с активностью вяжущего 20 МПа составляет 50 – 60 %, тогда как прочность растворов, в которых применялся портландцемент с активностью 49 МПа возросла всего лишь на 25 – 30%.

**Ключевые слова:** армирование, волокна, композиции, прочность, матрица.

## ДИСПЕРСНЕ АРМУВАННЯ – СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ВИРОБІВ

ДЕРЕВ'ЯНКО В. М.<sup>1</sup>, д. т. н., проф.,  
ШАПОВАЛОВА О. В.<sup>2\*</sup>, к. т. н., доц.,  
КОНДРАТЬЄВА Н. В.<sup>3</sup>, к. т. н., доц.,  
МАКСИМЕНКО А. А.<sup>4</sup>, к. т. н., с. н. с.

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: derv@mail.pgasa.dp.ua, ORCI ID: 0000-0002-3601-2594

<sup>2\*</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: ov.shapovalova@mail.ru, ORCI ID: 0000-0002-2709-9945

<sup>3</sup> Кафедра хімічної технології в'язучих матеріалів, Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет", пр. Гагаріна, 8, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: nataliyavk@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-2537-4389

<sup>4</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: maksimibel@mail.ru, ORCI ID: 0000-0001-5002-6266

**Анотація. Постановка проблеми.** Для досягнення високої міцності композицій, що виготовляються на основі цементів різної активності, будівельних пісків і армувальних компонентів у складі сухих будівельних сумішей, виникає питання оптимального вибору виду, довжини та кількісного вмісту волокон. **Аналіз публікацій.** Відповідно до численних досліджень, результати яких узагальнені у працях А. Е. Десова, І. Н. Ахвердова, В. П. Соломатова, В. Н. Вирового та ін., роль волокон полягає в тому, що вони сприймають частину навантаження, перешкоджають розвитку тріщин і зсуву блоків. Руйнування композиції здійснюється, згідно з існуючими теоріями, за рахунок розриву та витягування волокон. Існують різні види моделей і теорій руйнувань матеріалів на основі мінеральних в'язучих. На думку дослідників, матеріал не являє собою ізотропне середовище, а деформація та руйнування бетону відбуваються за дії зовнішніх сил. У випадку введення дискретних волокон механізм напруги можна представити так: частина волокон працює на розтягання, а частина перешкоджає зсуву часточок, підсилюючи зв'язність системи. Мінеральні і металеві волокна, розташовані паралельно діючому зовнішньому навантаженню, підсилюють твердість системи. Тому що органічні волокна мають низький модуль пружності, імовірно за все вони перешкоджають зсуву часточок і знижують виникають вторинні напруги. Отже, ефект армування залежить від структури, міцності матриці, а також від параметрів волокон і їх властивостей. **Мета статті.** Розроблення методу визначення мінімальної довжини і вмісту компонентів у цементно-волокнистій композиції. **Висновки.** Проведений аналіз результатів досліджень показує, що найбільш ефективна довжина поліпропіленових волокон діаметром до 15 – 17 мкм у композиціях цементно-піщаних розчинів перебуває в межах 5 – 7 мм. Вміст волокон у розчинах, за якого міцність при стиску підвищується на 15 – 30 %, а при вигині на 40 – 70 %, не перевищує 0,2 % від маси в'язучого. Характерним є те, що армування є більш ефективним для композицій, у яких застосовувалося низькомарочне в'язуче. Це свідчить що дисперсним армуванням можна частково усунути зниження активності цементних в'язучих у результаті їх зберігання. Так, приріст міцності за рахунок армування розчинів з активністю в'язучого 20 МПа становить 50 – 60 %, тоді як міцність розчинів, у яких застосовувався портландцемент з активністю 49 МПа, зросла всього лише на 25 – 30%.

**Ключові слова:** армування, волокна, композиції, міцність, матриця.

## DISPERSIBLE REINFORCEMENT IS METHOD OF INCREASE OF DURABILITY OF WARES

DEREVYANKO V. N.<sup>1</sup>, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,  
SHAPOVALOVA O. V.<sup>2\*</sup>, Tech. Sc. Cand., Doc.,  
KONDRATIEVA N. V.<sup>3</sup>, Tech. Sc. Cand., Doc.,  
MAKSIMENKO A. A.<sup>4</sup>, Tech. Sc. Can., senior researcher.

<sup>1</sup> Department of technology of building materials products and constructions, State higher educational establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnepropetrovsk 49600, Ukraine, tel. 38 (0562) 46-93-76, e - mail: derv@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID 0000-0002-3601-2594

<sup>2\*</sup> Department of technology of building materials of wares and constructions, State higher educational establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnepropetrovsk 49600, Ukraine, tel. 38 (0562) 46-93-76, e - mail: ov.shapovalova@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-2709-9945

<sup>3</sup> Department of chemical technology of binders, State higher educational establishment "Ukrainian state chemical-technological university", 8, Gagarin, etc., Dnepropetrovsk 49005, Ukraine, tel. 38 (0562) 46-93-76, e - mail: nataliyavk@yahoo.com, ORCID ID : 0000-0002-2537-4389

<sup>4</sup> Department of technology of building materials of wares and constructions, State higher educational establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnepropetrovsk 49600, Ukraine, tel. 38 (0562) 46-93-76, e - mail: maksimebel@mail.ru, ORCID ID : 0000-0001-5002-6266

**Problem statement.** There is a question of optimum choice of type, length and quantitative content of fibers for achievement of high strength of compositions made on the basis of cement of various activities, construction sand and reinforcing components as a part of dry building mixes. **Analysis of publications.** The role of fibers is that they take a part of load, interfere with development of cracks and displacement of blocks, according to numerous researches which results are generalized in works of Desov A. E., Akhverdov I. N., Solomatov V. P., Vyrovoy V.N., etc. According to existing theories, destruction of composition is carried out due to breaking and stretching of fibers. There are different types of models and theories of destruction of materials on the basis of mineral binders. According to researchers, material is not isotropic environment, and deformation and destruction of concrete is caused by the influence of external forces. In case of introduction of discrete fibers, the mechanism of tension can be presented to the following. One part of fibers works for stretching and the other one interferes with shift of particles, increasing connectivity of the system. Mineral and metal fibers, located parallel to the operating external load, increase rigidity of the system. As organic fibers have low module of elasticity, they most likely interfere with shift of the particles and reduce arising secondary tension. Therefore, the effect of reinforcing depends on structure, matrix strength and also on parameters of fibers and their properties. **The purpose of the article.** Development of a method of determination of the minimum length and content of components in cement and fibrous composition. **Conclusions.** Thus, the made analysis of the research results shows that the most effective length of polypropylene fibers with a diameter up to 15 -17  $\mu\text{m}$  in compositions of cement and sand mortars is in limits of 5 - 7 mm. The fibers content in mortars, at which compression strength increases by 15-30%, and bending strength – by 40-70%, does not exceed 0.2% of the binder mass. It is typical that reinforcing is more effective for compositions in which a low-branded binder is applied. It testifies that it is possible with disperse reinforcing to eliminate partially decreasing of cement binder activity that is a result of its storage. So, strength gain due to reinforcing of mortars with binder activity 20 MPa is 50 - 60% whereas strength of mortars, in which Portland cement with activity of 49 MPa is applied increased, only for 25 - 30%.

**Keywords:** *reinforcement, fibers, composition, strength, reinforcement, matrix.*

**Постановка проблеми.** Для досягнення високої прочності композицій, виготовляваних на основі цементів різної активності, будівельних пісків і армуючих компонентів в складі сухих будівельних сумішей виникає питання оптимального вибору виду, довжини і кількісного вмісту волокон.

**Аналіз публікацій.** Згідно численних досліджень, результати яких обобщені в роботах А. Е. Десова, І. Н. Ахвердова, В. П. Соломатова, В. Н. Вирового і др., роль волокон заключається в тому, що вони приймають частину навантаження, перешкоджають розвитку тріщин і зміщенню блоків.

Руйнування композиції здійснюється, згідно існуючим теоріям, за рахунок розриву і витягування волокон. Існують різні види моделей і теорій руйнування матеріалів на основі

мінеральних зв'язуючих. По мненню дослідників, матеріал не представляє собою ізотропну середу, а деформація і руйнування бетону відбуваються під дією зовнішніх сил.

В разі введення дискретних волокон механізм руйнування можна представити наступним. Частина волокон працює на розтягнення, а частина перешкоджає зміщенню частинок, посилюючи зв'язність системи. Мінеральні і металічні волокна, розположені паралельно діючій зовнішній навантаженню, посилюють жорсткість системи.

Так як органічні волокна мають низький модуль пружності, то, найімовірніше, вони перешкоджають зміщенню частинок і знижують виникаючі вторинні напруження.

Следовательно, эффект армирования зависит от структуры, прочности матрицы, а также от параметров волокон и их свойств.

**Цель статьи.** Разработка метода определения минимальной длины и содержания компонентов в цементно-волокнуистой композиции.

**Изложение материала.** Для определения влияния активности цемента на параметры армирующего компонента проведены

предварительные исследования, где установлены уровни варьирования факторов. В матрице полнофакторного эксперимента [1] ПФЭ-2 в качестве переменных приняты:  $x_1$  – длина волокон, мм;  $x_2$  – содержание вяжущего в % по массе;  $x_3$  – активность цемента, МПа

Интервалы варьирования и матрица планирования эксперимента представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Интервалы варьирования компонентов**

Уровни варьирования	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний	5,00	0,00	24,00
Нулевой	7,50	0,15	27,00
Нижний	10,00	0,30	30,00

Для проведения экспериментов были изготовлены образцы с соотношением компонентов, представленным в таблице 3.

**Технология изготовления образцов.** Вначале часть песка от общей его навески, равной 1 500 г, подают совместно с полипропиленовым волокном в миксер, где в течение 1 мин. происходит распушка волокна.

Затем добавляют 50 мл от расчетной воды затворения и перемешивают еще 3 – 4 мин. Эту смесь направляют в смеситель, куда засыпают цемент и остальной песок и перемешивают 1 мин. После этого добавляют остальную воду с последующим перемешиванием в течение 5 мин.

Таблица 2

**Матрица планирования**

№ опыта	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1 \cdot X_2$	$X_1 \cdot X_3$	$X_1 \cdot X_4$	$X_2 \cdot X_3$	$X_2 \cdot X_4$	$X_2 \cdot X_5$	$X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$	$X_1 \cdot X_2 \cdot X_4$	$X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$
1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1
3	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
4	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1
7	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1
9	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1
10	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
11	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
12	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	+1
13	+1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
14	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
15	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Определяем подвижность растворной смеси и по достижении необходимой осадки конуса заполняем смесь форму балочек 4 × 4 × 16 см с последующим виброуплотнением (2,5 мин.). Устанавливаем формы с

образцами в емкость с водяным затвором на 1 сутки, а через 24 часа производим распалубку и помещаем образцы на остальные 27 суток в воду. По истечении времени твердения извлекаем образцы, обтираем и

определяем пределы прочности при изгибе и сжатии [2]. Результаты исследований пред- ставлены в таблице 4.

Таблиця 3

Состав компонентов

№ опыта	Расход материалов						
	Цемент		Песок, (%) г	В/Ц	Вода, мл	Волокно	
	$X_3, R_{сж}, \text{МПа}$	(%) г				$X_1, \ell, \text{мм}$	$X_2, (\%) \text{ г}$
1	49	(33,3)750	(66,7)1500	0,37	280	-	-
2	49	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	5	0,1(2,25)
3	49	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	5	0,3(6,75)
4	49	(33,3)750	(66,7)1500	0,37	280	10	0,1(2,25)
5	49	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	10	0,3(6,75)
6	20	(33,3)750	(66,7)1500	0,37	280	-	-
7	20	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	5	0,1(2,25)
8	20	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	5	0,3(6,75)
9	20	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	10	0,1(2,25)
10	20	(33,3)750	(66,7)1500	0,40	300	10	0,3(6,75)

Таблиця 4

Физико-механические испытания образцов

Время твердл., сут.	Размер образца, см	Средний результат						
		$R_{сж}, \text{МПа}$	$R_{изг}, \text{МПа}$	$R_{сж}^*, \text{МПа}$	$R_{сж}^{**}, \text{МПа}$	$\rho_0, \text{кг/м}^3$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\Pi_0, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	4×4×16	490	7,98	2,3	0,6	2010	2430	17,2
28	4×4×16	506	8,94	3,9	0,93	2020	2430	16,8
28	4×4×16	361	7,98	5,3	1,31	2040	2430	16
28	4×4×16	452	8,54	3,9	0,93	2030	2430	16,4
28	4×4×16	500	7,37	7,3	2,05	2070	2430	14,8
28	4×4×16	200	5,88	2,1	0,53	2020	2430	16,8
28	4×4×16	332	6,26	3,9	0,93	2050	2430	15,6
28	4×4×16	265	4,23	4,4	1,25	2020	2430	16,8
28	4×4×16	240	5,39	2,5	0,64	2060	2430	15,2
28	4×4×16	248	5,89	2,6	0,67	2030	2430	16,4

- $R_{изг}$  – предел прочности при изгибе балочек;
- $R_{сж}$  – предел прочности при сжатии половинок балочек;
- $R_{сж}^*$  – адгезионная прочность, определенная по методике скалывания покрытия с поверхности бетона;
- $R_{сж}^{**}$  – адгезионная прочность, определенная методом отрыва;
- $\rho_0$  – средняя плотность;
- $\rho$  – истинная плотность;
- $\Pi_0$  – ориентировочная пористость затвердевшего раствора.

По результатам исследований для каждого из свойств определены коэффициенты влияния и составлены уравнения регрессии. С помощью статических методов проведена оценка значимости коэффициентов и определена адекватность уравнений.

С помощью программы “Матлаб” построены диаграммы взаимовлияния входных факторов на основные свойства композиций (рис. 1 – 3).

Анализ диаграмм (рис. 1) показывает, что для достижения предела прочности раствора при сжатии  $R_{сж(28)} = 40 – 50 \text{ МПа}$  не-

обходимо увеличить расход волокон до 0,1 – 0,14 %, при этом длина волокон должна составлять  $l = 4 – 6 \text{ мм}$ . Дальнейшее увеличение содержания волокон и их длины приводит к снижению прочностных показателей растворов.

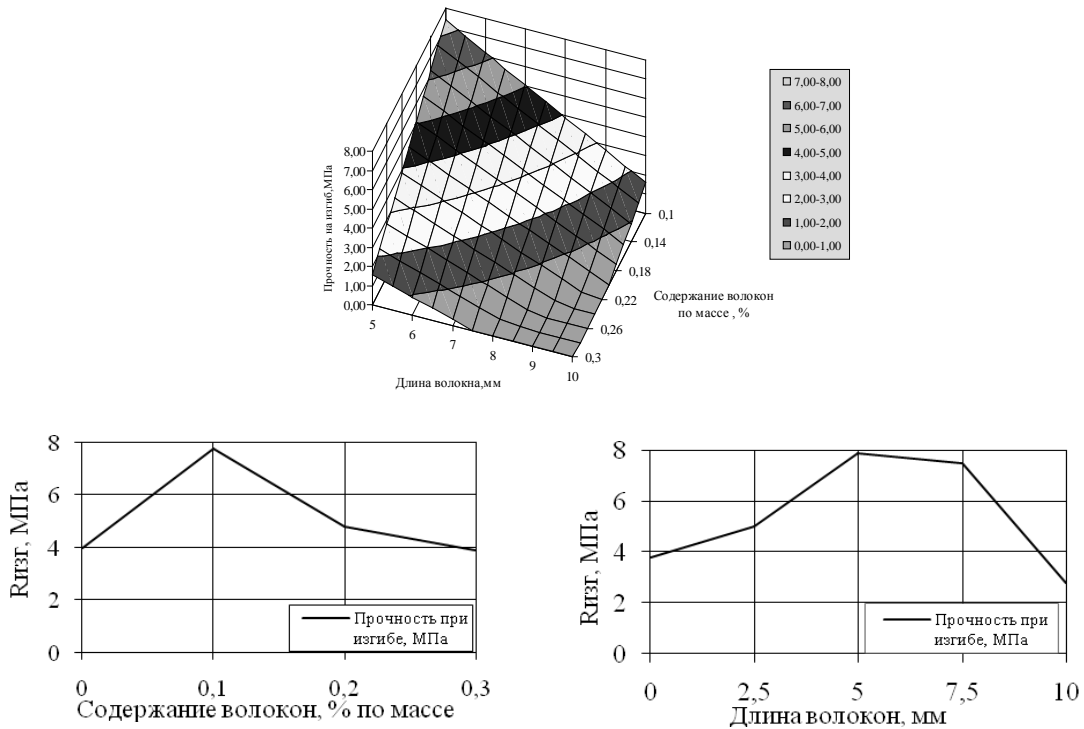
Аналогичная зависимость наблюдается и при исследовании прочности при изгибе волокон. То есть эффективность армирования растворов, изготавливаемых из цементно-песчаных смесей с использованием полипропиленовых волокон, достигается при параметрах длина волокон  $l = 4 – 6 \text{ мм}$ ; расход волокон по массе  $m = 0,1 – 0,14 \%$ .



При рассмотрении влияния активности цемента и длины волокон на те же прочностные характеристики оказывается, что

композиции с более низкой активностью требуют введения волокон большей длины (рис. 2).

а



б

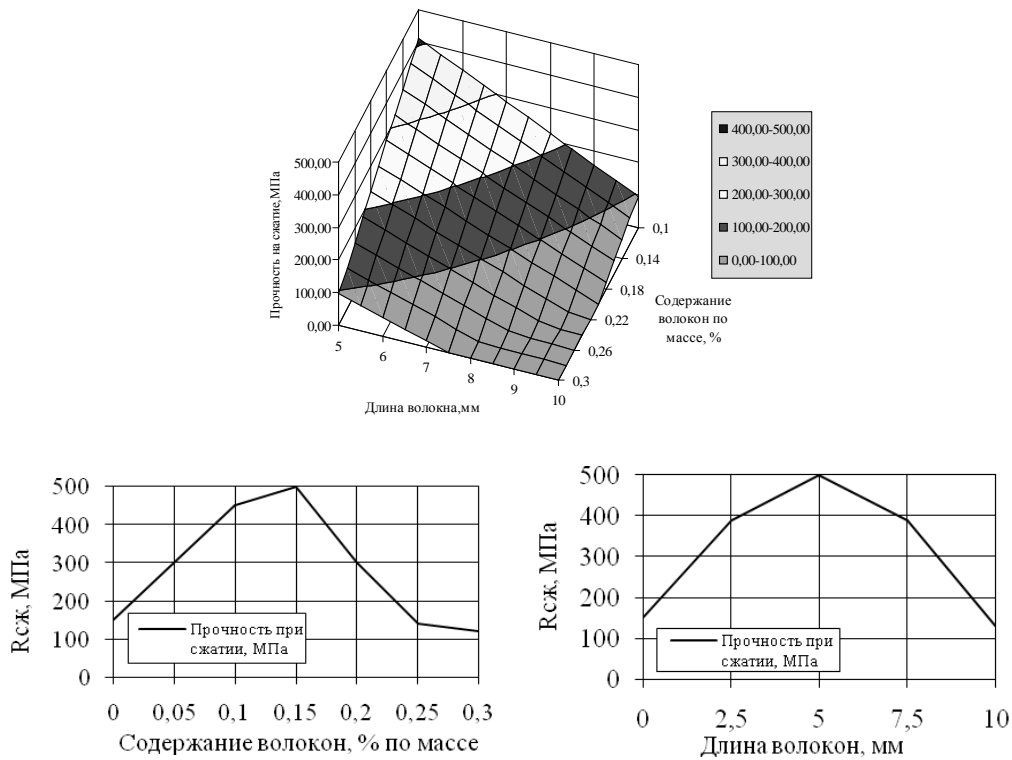
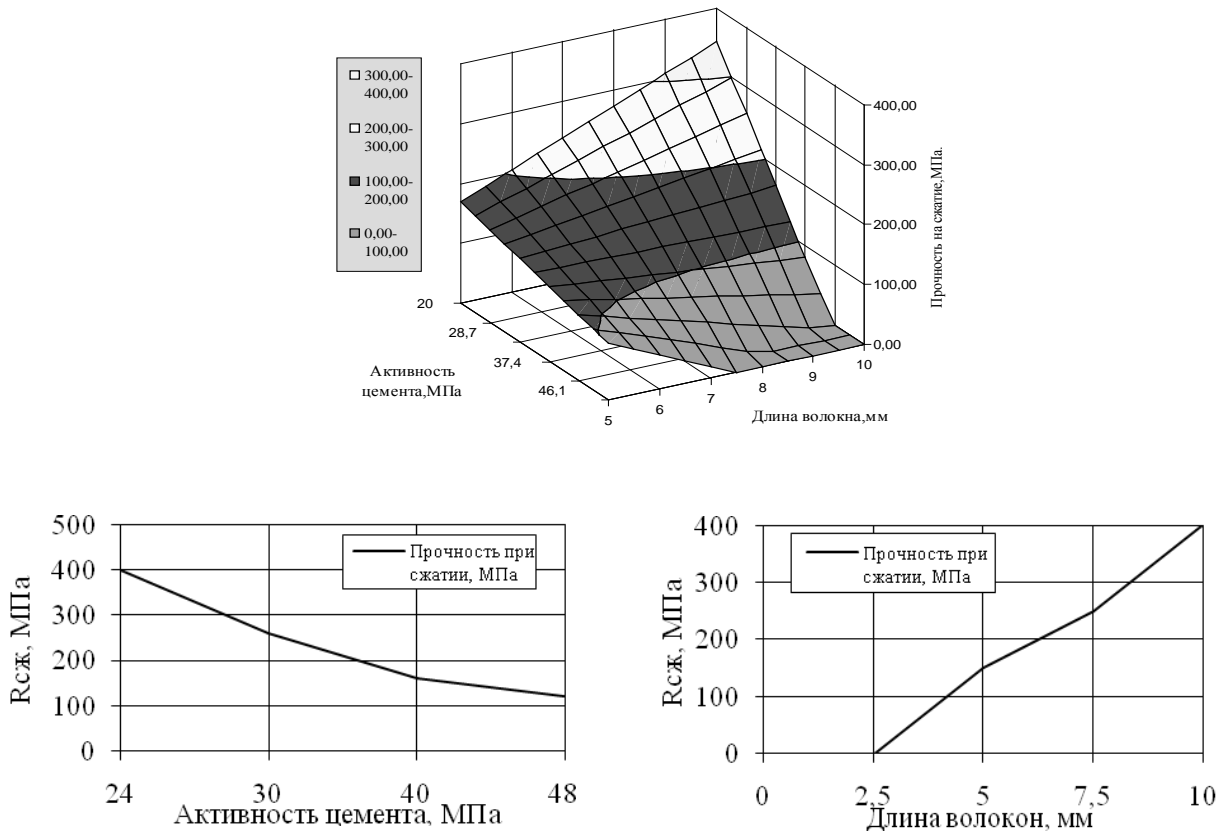


Рис. 1. Влияние % содержания волокон и их длины на прочность:  
а – при изгибе; б – при сжатии

а



б

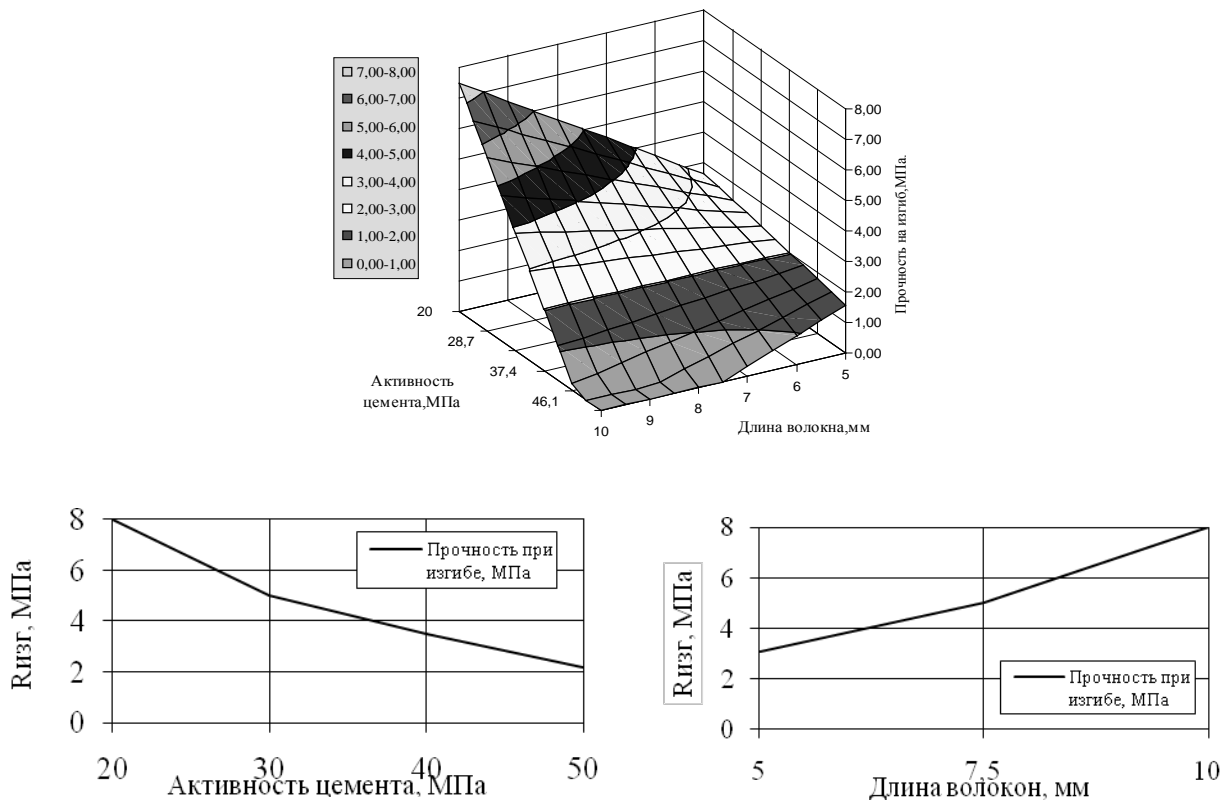


Рис. 2. Зависимость предела прочности раствора при сжатии (а) и при изгибе (б) от активности цемента и длины волокон

Так, цементы, имеющие активность, 20 МПа, армированные волокнами 10 мм имеют прочность при сжатии 30 – 40 МПа и при изгибе 7 – 8 МПа.

Композиции с активностью цементов более высокой, 40 – 50 МПа, при той же

длине волокон имеют прочность в 1,5 – 2 раза ниже. Вероятно, это связано с прочностью пограничного слоя волокно – матрицы (табл. 5).

Таблица 5

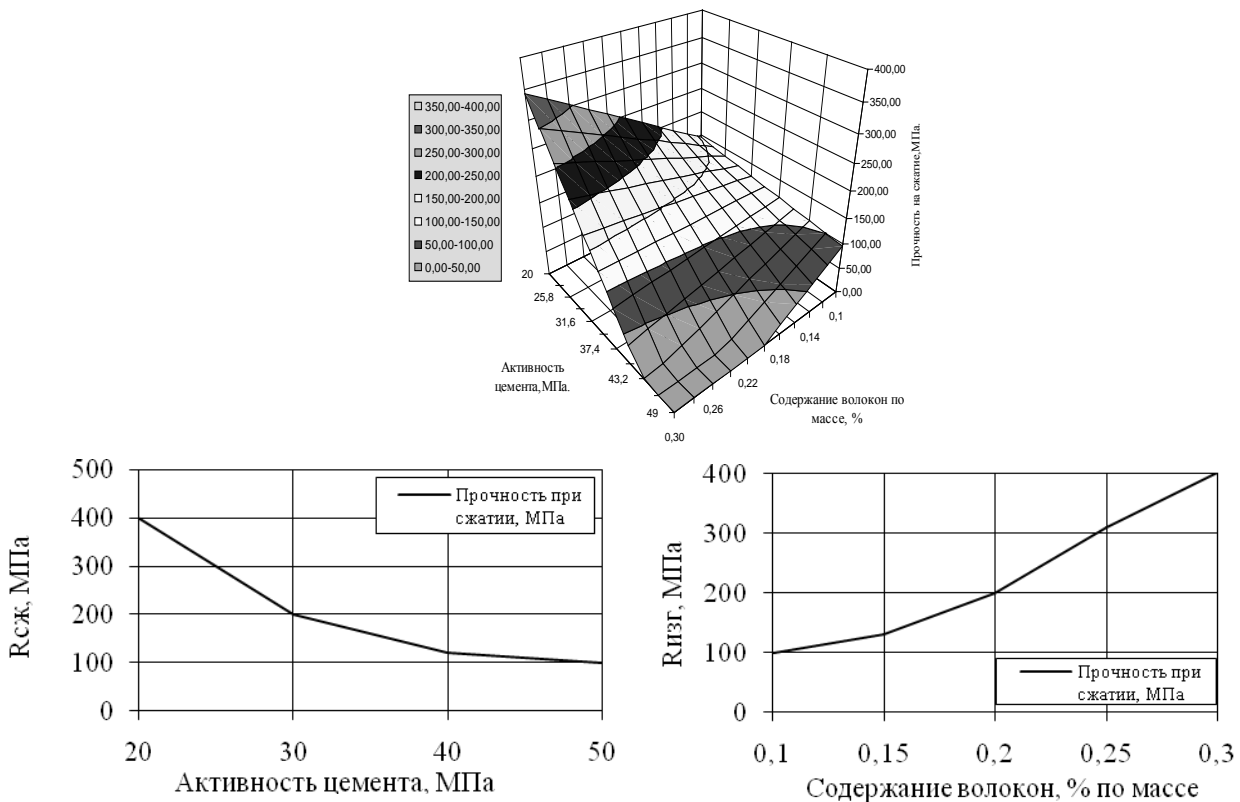
**Результаты исследований на вырыв волокон из цементной матрицы**

№ матрицы	Активность цемента, МПа	Длина волокон, мм	Разрыв волокон, %	Выдернутые волокна, %	Усилие (нагрузка) P <sub>д2</sub> , Н	Прочность R <sub>сж</sub> контактного слоя, Н/м <sup>2</sup> (МПа)
1	24	3	0	100	0,22	-
		5	28	72	0,26	0,019
		7	61	89	0,35	0,018
2	30	3	0	100	0,22	-
		5	43	54	0,28	0,02
		7	71	29	0,38	0,19

Рассмотрим зависимость прочности раствора от активности цемента и длины волокон (расчетная) и зависимость прочности раствора от

активности цемента и его процентного содержания в композиции (рис. 3).

а



б

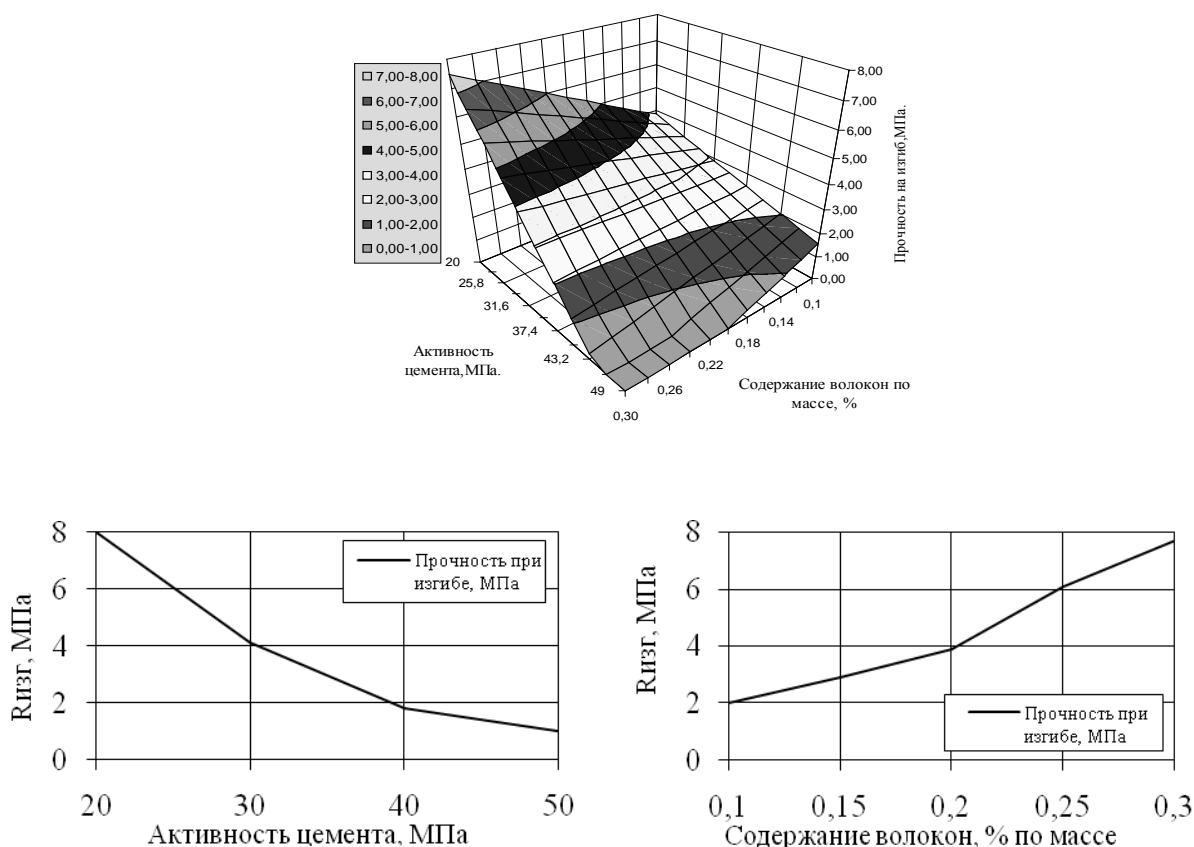


Рис. 3. Зависимость предела прочности раствора при сжатии (а) и при изгибе (б) от активности цемента и % содержания волокон

И, наконец, влияние активности цемента на количественное содержание волокон (рис. 3.) показывает, что при снижении активности целесообразно увеличение количества волокон.

**Выводы.** Таким образом, проведенный анализ результатов исследований показывает, что наиболее эффективная длина полипропиленовых волокон диаметром до 15 – 17 мкм в композициях цементно-песчаных растворов находится в пределах 5 – 7 мм. Содержание волокон в растворах, при котором прочность при сжатии повышается на 15 – 30 %, а при изгибе 40 – 70 %, не превышает 0,2 % от массы вяжущего.

Характерным является то, что армирование является более эффективным для композиций, в которых применялось низкомарочное вяжущее. Это свидетельствует, что дисперсным армированием можно частично устранить снижение активности цементных вяжущих в результате их хранения. Так, прирост прочности за счет армирования растворов с активностью вяжущего 20 МПа составляет 50 – 60 %, тогда как прочность растворов, в которых применялся портландцемент с активностью 49 МПа, возросла всего лишь на 25 – 30%.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ахвердов И. Н. Интенсивность вибрирования, физико-механические и деформативные свойства бетона / И. Н. Ахвердов, Ю. Ю. Делтунова // Бетон и железобетон. – 1967. – № 1. – С. 18 – 21.
2. Выровой В. Н. Системный подход в формировании структуры и свойств пенобетона / В. Н. Выровой, В. И. Мартынов, Е. Б. Мартынова // Ресурсоэкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць / Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. – Рівне, 2004. – Вип. 11. – С. 17 – 21.

3. Грушко И. М. Повышение прочности и выносливости бетона / И. М. Грушко, А. Г. Ильин, Э. Д. Чихладзе. – Харьков : Вища шк., 1986. – 150 с.
4. Гордон С. С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях / С. С. Гордон. – Москва : Стройиздат, 1969. – 151 с.
5. Дворкін Л. І. Проектування складів бетону із заданими властивостями / Л. І. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. В. Гарніш. – Рівне : Вид-во Рівненського держ. техн. ун-ту, 2000. – 215 с.
6. Деревянко В. Н. Композиционные материалы армированные органическими волокнами / В. Н. Деревянко // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 1988. – Вып. 7. – С. 203-204.
7. Десов А. Е. Некоторые вопросы структуры прочности и деформации бетонов / А. Е. Десов. – Москва : Стройиздат, 1966. – 158 с.
8. Мелькин В. И. Прочность хрупких материалов при сложном напряженном состоянии / В. И. Мелькин, Д. М. Жур, В. С. Егоров // Известия вузов. Машиностроение. – 1970. – № 2. – С. 9-14.
9. Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами / [А. А. Пашенко, В. П. Сербин, А. П. Паславская, В. В. Глуховский, Ю. Л. Бирюкович, А. Б. Солодовник] ; под ред. А. А. Пашенко. – Москва : Стройиздат, 1988. – 200 с.
10. Рыбьев И. А. Исходные методические позиции при исследовании искусственных строительных конгломератов / И. А. Рыбьев, А. В. Нехорошев // Строительные материалы. – 1980. – № 2 – С. 24-25.
11. Соломатов В. И. Композиционные материалы / В. И. Соломатов, В. П. Беляев. – Москва : Стройиздат, 1993. – 148 с.
12. Шейкин А. Е. К вопросу прочности, упругости и пластичности бетона / А. Е. Шейкин // Труды Московского института инженеров транспорта. – Москва, 1946. – Вып. 69. – С. 69-71.

#### REFERENCES

1. Ahverdov I. N. Intensivnost' vibrirovaniya, fiziko-mehanicheskie i deformativnye svoystva betona [The intensity of vibration, physical, mechanical and deformation properties of concrete]. *Beton i zhelezobeton*- Concrete and reinforced concrete. 1967. no. 1, pp. 18 – 21. (in Russian).
2. Vyrovoy V. N. Sistemnyi podhod v formirovanii struktury i svoystv penobetona [A systematic approach in determining the structure and properties of foam concrete]. *Resursoekonomni materialy, konstrukcii, budivli ta sporudi* – Resource materials, structures, buildings and facilities. Zbirnyk. nauk. prats -collection of scientific papers. NUVGP, Rivne. 2004., no. 11, pp. 17 – 21. (in Russian).
3. Grushko I. M. *Povyshenie prochnosti i vynoslivosti betona*. [Increasing strength and endurance of the concrete]. Khar'kov, Visha shkola, 1986. 150 p. (in Russian).
4. Gordon S. S. *Struktura i svoystva tzhelyh betonov na razlichnyh zapolniteljah* [Structure and properties of heavy concrete in different aggregates]. Moscow, Stroizdat, 1969. 151 p. (in Russian).
5. Dvorkin L. I. *Proektuvannya skladiv betonu iz zadanimi vlastivostjami*. [Design of concrete with desired properties]. Rivne, Vid-vo Rivnens'kogo derzhavnogo tehnicnogo universitetu, 2000. 215 p.(in Ukrainian).
6. Derevjanko V. N. *Kompozicionnye materialy armirovannye organicheskimi voloknami* [Composite materials reinforced with organic fibers]. *Stroitel'stvo materialovedenie, mashinostroenie* - Construction, materials science, mechanical engineering, *Sb. nauchnyh tr.* – Collection of scientific papers, Dnepropetrovsk, PGASA, 1988, no.7, pp. 203 – 204. (in Russian).
7. Desov A. E. *Nekotorye voprosy struktury prochnosti i deformacii betonov* [Some questions of the structure of strength and deformation of concrete]. Moscow, Stroizdat, 1966. 158 p. (in Russian).
8. Mel'kin V. I. *Prochnost' hrupkih materialov pri slozhnom naprjazhennom sostojanii*. [The strength of brittle materials under complex stress state]. *Mashinostroenie* – Mechanical engineering. 1970. no.2, pp.9 . – 14 . (in Russian).
9. Pashenko A. A. *Armirovanie neorganicheskikh vjazhushih veshestv mineral'nymi voloknami* [Reinforcement of inorganic binders in mineral fibers] Moscow, Stroizdat, 1988. 48 p. (in Russian).
10. Ryb'ev I. A. *Ishodnye metodicheskie pozicii pri issledovanii iskusstvennyh stroitel'nyh konglomeratov*. [The initial methodological position in the study of artificial construction conglomerates]. *Stroitel'nye materialy*- Construction materials. 1980, no. 2, pp.24 – 25. (in Russian).
11. Solomatov V. I. *Kompozicionnye materialy*. [Composite Materials], Moscow, Stroizdat, 1993.148 p. (in Russian).
12. Sheikin A. E. *K voprosu prochnosti, uprugosti i plastichnosti betona*. [To a question of strength, elasticity and plasticity of concrete]. МИИТ- МИЕТ Moscow, 1946, pp. 69-71. (in Russian).

Статья рекомендована к публикации 18.03.2015 г. Рецензент: д. т. н., проф. Седин В. Л.

Поступила в редколлегию 16.03.2015 г. Принята к печати 20.03.2015 г.

УДК 628.334.5:519.6

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

НАГОРНАЯ Е. К. \*, к. т. н.

\*Кафедра водоснабжения, водоотведения и гидравлики, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-64, e-mail: ek\_n@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4027-9336

**Аннотация. Постановка проблемы.** Рациональное водопользование и повышение эффективности очистки сточных вод – одна из важнейших задач в области водоснабжения и водоотведения. Важную роль в обеспечении эффективной работы комплекса очистных сооружений играют отстойники различных типов, которые используются как на стадии механической очистки, так и для отделения очищенной воды от иловой смеси после биологической очистки. На сегодняшний день наблюдается тенденция эксплуатации отстойников, форма которых существенно отличается от классических. Такие отстойники имеют ряд внутренних конструктивных особенностей, позволяющих улучшить процесс очистки воды. В Украине для расчета отстойников систем водоотведения традиционно используют эмпирические [2; 3], балансовые [9; 13] или одномерные кинематические модели [8; 10; 12; 14; 18]. Эти модели просты и экономичны в практическом отношении, но не позволяют проектировщику учитывать гидродинамический режим работы отстойника, рассматривать широкий диапазон размеров и, что особенно важно, не учитывают в полной мере конструктивные особенности отстойников очистных сооружений. Альтернативным решением является применение CFD (Computational fluid dynamics) моделей. В Украине многомерные CFD модели, которые позволяют рассчитать поле концентрации примеси внутри отстойника с учетом формирования зоны осадка, не разрабатываются. **Цель статьи.** Представить данные о разработанной 2-D численной модели массопереноса в вертикальном отстойнике. Такая модель позволяет учесть при моделировании геометрическую форму отстойника, его конструктивные особенности, зону формирования осадка. Форму и размер возможной зоны формирования осадка можно предварительно оценить на основе экспериментальных данных или наблюдений на объектах и, задавая ее в разработанной математической модели, “проигрывать” различные сценарии для каждого конкретного случая. **Вывод.** Разработана новая численная модель расчета процесса массопереноса в канализационных вертикальных отстойниках. Применение математического моделирования на основе CFD моделей позволяет учитывать геометрические размеры отстойников, конструктивные особенности, а также кинетику отстаивания сточных вод. На основе построенной численной модели разработан специализированный код “Settler- 2”, который может быть использован как инструмент решения комплекса задач, возникающих при проектировании и реконструкции вертикальных отстойников. Данный подход позволит проектировщикам быстро оценивать эффективность очистки воды на этапе обоснования проектных параметров очистного сооружения.

**Ключевые слова:** вертикальный отстойник, численное моделирование, CFD - модель, массоперенос.

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА ОСНОВІ ЧИСЛОВОЇ МОДЕЛІ

НАГОРНА О. К. \*, к. т. н.,

\*Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, +38 (0562) 46-93-64, e-mail: ek\_n@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4027-9336

**Анотація. Постановка проблеми.** Рациональне водокористування та підвищення ефективності очищення стічних вод – одне з найважливіших завдань водопостачання та водовідведення. Важливу роль у забезпеченні ефективної роботи комплексу очисних споруд відіграють відстійники різних типів, які використовуються як на стадії механічного очищення, так і для відокремлення очищеної води від мулової суміші після біологічного очищення. Наразі спостерігається тенденція експлуатації відстійників, форма яких суттєво відрізняється від класичних. Такі відстійники мають ряд внутрішніх конструктивних особливостей, що дозволяють поліпшити процес очищення води. В Україні для розрахунку відстійників систем водовідведення традиційно застосовують емпіричні [2; 3], балансові [9; 13] або одномірні кінематичні моделі [8; 10; 12; 14; 18]. Ці моделі прості й економічні у практичному відношенні, але не дозволяють проектувальнику враховувати гідродинамічний ре-

жим роботи відстійника, варіювати в широкому діапазоні розмірів і, що особливо важливо, конструктивних особливостей відстійників очисних споруд. В Україні багатовимірні CFD (Computational fluid dynamics) моделі, які дозволяють розрахувати поле концентрації домішки всередині відстійника з урахуванням формування зони осаду, не розробляються. **Мета статті.** Навести 2-D числову модель масопереносу у вертикальному відстійнику, що дозволяє врахувати геометричну форму відстійника, його конструктивні особливості, зону формування осаду. Форму і розмір можливої зони формування осаду можна попередньо оцінити, виходячи з експериментальних даних або спостережень на об'єктах і, задаючи її в розробленій математичній моделі, "програвати" різні сценарії, характерні для кожного конкретного випадку. **Висновок.** Розроблено нову числову модель для розрахунку процесу масопереносу в каналізаційних вертикальних відстійниках. Застосування математичного моделювання на основі CFD моделей дозволяє враховувати геометричні розміри відстійників, конструктивні особливості, а також кінетику відстоювання стічних вод. На основі побудованої числової моделі розроблено спеціалізований код «Settler-2», який може бути використаний як інструмент вирішення комплексу питань, що виникають під час проектування та реконструкції вертикальних відстійників. Такий підхід дозволить проектувальникам швидко оцінювати ефективність очищення води на етапі обґрунтування проектних параметрів очисної споруди.

**Ключові слова:** вертикальний відстійник, числове моделювання, CFD - масоперенос.

## PERFORMANCE EVALUATION VERTICAL SETTLERS SEWAGE SYSTEMS BY NUMERICAL MODEL

NAGORNAYA H.K. \*, *Cand., Sc. (Tech.)*

\* Department of Water Supply, Water Disposal and Hydraulics, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. , +38 (0562) 46-93-64, e-mail: ek\_n@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-4027-9336

**Summary. Problem statement.** Rational use and increase of efficiency of sewage treatment one of the major tasks in the field of water supply and the sewerage. Not the last part in ensuring operability of a complex of treatment facilities is played by settlers of various types which are used both at a stage of mechanical cleaning, and for division of the cleared water from silt mix after biological cleaning. Today the introduction tendency in practice of operation of settlers which form significantly differs from the classical is observed. Such settlers have a number of the internal design features allowing to improve water purification process. In Ukraine for calculation of settlers of systems of water disposal traditionally use empirical [2; 3], balance [9; 13] or one-dimensional kinematic models [8; 10; 12; 14; 18]. These models are simple and economic in practical application, but don't allow the designer to consider a hydrodynamic operating mode of a settler, to vary in the wide range of the sizes and that is especially important, design features of settlers of treatment facilities. In Ukraine multidimensional CFD (Computational fluid dynamics) models which would allow to calculate a field of concentration of impurity in a settler taking into account formation of a zone of a deposit, aren't developed. **Purpose.** The paper presents a 2-D numerical model of heat transfer in a vertical settler, allowing to take into account when modeling the geometric shape of the settler, its design features, a zone of formation of sediment. Shape and size of the possible formation zone of sediment can be pre-estimated from experimental data or observations on objects, and setting it in the developed mathematical model of "play" different scenarios specific to each case. **Conclusion.** In work the new numerical model for calculation of process of a mass transfer in sewer vertical settlers is presented. Application of mathematical modeling allows to consider the geometrical sizes of settlers, design features, and also kinetics of upholding of sewage. On the basis of the constructed numerical model the specialized code is developed which can be used as the tool of the solution of a complex of the tasks arising at design and reconstruction of vertical settlers which will allow designers to estimate quickly efficiency of water purification at a stage of justification of design parameters of a clearing construction is developed.

**Key words:** vertical settler, numerical simulation, CFD model, mass transfer.

**Постановка проблеми.** Рациональное водопользование и повышение эффективности очистки сточных вод – одна из важнейших задач в области водоснабжения и канализации. Значимым фактором в обеспечении эффективности комплекса очистных являются играют отстойники различных типов,

которые используются как на стадии механической очистки, так и для разделения очищенной воды от иловой смеси после биологической очистки. Для небольших расчетных расходов сточных вод – частных хозяйств, коммунальных, оздоровительных комплексов, на промышленных предприяти-

ях применяют вертикальные отстойники. Типовые вертикальные отстойники с центральной трубой имеют существенные преимущества – простое удаление осадка, отсутствие механических скребков, небольшую площадь. Однако при этом они характеризуются невысоким коэффициентом использования объема и низкой эффективностью удаления взвешенных веществ.

На сегодняшний день наблюдается тенденция эксплуатации отстойников, форма которых существенно отличается от классической. Такие отстойники имеют ряд внутренних конструктивных особенностей, позволяющих улучшить процесс очистки воды. Другими словами, осуществляется переход от классических отстойников к модифицированным или с принципиально новым режимом работы внутри сооружения. Такой подход требует изменения метода расчета этих отстойников, так как существующие методики ориентированы на вертикальные отстойники (отстойники с центральной трубой, имеющие определенный размер).

В Украине для расчета отстойников систем водоотведения традиционно используют эмпирические [2; 3], балансовые [9; 13] или одномерные кинематические модели [8; 10; 12; 14; 18]. Эти модели просты и экономичны в практическом отношении, но не позволяют проектировщику учитывать гидродинамический режим работы отстойника, варьировать в широком диапазоне размеров и, что особенно важно, конструктивные особенности отстойников очистных сооружений. Указанные недостатки моделей расчета отстойников могут быть учтены только при использовании моделей, требующих обязательного решения гидродинамической задачи по определению поля скорости потока внутри отстойника. Гидродинамическая задача может быть решена двумя способами – с использованием модели вязкой жидкости (уравнения Навье–Стокса) или модели потенциального течения. Использование модели вязкой жидкости требует применения очень мелкой сетки для проведения расчета, что приводит к большим временным затратам на получение результата.

В Украине многомерные CFD-модели, которые позволяют рассчитать поле концентрации примеси внутри отстойника с учетом формирования зоны осадка, не разрабатываются. Это связано с тем, что область отстойника, занятая осадком, приобретает очень сложную геометрическую форму, что значительно затрудняет расчет. Поэтому создание математических моделей работы вертикальных отстойников, которые позволяли бы проектировщику оперативно получать необходимую информацию с учетом формы очистных сооружений, режима их работы, зоны накопления осадка, особенностей массопереноса – важная научная задача, решение которой позволит на новом уровне осуществлять моделирование процесса осаждения в отстойниках [14; 16; 17].

**Цель статьи.** В научной статье приведена информация о разработанной 2-D численной модели массопереноса в вертикальном отстойнике. Данная модель позволяет учесть при моделировании геометрическую форму отстойника, его конструктивные особенности, зону формирования осадка.

Форму и размер возможной зоны формирования осадка можно предварительно оценить исходя из экспериментальных данных или наблюдений на объектах. Задав зону формирования осадка в разработанной математической модели, можно “проигрывать” различные сценарии для каждого конкретного случая.

**Изложение основного материала.** Разработана CFD-модель массопереноса в вертикальном отстойнике, позволяющая учитывать при моделировании геометрическую форму отстойника, его конструктивные особенности, зону накопления осадка.

**Математическая модель массопереноса.** Процесс распределения загрязняющего вещества в вертикальном отстойнике рассчитывается на базе усредненного по ширине сооружения уравнения переноса примеси [1; 5]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-w)C}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{grad} C), \quad (1)$$

где  $C$  – концентрация загрязнителя в сточной воде внутри отстойника;  $u, v$  – компо-



ненты вектора скорости течения;  $\mu = (\mu_x, \mu_y)$  – коэффициенты диффузии;  $t$  – время;  $w$  – скорость оседания загрязнителя;  $\sigma$  – коэффициент, учитывающий дополнительные процессы, происходящие в отстойнике и влияющие на баланс концентрации (биореакции, флокуляция и агломерация частиц и хлопьев за счет турбулентности и др.) [10].

Отметим, что при использовании модели (1) компоненты вектора скорости течения сточных вод в отстойнике должны удовлетворять уравнению неразрывности.

Стенки отстойника и различные непроницаемые объекты внутри него (труба, перегородки и т. п.) являются граничными линиями тока. В построенной численной модели на этих границах реализуется граничное условие вида

$$\frac{\partial C}{\partial n} = 0,$$

где  $n$  – единичный вектор внешней нормали к твердой поверхности.

На твердых поверхностях отстойника в численной модели реализуется граничное условие “поглощения” загрязнителя. На входной границе (граница входа потока сточных вод в отстойник) задается условие

$$C|_{\text{граница}} = C_E,$$

где:  $C_E$  – известное значение концентрации загрязнителя.

На выходной границе расчетной области в численной модели ставится “циклическое” (мягкое) граничное условие вида (для правой границы):

$$C(i+1, j) = C(i, j),$$

где  $i+1, j$  – номер разностной ячейки.

В начальный момент времени полагается  $C=0$  в расчетной области. Задача распределения загрязняющего вещества в отстойнике решается до установления равновесия.

Гидродинамическая модель. Решение уравнения переноса загрязнителя внутри отстойника (1) возможно, если известно поле скорости потока в вертикальном отстой-

нике. Поэтому для расчета переноса загрязнителя в отстойнике необходимо предварительно рассчитать это поле скорости. Для решения данной гидродинамической задачи используется модель потенциального течения. В этом случае моделирующее уравнение имеет вид [1; 4]:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0, \quad (2)$$

где  $P$  – потенциал скорости.

Для данного уравнения ставятся следующие граничные условия [1; 4]:

- на твердых стенках отстойника, перегородках внутри него:  $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$ , где

$n$  – единичный вектор внешней нормали к твердой границе;

- на входной границе (область втекания сточных вод в отстойник):  $\frac{\partial P}{\partial n} = V_n$ , где

$V_n$  – известное значение скорости втекания;

- на выходной границе расчетной области (область выхода осветленных вод из отстойника)

$P = P * (x = const, y) + const$  (условие Дирихле).

После расчета поля потенциала скорости осуществляется расчет компонент вектора скорости потока сточных вод на базе зависимостей [1; 4]

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial P}{\partial y}.$$

Для численного интегрирования уравнения переноса загрязнителя в отстойнике применяется попеременно – треугольная разностная схема [1; 11]. Численный расчет реализуется на прямоугольной разностной сетке. Для численного интегрирования уравнения (2) используется метод Либмана [1; 7].

Расчет поля скорости и процесса переноса загрязнителя в вертикальных отстойниках проводится в области сложной геометрической формы. Формирование геометрической формы отстойника на прямоугольной разностной сетке осуществляется с помощью метода маркирования [1; 11].

Практическая реализация модели. На основе построенной численной модели создан код “Settler-2”, реализованный на алгоритмическом языке FORTRAN. Основу данного кода составляют подпрограммы типа SUBROUTINE, координацию работы подпрограмм осуществляет основная программа MAINPRG. Ввод исходных данных осуществляется с помощью файла исходных данных типа DATA.

Получение результатов расчета по разработанному коду возможно в двух вариантах: первый – представление концентрации загрязняющих веществ в отстойнике в безразмерном виде, в процентах от величины входной концентрации в каждой расчетной ячейке [1; 6]; второй вариант – в виде изолиний концентраций, показывающих неравномерность распределения загрязнений в расчетной области.

Построенная математическая модель была использована для моделирования процесса массопереноса в вертикальном отстойнике с центральной трубой и присоединенными к ней двумя пластинами. Цель моделирования – оценка эффективности очистки воды в отстойнике рассматриваемого типа без учета зоны накопления осадка и с учетом зоны накопления осадка.

Схема рассматриваемого вертикального отстойника показана на рисунке 1.

Параметры расчета распределения загрязняющих веществ в вертикальном отстойнике приведены в таблице.

Таблица

**Параметры расчета распределения загрязняющих веществ в вертикальном отстойнике**

Расчетный параметр	Значение
Скорость потока на входе в трубу	0,1 м/с
Коэффициент диффузии	0,7 м <sup>2</sup> /ч
Скорость оседания загрязнителя	0,002 м/с
Коэффициент $\sigma$	0
Длина отстойника	5 м
Глубина	4,2 м
Концентрация загрязнителя во входящем в отстойник потоке	100 ед. (в безразмерном виде)

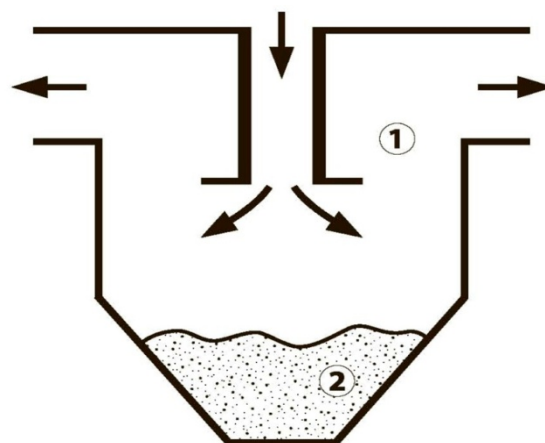


Рис. 1. Схема вертикального отстойника с центральной трубой. 1 – зона осветления; 2 – зона накопления осадка

Результаты вычислительного эксперимента представлены на рисунках 2, 3.

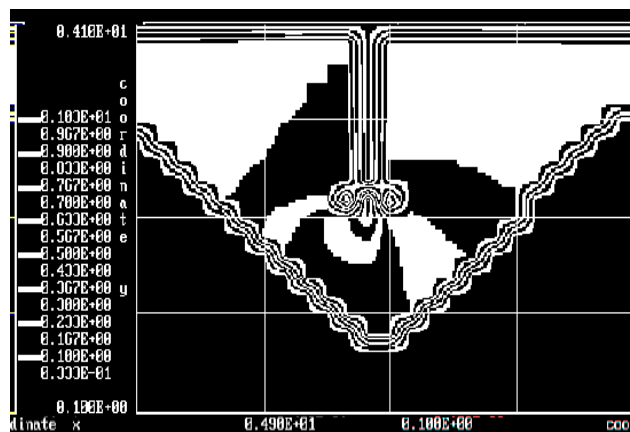


Рис. 2. Распределение концентрации загрязнений в вертикальном отстойнике без учета зоны накопления осадка в виде изолиний

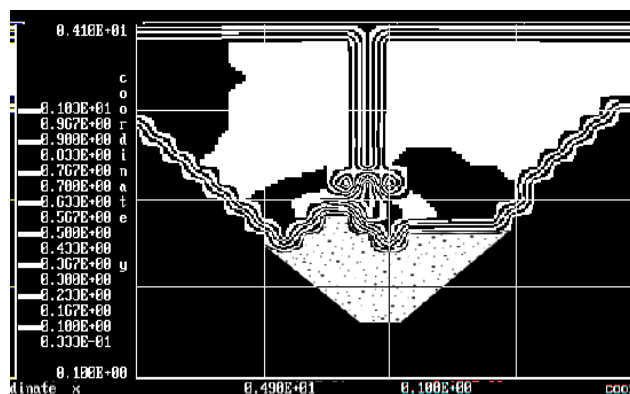


Рис. 3. Распределение концентрации загрязнений в вертикальном отстойнике с учетом зоны накопления осадка в виде изолиний

Полученные результаты свидетельствуют, что существенно неравномерное распределение загрязняющих веществ наблюдается вдоль твердых стенок – центральной

трубы, пластин, стенок и днища отстойника, а также зоны выхода сточных вод из центральной трубы в отстойник. При проведении расчета с учетом зоны накопления осадка (рис. 3) также наблюдается неравномерное распределение концентрации загрязнений вдоль всей зоны осадка. Зона осветления характеризуется равномерным распределением концентрации загрязнений по объему сооружения.

Следует отметить, что для расчета одного варианта задачи потребовалось 5 с работы в программе “Settler-2”. Такие минимальные затраты времени на проведение вычислительного эксперимента являются важным обстоятельством при проведении серийных расчетов на практике.

**Вывод.** В статье приведены данные о разработанной новой численной модели

расчета процесса массопереноса в канализационных вертикальных отстойниках. Применение математического моделирования с использованием CFD-моделей позволяет учитывать геометрические размеры отстойников, конструктивные особенности, а также кинетику отстаивания сточных вод. На основе построенной численной модели разработан специализированный код “Settler-2”, который может быть использован как инструмент решения комплекса задач при проектировании и реконструкции вертикальных отстойников. Данное решение позволит проектировщикам быстро оценивать эффективность очистки воды на этапе обоснования проектных параметров очистного сооружения.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. Н. Математическое моделирование массопереноса в отстойниках систем водоотведения / Н. Н. Беляев, Е. К. Нагорная. – Днепропетровск : Нова Ідеологія, 2012. – 112 с.
2. Горносталь С. А. Описание процессов, происходящих в системе “аэротенк-вторичный отстойник” и их физическое моделирование / С. А. Горносталь, А. П. Созник // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Харьков, 2008. – Вып. 81. – С. 133 – 139.
3. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – [На заміну СніП 2.04.03-85 ; чинні від 2014-01-01]. – Вид. офіц. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 210 с.
4. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – Москва : Наука, 1978. – 735 с.
5. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – Москва : Наука, 1982. – 320 с.
6. Нагорная Е. К. CFD-модель процесса массопереноса в вертикальном отстойнике / Е. К. Нагорная // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 1. – С. 39–50.
7. Самарский А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1983. – 616 с.
8. Степова Н. Г. До розрахунку вертикального відстійника з врахуванням форми його нижньої частини / Н. Г. Степова, Ю. І. Калугін, О. Я. Олійник // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки : наук.-техн. зб. / Київський нац. ун-т буд-ва та архіт. – Київ, 2010. – № 14. – С. 145 – 151.
9. Таварткиладзе И. М. Математическая модель расчета вертикальных отстойников с перегородкой / И. М. Таварткиладзе, А. М. Кравчук, О. М. Нечипор // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 1, ч. 2. – С. 39 – 42.
10. Теоретический анализ процессов осаждения в системах биологической очистки сточных вод / Я. А. Олейник, Ю. И. Калугин, Н. Г. Степовая, С. М. Зябликов // Прикладна гідромеханіка. – 2004. – Т. 6(78), № 4. – С. 62-67.
11. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – Киев : Наук. думка, 1997. – 368 с.
12. A critical review of clarifier modelling: State-of-the-art and engineering practices / B. G. Plosz, I. Nopens, L. Rieger, A. Griborio, J. De Clercq, P. A. Vanrolleghem, G. T. Daigger, I. Takacs, J. Wicks, G. A. Ekama // Proceedings 3rd IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, Mont-Sainte-Anne, Quebec, Canada, February 26–28, 2012. – Mont-Sainte-Anne, 2012. – P. 27–30.

13. Bürger R. A. Consistent modelling methodology for secondary settling tanks in wastewater treatment /R. Bürger, S. Diehl, I. Nopens // Water Research. – 2011. – Vol. 45, № 6. – P. 2247-2260.
14. Griborio A. Secondary Clarifier Modeling: A Multi-Process Approach : A Dissertation of Doctor of Philosophy in The Engineering and Applied Sciences Program / Alonso G. Griborio ; University of New Orleans, USA. – New Orleans, 2004. – 440 p.
15. Holenda B. Development of modelling, control and optimization tools for the activated sludge process / Balazs Holenda Ph.D. Thesis // Doctorate School of Chemical Engineering University of Pannonia. – Budapest, 2007. – 155 p.
16. Schamber D. R. Numerical analysis of flow in sedimentation basins / D. R. Schamber, B. E. Larock // Journal of Hydraulic Division. – 1981. – Vol. 107. – P. 595-591.
17. Shahrokhi M. The Computational Modeling of Baffle Configuration in the Primary Sedimentation Tanks / M. Shahrokhi, F. Rostami, Md Azlin Md Said, Syafalni // Environmental Science and Technology : proceedings of the 2nd International Conference, 26th to 28th February 2011, Singapore. – Singapore, 2011. – Vol. 6. – P. V2–392 – V2–396.
18. Shall we upgrade one-dimensional secondary settler models used in WWTP simulators? – An assessment of model structure uncertainty and its propagation / B. Gy. Plosz, J. De Clercq, I. Nopens, L. Benedetti, P. A. Vanrolleghem // Water Science and Technology. – 2011. – Vol. 63. – P. 1726-1738.

### REFERENCES

1. Belyaev N. N. Nagornaya H. K. *Matematicheskoe modelirovanie massoperenosa v otstoynikah sistem vodootvedeniya* [Mathematical modeling of mass transfer in the settlers systems of water removal]. Dnepropetrovsk, Nova Ideologiya, 2012. 112 p. (in Russian).
2. Gornostal S. A. Soznik A.P. Opisanie protsessov, proishodyaschih v sisteme “aerotenk-vtorichny otstoynik” i ih fizicheskoe modelirovanie [The description of the processes happening in system “aerotenk-secondary settler” and their physical modeling]. *Kommunalnoe hozyaystvo gorodov: nauch.-tehn. sbornik, KhNUGH. im. A. N. Beketova* – Utilities of cities : scientific-technical collection , O. M. Beketov Kharkov National University of Urban. Kharkov, 2008, no. 81, pp. 133 – 139. (in Russian).
3. Sewerage. *Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia : DBN V.2.5-75:2013* [External networks and facilities. The main provisions of the design : DBN B.2.5-75:2013 ]. Ministerstvo regionalnogo rozvytku, budivnytstva ta zhitlovo-komunalnogo gospodarstva Ukrainy. Na zminu SnIP 2.04.03-85; chynnyi vid 2014-01-01. – Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Utilities of Ukraine. Kyiv, Minregion Ukrainy, 2013. 210 p. (in Ukrainian ).
4. Loytsyansky L. H. *Mehanika zhidkosti i gaza* [Fluid and Gas Mechanics]. Moscow, Nauka., 1978. 735 p. (in Russian).
5. Marchuk H. Y. *Matematicheskoe modelirovanie v probleme okruzhayuschey sredy* [Mathematical modeling in the environmental problem]. Moscow, Nauka, 1982. 320 p. (in Russian).
6. Nagornaya H. K. *CFD-model protsessa massoperenosa v vertikalnom otstoynike* [CFD-model of the process of mass transfer in a vertical settler]. Nauka ta progres transportu. Visnyk Dnipropetrovskogo natsionalnogo universytetu zaliznichnogo transportu imeni akademika V. Lazaryana - Science and Progress of vehicles. Bulletin of the Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. Dnepropetrovsk, 2012, no. 1(43), pp. 39 – 50. (in Russian ).
7. Samarsky A. A *Teoriia raznostnykh skhem* [The theory of difference schemes]. Moscow, Nauka, 1983. 616 p. (in Russian).
8. Stepova N. H., Kaluhin Yu. I., Oliynyk O.Ya. Do rozrahunku vertikalnogo vidstiinika z vrahuvanniam formy yiogo nizhnoi chastyny [Calculation of vertical settler with the shape of its bottom]. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta gidravliki: nauk.-tehn. zb., KNUBA*–Problems of water supply, sewerage and hydraulic : scientific-technical collection , KNUCA. Kyiv, 2010, no. 14, pp. 145 –151. (in Ukrainian).
9. Tavartkyldze Y. M., Kravchuk A. M., Nechypor O. M. *A Matematicheskaya model rascheta vertikalnyh otstoynikov s peregorodkoy* [Mathematical model for calculating vertical tanks with divider]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika - Water supply and sanitary engineering*. 2006, no. 1, pp. 39 – 42. ( in Russian ).
10. Olynyk, Ya. A. Kaluhyn Yu. I., Stepovaya, N. H *Teoreticheskyy analiz protsessov osazhdeniya v sistemah biologicheskoy ochistki stochnyh vod* [Theoretical analysis of deposition processes in biological wastewater treatment]. *Prykladna gidromehanika - Applied Hydromechanics*. 2004, v. 6 (78), no. 4, pp. 62 – 67. (in Russian ).
11. Zhurovsky M. Z., Skopetsky V. V., Khrushch V. K. *Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede* [Numerical modeling of pollution in the environment]. Kiev, Naukova dumka, 1997. 368 p. (in Russian).

12. Plosz B. G., Nopens I., Rieger L., Griborio A., Clercq J.De., Vanrolleghem P. A., Daigger G. T., Takacs I., Wicks J., Ekama G. A. A critical review of clarifier modelling: State-of-the-art and engineering practices. Proceedings 3rd IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, Mont-Sainte-Anne, Quebec, Canada, February 26 – 28, 2012, Mont-Sainte-Anne, 2012. pp. 27 – 30.
13. Bürger R. A. Consistent modelling methodology for secondary settling tanks in wastewater treatment Water Research. 2011, v. 45, no. 6, pp. 2247 – 2260.
14. Griborio A. Secondary Clarifier Modeling: A Multi-Process Approach: A Dissertation of Doctor of Philosophy in The Engineering and Applied Sciences Program .University of New Orleans, USA. New Orleans, 2004. 440 p.
15. Holenda B. Development of modeling, control and optimization tools for the activated sludge process. Doctorate School of Chemical Engineering University of Pannonia. Budapest, 2007. – 155 p.
16. Schamber D. R. Numerical analysis of flow in sedimentation basins. Journal of Hydraulic Division. 1981. v.107, pp. 595 – 591.
17. Shahrokhi M. The Computational Modeling of Baffle Configuration in the Primary Sedimentation Tanks. Environmental Science and Technology: proceedings of the 2nd International Conference, 26th to 28th February 2011, Singapore, 2011. v. 6, pp. 392 –396.
18. Plosz B. Gy, Clercq J. De, Nopens I, Benedetti L., Vanrolleghem P. A. Shall we upgrade one-dimensional secondary settler models used in WWTP simulators? – An assessment of model structure uncertainty and its propagation // Water Science and Technology. 2011. v. 63. pp. 1726 – 1738.

*Статья рекомендована к публикации 05.03.2015 г. Рецензент: д. т. н., проф. Деревянко В. Н.*

*Поступила в редколлегию 12.03.2015 г. Принята к печати 16.03.2015 г.*

УДК 550.424

## ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОГЕНЕЗУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

ЯКОВИШИНА Т. Ф. \*, к. с.-г. н., доц.

\* Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 469371, e-mail: t\_yakovyshyna@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5924-7847

**Анотація. Постановка проблеми.** Сучасні потреби промисловості ініціюють підсилення інтенсивності техногенезу, що позначається на процесах міграції мікро- та ультрамікроелементів і спричинює накопичення на поверхні планети Земля в значних кількостях елементів першого класу токсичності, до яких, насамперед, належать важкі метали. Екологічні особливості технофільних елементів: тривалий період напіввиведення в природних умовах (для *Cd* – 155 років, *Zn* – до 500 років, *Pb* – до декількох тисяч років); біофільність, що відбивається через токсичність для живих організмів; здатність спричиняти канцерогенний і мутагенний ефекти; концентрування в трофічних ланцюгах – зумовлюють надзвичайну небезпеку для людини і біоти. Низький коефіцієнт використання важких металів із видобутої сировини спричинює їх розсіювання в біосфері й утворення техногенних геохімічних аномалій. **Мета статті** – провести екологічне оцінювання техногенезу важких металів (*Cd*, *Pb*, *Zn*, *Mn* та *Cu*) шляхом вивчення на глобальному планетарному рівні біогеохімічних показників, як тих, що стосуються безпосередньо властивостей самих металів, так і тих, які пов’язані з людською діяльністю, та включенням цих токсикантів у продукцію промислового виробництва та відходи. **Висновок.** Техногенез важких металів значно зріс протягом ХХ століття. Згідно з позитивним характером асиметрії розподілу технофільності відносно середнього, підвищення інтенсивності включення *Pb* і *Cd* з техногенними потоками до біогеохімічних циклів відбувалось більш поступово, ніж *Zn*, *Cu* і *Mn*. Деструкційна активність досліджуваних хімічних елементів, яка змінювалась у ряді *Pb* > *Cu* > *Zn* > *Cd* > *Mn* на початку ХХ століття до *Cd* > *Cu* > *Pb* > *Zn* > *Mn* – у ХХІ свідчила про встановлення токсичних, канцерогенних та мутагенних властивостей свинцю. Отже, людство усвідомило небезпеку розповсюдження його в біосфері та подальшої біогенної міграції по трофічних ланцюгах. За модулем техногенного навантаження встановлено підвищення інтенсивності розповсюдження важких металів у ноосфері та доведено, шляхом порівняння вмісту хімічних елементів у відходах виробництва та продукції після завершення її життєвого циклу з кларком у літосфері, можливість рекуперації та рециклінгу, отже, використання цих цінних компонентів у подальшому виробництві.

**Ключові слова:** техногенез, важкі метали, технофільність, міграція, біосфера.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕНЕЗА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

ЯКОВИШИНА Т. Ф. \*, к. с.-х. н., доц.

\* Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 469371, e-mail: t\_yakovyshyna@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5924-7847

**Аннотация. Постановка проблемы.** Современные потребности промышленности инициируют усиление интенсивности техногенеза, что сказывается на процессах миграции микро- и ультрамикроэлементов и приводит к накоплению на поверхности планеты Земля в значительных количествах элементов первого класса токсичности, к которым, прежде всего, относятся тяжелые металлы. Экологические особенности технофильных элементов: длительный период полувыведения в природных условиях (для *Cd* – 155 лет, *Zn* – до 500 лет *Pb* – до нескольких тысяч лет); биофильность, что отражается на токсичности для живых организмов; способность вызывать канцерогенный и мутагенный эффекты; накапливаться в трофических цепях – обуславливают чрезвычайную опасность для человека и биоты. Низкий коэффициент использования тяжелых металлов из добытого сырья способствует их рассеиванию в биосфере и образованию техногенных геохимических аномалий. **Цель статьи.** Провести экологическую оценку техногенеза тяжелых металлов (*Cd*, *Pb*, *Zn*, *Mn* и *Cu*) путем изучения на глобальном планетарном уровне биогеохимических показателей, как тех, что касаются непосредственно свойств самих металлов, так и связанных с человеческой деятельностью и включением этих токсикантов в продукцию промышленного производства и отходы. **Вывод.** Техногенез тяжелых металлов значительно вырос в течение ХХ века. Согласно с положительным характером асимметрии распределения технофильности отно-

сительно среднего, повышение интенсивности включения *Pb* и *Cd* с техногенными потоками в биогеохимические циклы происходило более постепенно, чем *Zn*, *Cu* и *Mn*. Деструкционная активность исследуемых химических элементов, которая изменялась в ряде  $Pb > Cu > Zn > Cd > Mn$  в начале XX века до  $Cd > Cu > Pb > Zn > Mn$  – в XXI свидетельствовала о выявлении токсичных, канцерогенных и мутагенных свойств свинца, следовательно, человечество осознало опасность распространения его в биосфере и дальнейшей биогенной миграции по трофическим цепям. По модулю техногенной нагрузки установлено повышение интенсивности распространения тяжелых металлов в ноосфере и доказана, путем сравнения содержания химических элементов в отходах производства и продукции после завершения ее жизненного цикла с кларком в литосфере, возможность рекуперации и рециклинга, что говорит о возможности использования этих ценных компонентов в дальнейшем производстве.

**Ключевые слова:** *техногенез, тяжелые металлы, технофильность, миграция, биосфера.*

## ECOLOGICAL ESTIMATION OF HEAVY METALS TECHNOGENESIS

YAKOVYSHYNA T. F. \*, *Ph.D., Ass. Prof.*

\*Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 469371, e-mail: t\_yakovyshyna@ukr.net, ORCIDID:0000-0002-5924-7847

**Summary. Raising of problem.** The modern industry needs initiate amplification of the technogenes is intensity that affects the processes of the micro- and ultramicroelements migration and lead to accumulation significant quantities of the elements of the first class of toxicity on the Earth surface, which primarily include heavy metals Ecological peculiarities of the technophiles elements, as long half-life in the environment (for *Cd* – 155 years, *Zn* – 500 years *Pb* – up to several thousand years); biophysically reflected through toxicity to living organisms; ability to induce carcinogenic and mutagenic effects; concentration in food chains, cause extreme danger to humans and biota. Low utilization of the heavy metals from the raw promotes their dispersion in the biosphere and the formation of technogenic geochemical anomalies. **Purpose.** Conduct an ecological assessment of the heavy metals (*Cd*, *Pb*, *Zn*, *Mn* and *Cu*) technogenes is by examining biogeochemical parameters on the global planetary level, both those relating directly to the properties of metals, and those related to human activities and including of these toxic elements in the industrial products and waste. **Conclusion.** Technogenesis of the heavy metals has increased significantly during the twentieth century. According to the positive nature of the technophylly symmetry relative to the average, intensity of the *Pb* and *Cd* inclusion with the man-made stream the biogeochemical cycles occurred more gradually than *Zn*, *Cu* and *Mn*. Destruction activity of the chemical elements changed in some  $Pb > Cu > Zn > Cd > Mn$  in the early twentieth century,  $Cd > Cu > Pb > Zn > Mn$  – in the twentieth, showed establishing of the toxic, carcinogenic and mutagenic properties of the lead, so mankind has realized the risk of the biosphere and it is subsequent biogenic migration in the food webs. For load of the technogenic module has been installed increasing the intensity distribution of heavy metals in the noosphere and has been proved by comparison of the chemical elements in the waste production and product after its life with clarkin the lithosphere possibility of recuperation and recycling, so use these valuable components in future production.

**Keywords:** *technogenesis, heavy metals, technophilist, migration, biosphere.*

**Постановка проблеми.** Сучасні потреби промисловості ініціюють підсилення інтенсивності техногенезу, що позначається на процесах міграції мікро- та ультрамікроелементів і спричинює накопичення на поверхні планети Земля в значних кількостях елементів першого класу токсичності, до яких, насамперед, належать важкі метали. Таке активне включення в народногосподарську діяльність, як прямо, так і опосередковано через забруднення навколишнього середовища, елементів, котрі донедавна майже не використовувались, потребує детального аналізу цілої низки їх еколого-

біологічних показників у часі для прогнозування ступеня техногенного навантаження на довкілля. В давнину людство використовувало лише 18 хімічних елементів, у XVIII столітті їх кількість збільшилась до 28, в XIX – до 62, а наразі в промисловості застосовуються всі поширені на планеті, а також штучно створені людиною елементи. Масштаби щорічного видобутку коливаються від мільярдів тонн для *C* (вугілля, нафта) до тисяч тонн для важких металів, що пов'язано з властивостями цих елементів, їх цінністю для народного господарства, технологією отримання, здатністю концентруватися в

земній корі тощо. Інтенсивність включення важких металів із техногенними потоками в біосферу визначається потребами використання в господарській діяльності людини і дає змогу віднести їх до технофільних елементів.

Екологічні особливості технофільних елементів: тривалий період напіввиведення в природних умовах (для *Cd* – 155 років, *Zn* – до 500 років *Pb* – до декількох тисяч років); біофільність, що відбивається через токсичність для живих організмів; здатність спричиняти канцерогенний і мутагенний ефекти; концентрування в трофічних ланцюгах – зумовлюють надзвичайну небезпеку для людини і біоти. Низький коефіцієнт використання важких металів із видобутої сировини сприяє їх розсіюванню в біосфері й утворенню техногенних геохімічних аномалій.

**Аналіз публікацій за темою.** Вперше проблема техногенезу важких металів постає у працях А. Є. Ферсмана, де він на прикладі розподілення їх річного видобутку доводить, що концентрування цих токсичних елементів під час переробки руд і наступного господарського використання – тимчасовий проміжний етап промислового геохімічного впливу на навколишнє середовище, наприкінці якого відбувається розсіювання, котре за швидкістю в багато разів перевищує природні процеси міграції [10].

У подальшому розроблена концепція техногенезу була суттєво доповнена працями таких учених як D. C. Adriano (1986), Ю. Н. Водяницький (2009), Н. С. Касимов (2012), Д. В. Власов (2012) і зараз ґрунтується на оцінці геохімічних процесів: видобутку хімічних елементів із складових природного середовища; перегрупованні хімічних елементів за рахунок зміни хімічного складу сполук, до якого входять ці елементи, а також створенні нових хімічних речовин; розсіюванні в процесі техногенезу елементів із подальшим забрудненням навколишнього середовища [2; 5; 11].

Виникає потреба у визначенні показників для характеристики і оцінки інтенсивності техногенезу. Тому, враховуючи досвід А. Є. Ферсмана щодо залежності інтенсив-

ності використання елементів від їх розгашування в Періодичній системі Д. І. Менделєєва, а саме: від розмірів їх атомів, іонів та величини кларків, А. І. Перельман запропонував показник технофільності елемента, який пов'язує існуючий рівень технологій видобутку й використання елемента в промисловості з його концентрацією в земній корі [7]. Проте з екологічної точки зору практичного значення набуває розповсюдження токсичних елементів на поверхні планети Земля, адже внаслідок низьких кларків важких металів у біосфері живі організми не здатні адаптуватися до їх високих концентрацій, що спричинює деградацію екосистем.

Кількісним критерієм інтенсивності техногенезу та його небезпеки для ландшафтів виступає запропонований М.Ф. Глазовським (1982) модуль техногенного геохімічного навантаження [4]. Зазвичай накопичення хімічних елементів у живій речовині характеризують за допомогою біофільності, однак стосовно токсичного впливу поширених у біосфері важких металів істотного значення набуває здатність їх розкладання наземними організмами, що відбивається через показник деструкційної активності хімічних елементів (М. А. Глазовська, 1968) [3].

Наразі наведені показники вираховують здебільшого локально для окремо взятих регіонів, проте виникає потреба у встановленні їх динаміки в глобальному планетарному масштабі, що дасть змогу визначення інтенсивності техногенезу важких металів протягом розвитку промисловості. Крім того, доцільно встановити сумарні коефіцієнти ноосферної концентрації токсичних елементів у різноманітній продукції промислового виробництва та відходах як тимчасового депозиту на шляху їх антропогенно перетворених біогеохімічних циклів.

Тому **мета** полягала в проведенні екологічного оцінювання техногенезу важких металів (*Cd*, *Pb*, *Zn* та *Cu*) шляхом вивчення на глобальному планетарному рівні біогеохімічних показників, як тих, що стосуються безпосередньо властивостей самих металів, так і тих, які пов'язані з людською діяльністю та включенням цих токсикантів у продукцію промислового виробництва та відходи.



**Методи проведення досліджень.** Для оцінювання фізико-хімічних властивостей важких металів до міграційної здатності застосовували показник Картленджа (ПК) та енергетичний коефіцієнт для катіонної форми міграції (ЕК<sub>кат</sub>):

$$ПК = \frac{Z}{R_i}$$

$$ЕК_{кат} = \frac{Z^2}{2R_i} [0,75(R_i + 0,2)]$$

де:  $Z$  – заряд іона;  $R_i$  – радіус іона, Å [9].

Для визначення інтенсивності техногенезу розраховували технофільність важких металів ( $T_x$ ) як відношення видобутку ( $D$ ) до його кларка ( $K$ ) в літосфері в динаміці протягом останніх 100 років [2; 6]:

$$T_x = D/K, \%$$

Ступінь небезпеки важких металів для живих організмів характеризували за допомогою показника деструкційної активності (ДА), що є відношенням маси елемента, який надходить у навколишнє середовище з техногенними потоками, до маси цього елемента в біологічній продукції наземних організмів:

$$ДА = T_x/B$$

де  $B$  – біофільність важкого металу, тобто відношення середнього вмісту елемента в живій речовині до його кларка в літосфері [6].

Розповсюдження важких металів на поверхні планети Земля визначали за модулем техногенного навантаження (МТН):

$$МТН = D/S$$

де  $S$  – площа поверхні суші, км<sup>2</sup> [6].

Включення токсикантів у продукції промислового виробництва визначали за сумарним коефіцієнтом ноосферної концентрації:

$$C_k = \sum K_k \cdot n$$

де  $K_k$  – величина відношення вмісту компонентів у продукції (відходи виробництва) до кларка цих елементів у ноосфері;  $n$  – число аномальних елементів.

Аналіз показників техногенезу важких металів здійснювали, користуючись даними United States Geological Survey щодо річного видобутку цих елементів [13].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Внутрішні фактори міграції важких металів, що визначаються будовою їх атомів, тобто здатністю утворювати леткі, розчинні або інертні форми, характеризували, використовуючи іонний радіус, показник Картленджа та енергетичні коефіцієнти. Іонні радіуси зумовлюють розчинність сполук, їх твердість, температуру плавлення і кипіння, структуру й енергію кристалічних ґраток мінералів, від чого, у свою чергу, залежить міграція атомів хімічних елементів та розповсюдження їх на планеті.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники здатності важких металів до міграції**

Іон важкого металу	Радіус іона, Å	Показник Картленджа	Енергетичний коефіцієнт
Pb <sup>2+</sup>	1,32	1,52	1,73
Cd <sup>2+</sup>	1,03	1,94	1,79
Mn <sup>2+</sup>	0,91	2,20	1,83
Zn <sup>2+</sup>	0,81	2,47	1,87
Cu <sup>2+</sup>	0,80	2,50	1,88

Дальність міграції атомів хімічних елементів була встановлена О. С. Ферсманом на основі закономірностей зміни величин

радіусів хімічних елементів залежно від їх положення в таблиці Д. І. Менделєєва, а саме: зі зростанням порядкового номера вони

зростають у групах, а в періодах – зменшуються; по діагоналі – мають близькі розміри (правило діагональних рядів); зі збільшенням заряду катіона зменшуються, а аніона – зростають. У нашому випадку вона змінювалась від свинцю до міді (табл. 1). Проте більш наочно цю закономірність ілюструють показник Картленджа як фактор електростатичних властивостей іона, та енергетичний коефіцієнт – пай енергії, що виділяється іоном під час утворення кристалічної решітки мінералів, до складу яких входять важкі метали. За величинами картлів ( $ПК < 3$ ) проаналізовані важкі метали належать до елементів, катіони яких легко переходять до природних вод, тобто комплексні іони не утворюються. Енергетичні коефіцієнти підвищуються зі збільшенням валентності та зменшенням іонного радіуса. Зі зростанням радіусів показник Картленджа й величини енергетичних коефіцієнтів знижувались, отже, віддаленість міграції зростала.

У природних умовах важкі метали є переважно розсіяними хімічними елементами, однак рівні їх вмісту в гірських породах істотно відрізняються, про що свідчать кларки в земній корі:  $Zn - 8,3 \cdot 10^{-3}$ ;  $Pb - 1,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $Cu - 4,7 \cdot 10^{-3}$ ;  $Mn - 10^{-1}$ ;  $Cd - 1,3 \cdot 10^{-6}$  [1]. Взагалі елементи, котрі відрізняються кларками та розмірами видобутку, можуть мати однакову або споріднену технофільність, тобто людство використовує їх у своїй господарській діяльності пропорційно розповсюдженню в літосфері, що, насамперед, стосується таких важких металів як  $Cd$  і  $Hg$ .

Показники технофільності металів досить динамічні в часі і зумовлюються потребами людства в тому чи іншому елементі, отже, об'єми видобутку на початку ХХІ століття збільшилися порівняно з ХХ по  $Zn - 28,18$ ;  $Pb - 6,90$ ;  $Cu - 34,14$ ;  $Cd - 1\,492,86$  рази (табл. 2). Спочатку видобуток елементів відбувався стихійно, залежно від наявності родовищ, економічних умов та науково-технічного прогресу, проте за умов вичерпаності корисних копалин на перше місце постає регулювальна роль кларка, що в майбутньому викличе більш тісну залежність видобутку від середнього вмісту в літосфері, адже багаті родовища будуть по-

вністю використані і людство змушене буде перейти до експлуатації гранітів, базальтів тощо, в яких вміст елемента наближається до кларка.

Негативні значення коефіцієнта ексцесу свідчили про відносно згладжений розподіл інтенсивності видобутку важких металів відносно їх кларка в літосфері. Позитивний характер асиметрії розподілу відносно середнього зумовлював підвищення інтенсивності включення важких металів із техногенними потоками до біогеохімічних циклів у другій половині ХХ століття, що відбивалось більшою мірою на використанні  $Zn$  та  $Cu$ , ніж  $Mn$ ,  $Pb$  і  $Cd$ , потреби людства в яких зростали поступово. Щодо свинцю наприкінці 1990-х – початку 2000-х років спостерігалась навіть тенденція зменшення технофільності, що пояснюється визначенням властивостей цього важкого металу спричиняти токсичний, канцерогенний та мутагенний ефекти, отже, спробами людства скоротити його використання.

Важкі метали характеризуються низькою біофільністю ( $Zn - 0,24$ ;  $Pb - 0,0625$ ;  $Cu - 0,068$ ;  $Cd - 0,154$ ;  $Mn - 0,096$  [9]), тому підвищення їх вмісту в біосфері внаслідок антропогенної діяльності спричинює токсичність і викликає порушення нормального функціонування живих організмів. Небезпека конкретного хімічного елемента серед інших для біоти на окремо взятому етапі техногенезу, яка визначається через деструкційну активність за умов високих значень технофільності і низьких – біофільності, сильно варіювала і становила на початку ХХ століття –  $Pb > Cu > Zn > Cd > Mn$ , а на початку ХХІ –  $Cd > Cu > Pb > Zn > Mn$  (табл. 3).

Модуль техногенного навантаження свідчить про розповсюдження важких металів у ноосфері, так, на  $1 \text{ км}^2$  площі суші щорічно в середньому надходить  $Cd$  близько  $140 \text{ г}$ ,  $Pb - 35 \text{ кг}$ ,  $Zn - 91 \text{ кг}$ ,  $Mn - 106$ ,  $Cu - 113 \text{ кг}$ , одна частина зазначених кількостей концентрується в продукції промислового виробництва, а інша – зумовлена низьким коефіцієнтом використання природної сировини через недостатні ресурсо- та енергозберігальні технології, розсіюється і спри-

чинює забруднення довкілля. Техногенне навантаження на навколишнє середовище

значно підвищилось протягом ХХ століття (табл. 3).

Таблиця 2

**Технофільність важких металів, т/% (вибірка за 1900–2012 рр.)**

Показник	Zn	Mn	Pb	Cu	Cd
Максимум	1,626·10 <sup>9</sup>	1,580·10 <sup>8</sup>	3,231·10 <sup>9</sup>	3,596·10 <sup>9</sup>	1,746·10 <sup>10</sup>
Мінімум	5,590·10 <sup>7</sup>	4,110·10 <sup>6</sup>	4,681·10 <sup>8</sup>	1,053·10 <sup>8</sup>	1,000·10 <sup>7</sup>
Медіана	3,554·10 <sup>8</sup>	5,310·10 <sup>7</sup>	1,644·10 <sup>9</sup>	6,787·10 <sup>8</sup>	6,977·10 <sup>9</sup>
Мода	1,771·10 <sup>8</sup>	8,690·10 <sup>7</sup>	2,000·10 <sup>9</sup>	3,043·10 <sup>8</sup>	4,015·10 <sup>9</sup>
Середнє значення	4,878·10 <sup>8</sup>	5,139·10 <sup>7</sup>	1,528·10 <sup>9</sup>	1,114·10 <sup>9</sup>	7,564·10 <sup>9</sup>
Дисперсія за вибіркою	1,655·10 <sup>17</sup>	1,630·10 <sup>15</sup>	4,330·10 <sup>17</sup>	1,003·10 <sup>18</sup>	3,916·10 <sup>19</sup>
Асиметрія розподілу відносно середнього	0,841	0,452	0,011	0,999	0,091
Стандартне відхилення	4,069·10 <sup>8</sup>	4,037·10 <sup>7</sup>	6,580·10 <sup>8</sup>	1,001·10 <sup>9</sup>	6,258·10 <sup>9</sup>
Експес	-0,207	-0,749	-1,039	-0,138	-1,666
Розмах	1,569·10 <sup>9</sup>	1,521·10 <sup>8</sup>	2,763·10 <sup>9</sup>	3,490·10 <sup>9</sup>	1,607·10 <sup>10</sup>
Коваріація	6,837·10 <sup>17</sup>	1,683·10 <sup>16</sup>	6,855·10 <sup>18</sup>	1,461·10 <sup>19</sup>	2,520·10 <sup>20</sup>

Таблиця 3

**Деструкційна активність важких металів**

Рік	Ряди небезпеки важких металів
1900	<i>Pb &gt; Cu &gt; Zn &gt; Cd &gt; Mn</i>
1901 – 1905	<i>Cu &gt; Zn &gt; Cd &gt; Mn*</i>
1906 – 1913	<i>Pb &gt; Cu &gt; Zn &gt; Cd &gt; Mn</i>
1914 – 1918	<i>Cu &gt; Cd &gt; Zn &gt; Mn*</i>
1919 – 1925	<i>Pb &gt; Cu &gt; Cd &gt; Zn &gt; Mn</i>
1926	<i>Cd &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn*</i>
1927 – 1934	<i>Pb &gt; Cd &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn</i>
1935 – 1936	<i>Cd &gt; Pb &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn</i>
1937	<i>Cd &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn*</i>
1938 – 1939	<i>Cd &gt; Pb &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn</i>
1940 – 1944	<i>Cd &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn*</i>
1945 – 1992	<i>Cd &gt; Pb &gt; Cu &gt; Zn &gt; Mn</i>
1993 – 2012	<i>Cd &gt; Cu &gt; Pb &gt; Zn &gt; Mn</i>

Навколо великих промислових агломерацій поступово створюються штучні геохімічні аномалії [12], у яких вміст важких металів у компонентах навколишнього середовища (грунт, природні води) перевищує не те що фонові концентрації (кларк), а й значення ГДК інколи в декілька десятків разів.

Включення важких металів до будь-якої продукції промислового виробництва є тимчасовим депо перебування на шляху їх техногенної міграції, тривалість якого визначається життєвим циклом безпосередньо самої продукції і залежить від зношування, морального старіння тощо. Стосовно продукції металургійної та будівельної промисловостей він може тривати десятиліттями, а хімічному (приміром, добрива) – становить до трьох років.

Одним із шляхів зниження техногенного навантаження на довкілля за рахунок змен-

шення видобутку корисних копалин є рекуперация та рециклінг, тобто вилучення важких металів із відходів або з продукції після завершення її життєвого циклу з метою використання цих цінних компонентів у подальшому виробництві. Ідея рекуперации та рециклінгу набуває сенсу, якщо порівняти вміст важких металів у продукції та відходах із кларком у літосфері (табл. 4).

Визначення коефіцієнта ноосферної концентрації дає змогу встановити перспективність використання відходів як техногенної сировини для подальшого включення важких металів у промислове виробництво. В майбутньому це дозволить вирішити дві екологічні проблеми: по-перше, забезпечить ресурсозбереження невідтворюваних природних ресурсів, а, по-друге, зменшить техногенне розсіювання токсикантів у біосфері, що, у свою чергу, забезпечить дотримання

норм екологічної безпеки стосовно комфортних умов існування людства.

Таблиця 4

**Концентрація металів у відходах та продукції промислового виробництва**

Продукція / відходи	Метал	Вміст, %		Сумарний коефіцієнт ноосферної концентрації
		Відношення до кларка в літосфері		
Доменний шлак	Al	3,599 – 8,226		14,792 – 54,412
		0,447 – 1,022		
	Mg	2,942 – 8,827		
		1,573 – 4,720		
	Fe	0,686 – 1,030		
		0,148 – 0,221		
Mn	0,153 – 0,764			
	1,530 – 7,640			
Шлак силікомарганцю	Al	3,599 – 4,113		404,808 – 559,216
		0,447 – 0,511		
	Mg	2,648 – 3,236		
		1,416 – 1,730		
	Fe	0,275 – 0,481		
		0,059 – 0,103		
Mn	9,928 – 13,745			
	99,280 – 137,460			
Бетон на гранульованому шлаку силікомарганцю (співвідношення бетону і шлаку 1:1)*	Al	1,826 – 2,023		202,440 – 279,608
		0,227 – 0,251		
	Mg	1,324 – 1,618		
		0,708 – 0,865		
	Fe	0,159 – 0,262		
		0,035 – 0,056		
Mn	4,964 – 6,873			
	49,640 – 68,730			

Примітка: \* розрахунок проведено за даними Н. В. Спільник (2013).

**Висновок.** Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що техногенез важких металів значно зріс протягом ХХ століття. Згідно з позитивним характером асиметрії розподілу технофільності відносно середнього підвищення інтенсивності включення *Pb* і *Cd* з техногенними потоками до біогеохімічних циклів відбувалось більш поступово, ніж *Zn* *Cu* і *Mn*. Деструкційна активність досліджуваних хімічних елементів, яка змінювалась у ряді  $Pb > Cu > Zn > Cd > Mn$  на початку ХХ століття до  $Cd > Cu > Pb > Zn > Mn$  у ХХІ свідчила про встановлення токсичних, канцерогенних та мутагенних властивостей свинцю, отже, людство усвідомило небезпеку розповсюдження його в біосфері та подальшої біогенної міграції по трофічних ланцюгах. За модулем техногенного наванта-

ження встановлено підвищення інтенсивності розповсюдження важких металів у ноосфері. Шляхом порівняння вмісту хімічних елементів у відходах виробництва та продукції після завершення її життєвого циклу з кларком у літосфері доведено можливість рекуперації рециклінгу, отже, використання цих цінних компонентів у подальшому виробництві.

**Перспективи подальших досліджень** потрібно зосередити на визначенні контрастності техногенного навантаження та пошуку шляхів зменшення інтенсивності техногенезу за рахунок розроблення і впровадження рекуперації, рециклінгу та ресурсозберігальних технологій.

**ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Алексеенко В. А. Геохимия ландшафта и окружающей среды / В. А. Алексеенко. – Москва : Наука, 1990. – 142 с.

2. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах / Ю. Н. Водяницкий. – Москва : ГНУ Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакад, 2009. – 96 с.
3. Глазовская М. А. Техногенез и проблемы ландшафтно-геохимического прогнозирования / М. А. Глазовская // Вестник Московского университета. Серия 5 : География. – 1968. – № 1. – С. 30-36.
4. Глазовский Н. Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере / Н. Ф. Глазовский // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных элементов. – Москва : Наука, 1982. – С. 7 – 28.
5. Касимов Н. С. Технофильность химических элементов в начале XXI века / Н. С. Касимов, Д. В. Власов // Вестник Московского университета. Серия 5 : География. – 2012. – № 1. – С. 15 – 22.
6. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – Москва : Астрей 2000, 1996. – 610 с.
7. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – Москва : Высш. школа, 1975. – 342 с.
8. Соколов И. В. Природоохранные методы формирования техногенных месторождений на объектах цветной металлургии / И. В. Соколов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия : Инженерные исследования. – 2008. – № 3. – С. 29-35.
9. Федорова Г. В. Практикум з біогеохімії для екологів : навч. посіб. / Г. В. Федорова. – Київ : КНТ, 2007. – 288 с.
10. Ферсман А. С. Геохимия : в 4 т. / А. С. Ферсман. – Ленинград : Химиздат, 1934. – Т. 2. – 345 с.
11. Adriano D. C. Trace elements in terrestrial environment / Adriano D. C. – New York ; Berlin ; Heidelberg ; Tokio : Springer-Verl., 1986. – 533 p.
12. Agarwal S. K. Heavy Metals Pollution / Agarwal S. K. – New Delhi : APH Publishing Corporation, 2009. – 270 p.
13. Kelly Thomas D. Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States / Kelly Thomas D., Matos Grecia R. – Режим доступа: <http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics>.

## REFERENCES

1. Alekseenko V. A. *Geohimiya landshafta i okruzhayushchey sredy [Geochemistry of the landscape and the environment]*. Moscow, Nauka, 1992. 142p. (in Russian).
2. Vodyanitskiy Yu. N. *Tyazhelye i sverhtyazhelye metally i metalloidy v zagryaznennykh pochvakh [Heavy and extra heavy metals and metalloids in contaminated soils]*. Moscow, GNU Pochvennyiy institut im V.V. Dokuchaeva - SSU Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. Rosselkhozakademiia, 2009. 96p. (in Russian).
3. Glazovskaya M. A. *Tehnogenez i problemy landshaftno-geohimicheskogo prognozirovaniya [Technogenesis and problems of landscape-geochemical prediction]*. Vestnik Moskovskogo universiteta - Bulletin of the university of Moscow, Geografiya, 1968, no. 1, pp.30 – 36. (in Russian).
4. Glazovskiy N. F. *Tehnogennye potoki veshchestv v biosfere [Man-made flow of substances in the biosphere]*. Moscow, Nauka, 1982, pp. 7-28. (in Russian).
5. Kasimov N. S. *Tehnofil'nost' himicheskikh elementov v nachale XXI veka [Technogenic chemical elements at the beginning of the XXI century]*. Vestnik Moskovskogo universiteta - Bulletin of the University of Moscow, Geografiya, 2002, no.1, pp.15-22. (in Russian).
6. Perel'man A. I. *Geohimiya landshafta [Geochemistry landscape]*. Moscow, Astreya, 2000. 610 p. (in Russian).
7. Perel'man A. I. *Geohimiya landshafta [Geochemistry landscape]*. Moscow, Vysshaya shkola, 1975. 342 p. (in Russian).
8. Sokolov I.V. *Prirodoohrannnye metody formirovaniya tehnogennykh mestorogdeniy na ob'ektakh tsvetnoy metalurgii [Environmental methods of formation of technogenic deposits on non-ferrous metal objects]*. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: inzhenernye issledovaniya - Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Part: engineering studies, 2008, no.3, pp. 29 – 35. (in Russian).
9. Fedorova G. V. *Praktykum z biohimii dlya ekologiv [Workshop on biogeochemistry for environmentalists]*. Kyiv, 2007. 288 p. (in Ukrainian).
10. Fersman A. S. *Geohimiya [Geochemistry]*. Leningrad, Himizdat, 1934. 345p. (in Russian).
11. Adriano D. C. Trace elements in terrestrial environment. New York, Berlin, Heidelberg, Tokio: Springer-Verl. 1986. 533 p.
12. Agarwal S. K. Heavy Metals Pollution. – New Delhi - 110002 : APH Publishing Corporation, 2009. 270 p.
13. Kelly Thomas D., Matos Grecia R. Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States. Available at: <http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics>.

Стаття рекомендована до друку Рецензент: д. б. н., проф. Шматков Г. Г.  
Надійшла до редколегії 12.03.2015 р. Прийнята до друку 18.03.2015 р.

УДК 621.565.93

## СПОСОБИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГРАДИРЕНЬ

ЛЯХОВЕЦЬКА-ТОКАРЄВА М. М.<sup>1\*</sup>, *к. т. н.*

<sup>1\*</sup> Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0338-4930

**Анотація. Постановка проблеми.** Градирня, що експлуатується, повинна відповідати низці вимог – технічних, експлуатаційних і економічних. У технологічних циклах, де охолоджена вода використовується для одержання кінцевих продуктів, наприклад, хімічне і нафтохімічне виробництво, отримання мінеральних добрив, молочна промисловість, неправильно підібраний спосіб охолодження або неправильно спроектована градирня можуть знизити вихід кінцевого продукту в 1,5 – 2 рази, ще й одночасно погіршити якість продукції. Особливої гостроти ця проблема набуває в літній час, тому що ефективність виробничого процесу залежить від температури охолодженої води. **Мета статті.** Розглянути основні критерії, якими необхідно керуватися, вибираючи спосіб реконструкції градирень з метою підвищення ефективності та раціональності їх експлуатації. **Висновок.** Проаналізувавши різні способи раціонального використання градирень, визначити коефіцієнт ефективності охолодження води як відношення величини охолодження води до її теоретичної межі охолодження. Енергоефективність можлива тільки в системі градирня – охолоджуваний об'єкт, тому правильність підбору обладнання та узгоджена їх робота є запорукою зниження експлуатаційних витрат. У той час тільки правильний вибір типу градирні, зрошувача і вентилятора дозволить отримати працездатну систему, яка буде гнучко реагувати на зміни як зовнішніх умов, так і теплового навантаження виробничого процесу.

**Ключові слова:** градирня, раціональний вибір типу градирні, реконструкція градирні; технічне обслуговування градирні, типи градирень.

## СПОСОБЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАДИРЕН

ЛЯХОВЕЦКАЯ-ТОКАРЕВА М. М.<sup>1\*</sup>, *к. т. н.*

<sup>1\*</sup> Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0338-4930

**Аннотация. Постановка проблемы.** Эксплуатируемая градирня должна отвечать ряду требований – технических, эксплуатационных и экономических. В технологических циклах, где охлажденная вода используется для получения конечных продуктов, например химическое и нефтехимическое производство, получение минеральных удобрений, молочная промышленность, неправильно подобранный способ охлаждения или неверно спроектированная градирня могут снизить выход конечного продукта в 1,5 – 2 раза при одновременном ухудшении качества продукции. Особенно остро эта проблема приобретает в летнее время, так как эффективность производственного процесса напрямую зависит от температуры охлажденной воды. **Цель статьи.** Рассмотреть основные критерии, которыми необходимо руководствоваться при выборе способа реконструкции градирен с целью повышения эффективности и рациональности их эксплуатации. **Вывод.** Проанализировав различные способы рационального использования градирен, определить коэффициент эффективности охлаждения воды как отношение величины охлаждения воды к ее теоретическому пределу охлаждения. Энергоэффективность возможна только в системе градирня – охлаждаемый объект, поэтому правильность подбора оборудования и согласованная их работа являются залогом снижения эксплуатационных расходов. В то же время только правильный выбор типа градирни, оросителя и вентилятора позволит получить работоспособную систему, которая будет гибко реагировать на изменения как внешних условий, так и тепловой нагрузки производственного процесса.

**Ключевые слова:** градирня, рациональный выбор типа градирни, реконструкция градирни; техническое обслуживание градирни, типы градирен.

## THE WAYS OF RATIONAL USE OF COOLING TOWERS

LYACHOVETSKAYA-TOKAREVA M. M., <sup>1\*</sup>, *Ph. D. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department of heating, ventilation and quality of air environment, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: ov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0338-4930

**Summary. Problem statement.** Operated the cooling tower must meet a number of requirements - technical, operational and economic. In the technological cycles, where chilled water is used to produce final products, such as chemical and petrochemical production, production of mineral fertilizers, dairy, incorrectly selected cooling method or incorrectly designed cooling tower can reduce the yield of the final product in 1.5 - 2 times with a simultaneous deterioration of product quality. Special poignancy this problem gets in the summer, as the efficiency of the production process depends on the temperature of the chilled water. **Purpose.** To consider the main criteria that should be guided with the choice of method for reconstruction of cooling towers with the purpose of increasing the efficiency and effectiveness of their operation. **Conclusion.** After analyzing the different ways of rational use of cooling towers, the coefficient of efficiency of water cooling as the ratio of the amount of cooling water to its theoretical limit cooling was presented. Energy efficiency is only possible in the system of the cooling tower is cooled object, so the correct selection of equipment and coordinated their work is the key to lower operating costs. At the same time only the correct choice type cooling towers, sprinkler and fan will allow you to get a workable system that will be flexible to respond to changes both external conditions, and the thermal load of the production process.

**Keywords:** *cooling tower, rational choice of type cooling tower, the renovation of the cooling tower; the maintenance of a cooling tower, cooling tower types.*

**Постановка проблемы.** Градирня – теплообменный аппарат для отвода в окружающую среду тепла от различных производственных процессов за счет испарения части проходящей через нее воды. Доля испаряемой воды обычно не превышает 1,5 %. Большая часть используемых градирен сооружены 30 – 50 лет назад. Практически все эти установки морально и физически устарели.

Эксплуатируемая градирня должна отвечать ряду требований – технических, эксплуатационных и экономических. В технологических циклах, где охлажденная вода используется для получения конечных продуктов, например химическое и нефтехимическое производство, получение минеральных удобрений, молочная промышленность, неправильно подобранный способ охлаждения или неверно спроектированная градирня могут снизить выход конечного продукта в 1,5 – 2 раза при одновременном ухудшении качества продукции. Особенную остроту эта проблема приобретает в летнее время, так как эффективность производственного процесса напрямую зависит от температуры охлажденной воды. [2].

**Анализ публикаций.** Существует ошибочное мнение, что любая градирня окажет-

ся оптимальной или хотя бы обеспечивающей потребности конкретного производственного процесса. Известно, что эксплуатационные расходы за время существования системы охлаждения (обычно этот срок составляет 15 – 25 лет) во много раз превышают капитальные затраты на её создание. [2;3].

Обычно высокая температура охлажденной воды связана либо с неправильным выбором градирни, либо с её плохим техническим состоянием [1; 4].

Вопрос энергосбережения в системах оборотного водоснабжения можно рассматривать в рамках следующих разделов:

- рациональный выбор типа градирни;
- соответствие градирни охлаждаемому объекту;
- техническое обслуживание градирни;
- реконструкция градирни.

**Цель статьи.** Рассмотреть основные критерии, которыми необходимо руководствоваться при выборе способа реконструкции градирен с целью повышения эффективности и рациональности их эксплуатации.

**Материалы исследования.** Основным критерием, которым необходимо руководствоваться при выборе способа реконст-

рукции градирни, является рациональный выбор ее типа.

Выбор типа и размера градирни влияет на эффективность работы системы охлаждения и, следовательно, на её энергопотребление.

Использование градирен с противоточной схемой подачи воды и воздуха позволяет минимизировать энергопотребление в комплексе градирня – насосная станция.

Серьезной проблемой при эксплуатации градирни является рециркуляция воздуха, когда теплый и влажный воздух, выходящий из градирни, практически не способный к охлаждению воды, вновь попадает во входные окна градирни. Это явление значительно ухудшает, а то и практически прекращает охлаждение оборотной воды.

Температура воды на выходе из градирни, при прочих равных условиях, для градирен с противоточной схемой приблизительно на 2 °С ниже, чем для градирен с поперечной схемой подачи воды и воздуха. Аналогично и недоохлаждение, т. е. разность температуры воды на выходе из градирни и температуры мокрого термометра – физического предела охлаждения.

Градирни с противоточной схемой подачи воды и воздуха имеют большую эффективность охлаждения и меньшее энергопотребление, чем градирни с поперечным током.

Приведем три основных элемента, которые определяют эффективное охлаждение воды в градирне:

- 1) равномерное распределение воды по поверхности оросителя градирни;
- 2) равномерный и достаточный по количеству поток воздуха;
- 3) высокоэффективный ороситель и каплеотделитель.

*Равномерное распределение воды по поверхности оросителя градирни*

Для решения указанной задачи более всего подходят так называемые цельнофакельные сопла-форсунки, создающие при распылении воды полностью заполненный каплями факел, что позволяет уменьшить количество сопел-форсунок на градирне и

упростить систему трубопроводов в раздающей сети.

*Равномерный и достаточный по количеству поток воздуха*

Большое количество воздуха, подаваемого в градирню, позволит надежно охладить воду, но неминуемо приведет к увеличению затрат энергии на привод вентилятора и росту капельного уноса за счет возрастания скорости воздуха на выходе из градирни. При малом количестве воздуха серьезной проблемой станет обеспечение равномерного распределения воздуха по всем ячейкам оросителя и, как следствие, возможность обеспечить требуемую степень охлаждения воды. Основным способом решения этих проблем является тщательная аэродинамическая проработка деталей корпуса градирни с целью снижения сопротивления и уменьшения вихреобразования.

*Высокоэффективный ороситель и каплеотделитель*

Ороситель – основной элемент современной градирни, обеспечивающий охлаждение оборотной воды. Каплеотделитель представляет собой второй по значимости элемент градирни, т. к. унос капель воды при его отсутствии может достигать до 5 % от объема поступающей в градирню воды. При разрушении оросителя часть воздуха, минуя оставшиеся ячейки, не охлаждая воду, выносится из градирни, как следствие, уменьшается степень охлаждения воды. При разрушении каплеотделителя увеличиваются потери за счет уноса капель, так как в месте разрушения каплеотделителя уменьшается аэродинамическое сопротивление, и воздух с большой скоростью выходит из градирни вместе с капельной влагой.

Следующий критерий рационального выбора градирни – соответствие градирни охлаждаемому объекту.

Градирня, выбираемая для охлаждения воды любого промышленного объекта, должна обеспечивать охлаждение воды при номинальной или даже максимальной тепловой нагрузке в самых неблагоприятных условиях окружающей среды, определяемых по климатическим данным данного региона. Здесь необходимо указать, что тепловой по-



ток, который требуется отводить в окружающую среду, желательно делить между 2 – 3 однотипными градирнями, что обеспечит возможность регулирования работы градирни.

Экономия энергоресурсов возможна в системе градирня – охлаждаемый объект при условии правильности подбора оборудования, а согласованная их работа является залогом снижения эксплуатационных расхо-

дов. В то же время только правильный выбор типа градирни, оросителя и вентилятора позволит получить работоспособную систему, которая будет гибко реагировать на изменения, как внешних условий, так и тепловой нагрузки от производственного процесса.

При соблюдении указанных методов возможны следующие показатели различных способов охлаждения воды (табл.).

Таблица

Показатели различных способов охлаждения воды

Охладитель	Область применения охладителя воды		
	Удельная тепловая нагрузка, тыс. Вт/м <sup>2</sup>	Перепад температур воды, °С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по мокрому термометру, °С
Вентиляторные градирни	(80 – 100)×1,163 и более	3 – 20	4 – 5
Башенные градирни	(60 – 100)×1,163	5 – 15	8 – 10
Брызгальные бассейны	(5 – 20)×1,163	5 – 10	10 – 12
Водохранилища-охладители	(0,2 – 0,4)×1,163	5 – 10	6 – 8
Радиаторные (сухие) градирни	—	5 – 10	20 – 35
Открытый способ	(7 – 15)×1,163	5 – 10	10 – 12

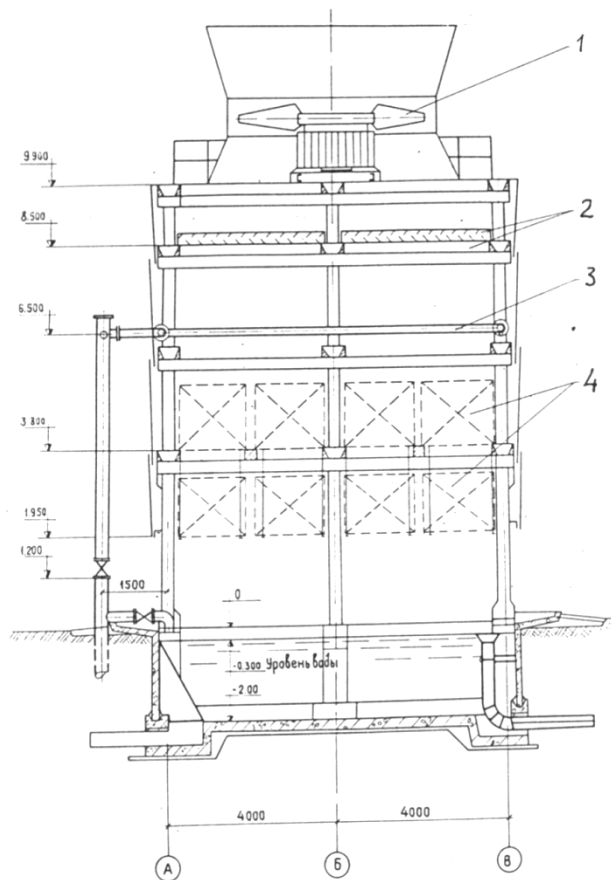


Рис.1. Секция вентиляторной градирни (площадь 64 м<sup>2</sup>):  
1 – вентилятор; 2 – каплеуловитель; 3 – водораспределительная система; 4 – ороситель

Холодильные установки комплектуются секционными вентиляционными градирнями. Градирня состоит из нескольких одинаковых секций и имеет общий резервуар охлажденной воды. Каркас выполнен из железобетонных элементов, резервуар – из монолитного железобетона. Наружная и межсекционные обшивки изготовлены из асбоцементных волнистых листов усиленного профиля.

Каждая секция градирни (рис. 1) снабжена панельным или пленочным оросителем, водораспределительной системой, водоулавливающими решетками и вентилятором, установленным на верхнем перекрытии.

Согласно типовому проекту, секции площадью 64 м<sup>2</sup> имеют следующую характеристику:

- площадь пленки (для пленочного оросителя) – 9 730 м<sup>2</sup>;

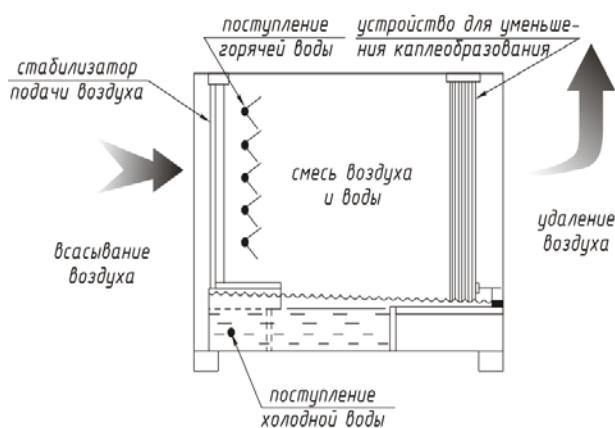


Рис. 2. Система испарительного охлаждения с параллельным потоком

Этот тип градирни (рис. 2) функционирует без вентилятора, без дерева или лестничной площадки, без площади потока, без электрической прокладки кабеля или электрического присоединения движущей силы. Принцип прост: вода, которую необходимо охладить, впрыскивается в градирню пульверизаторами, провоцирующими индукцию воздуха в контейнер смеси, тепло воды передается воздухом под воздействием охлаждения испарителем. Так охлажденная вода

- высота щитов оросителя – 3,5 м;
- толщина элементов оросителя – 0,008 м;
- величина зазора между элементами оросителя – 0,02 м;
- скорость воздуха в секции:
  - с пленочным оросителем – 3,0 м/с;
  - с капельным оросителем – 2,4 м/с;
- скорость движения водяной пленки на элементах пленочного оросителя – 0,25 м/с.

Обычно градирни из этого типа секций состоят из 4 – 8 секций, минимальное количество секций 2.

Выбор типа и размера градирни имеет очень большое влияние на эффективность работы системы охлаждения и, следовательно, на её энергопотребление. Рассмотрим несколько наиболее распространенных типов градирен (рис. 2 – 5).

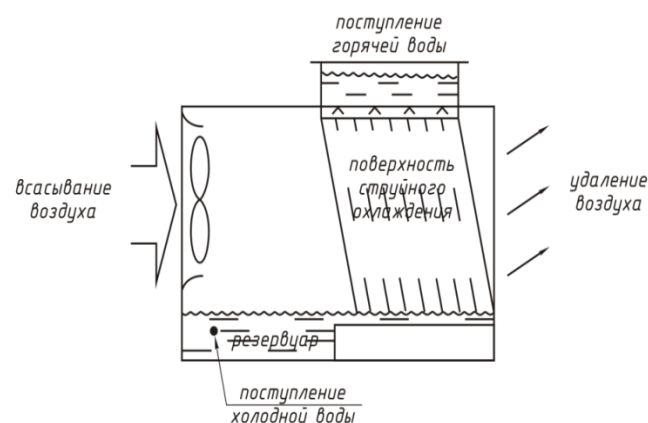


Рис. 3. Система с перекрестным (смешанным) потоком

попадает в бассейн рекуперации, воздух удаляется устройством для уменьшения каплеобразования.

Градирни с перекрестным (смешанным) потоком используют тот же принцип охлаждения испарением небольшого количества воды. Вода распределяется по поверхности струйного охлаждения. Воздух удаляется конвекцией, проходя через площадь обмена (рис. 3), так охлажденная вода попадает в бассейн рекуперации.

Эти градирни вполне могут быть применены к установкам с небольшим потребле-

нием энергии, так же как в решении проблем с высотой.

Вода, нагретая в течение цикла, вводится в градирню по верхней эстакаде распределения, снабженной пульверизаторами (рис. 4). Вода единообразно рассеивается

тонкими капельками, затем она стекает на площадь обмена. Всасывание воздуха в градирне происходит вынужденно. В результате частичного испарения и конвекции температура воды падает. В конце охлажденная вода попадает в бассейн рекуперации.

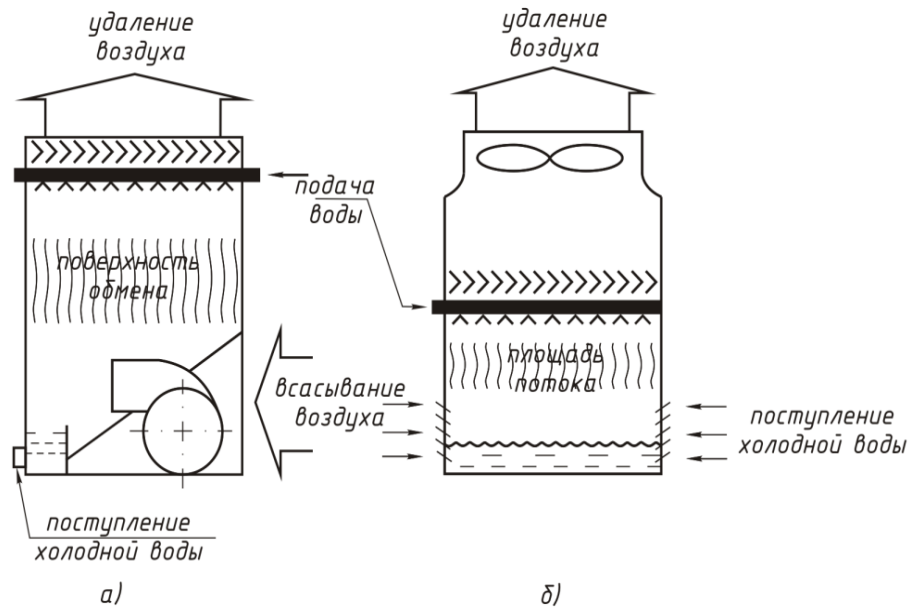


Рис. 4. Система с центробежным вентилятором – а; система с винтовым вентилятором (винтообразным, спиральным) – б

Жидкое тело, которое надо охлаждать, циркулирует внутри теплообменника, по-

мещенного в большую часть градирни (рис. 5).

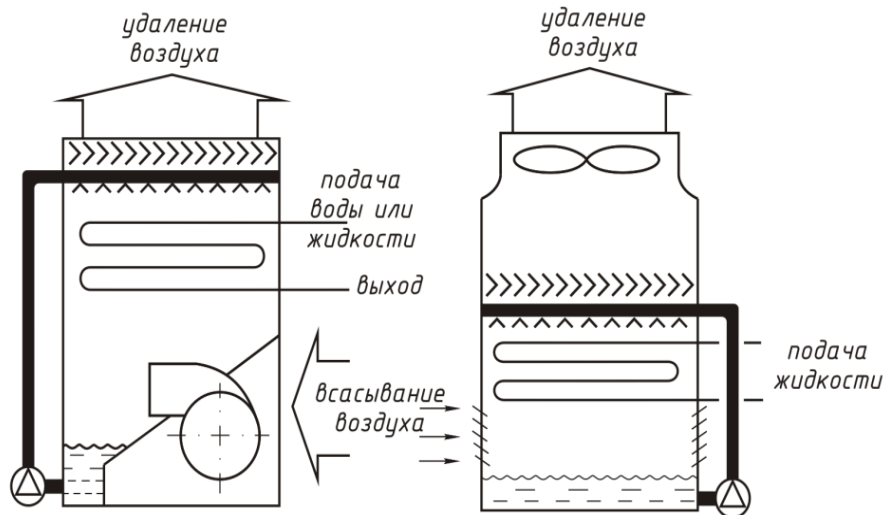


Рис. 5. Система охлаждения с закрытым циклом

Эстакада пульверизаторов, расположенная выше теплообменника, позволяет воде в потоке падать под своей тяжестью и охлаждает таким образом трубы. Тепло жидкого тела, которое надо охлаждать, переносится на поток воды через перегородки труб. Воз-

дух поступает вынужденным распределением, провоцирующим испарение небольшого процента воды, потока, забирая, таким образом, скрытую теплоту испарения. Вода в потоке попадает в бассейн рекуперации и повторно циркулирует по эстакаде пульвери-

заторов с помощью насоса. Капли воды, вовлеченные паритетом, останавливаются переключателями капелек, помещенными на вершине аппарата, и снова падают в бассейн. Водопотребление ограничивается испаренным количеством, намного меньшим объемом, который очищается для того, чтобы ограничивать концентрацию примесей в бассейне.

Для пленочной градирни минимальная удельная гидравлическая нагрузка на 1 погонный метр щита оросителя ( $g_w$ ), обеспечивающая создание устойчивой водяной пленки, равна  $0,12 \text{ м}^3/(\text{м}\cdot\text{ч})$ . Наиболее эффективное охлаждение воды достигается при соблюдении условия:

$$\Delta t = t_{w2} - t_{m1} = 0, \quad (1)$$

где  $t_{w2}$  – конечная температура охлаждаемой воды, °С;

$t_{m1}$  – температура атмосферного воздуха по мокрому термометру, °С.

Удельная гидравлическая нагрузка на 1 погонный метр щита оросителя:

$$g_w = \frac{G_w H}{F_{пл}}, \quad (2)$$

где  $G_w$  – расход охлаждаемой воды, кг/ч;

$H$  – высота оросителя, м;

$F_{пл}$  – площадь водяной пленки,  $\text{м}^2$ .

Из уравнения (2) можно определить минимально допустимый расход охлаждаемой воды.

Максимальный удельный расход воздуха:

$$\lambda_{max} = \frac{V_b \cdot \rho}{G_w \cdot 10^3}, \quad (3)$$

где  $V_b$  – производительность вентилятора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$  – средняя плотность воздуха.

Минимальный удельный расход воды (коэффициент орошения):

$$\mu_{min} = \frac{1}{\lambda_{max}}. \quad (4)$$

Коэффициент эффективности охлаждения воды определяли как отношение величины ее охлаждения к теоретическому пределу охлаждения:

$$\eta_A = E = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{t_{w1} - t_{m1}}. \quad (5)$$

**Выводы.** 1. Проанализировав различные способы рационального использования градирен, определили коэффициент эффективности охлаждения воды как отношение величины охлаждения воды к ее теоретическому пределу охлаждения.

2. Энергоэффективность возможна только в системе градирня – охлаждаемый объект, поэтому правильность подбора оборудования и согласованная их работа являются залогом снижения эксплуатационных расходов. В то же время только правильный выбор типа градирни, оросителя и вентилятора позволит получить работоспособную систему, которая будет гибко реагировать на изменения как внешних условий, так и тепловой нагрузки производственного процесса.

3. Техническое обслуживание предусматривает ряд мероприятий, основные из которых включают методы по очистке от загрязнений всех элементов градирни. Засорение сопел форсунок, поверхности оросителя, водораспределяющих трубопроводов приводит к снижению эффективности охлаждающих процессов.

4. Выполнение реконструкционных работ целесообразно, если градирня сможет просуществовать еще не менее 10–15 лет, в противном же случае проще ее заменить на новым устройством. Перед началом реконструкции необходимо убедиться в том, что по завершению запланированных мероприятий градирня будет соответствовать тому оборудованию, которое нуждается в охлаждении.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гладков В. А. Вентиляторные градирни /В. А. Гладков, Ю. Н. Арефьев, В. С. Пономаренко. – Москва : Стройиздат, 1976. – С. 43 – 48.
2. Иванов В. Б. Новые технологии охлаждения жидкостей в безнасадочных градирнях /Иванов В. Б. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009. – № 2. – С. 25 – 28.

3. Зусманович Л. М. Анализ современных методов расчета оросительных воздухоохлаждателей. /Зусманович Л. М. // Вопросы обработки воздуха в контактных аппаратах /ЦИНИС Госстроя СССР. – Москва, 1970. – С. 38 – 40.
4. Пособие по проектированию градирен (к СНиП 2.04.02–84) : [утв. 20 марта 1985 г. № 27] / ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – Москва : Центр. ин-т типового проектирования, 1989. – 166 с.
5. Parizet B. Les Tours De Refroidissement /Béatrice Parizet // Revue pratique du froid et du conditionnement d'air. – 1987. – № 640. – P. 65 – 69.

## REFERENCES

1. Gladkov V. A. *Ventilyatornye gradirni* [Cooling towers]. Moscow, Stroyizdat, 1976, pp. 43 – 48. (in Russian).
2. Ivanov V. B. *Novye tekhnologii okhlazhdeniya zhidkostey v beznasadochnykh gradirnyakh* [New technologies cooling fluids in packed towers ]. *Energobezopastnost' i energosberezhenie* - Energy security and energy efficiency. Moscow, 2009, no 2, pp. 25 – 28. (in Russian).
3. Zusmanovich L. M. *Analiz sovremennykh metodov rascheta prpsitelnykh vozdukhookhladiteley* [The analysis of modern methods of calculation of irrigation air coolers]. *Voprosy obrabotki vozdukh v kontaknykh aparatakh* -The processing of the air in contact apparatus, TsINIS Gosstroya SSSR. Moscow, 1970, pp. 38 – 40. (in Russian).
4. *Posobie po proektirovaniyu gradiren . (k SNiP 2.04.02 – 84.utv. 20. 03. 1985 № 27), VNII VODGEO Gosstroya SSSR* [Manual for the design of cooling towers]. [dated 20.03. 1985]. – Moscow, Tsentr. Institut tipovogo proektirovaniya, 1985. 166 p. (in Russian).
5. Béatrice Parizet. *Les Tours De Refroidissement*. / Béatrice Parizet. // *Revue pratique du froid et du conditionnement d'air*, 1987. – P. 65 – 69.

*Статья рекомендована к публикации 17.03.2015 г. Рецензент: д. т. н., проф. Полищук С. З.  
Поступила в редколлегию 24.03.2015 г. Принята к печати 27.03.2015 г.*

## ВЛИЯНИЕ ВИДА ОТВЕРДИТЕЛЯ НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

КОНОПЛЯНИК А. Ю.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.

ИЛЬЕВ И. М.<sup>2\*</sup>, к. т. н., доц.

ЧЕРНАВСКИХ В. В.<sup>3</sup>, магистрант

<sup>1</sup>Кафедра железобетонных конструкций, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562)47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4664-8809

<sup>2\*</sup>Кафедра прикладной математики, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562)47-16-10, e-mail:il'ev@ ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4488-1279

<sup>3</sup>Кафедра железобетонных конструкций, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562)47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua

**Аннотация.** *Постановка задачи.* В настоящее время в связи с модернизацией жилого строительства на первый план выдвигаются вопросы подбора легких эффективных материалов, которые могут быть одновременно применены в несущих и теплоизолирующих конструкциях. Преимущество эффективных материалов в полной мере можно реализовать при строительстве индивидуальных жилых домов, где наряду с различными строительными конструкциями широкое применение находят и тепловые устройства, такие как печи, камины, сауны, дымовые трубы и т. д. *Анализ современного состояния* разработки и исследования легких бетонов показал, что наиболее приемлемым будет применение в качестве вяжущего жидкого стекла. Положительный опыт применения в металлургии составов жаростойких бетонов на жидком стекле [1] показал, что они обладают рядом отличительных положительных свойств, имеющих несомненные преимущества по сравнению с традиционными бетонами на цементных и известковых вяжущих, а именно: обладают ускоренными сроками схватывания. *Анализ публикаций.* Важной характеристикой жидкостекольных смесей является процесс твердения, основанный на реакции между жидким стеклом и отвердителем, необходимо применение эффективного отвердителя, обеспечивающего условия твердения этих смесей. Ранее в качестве отвердителя чаще всего использовали кремнефтористый натрий [2], при этом было установлено его оптимальное количество, которое составляет 10–12% от веса жидкого стекла. В работе [3] установлена возможность замены кремнефтористого натрия на саморассыпающиеся шлаки металлургических предприятий, которые в своем составе содержат  $\beta$  и  $\gamma$  –  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Самым доступным из этих шлаков является феррохромовый шлак – отход производства феррохрома. Имеется положительный опыт применения в составах жаростойких бетонов глиноземистого цемента, который является отвердителем жидкого стекла [4]. Опытными данными было установлено, что наиболее приемлемым отвердителем жидкого стекла является феррохромовый шлак [5]. В настоящее время применение в качестве отвердителя кремнефтористого натрия, феррохромового шлака и глиноземистого цемента сдерживается из-за их высокой стоимости и разрыва экономических связей с Россией, страной производителем этих материалов. **Цель работы** состояла в определении реакционной возможности по отношению к жидкому стеклу портландцемента, фазовый состав которого также представлен кальциевыми силикатами. При этом была поставлена задача сравнить сроки начала и конца схватывания смесей с известными отвердителями жидкого стекла со смесями с отвердителем из портландцемента различных марок. **Выводы.** Проведенные испытания жидкостекольных смесей с различными отвердителями показали, что наиболее экономически целесообразно применение портландцемента М 400 в качестве отвердителя жидкого стекла. При этом в условиях строительства в летний период времени закономерно ожидать снижения срока схватывания смесей с увеличением температуры воздуха.

**Ключевые слова:** жидкое стекло, отвердитель, вяжущее, бетонная смесь, сроки схватывания.

## ВПЛИВ ВИДУ ЗАТВЕРДЖУВАЧА НА СТРОКИ ТУЖАВЛЕННЯ РІДКОСКЛЯНИХ СУМІШЕЙ

КОНОПЛЯНИК А.Ю.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.

ИЛЬЕВ И. М.<sup>2\*</sup>, к.т.н., доц.

ЧЕРНАВСЬКИХ В.В.<sup>3</sup>, магистрант

<sup>1</sup>Залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4664-8809

<sup>2\*</sup>Прикладної математики, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-10, e-mail: il'ev@ ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4488-1279

<sup>3</sup>Залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua

**Анотація. Постановка задачі.** Наразі у зв'язку з модернізацією житлового будівництва першочергового значення набувають питання підбору легких ефективних матеріалів, які можуть бути одночасно застосовані у несівних і теплоізолюючих конструкціях. Переваги ефективних матеріалів у повній мірі можна реалізувати при будівництві індивідуальних житлових будинків, де поряд з різними будівельними конструкціями широке застосування знаходять і теплові пристрої, такі як печі, каміни, сауни, димові труби і т. д. Аналіз сучасного стану розробки та дослідження легких бетонів показав, що прийнятним буде застосування в якості в'язучого рідкого скла. Позитивний досвід застосування в металургії складів жаростійких бетонів на рідкому склі [1] показав, що вони мають ряд безсумнівних переваг у порівнянні з традиційними бетонами на цементних і вапняних в'язучих, а саме: характеризуються прискореними термінами тужавлення. **Аналіз публікацій.** Важливою характеристикою рідкоскляних сумішей є процес тужавлення, заснований на реакції між рідким склом і затверджувачем, необхідно застосування ефективного затверджувача, що забезпечує дотримання умов твердіння цих сумішей. Раніше в якості затверджувача найчастіше використовували кремнефтористий натрій [2], при цьому була встановлена його оптимальна кількість, що складає 10 -12 % від ваги рідкого скла. У роботі [3] встановлено можливість заміни кремнефтористого натрію на саморозсіпні шлаки металургійних підприємств, які у своєму складі містять  $\beta$  і  $\gamma$  -  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Найдоступнішим з цих шлаків є феррохромовий шлак – відхід виробництва ферохрому. Має місце позитивний досвід застосування у складах жаростійких бетонів глиноземистого цементу, який є затверджувачем рідкого скла [4]. Експериментально встановлено, що найбільш прийнятним затверджувачем рідкого скла є феррохромовий шлак [5]. Застосування в якості затверджувача кремнефтористого натрію, феррохромового шлаку і глиноземистого цементу стримується через їх високу вартість та розрив економічних зв'язків з Росією, країною виробником цих матеріалів. **Мета роботи** полягала у визначенні реакційної можливості по відношенню до рідкого скла портландцементу, фазовий склад якого також представлений кальцієвими силікатами. При цьому було необхідно порівняти терміни початку і кінця тужавлення сумішей з відомими затверджувачами рідкого скла із сумішами з портландцементом різних марок. **Висновки.** Проведені випробування рідкоскляних сумішей з різними затверджувачами показали, що найбільш економічно доцільне застосування портландцементу М 400 в якості затверджувача рідкого скла. При цьому в умовах будівництва у літній період закономірно очікувати зниження терміну тужавлення сумішей зі збільшенням температури повітря.

## INFLUENCE OF TYPE OF HARDENER ON TERM OF GRIP OF LIQUID GLASS MIXES

KONOPLIANIK A. Yu.<sup>1</sup>, *Cand. of Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

ILIEV I. M.<sup>2\*</sup>, *Cand. of Sc., Ass. Prof.*

CHERNAVSKIKH V.V.<sup>3</sup>, *Postgrad. Stud.*

<sup>1</sup> Department of Reinforced-Concrete and Masonry Structures, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovs'k 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4664-8809

<sup>2\*</sup> Department of Applied Mathematics, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-16-10, e-mail: prmat@mail.pgasa.dp.ua, ORCID: 0000-0003-4488-1279

<sup>3</sup> Department of Reinforced - Concrete and Masonry Structures, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovs'k 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-44-17, e-mail: gbk@mail.pgasa.dp.ua

**Summary. Formulation of the problem.** Currently due to modernization of the residential building the priority is given to the problems of selection of light effective materials that can be simultaneously applied to the bearing and heat-insulating structures. The advantage of effective materials can be fully implemented in the construction of individual houses, where along with various building designs, thermal devices such as stoves, fireplaces, saunas, chimneys, etc. are used. **Analysis of the current state** of development and research of lightweight concrete has shown that the most appropriate as a binder would be the usage of liquid glass. Positive experience of usage in metallurgy the compositions of heat refractory concrete on liquid glass [1] has shown that they have a number of distinctive positive properties that have clear advantages compared to conventional concrete on cement and lime binders., namely: to have accelerated setting time. **Analysis of publications.** Since the essential characteristic for liquid glass mixtures is the hardening process, which is based on the reaction between the liquid glass and a hardener, it is necessary to use an effective hardener,

which provides hardening conditions for these mixtures. Previously as a hardening agent sodium silicofluoride was often used [2], at that the optimal amount of sodium silicofluoride was established, which is 10 – 12 % from liquid glass weight. In the study [3] the possibility of replacement of silicofluoride with self scattering slag of metallurgical enterprises was shown; the later contain  $\beta$  and  $\gamma - 2CaO \cdot SiO_2$ . The most accessible of these slags is ferrochromium slag, which is a waste of ferrochrome production. There is a positive experience of usage in the compositions of heat refractory concretes aluminous cement, which is a hardener for liquid glass [4]. Experimental data established that the most appropriate hardener for liquid glass is ferrochromium slag [5]. In this case, based on liquid glass with hardener of ferrochrome slag, a number of concrete with high physical-mechanical, thermal and insulating properties was obtained. Currently usage as a hardener of sodium silicofluoride, ferrochrome slag and alumina cement is constrained due to their high cost and the severance of economic ties with Russia, the producing country of these materials. **The aim of the work** was to determine the reaction of possibilities with respect to the liquid glass of Portland cement, phase composition of which is also presented with calcium silicates. At the same time there was a task to compare the dates of the beginning and the end of the hardening of the mixtures with known hardeners of liquid glass with mixtures with hardeners from Portland cement of different brands. **Conclusions.** The performed testing of liquid glass mixtures with different hardeners showed that the most economically viable is the usage of Portland cement M400 as a hardener for liquid glass. In the conditions of the building in the summer time it is feasible to expect reduction of setting time for mixtures with increased air temperature.

**Keywords:** liquid glass, hardener, binder, concrete mixture, setting time.

**Постановка проблемы.** В настоящее время в связи с модернизацией жилого строительства на первый план выдвигаются вопросы подбора легких эффективных материалов, которые могут быть одновременно применены в несущих и теплоизолирующих конструкциях. Преимущество эффективных материалов в полной мере можно реализовать при строительстве индивидуальных жилых домов, где наряду с различными строительными конструкциями широкое применение находят и тепловые устройства, такие как печи, камины, сауны, дымовые трубы и т. д.

Эти материалы и изделия из них должны выполнять одновременно несколько функций, а именно:

- использоваться в качестве несущих и ограждающих конструкций;
- использоваться для тепло- и звукоизоляции внутренних и наружных конструкций;
- обеспечить устройство футеровки тепловых устройств;
- обеспечить стойкость конструкций к действию пожара;
- обеспечить в эпоху экономического кризиса долговечность и эксплуатационную способность конструкций и тепловых устройств.

Анализ современного состояния разработки и исследования легких бетонов показал, что наиболее приемлемым будет применение в качестве вяжущего жидкого стек-

ла. Положительный опыт применения в металлургии составов жаростойких бетонов на жидком стекле [1] показал, что они обладают рядом отличительных положительных свойств, имеющих несомненные преимущества по сравнению с традиционными бетонами на цементных и известковых вяжущих, а именно:

- обладают ускоренными сроками схватывания. При этом распалубку таких бетонов можно производить уже в течение 20 – 60 мин после укладки смеси;
- твердение этих бетонов происходит в воздушно-сухих условиях, что актуально в летний период;
- высокие летние температуры не являются препятствием для изготовления и твердения бетона;
- жидкое стекло по своей природе является активным веществом, вступающим, особенно при нагревании, во взаимодействие с заполнителем с образованием новых веществ;
- использование жидкого стекла повышает температуру применения составов бетонов, что положительно влияет на их огнезащитные свойства.

**Анализ публикаций.** Поскольку существенной характеристикой для жидкостекляных смесей является процесс твердения, основанный на реакции между жидким стеклом и отвердителем, необходимо при-



менение эффективного отвердителя, обеспечивающего условия твердения этих смесей.

Ранее в качестве отвердителя чаще всего использовали кремнефтористый натрий [2], при этом было установлено его оптимальное количество которое составляет 10 – 12 % от веса жидкого стекла. В работе [3] установлена возможность замены кремнефтористого натрия на саморассыпающиеся шлаки металлургических предприятий, которые в своем составе содержат  $\beta$  и  $\gamma$  –  $2\text{CaO SiO}_2$ . Самым доступным из этих шлаков является феррохромовый шлак – отход производства феррохрома.

Имеется положительный опыт применения в составах жаростойких бетонов глиноземистого цемента, который является отвердителем жидкого стекла [4].

Опытными данными было установлено, что наиболее приемлемым отвердителем жидкого стекла является феррохромовый шлак [5]. При этом на основе жидкого стекла с отвердителем из феррохромового шлака был получен целый ряд бетонов, обладающих высокими физико-механическими, термическими и теплоизоляционными характеристиками.

В настоящее время применение в качестве отвердителя кремнефтористого натрия, феррохромового шлака и глиноземистого цемента сдерживается из-за их высокой стоимости и разрыва экономических связей с Россией – страной-производителем этих материалов.

**Цель работы** состояла в определении реакционной возможности по отношению к жидкому стеклу портландцемента, фазовый состав которого также представлен кальциевыми силикатами. При этом была поставлена задача сравнить сроки начала и конца схватывания смесей с известными отвердителями жидкого стекла со смесями с отвердителем из портландцемента различных марок.

**Изложение материала.** Для определения влияния различных отвердителей на сроки схватывания жидкостекольных смесей провели определение нормальной плотности и сроков схватывания цементного теста.

Для определения степени влияния отвердителей в состав смеси дополнительно вводили наполнитель – дистенсиллиманитовый концентрат, который не является реакционно способным (инертным) по отношению к жидкому стеклу.

В качестве компонентов жаростойких смесей использовали следующие материалы:

- стекло натриево жидкое по ГОСТ 13078 – 81 плотностью  $1,25 \text{ г/см}^3$ ;
- дистенсиллиманитовый концентрат по ТУ 48 – 0502 – 128–95;
- феррохромовый шлак (ТУ 14-11-181-89);
- кремнефтористый натрий ( ТУ 113-08-587-86);
- портландцемент М400 по ДСТУ Б.В.2.7- 46- 96;
- глиноземистый цемент GORKAL 40 производства цементного завода г. Горка, Польша по EN 14647: 2005/AC: 2006. Calcium aluminate cement. Composition specifications and conformity criteria;
- портландцемент М100 – 300 получали из “лежалого” различный период времени портландцемента М400 с определением марки по нормативному документу [6].

Все составы жидкостекольных смесей изготавливали в следующем порядке. Вначале тщательно перемешивали в течение 2 мин. сыпучие компоненты, затем добавляли жидкое стекло и всю смесь перемешивали 2 – 3 мин до получения однородной массы. При изготовлении образцов температура воздуха составляла  $18 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , а его влажность – 45 – 50 %.

Нормальную плотность и сроки схватывания жидкостекольных смесей определяли на приборе Вика путем погружения в раствор пестика и иглы в соответствии с нормативным документом [7]. Нормальной плотности цементного теста достигали при погружении пестика в кольцо, заполненное жидкостекольной смесью, когда пестик не доходит на 5 – 7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо. Сроки схватывания определяли по погружению иглы в жидкостекольную смесь. Началом схватывания считали время, прошедшее от начала затворения смеси до того момента, когда игла не доходит до дна кольца на 2 – 4 мм. Концом схватывания –

время, когда игла опускается в смесь не более чем на 1 – 2 мм.

Методика проведения испытаний по определению сроков схватывания приведена на рисунке 1, а образцы из жидкостекольных смесей после проведения испытаний – на рисунке 2. Составы жидкостекольных смесей и результаты их испытаний приведены в таблице. Как следует из таблицы,

при применении в качестве отвердителя феррохромового шлака и кремнефтористого натрия жидкостекольные смеси характеризуются практически одинаковыми сроками начала и конца схватывания. Применение в качестве отвердителя портландцемента значительно увеличивает сроки схватывания жидкостекольных смесей.

Таблица

Составы жидкостекольных смесей и результаты испытаний

Наименование компонентов/ свойства смесей	№ составов/ содержание в масс % / показатели							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Дистенсиллиманитовый концентрат	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	-
Феррохромовый шлак	3,2	-	-	-	-	-	-	-
Кремнефтористый натрий	-	3,2	-	-	-	-	-	-
Портландцемент М400	-	-	3,2	-	-	-	-	-
то же М300	-	-	-	3,2	-	-	-	-
то же М200	-	-	-	-	3,2	-	-	-
то же М100	-	-	-	-	-	3,2	-	-
Глиноземистый цемент	-	-	-	-	-	-	3,2	71,9
Жидкое стекло	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	28,1
<b>Нормальная густота</b>	<b>0,43*</b>							
<b>Начало схватывания, мин.</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>70</b>	<b>85</b>	<b>105</b>	<b>145</b>	<b>100</b>	<b>75</b>
<b>Конец схватывания, мин.</b>	<b>30-35</b>	<b>37</b>	<b>175</b>	<b>195</b>	<b>220</b>	<b>250</b>	<b>210</b>	<b>82</b>

\* Примечание: Указано соотношение жидкое стекло – сыпучие компоненты



Рис. 1. Определение сроков схватывания жидкостекольной смеси



Рис. 2. Общий вид образцов после испытаний по определению сроков схватывания жидкостекольной смеси: 1 – на дистенсиллиманитовом концентрате с отвердителем; 2 – на комплексном вяжущем из жидкого стекла и глиноземистого цемента

При этом начало схватывания у смесей с отвердителем из портландцемента М400 (состав 3) происходит через 70 мин., а конец – через 175 мин. Применение в качестве отвердителя глиноземистого цемента (состав 7) еще больше увеличивает сроки начала и конца схватывания и, к тому же, ведет к увеличению стоимости смесей.

Комплексное вяжущее, где применяемый глиноземистый цемент является одно-

временно как наполнителем, так и отвердителем жидкого стекла (состав 8) отличается небольшой разницей во времени между началом и концом схватывания смеси.

**Выводы.** Проведенные испытания жидкостекольных смесей с различными отвердителями показали, что наиболее экономи-

чески целесообразно применение портландцемента М400 в качестве отвердителя жидкого стекла. При этом в условиях строительства в летний период времени закономерно ожидать снижения срока схватывания смесей с увеличением температуры воздуха.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Конопляник А. Ю. Опыт и перспектива применения жаростойких бетонов и огнеупорных смесей в тепловых агрегатах и конструкциях / Конопляник А. Ю., Бородин А. А. // Теория и практика металлургии. – 1999. – № 1. – С. 53 – 54.
2. Некрасов К. Д. Жароупорный бетон / К. Д. Некрасов. – Москва : Промстройиздат, 1957. – 283 с.
3. Тарасова А. П. Влияние вида отвердителя на свойства жаростойких бетонов на жидком стекле / Тарасова А. П. // Опыт применения жаростойких бетонов в промышленности и строительстве : респ. конф., 31 мая-2 июня 1978 г., Днепропетровск / Днепропетров. инж.-строит. ин-т, НИИ бетона и железобетона (НИИЖБ) [и др.]. – Днепропетровск, 1978. – С.73 – 74.
4. Конопляник А. Ю. Опыт и перспективы применения жаростойкого бетона для изготовления футеровки прибыльных надставок сталеплавильного производства / А. Ю. Конопляник // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2012. – № 6. – С.36 – 41.
5. Конопляник А. Ю. Свойства и технология жаростойких бетонов повышенной шлакоустойчивости : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 : защищена 27.02.1997 / А. Ю. Конопляник ; науч. рук. А. А. Бородин. – Днепропетровск, 1996. – 228 с.
6. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначання міцності на згин і стиск : ДСТУ Б В.2.7 – 187:2009. – Чинний від 2010-08-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010 – 22 с. – (Національний стандарт України).
7. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму : ДСТУ Б В.2.7–185:2009. – Зі скасуванням чинності в Україні ГОСТ 310.3 – 76 ; чинний від 2009-12-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 10 с. – (Національний стандарт України).

### REFERENCES

1. Konoplyanik A. Yu. *Opyit i perspektiva primeneniya zharostoykih betonov i ogneupornyh smesey v teplovyh agregatah i konstruktsiyah* [Experience and prospects of refractory concrete and refractory mixtures in thermal units and structures]. *Teoriya i praktika metallurgii* - Theory and practice of metallurgy. 1999, no.1, pp. 53 – 54. (in Russian).
2. Nekrasov K. D. *Zharoupornyy beton*. [Heat-resistant concrete ]Moscow, Promstroyizdat, 1957 .283 p. (in Russian).
3. Tarasova A.P. *Vliyanie vida otverditelya na svoystva zharostoykih betonov na zhidkom stekle*. [Influence of type of hardener on properties refractory concretes on the water glass]. *Opyt primeneniya zharostoykih betonov v promyshlennosti i stroitelstve*. Sb. nauch. trudov -The experience of heat-resistant concrete in industry and construction. Collection of scientific papers – Dnepropetrovsk, DISI, 1978, pp.73 – 74. (in Russian).
4. Konoplyanik A. Yu. *Opyt i perspektivy primeneniya zharostoykogo betona dlya izgotovleniya futerovki priblynyh nadstavok staleplavilnogo proizvodstva* [Experience and prospects of application for the production of heat-resistant concrete lining lucrative extensions of steelmaking]. *Visnik PDABA-Bulletin of PSACEA*. Dnepropetrovsk, PDABA, 2012, no.6. pp. 36 – 41. (in Russian).
5. Konoplyanik A. Yu. *Svoystva i tehnologiya zharostoykih betonov povyishennoy shlakoustoychivosti. Doct, Diss.* [Properties and technology of heat-resistant concrete of increased slag resistance. Doct, Diss.]. Dnepropetrovsk PGASA, 1997. 226 p.
6. *Budivelni materialy. Tsementy. Metody viznachennia mitsnosti na zgyin i stysk. DSTU B V.2.7 – 187:2009*. [Construction materials. Cements. Methods for determination of flexural strength and compression .State standard B V.2.7 – 187:2009.] Kyiv, Minregionbud Ukrainy, 2010. 22 p.(in Ukrainian).
7. *Budivelni materialy. Tsementy. Metody vyznachennia normalnoi gustoty, strokiv tuzhavlennya ta rivnomirnosti zminy ob'iemu. DSTU B V.2.7 – 185:2009*. [Construction Materials. Cements. Methods for determination of normal consistency, gripe term and change of size. State standard B V.2.7 – 185:2009.]. Kyiv, Minregionbud Ukraini, 2010. 10 p. (in Ukrainian).

Статья рекомендована к публикации: 05.02.2015 г. Рецензент: д. т. н., проф. Савицкий Н. В.  
Поступила в редколлегию 10.02.2015 г. Принята к печати 18.01.2015 г.

УДК 330(447)

## УКРАЇНА Й УРСР: ДВІ ПАРАДИГМИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

ЄВСЄЄВА Г. П.<sup>1\*</sup>, *д-р н. держ. упр., проф.*КРИВЧИК Г. Г.<sup>2\*</sup>, *д-р іст. наук, проф.*

<sup>1\*</sup> Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>2\*</sup> Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад "Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна", вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(0562)373-15-79, e-mail: [genn.crivchick@yandex.ua](mailto:genn.crivchick@yandex.ua). ORCID 0000-0001-7504-4575

**Анотація. Постановка проблеми.** За територією і чисельністю населення Україна входить в число найбільших країн Європи. Дві третини України складають родючі чорноземи. Вона багата кам'яним вугіллям Донбасу, залізними й марганцевими рудами Придніпров'я, мармуром Закарпаття й Житомирщини. Понад 1 700 нафтоносних корисних копалин міститься в її надрах. Україна має потужну гірничу й кольорову металургію, електроенергетику, практично всі сучасні галузі машинобудування, включаючи й космічну, розвинуту харчову й легку промисловість, необхідні умови для розвитку інтенсивного й високорозвинутого сільського господарства. Здавалося б, така країна приречена на економічний успіх, але, як показує практика нашого життя, це далеко не так. Чому?

**Аналіз попередніх досліджень.** Вищенаведену проблему постійно досліджують безліч науковців [1 – 4], які системно намагаються дати відповідь на проблемні питання розвитку української економіки, та життя ставить щоразу нові й нові питання. Очевидно, щоб вирішити їх, необхідно заглянути в історію.

**Мета дослідження** – дати порівняльну характеристику розвитку економіки УРСР та України, яка є її правонаступницею. **Висновки.** Зараз Україна перебуває на важливому етапі пошуку свого місця в новій системі міжнародної спільноти, побудови нових відносин із європейськими структурами. Перспектива членства в ЄС для України – додатковий вагомий стимул та мотиваційний фактор внутрішніх реформ, цивілізованого врегулювання всіх внутрішніх та зовнішніх неузгодженостей. Від інтеграції України до ЄС виграють не тільки Україна, а й уся центрально-континентальна Європа, отримавши Україну як країну великих та потенційних ресурсів та країну-партнера.

**Ключові слова:** незалежність, ВВП, ринкова економіка, корупція, олігархи, політична еліта, ринок, інвестиції, приватизація.

## УКРАИНА И УССР: ДВЕ ПАРАДИГМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

ЕВСЕЕВА Г.П.<sup>1\*</sup>, *д-р н. гос. упр., проф.*,КРИВЧИК Г.Г.<sup>2\*</sup>, *д-р іст. наук, проф.*

<sup>1\*</sup> Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>2\*</sup> Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение "Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна", ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, тел. +38(0562)373-15-79, e-mail: [genn.crivchick@yandex.ua](mailto:genn.crivchick@yandex.ua). ORCID 0000-0001-7504-4575.

**Аннотация. Постановка проблемы.** По территории и численности населения Украина входит в число крупнейших стран Европы. Две трети Украины составляют плодородные черноземы. Она богата каменным углем Донбасса, железными и марганцевыми рудами Приднепровья, мрамором Закарпатья и Житомирщины. Больше 1 700 наименований полезных ископаемых содержится в ее недрах. Украина имеет мощную горную и цветную металлургию, электроэнергетику, практически все современные отрасли машиностроения, включая космическую, развитую пищевую и легкую промышленность, необходимые условия для развития интенсивного и высокоразвитого сельского хозяйства. Казалось бы, такая страна обречена на экономический успех, но, как показывает практика нашей жизни это далеко не так. Почему? **Анализ предыдущих исследований.** Вышеприведенную проблему постоянно исследуют множество ученых [1 – 4], которые системно пытаются дать ответ на проблемные вопросы развития украинской экономики, но жизнь ставит все новые и новые задачи. Очевидно,

чтобы решить их, необходимо заглянуть в историю. **Цель исследования** – дать сравнительную характеристику развития экономики УССР и Украины, которая является ее правопреемницей. **Выводы.** Сейчас Украина находится на важном этапе поиска своего места в новой системе международного сообщества, построения новых отношений с европейскими структурами. Перспектива членства в ЕС для Украины – это дополнительный весомый стимул и мотивационный фактор внутренних реформ, цивилизованного урегулирования всех внутренних и внешних шероховатостей. От интеграции Украины в ЕС выигрывают не только Украина, но и вся центрально-континентальная Европа, получив Украину как страну больших и потенциальных ресурсов.

**Ключевые слова:** независимость, ВВП, рыночная экономика, коррупция, олигархи, политическая элита, рынок, инвестиции, приватизация.

## UKRAINE AND USSR: TWO PARADIGMS OF THE ECONOMIC DEVELOPMENT

YEVSEIEVA G. P.<sup>1\*</sup> *Dr. Sc., Prof.*

KRIVCHIK G.G.<sup>2\*</sup> *Dr. of historical science, Prof.*

<sup>1\*</sup> Department of Ukraine-study, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>2\*</sup> Dnipropetrovsk university of railway transport named after academical V. Lazaryan. тел. +38(0562)373-15-79, e-mail: [genn.krivchick@yandex.ua](mailto:genn.krivchick@yandex.ua). ORCID 0000-0001-7504-4575.

**Summary. Problem statement.** Ukraine is among the largest countries in Europe according to territory and population. Two-thirds of Ukraine consists of fertile soils. It is rich of Donbass coal, iron and manganese ores of Dnieper, marble of Zakarpattia and Zhytomyr. More than 1 700 kinds of minerals resources is inside its interior. Ukraine has a rich mining and non-ferrous metallurgy, electric power, almost all modern engineering, including space, developed food and light industry, the necessary conditions for the development of highly intensive and sustainable agriculture. And this country could be doomed to economic success, but as the practice of our life shows that is not true. Why? **Purpose.** This problem constantly is explored by many researchers [1 – 4] who tries systematically to answer the problematic issues of the Ukrainian economy, and life gives us every time new and new challenges. Obviously, to solve them, you need to look at history. The purpose of our study to give comparative characteristics of the economy of USSR and Ukraine, being its successor. **Conclusions.** Now Ukraine is on an important stage of finding its place in the new international community, making a new relationship with the European institutions. The prospect of EU membership for Ukraine is an additional important incentive and motivational factor of internal reforms, civilized regulation of all internal and external inconsistencies. Integration of Ukraine into the EU will effective not only for Ukraine but also for the whole central and continental Europe, having got Ukraine as a country of great and potential resources.

**Key words:** independence, GDP, market economy, corruption, the oligarchs, the political elite, market, investment, privatization.

**Постановка проблеми.** За територією і кількістю населення Україна входить в число найбільших країн Європи. Дві третини України складають родючі чорноземи. Вона багата кам'яним вугіллям Донбасу, залізними й марганцевими рудами Придніпров'я, мрамуром Закарпаття й Житомирщини. Понад 1 700 найменувань корисних копалин міститься в її надрах. Україна має потужну гірничу й кольорову металургію, електроенергетику, практично всі сучасні галузі машинобудування, включаючи й космічну, розвинуту харчову й легку промисловість, необхідні умови для розвитку інтенсивного й високо розвинутого сільського господарства. Здавалося б, така країна приречена на

економічний успіх, але, як показує практика нашого життя, це далеко не так. Чому?

**Аналіз попередніх досліджень.** Вищенаведену проблему постійно досліджують безліч науковців [1 – 4; ], які системно намагаються дати відповідь на проблемні питання розвитку української економіки, та життя ставить щоразу нові й нові питання. Очевидно, щоб вирішити їх, необхідно заглянути в історію.

**Мета дослідження** – дати порівняльну характеристику розвитку економіки УРСР і України, яка є її правонаступницею.

**Виклад основного матеріалу.** Історія відвела 22 роки для мирного розвитку України як незалежної держави. Очевидно, вже

можна визначити основні особливості економічного розвитку країни в період, що розпочався після проголошення державної незалежності України й закінчився “Революцією гідності” в лютому 2014 року, відколи країна почала жити за правилами т. зв. революційної доцільності й законами воєнного часу. Цей період має особливе значення для України. Він став перехідним періодом від тоталітаризму до демократії, від командної економіки до ринкової. Український народ отримав шанс самостійно розпоряджатися своєю долею, будувати суверенну державу й громадянське суспільство.

Від радянської доби Україні дістався досить потужний економічний потенціал. За класифікацією ООН, УРСР сягала рівня надрозвиненої промислової держави, її ВВП на душу населення за паритетом купівельної спроможності перевищував середньосвітові показники на 11 %. [7, с. В1]. Вагомим був внесок України в розвиток народногосподарського комплексу СРСР. У 1990 р. Укра-

їна забезпечувала чверть союзного виробництва машинобудівної промисловості. Виробництво окремих видів продукції УРСР у загальносоюзному виробництві становило: вугілля – 23 %; прокат чорних металів – 35%, труби сталеві – 11 – 45 %; екскаватори – 30 %; машини бурякозбиральні – 100 % тощо [8, с. 172], що значно перевищувало частку населення республіки в складі населення країни.

Водночас економіка УРСР, як і всього Радянського Союзу, була край витратною та екологічно небезпечною, вона погано сприймала завоювання науково-технічного прогресу, недостатньо задовольняла елементарні побутові потреби людини. Ставши на шлях розбудови власної держави, український народ мусив провести глибокі економічні реформи, які б забезпечили стрімкий економічний прогрес і задоволення потреб людей. Основні напрями економічних реформ в Україні відображені в таблиці.

Таблиця

Економічні системи УРСР і України

УРСР	Україна
1. Взаємозалежність, кооперація економік УРСР та інших республік в єдиному народногосподарському комплексі СРСР	1. Самодостатність національної економіки в умовах орієнтації на європейський ринок
2. Командно-адміністративна економіка	2. Економіка базується на приватному інтересі
3. Планове господарство (п'ятирічні плани)	3. Ринок, що регулює виробництво
4. Державна власність на засоби виробництва (колгоспно-кооперативна – по суті, державна власність)	4. Основна форма власності – приватна, за наявності невеликої частки державної власності
5. Соціалістичний принцип оплати праці	5. Ліберальний принцип доходів

До проголошення державної незалежності економіка республіки була тісно пов'язана з економікою інших республік і всього СРСР. Українська економіка не була національною. Більшість українських підприємств працювала в кооперації з підприємствами, розташованими за межами республіки. Україна одержувала з інших республік СРСР повністю зерно- і картоплюзбиральні комбайни, косарки тракторні, вагони метрополітену, пасажирські вагони, 97 % вантажних автомобілів, 93 % тролейбусів, 88 % технологічного обладнання для легкої промисловості, понад 70 % легкових автомобілів, понад 50 % тракторів, баштових кранів, ме-

талообробних верстатів, ковальсько-пресових машин, кормозбиральних комбайнів і тракторних причепів [8, с. 172].

Формування національної економіки означало: з одного боку, становлення власної фінансово-економічної політики, з іншого – розвиток рівноправного фінансово-економічного співробітництва з іншими країнами світу. Практично з нуля створені Національний банк України, комерційні банки, експортно-імпортні організації, Українська фондова біржа та інші інститути, які в економіці виконують ту саму роль, що кровоносна система в живому організмі. У 1992 році введено тимчасову власну валюту – ку-

поно-карбованці, а в 1996 – запроваджено гривню.

У розвитку національної економіки позитивну роль відіграло залучення іноземних інвестицій. Обсяг прямих іноземних інвестицій в економіку України за 1991 – 2001 рр. становив близько 4 млрд доларів [6], що певною мірою сприяло впровадженню нових технологій, використанню передового зарубіжного досвіду, розвитку малого й середнього бізнесу. На жаль, обсяги цих інвестицій були значно меншими порівняно з тими, що отримали, наприклад, інші країни Східної Європи.

Розвивалася міжнародна торгівля. Цьому значною мірою сприяло набуття в 2008 р. Україною членства у Світовій організації торгівлі (СОТ). Завдяки цьому були скасовані окремі обмеження та лібералізовані умови доступу на зовнішній ринок для цілої низки українських товарів, зокрема, металургійної, хімічної, машинобудівної, сільськогосподарської галузей. Якщо в 2000 р. зовнішньоторговельний оборот України становив 30 млрд доларів, то в 2013 – близько 163 млрд доларів [6].

Яскравим прикладом міжнародної економічної й науково-технічної кооперації, стала участь низки українських підприємств зокрема, КБ “Південне” і виробничого об’єднання “Південмаш” у міжнародному проекті “Морський старт” щодо запуску й експлуатації ракетно-космічних комплексів з екваторіальної зони в Тихому океані. Щоправда, подібні приклади ніяк не могли компенсувати колосальні економічні й науково-технічні втрати України від розриву традиційних господарських зв’язків радянської доби.

Як вважають економісти, головною причиною економічного застою в СРСР було домінування командно-адміністративних методів управління економікою. В УРСР діяла командно-адміністративна система, за якої використовувалися переважно позаекономічні, зокрема, ідеологічні методи управління. Економічні стимули мали підпорядковане, другорядне значення. Радянська економіка дозволила успішно виконати завдання індустріалізації, мобілізації всіх ресурсів під

час Великої Вітчизняної війни, в умовах «холодної війни», однак вона не кращим чином відреагувала на виклики науково-технічної революції, була затратною, а головне – виявляла певну байдужість до елементарних людських потреб. По суті у нас діяв принцип, який свого часу образно сформулював знаний радянський поет В. Маяковський: “Спочатку будемо будувати домни, а домики потім”. У 1930-ті роки ХХ ст. цей принцип спирався на масовий ентузіазм людей і спрацьовував успішно, потім, починаючи з 1970-х, суспільство втомилося від нього й зажадало економічної свободи й ринкової економіки.

У ході економічних реформ такий перехід відбувся. Він означав перехід до капіталістичної економіки, за якої головною мотивацією для продуктивної і якісної роботи працівників став особистий економічний інтерес.

1990 рік став останнім роком так званих радянських п’ятирічок. Відтоді у народне господарство України було запроваджено ринкову економіку, яка, на думку її ідеологів, була більшою мірою зорієнтована на суспільні потреби. Функції регулятора кількості й якості продукції став виконувати ринок. У результаті споживчий ринок наповнився товарами, зник їх дефіцит, що був, як відомо, хронічною хворобою радянського суспільства. Асортимент товарів у наших супермаркетах майже не відрізняється від того, що продається в Європі. Збулася давня мрія наших людей: сьогодні можна купити практично все що завгодно. У сфері побутових послуг діє принцип: “За ваші гроші будь-які примхи”. Щоправда, більшість цих товарів – іноземного, здебільшого китайського, неякісного виробництва.

Основа капіталістичної економіки – приватна власність. В Україні швидкими темпами здійснювалися роздержавлення й приватизація промислових підприємств. На базі колгоспів і радгоспів створювалися селянські (фермерські) господарства або інші корпоративні форми господарювання – господарські товариства чи аграрні виробничі кооперативи. Була ліквідована державна монополія на засоби виробництва, сформо-

вана багатокладна економіка. На початок 2000-х років в Україні форму власності змінили понад сто тисяч об'єктів, унаслідок чого в державній власності залишилося менше ніж 15 % підприємств [10, с. 54]. Частка приватного сектора в структурі ВВП становила близько 65 %: від 40 % у виробництві електроенергії до 98 – 99 % у хімічній і легкій промисловості [9].

Кардинальні зміни відбулися в системі розподілу доходів. Якщо в радянські часи в державі діяв принцип соціальної рівності, вирівнювання доходів, то в сучасній Україні, була запроваджена ліберальна політика, за якої людина має необмежені можливості для зростання особистого достатку й збагачення, але й водночас втрачає низку соціальних гарантій. Так, згідно з Конституцією України, кожен громадянин має право на достатній життєвий рівень для себе і своєї сім'ї, але це не означає, що держава його гарантує, що у свою чергу, викликало появу значного соціального розшарування в суспільстві.

В Україні сформовано розподіл за доходами, що притаманно не європейським, а латиноамериканським країнам, де основна частина населення концентрується в групі з низькими доходами, а розрив між багатими і бідними постійно збільшується. Різниця в доходах між 10 % найбагатших і 10 % найбідніших жителів України стрімко збільшилася від 4,5 до 50 й більше разів, що як мінімум у 10 – 15 разів вище, ніж в економічно розвинутих країнах [6, с. 41]. На думку фахівців, це завжди становитиме потенційну загрозу соціального вибуху, що, по суті, й стало однією з глибинних причин “майданної революції” 2014 року.

У суспільстві відродилося класове протистояння. З'явилася олігархія. В Україні сформувалася така форма державного врядування, яку можна охарактеризувати як “олігархічна республіка”. Яскравим підтвердженням цього стало обрання Президентом України П. Порошенка, який, за даними журналу “Форбс”, на момент свого обрання володів власністю вартістю в 1,7 млрд доларів [15].

На жаль, результати економічної політики періоду незалежності України важко назвати втішними. Економіка України поки навіть не спромоглася зберегти той рівень, на якому вона перебувала до проголошення державної незалежності. За період 1965 – 1985 рр. національний дохід в УРСР збільшився в 2,5 рази [5]. Натомість ліберальні економічні реформи, про які йшла мова, спричинили економічне падіння, яке продовжувалося до 1999 р., коли ВВП України становив 40,8 % від рівня 1990 р.

Згодом настав певний економічний підйом. У 2008 р. рівень ВВП України становив 74,2% від 1990 р. Потім знову падіння. У 2013 р. рівень ВВП упав порівняно з 1990 р. до 69,4 % [5]. У 2012 р. він був на 40 % нижчим середньосвітового рівня. Гіршими за цей період були показники тільки в Молдові – 44 %, Грузії – 45 %, Сербії – 56 % [7].

Економіка України періодично перебувала в кризовому стані. До цього слід додати такі негативні явища як: збереження й поглиблення структурних деформацій в економіці; катастрофічний рівень фізичного й морального старіння виробничих фондів; неефективне використання економічного потенціалу; низький рівень економічної свободи і високий – економічного ризику; загроза безпеці держави у сфері енергопостачання (імпортується 53 % енергоносіїв); «тінізація» й криміналізація економіки (тіньовий сектор становить 60 %); формування державних і недержавних монополій, які гальмують розвиток вільної конкуренції тощо. Як влучно зауважив В. В. Юрчишин, директор економічних програм Українського центру економічних і політичних досліджень ім. О. Разумкова: “Розвиток економіки України за роки незалежності є історією втрачених можливостей” [6].

По суті, відбулася деіндустріалізація країни. Багато чого, що створено вкрай напруженою працею багатьох поколінь українського народу, зруйновано. Вітчизняна промисловість відстала не тільки від розвинутих країн, й країн так званого третього світу.



**Висновки.** Наразі Україна перебуває на важливому етапі пошуку свого місця в новій системі міжнародної спільноти, побудови нових відносин з європейськими структурами. Перспектива членства в ЄС для України – це додатковий вагомий стимул та мотиваційний фактор внутрішніх реформ, цивілізо-

ваного врегулювання всіх внутрішніх та зовнішніх неузгодженостей. Від інтеграції України до ЄС виграє не тільки Україна, а й уся центрально-континентальна Європа, отримавши Україну як країну великих та потенційних ресурсів та країну – надійного партнера.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук О. Б. Глобально-інформаційна економіка та синергетичний підхід до її дослідження / О. Б. Шевчук ; НАН України, Ін-т екон. прогнозування. – Київ : Фенікс, 2004. – 112 с.
2. Петренко М. І. Економіка України у 1940-2008 роках (основні показники) та країн СНД у 1992 – 2008 роках : практ. посіб. / М. І. Петренко, І. А. Бондарчук, А. Г. Драбовський ; Укоопспілка, Вінниц. коопер. ін-т. – Вінниця : Консоль, 2010. – 213 с.
3. Економіка України: глобальні виклики і національні перспективи : колективна монографія / ред. В. Ф. Беседін, А. С. Музиченко ; Н.-д. екон. ін-т, Уманський держ. педаг. ун-т ім. Павла Тичини. – Київ : НДЕІ, 2009. – 492 с. – Бібліогр.: с. 486 – 491.
4. Економіка України: потенціал, реформи, перспективи : у 5 т. / ред. В. Ф. Беседін ; Н.-д. екон. ін-т. – Київ, 1996.
5. Жизненный уровень населения // Студопедия – лекционный материал для студентов. – Режим доступа: [ukrmap.su/ru-uh11/1084.html](http://ukrmap.su/ru-uh11/1084.html).
6. Нова Україна очима українських експертів: подальший шлях трансформації. Експертна дискусія : звіт, 5 березня 2014 р., Брюссель. – Режим доступу: <http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd>
7. Кузнецов А. Страна в объятиях транснационального капитала / А. Кузнецов // 2000. – №28. – 12-18 июля. – С. В1,3.
8. Лукашевич Л. М. Україна: Історико-економічний огляд : монографія / Л. М. Лукашевич. – Київ : МАУП, 1997. – 208 с.
9. Пасхавер А. Иностранным компаниям не нужен порядок в Украине / А. Пасхавер. – Режим доступа: <http://context-ua.com/print/interview/3724.html>.
10. Про внутрішнє і зовнішнє становище України в 2003 році. Послання Президента України до Верховної Ради України / Л. Д. Кучма. – Київ, 2004.
11. Ребров С. Трясина коллапса: как избежать пробуксовки? /С. Ребров // 2000. – 2014. – № 23. – 6–12 июня. – С. В4.
12. Економіка підприємства / П. П. Руснак, В. Г. Андрійчук, А. А. Ільєнко, Г. В. Черевко, В. М. Микитюк ; ред. П. П. Руснак. – Біла Церква : Білоцерк. держ. аграр. ун-т, 2003. – 256 с.
13. Симоненко П. Так дальше жить нельзя. Политик о политике : [сб ст.] / П. Симоненко. – Київ : Адеф-Украина, 2009. – 192 с.
14. Економіка України: потенціал, реформи, перспективи : у 5 т. / ред. В. Ф. Беседін, Н. Ю. Гончар. – Київ, 1996. – Т. 3 : Макроекономічна політика, прогнозування і державне регулювання економіки. – 440 с.
15. Хроники миллиардеров: благотворительная ложа Абрамовича и новая жертва Айкана // Forbes. – 2014. – 25 июля. – Режим доступа: [www.forbes.ru/milliardery-photogallery](http://www.forbes.ru/milliardery-photogallery).

### REFERENCES

1. Shevchuk O.B. *Global'no – informatsiyna ekonomika ta sunergitychnyi pidkhid do yii doslidzhennia*. [Global – information economic and synergetic approach to the study]. NAN Ukrainy, Instytut econom. prognozuvannya – NAS Ukraine, Institute of economic forecast. Kyiv, Fenics, 2004. 112 p.
2. Petrenko M. I., Bondarchuk I. A., Drabovs'kyi A. G. *Ekonomika Ukrainy v 1940-2008 rokakh (osnovni pokaznyky) krain SND v 1992-2008 rokakh* [Ukraine's economy in 1940-2008 years (main indicators) and CIS countries in 1992-2008 years]. *Prakt. posib.*-scientific collection. Vinnytsya : VKI: Konsol', 2010.213 p. (in Ukrainian).
2. Besedin V. F., Muzichenko A. S. *Ekonomika Ukrainy: globalni vyklyky i natsionalni perspektyvy* [Ukraine's economy: global challenges and national perspectives]. *Kolektivna monografiya, Naukovo-doslidnyi ekonomichni in-t, Umans'kyi derzh. pedagogichni in-t im. Pavla Tychyny. Monograph, SREI, USPI named after Pavel Tychyna. Kyiv, NDEI, 2009. 492 p. (in Ukrainian).*
3. Besyedin V. F. *Ekonomika Ukrayiny: potencial, reformy, perspektyvy* [Economy of Ukraine: potential reform prospects]. *Naukovo-doslidnyi ekonomichni in-t.- SREIK, 1996. (in Ukrainian).*

4. *Zhyznenny uroven' naseleniya* [The standard of living of the population]. Available at: [ukrmap.su/ru-uh11/1084.html](http://ukrmap.su/ru-uh11/1084.html). (in Russian).
5. *Zvit Ekspertna Dyskusia "Nova Ukraina ochyma ukrayinskykh ekspertiv: podalshyi shlyiah transformatsii"* [Report Expert Discussion "new Ukraine by eyes of Ukrainian experts: the further way of transformation"]. Available at: [www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd](http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd). (in Ukrainian).
6. Kuznecov A. *Strana v ob'yat'yakh transnatsional'nogo kapitala* [The country is in the arms of transnational capital]. 2000, no. 28. (in Russian).
7. Lukashevych L. M. *Ukrayina: Istoryko-ekonomichnyi oghiad*: [Ukraine: historical and economic review:] Monografiia – Monograph. Kyiv, MAUP, 1997. 208 p. (in Ukrainian).
8. Paskhaver A. *Inostrannym kompaniyam ne nuzhen poryadok v Ukraine* [Foreign companies are out of needs of order in Ukraine]. Available at: <http://context-ua.com./print/interview/3724.html>. (in Russian).
9. *Pro vnutrishnie i zovnishnie stanovyshche Ukrayiny v 2003 rotsi. Poslannia Prezidenta Ukrayiny do Verkhovnoi rady Ukrayiny* [On the internal and external situation of Ukraine in 2003. The speech of President of Ukraine to the Verkhovna Rada of Ukrain]. Kyiv, 2004. (in Ukrainian).
10. Rebrov S. *Tryasina kollapsa: kak izbezhat' probuksovki?* [Bog collapse: how to avoid slipping?]. 2000 – 2014. (in Russian).
11. Rusnak P. P. Andriychuk V. G. *Ekonomika pidpriemstva*. [Enterprise Economics]. Bila Tserkva, Bilocerk. derzh. agrar. un-t, 2003. 256 p. (in Ukrainian).
12. Simonenko P. *Tak dal'she zhyt' nel'zya. Politik o politike* [You must not live in such way any more. The politician is about politician]. Sbornik statey –collection of articles. Kiev. ADEF-UKRAYNA, 2009. 192 p. (in Russian).
13. Besyedin V. F., Gonchar N. Yu. *Makroekonomichna polityka, prognozuvannia i derzhavne reguliuvannia ekonomiky* [Macroeconomic policy, forecasting and state regulation of economy]. 1996. 440 p. (in Ukrainian).
14. *Khroniki milliarderov: blagotvoritel'naya lozha Abramovicha i novaya zhertva Aikana* [Chronicles of billionaires: Abramovich charity box and a new victim of Aikana]. Available at: [www.forbes.ru/milliardery-photogallery](http://www.forbes.ru/milliardery-photogallery). (in Russian).

*Стаття рекомендована до друку 26.02.2015 р. Рецензент: д-р т. н., проф. Ю. В. Орловська.*  
Надійшла до редколегії 12.01.2015 р. Прийнята до друку 18.01.2015 р.

## АРХИТЕКТУРА

УДК 711.427:502.11

## ЭКОПОСЕЛЕНИЕ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ СВЯЗЬ

ВОРОБЬЕВ В. В.<sup>1</sup>, к. арх., доц.,  
КОНЕВА Е. А.<sup>2\*</sup>, студ.

<sup>1\*</sup> Кафедра архитектурного проектирования и дизайна, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (066) 7033509, e-mail: viktor-arch@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0003-0137-8438

<sup>2\*</sup> Архитектурный факультет, специальность “Градостроительство”, Государственное высшее учебное заведение “Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (067) 6221909, e-mail: ProstoKatty@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1952-8222

**Аннотация. Постановка проблемы.** Концепция устойчивого развития предполагает определенные требования к организации среды, обеспечивающие корректное вписывание населенных мест в экосистемный контекст регионов. Материальным воплощением этой идеи являются экологические поселения. Однако в статьях и монографиях, посвященных их созданию [2 – 4], не указано главного – принципов и приемов соответствия планировочной структуры экологических поселений морфологическим характеристикам матрицы связей в естественных экосистемах, принципов и приемов превращения экопоселений в такие связи. Отсутствие ответов на эти вопросы и предопределило актуальность данной статьи. **Анализ публикаций.** Публикации, посвященные экологическим поселениям (экополисам, экоселам), освещают вопросы, названные экологическими, но таковыми не являющимися: использование безопасных материалов и чистых технологий; получение энергии от возобновляемых источников; другие [6 – 10]. Все эти вопросы относятся не к экологии, а к дочерним наукам – охране окружающей среды, санитарной гигиене, прочим. Теоретические принципы экологизации среды, предлагаемые исследователями для генеральных планов населенных мест, тоже не дают представлений о взаимодействии с сеткой связей экосистем. Между тем экология – это, в первую очередь, наука о связях в экосистемах. Из чего следует, что если экологические населенные места не учитывают эти связи, “не замечают” их, они не могут считаться экологическими. **Цель статьи** – раскрыть связевые аспекты генерального плана экологического населенного места как симбиотического (резонансного) элемента в матрице связей природных экосистем. **Вывод.** Современная деятельность людей в области архитектуры и градостроительства либо вызывает полное или частичное необратимое разрушение матрицы природных экосистемных связей, либо деформирует их настолько (смещая их, изменяя их метрические и другие параметры), что они сами с этого момента становятся источниками разрушения существующих экосистем. Чтобы остановить этот процесс, необходимо перейти к экологическим населенным местам, структурно-планировочная организация которых создается на основе пространственного вписывания в матрицы экосистемных связей без их разрушения или деформации.

**Ключевые слова:** экопоселения, устойчивое развитие, экосистемные связи, информационные связи, целостность.

## ЕКОПОСЕЛЕННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК

ВОРОБІЙОВ В. В.<sup>1</sup>, к. арх., доц.,  
КОНЄВА К. А.<sup>2\*</sup>, студ.

<sup>1\*</sup> Кафедра архітектурного проектування і дизайну, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (066) 7033509, e-mail: viktor-arch@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0003-0137-8438

<sup>2\*</sup> Архітектурний факультет, спеціальність “Містобудування”, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (067) 6221909, e-mail: ProstoKatty@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1952-8222

**Анотація. Постановка проблеми.** Концепція сталого розвитку передбачає певні вимоги до організації середовища, що забезпечують коректне вписування населених місць в екосистемний контекст регіонів. Матеріальним утіленням цієї ідеї стали екологічні поселення. Однак у статтях і монографіях, присвячених їх створенню

[2 – 4], не вказано головного – принципів і прийомів відповідності планувальної структури екологічних поселень морфологічним характеристикам матриці зв'язків у природних екосистемах, принципів і прийомів перетворення екопоселень на такі зв'язки. Відсутністю відповідей на ці питання і зумовлена актуальність цієї статті. **Аналіз публікацій.** Публікації, присвячені екологічним поселенням (екополісам, екоселам) висвітлюють питання, названі екологічними, але такими які є: використання безпечних матеріалів і чистих технологій; отримання енергії від поновлюваних джерел; інші [6 – 10]. Всі ці питання стосуються не екології, а дочірніх наук – охорони навколишнього середовища, санітарної гігієни, інших. Теоретичні принципи екологізації середовища, запропоновані дослідниками для генеральних планів населених місць, теж не дають уявлень про взаємодію з сіткою зв'язків екосистем. Тим часом екологія – це, в першу чергу, наука про зв'язки в екосистемах. З чого випливає, що якщо екологічні населені місця не враховують цих зв'язків, “не помічають” їх, вони не можуть вважатися екологічними. **Мета статті** – розкрити зв'язкові аспекти генерального плану екологічного населеного місця як симбіотичного (резонансного) елемента в матриці зв'язків природних екосистем. **Висновок.** Сучасна діяльність людей в галузі архітектури та містобудування викликає або повне або часткове необоротне руйнування матриці природних екосистемних зв'язків, або деформує їх настільки (зміщуючи їх, змінюючи їх метричні та інші параметри), що вони самі з цього моменту стають джерелами руйнування існуючих екосистем. Щоб зупинити цей процес, необхідно перейти до екологічних населених місць, структурно-планувальна організація яких створюється на основі просторового вписування в матриці екосистемних зв'язків без їх руйнування або деформації.

**Ключові слова:** екопоселення, сталий розвиток, екосистемні зв'язки, інформаційні зв'язки, цілісність.

## ECOVILLAGE AS AN INFORMATION CONNECTION

VOROBYOV V. V.<sup>1</sup>, *Cand. of Arch., Doc.*,

KONEVA K. A.<sup>2\*</sup>, *Stud.*

<sup>1\*</sup> Department of Architectural Engineering and Design, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (066) 7033509, e-mail: viktor-arch@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0003-0137-8438

<sup>2\*</sup> Architectural Faculty, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 6221909, e-mail: ProstoKatty@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1952-8222

**Summary. Problem Statement.** Publications dedicated to the ecovillages consider questions that are called ecological. But in fact such questions as the use of sustainable building materials, reducing the energy needs of buildings and others don't represent ecological ones. Theoretical principles of ecological environment proposed by researchers for general plans of settlements also don't show the interaction with the natural network of connections. Meanwhile ecology is first of all the science of the relationships in ecosystems. It means that if ecological settlements don't consider these relationships, they cannot be regarded as ecological. And vice versa: the morphological structure of the general plan of ecological settlement should be considered as a tool for inscribing man and his habitat in a network of natural connections. **Analysis of recent publications.** Numerous types of natural connections can be divided into groups based on different criteria. In general there are three of them: physical, energy and information connections. The guarantee of human prosperity is to inscribe in the continuous round of nature - the cycle of matter, energy and information and support it wisely. Space and its shape, created in an urban environment and beyond, are not perceived properly by human. Any geometric shape, no matter what space it creates, is originally transcendental. Modern architects design spaces of transcendence without realizing it. Transcendental approach allows us to consider the shape from the standpoint of the unity of internal and external, material and the ideal, visible and invisible. This is a fundamentally different view of the world and its spatial (including architectural and urban) forms. There is only one significant force that unites all the ecosystems – the information. Information flows are connected with the shape of the space. Ecological architecture and ecological settlements are the objects and spaces that restore human to the natural system of connections. **Purpose.** The aim of the publication is to reveal the aspects of the general plan of ecological settlement as of an important element in the matrix of the network of connections in ecosystems. **Conclusion.** To stop the destruction of the matrix of natural connections because of human activity in the field of architecture and urban design, we have to turn to the structural and planning organization based on the spatial inscribing into the matrix of ecosystem connections without their deformation.

**Key words:** ecovillage, sustainable development, connections in ecosystems, information connections, integrity.

**Постановка проблемы.** Концепция устойчивого развития предполагает определенные требования к организации среды, обеспечивающие корректное вписывание населенных мест в экосистемный контекст регионов. Материальным воплощением этой идеи являются экологические поселения. Однако в статьях и монографиях, посвященных их созданию [2 – 4], не указано главного – принципов и приемов соответствия планировочной структуры экологических поселений морфологическим характеристикам матрицы связей в естественных экосистемах, принципов и приемов превращения экоселений в такие связи. Отсутствие ответов на эти вопросы и предопределило актуальность данной статьи.

**Анализ публикаций.** Публикации, посвященные экологическим поселениям (экополисам, экоселам) освещают вопросы, названные экологическими, но таковыми не являющиеся: использование безопасных материалов и чистых технологий; получение энергии от возобновляемых источников; другие [6 – 10]. Все эти вопросы относятся не к экологии, а к дочерним наукам – охране окружающей среды, санитарной гигиене, прочим. Теоретические принципы экологизации среды, предлагаемые исследователями для генеральных планов населенных мест, тоже не дают представлений о взаимодействии с сеткой связей экосистем. Между тем экология – это, в первую очередь, наука о связях в экосистемах. Из чего следует, что если экологические населенные места не учитывают эти связи, “не замечают” их, они не могут считаться экологическими. И наоборот: морфологическая структура генерального плана экологического поселения должна рассматриваться как инструмент вписывания человека и его среды обитания в сеть природных связей.

**Цель статьи** – раскрыть связевые аспекты генерального плана экологического населенного места как симбиотического (резонансного) элемента в матрице связей природных экосистем.

**Изложение материала.** В естественной экосистеме взаимодействие компонентов друг с другом, с планетой и с человеком по

горизонтальным, вертикальным и диагональным векторам, происходит с помощью следующих рядов связей: сеток границ таксонов внутриландшафтной топологии; сеток регулярных геобиологических сетей; сеток неотектонических разрывных структур; сеток движения биотических компонентов природы; сеток векторов эоловых процессов; сеток движения растворов по принципу “сверху вниз” и “снизу вверх”; сеток темпоральных потоков; сеток проекции многомерностей; других сеток.

Многочисленные виды природных связей можно разбить на группы, в основе которых – различные критерии. Однако в генерализованном виде они сводятся к трем: к связям вещественным, к связям энергетическим и к связям информационным.

В настоящее время единство вещества, энергии и информации для исследователей различных систем становится все более очевидным. Для живых систем эти составляющие обеспечивают не только все их свойства и функции, но и сам феномен живого состояния. Вместе с тем, процентное соотношение между исследованиями по каждой из трех составляющих весьма неадекватно относительно друг друга. Изучение вещественных процессов составляет 90 – 95% от общего объема научных работ; энергетических – 5 – 7%; информационных – всего 1 – 3%.

В этом соотношении человек осуществляет осознанное воздействие на внешнюю среду и себя как в целом, так и в контексте экологических подходов. Вместе с тем, единство этих составляющих предусматривает их гармоничное, равнодолевое соотношение в использовании. А в перспективе, согласно принципам эволюции, это соотношение должно заместиться на перевес в область энергоинформационных связей. Обратно говоря, “первый станет последним, последний – первым”.

Все процессы синтеза и распада (катаболизма и анаболизма) управляются информационным путем. Процессы получения и использования энергии в любой живой системе также управляются и регулируются информацией – особыми вихревыми пото-

ками (полями) – торсионными (первичными и вторичными) [1].

В живых системах элементы одновременно играют роль и структурных звеньев живого, и их энергетической составляющей, и носителя информации.

Только от информации (торсионной) и количества энергии зависит содержание, то есть состав и структура самого вещества.

Залог процветания человечества в том, чтобы войти (вписаться, структурно и функционально встроиться) в великий круговорот природы – круговорот вещества, энергии и информации, и мудро его поддерживать. Нарушение круговорота (отход от матрицы связей в эволюционирующих экосистемах) и попытка подменить его искусственными технологиями – путь к гибели. К сожалению, пока человечество предпочитает искусственные технологии. Общество пошло по пути формирования стандартов и неких тотальных критериев, но они всегда ведут к остановке его развития. Традиции создают почву для стабильности, но следующей фазой развития является стагнация. Ошибка ума обычного человека в том, что он принимает модель реальности за саму реальность. Локальность – это лишь одна из матрешек Макро- и Микрокосма. Если открыть дверь, то обнаружатся и другие макро- и микрокосмы. Человек – это Вселенная, свернутая в клубок, или, говоря иначе, – матрица. И эта матрица не способна жить в изоляции от матрицы Мироздания. Жизнь же существует только как способ взаимодействия информационных (торсионных) потоков.

Все в природе имеет свое предназначение, свою миссию в схеме приема, переработки и передачи вещества, энергии и информации. Но человек перестал выполнять свою миссию. Он осознанно или неосознанно нарушил один из основополагающих законов Вселенной: энергия не появляется из ничего и не исчезает в никуда. Есть лишь переход одной ее формы в другую. То же относится и к информации.

“Человек” в переводе с санскрита означает “ученик времени”. Но освоил ли он

мудрые законы природы? Ответ на этот вопрос пока проблематичен.

А между тем, все законы природы работают именно на основе информационного взаимодействия участников экосистем. Информационная основа связей в экосистемах изучается по-разному. Или не изучается вообще. Вплоть до ее отрицания. Все зависит от страны.

Так, например, в Англии, на территории Ротамстедской экспериментальной станции вот уже 150 лет проводится уникальный эксперимент по изучению природного способа земледелия. В Швеции завершились 21-летние исследования аналогичных процессов. В Днепропетровской области (Украина) энергоинформационные исследования несколько лет ведутся в научно-производственной корпорации “Степная” и в акционерном обществе “Агросоюз”.

В экономически развитых странах с 30-х годов XX века ведутся исследования энергоинформационных и информационных процессов внутри различных геометрических форм и вокруг них. Фактически идет процесс подтверждения древних знаний, которые эти процессы уже описали. (В научном сообществе по этому поводу даже возникло выражение: “Все, что изобрели современные ученые, уже создали наши предки”; как, впрочем, известна и другая фраза: “Все, что создают ученые, уже давно создала природа, причем в многократно более выигрышном варианте”). Вся история архитектуры и градостроительства прошедших тысячелетий основана исключительно на энергоинформационных эффектах формы, эффектах, позволяющих встраиваться в многомерную структуру целостной системы “Человек – Планета – Космос”.

В слове “человек”, с этой точки зрения, таится серьезная методологическая ловушка. Понятие “время” (“человек – ученик времени”) не заложено в базовых постулатах Мироздания. Исследования современных психологов говорят о том же: для людей важно не время, а пространство. Пространство образуется формами. Формы образуют пространства. Формы создают мат-

рицы информационных процессов, не связанных со временем. С этой точки зрения термин “человек” можно было бы заменить на термин «челотопос» (чело- ученик; топос – место, пространство и, как следствие – форма). Для человека фрактальность среды с позиции форм – его природа, его истинный мир. Форма формы внутри формы Единой Формы – ключ к пониманию способа вписывания себя в многомерный (многопространственный) мир, нахождение в нем своего топоса. Топос человеческого – естественное место (пространство, очерченное его формой) человека.

Пространство, его формы, создаваемые в урбанизированной среде и за ее пределами, в сельской местности, пока для людей сродни лесу, со свойственной ему тайной его же пространства, простирающегося в беспредельности за листвой и стволами. Все в лесу скрыто от взгляда. Но все при этом существует. Возникает прецедент психологического трансцендента. Трансцендентность относится к торсионным (информационным) процессам. Трансцендентность позволяет познать тождество человека с макро- и микрокосмом, познать тождество макро- и микрокосма как таковых.

Любая геометрическая форма, независимо от того, какое пространство она создает, изначально трансцендентна. Современный архитектор проектирует пространства трансцендентности, не задумываясь об этом (“не ведает, что творит”). Вместе с тем, ее исследование ведется только двумя методами логики: дедукцией (методом умозаключений от частного к общему, введенным Роджером Бэконом и прославленным устами героя Конан Дойля), и индукцией (методом умозаключений от общего к частному). С их перекрестной проверкой.

Трансцендентный же подход позволяет рассматривать форму не с позиции логики (индукции и дедукции), но с позиции единства внутреннего и внешнего, с позиции материального и идеального (информационного), с позиции единства видимого и невидимого. Или, иначе, с позиции Целостности (Холистики). С позиции не разделенного

базиса мышления. Без использования дуады “хорошо” – “плохо”. Это принципиально иной взгляд на мир и его пространственные (включая архитектурно-градостроительные) формы. Это – принципиально другой, более совершенный тип мышления. Здесь искусственная дискретность замещается объективной континуальностью.

Введение же биполярных сил было итогом прежнего способа мышления, но не более того. Биполярное мышление зависит лишь от наблюдателя, но не от подлинных свойств мира. В мире существует только одна значительная сила, которая объединяет все “этажи” Мироздания. И эта сила – информационная (торсионная, или, она же – духовная). Информационные потоки связаны с формой пространства. Однако на генеральном уровне форма не имеет большой важности, так как внутри информационного поля нет внешних сил, которые могли бы произвести какой-либо эффект.

Но если все же говорить о форме, то, с позиции адаптации к торсионным процессам, нужно говорить о необходимости перехода зданий на формы, образующие вертикальные первичные и вторичные торсионные потоки, хорошо вписывающиеся в систему информационных связевых сеток Мироздания. И размещать эти формы в соответствующих иерархических узлах таких сеток на адекватных формах рельефа.

Экологическая архитектура и экологические населенные места – это объекты-формы (пространства), возвращающие человека в систему природных связей, обладающих многомерной пространственно-временной динамикой и эволюцией. Векторы обменных процессов (векторы связей) в природе формируют пространственную матрицу или каркас. Все проектируемые объекты (формы) должны проектироваться и создаваться на основе принципов резонансного соответствия этим связям. Соответствие обеспечивается соблюдением принципов подбора формы, материалов и местоположения создаваемых объектов конкретному морфологическому рисунку экосистемных связей с характеристиками, существующими в конкретном географиче-

ском месте. В итоге будет отсутствовать разрушение или изменение пространственного местоположения экосистемных связей, будет отсутствовать изменение характеристик таких связей. Возникнет объединение вновь создаваемых объектов с природными матрицами связей в некое Целое.

Физически, химически и информационно каркас экосистемных связей подобен иерархически соподчиненной системе матриц, вложенных друг в друга на основе ряда правил. Человек встраивается в систему природных связей (каркасов) с помощью энергоинформационного соответствия своего организма. Отсутствие резонанса между связевым каркасом экосистем и человеком ведет к разрушению обоих.

Эффект встроенности в нее человека осуществляется с помощью следующих мероприятий: внутренней трансформации самого человека за счет перехода на духовные принципы жизни; создания геометрических форм среды, переводящих разбалансированные характеристики организма человека в диапазон сбалансированных характеристик космопланетарных экосистемных связей различных иерархических уровней. При этом будут наблюдаться: гармонизация экосистем; гармонизация физического тела и энергоинформационной структуры человека; гармоничный переход всех элементов экосистемы в более высокочастотный диапазон на основе механизма эволюции.

Экоздания и экопоселения резонансного типа можно аллегорически сравнить с флюгером, всегда поворачивающимся на поток набегающего ветра. То есть занимая самым оптимальным положением по отношению к вектору внешнего воздействия. Флюгер не разрушает ветровой поток, но, присутствуя в нем, может выполнять определенную работу. В случае с экообъектами

работа будет направлена на гармонизацию человеческого организма, его встраивания в экосистемные связи, а также на приведение разбалансированных экосистем в статус их гармонического равновесия. Для этого должны использоваться: формы-репрограмматоры; формы-аннигиляторы; формы-нейтрализаторы; формы-антенны с многодиапазонной диаграммой направленности приема и передачи торсионных потоков; формы-селекторы; формы-рули; формы-поляризаторы потоков; другие. Под формами в данном случае подразумеваются как формы отдельных зданий, так и формы “сеток” генеральных планов экологических населенных мест.

Фактически речь идет и о переходе от статических, вросших в землю, объектов с неизменяемой геометрией, к объектам полидинамоморфическим, с изменяемой в течение суток и даже часов конфигурацией. Да и само название населенных мест, видимо, нужно переосмыслить. Назвав их, например, обиталиями (экообиталиями) – пространствами топоса человека. Или топосообиталиями (пространствами резонансного обитания).

Методика получения геометрических абрисов зданий с изменяемой геометрией для кинематических экообиталей будет опираться на цепочку взаимосвязанных резонансных явлений: геометрический абрис формы рельефа в заданной точке географического пространства (в первую очередь – градус наклона поверхности грунта относительно линии горизонта) – тип торсионного потока – спектр электромагнитного излучения (цвета) – геометрический абрис формы создаваемого объекта – матрица воздействий на организм человека – матрица взаимодействий с экосистемными связями на данной территории.



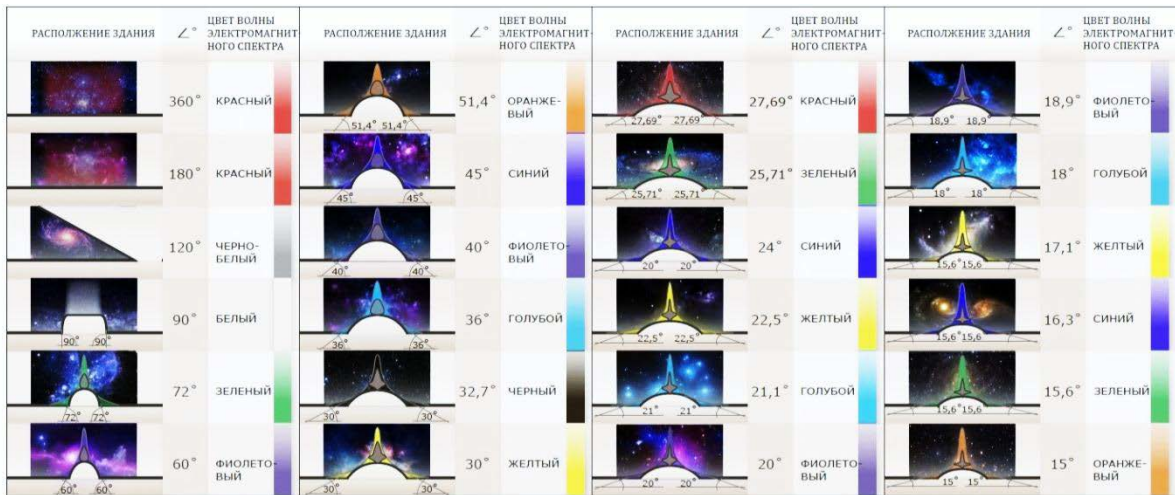


Рис. 1. Методический пример резонансного соответствия угла наклона поверхности рельефа цвету электромагнитного спектра, а также торсионных потоков, на основе которых создается форма отдельных экологических зданий

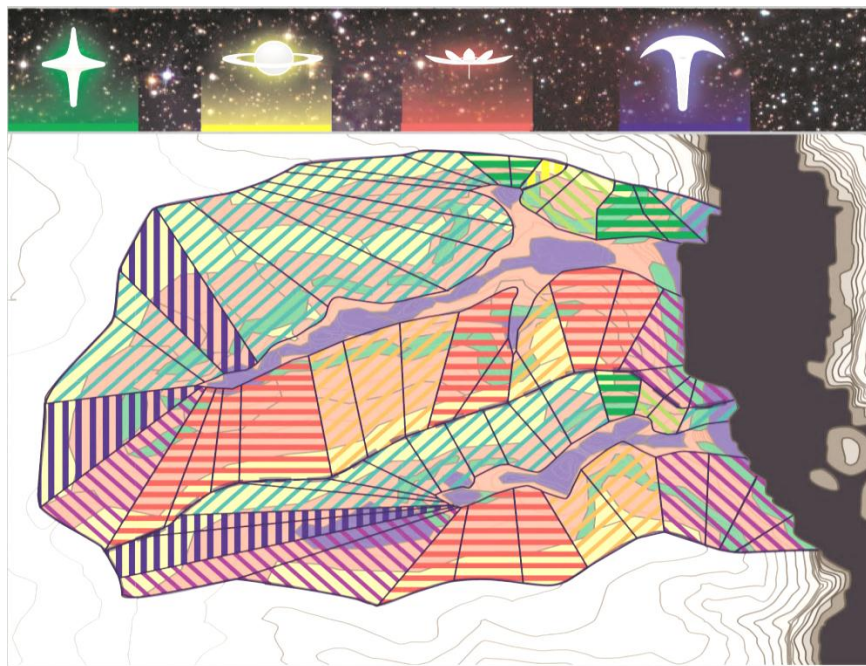


Рис. 2. Методический пример дифференциации форм рельефа по резонансным эффектам (внизу) и адекватным формам зданий (вверху)





Рис. 3, 4. Примеры резонансных форм экологических зданий типа «юла» для брустверов балок



Рис. 5. Примеры резонансных форм экологических зданий типа «гриб» для низинных выположенных участков балок. Варианты трактовки поверхностей и пропорций связаны со спецификой рисунка восходящих и нисходящих энергоинформационных потоков.

**Выводы.** Современная деятельность людей в области архитектуры и градостроительства либо вызывает полное или частичное необратимое разрушение матрицы природных экосистемных связей, либо деформирует их настолько (смещая их, изменяя их метрические и другие параметры), что они сами с этого момента становятся источниками разрушения существующих экосистем. Чтобы остановить этот процесс,

необходимо перейти к экологическим населенным местам, структурно-планировочная организация которых создается на основе пространственного вписывания в матрицы экосистемных связей без их разрушения или деформации. В итоге возникает новый класс явлений – обитали-связи.

Это ставит задачу разработки энергоинформационных трактовок зданий, улиц и генеральных планов населенных мест.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов А. Торсионные поля, биополе и психическая энергия / А. Акимов // Биоэнергетика и искусство исцеления. Кн. 2.: Исцеляющие феномены и эффекты. Лито-, дендро- и магнитотерапия. Новые приборы

- энергоинформационной медицины. Экология человека и здоровья / Междунар. акад. энергоинформ. наук, Междунар. акад. наук экологии и безопасности жизнедеятельности ; [авт.-сост. В. Е. Ланда]. – Улан-Удэ : БНЦ СО РАН, 2011. – С. 46 – 52.
2. Вавилова Т. Я. Экопоселения и энергоэффективные посёлки как примеры устойчивого развития / Т. Я. Вавилова // Архитектон : известия вузов. – 2014. – № 47. – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2014\\_3/6](http://archvuz.ru/2014_3/6).
  3. Возникновение городов // ГИС-анализ в Экогеологии / ГГФ НГУ, НРЦГИТ СО РАНГ ; рук. проекта Зольников И. Д. – Режим доступа: <http://www.ggd.nsu.ru/iso/ecogis/ecoproblems/urban/city1.htm>.
  4. Гилман Р. Экодеревни и устойчивые поселения / Роберт Гилман. – Санкт-Петербург : Изд-во Центра Гражданских Инициатив, 2000. – С. 6 – 16.
  5. Катаева А. Р. Формирование экологического каркаса как принцип устойчивого развития городской среды / А. Р. Катаева // Архитектон: известия вузов. – 2012. – № 38 (Приложение). – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2012\\_22/41](http://archvuz.ru/2012_22/41).
  6. Dawson J. Ecovillages: New Frontiers for Sustainability / Jonathan Dawson. – Totnes : Green Books Ltd, 2006. – P. 21 – 36.
  7. Dimensions of the Sustainable City (Future City) / Ed. M. Jenks, C. Jones. – London ; New York : Springer Science+Business Media, 2010. – 288 p.
  8. Kates R. What is sustainable development? / R. Kates, T. Parris, A. Leiserowitz // Environment: Science and Policy for Sustainable Development. – 2005. – Vol. 47, № 3. – С. 8 – 21
  9. Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach / Brian Walker, Stephen Carpenter, John Anderies, Nick Abel, Graeme S. Cumming, Marco Janssen, Louis Lebel, Jon Norberg, Garry D. Peterson, Rusty Pritchard // Ecology and Society. – 2002. – Vol. 6, № 1 – Режим доступа: <http://www.ecologyandsociety.org/vol6/iss1/art14/>.
  10. Riddell R. Sustainable urban planning: tipping the balance / Robert Riddell. – [S. l.] : Blackwell Publishing Ltd, 2004. – 335 p.
  11. Sustainable architecture architecture / Sim Van der Ryn, Lord Foster, David Goehring, Edward Mazria, Kevin Burke, Rem Koolhaas // Europe Real Estate Yearbook. – 2009. – P. 3 – 11. – Режим доступа: <http://silentgreen.eu/downloads/sustainable-architecture.pdf>.

## REFERENCES

1. Akimov A. *Torsionnye polya, biopole i psikhicheskaya energiya* [Torsion fields, biological and psychic energy]. *Bioenergetika i iskusstvo isceleniya* – Bioenergy and art of healing. Ulan-Udeh: BNTs SO RAN, 2011. pp. 46 – 52. (in Russian).
2. Vavilova T. J. *Ekoposeleniya i energoeffektivnye posiolki kak primery ustoichivogo razvitiya* [Ecovillages and energy efficient settlements as examples of sustainable development]. *Arkhitekton: izvestija vuzov*. 2014. Available at : [http://archvuz.ru/2014\\_3/6](http://archvuz.ru/2014_3/6). (in Russian).
3. *Vozniknoveie gorodov. GIS – analiz v ecogeologii GGF NGU, NRTSIT SO RANG ; ruk. proekta Zol'nikov I. D.* [Creation of cities. GIS- analysis in geology]. Available at : <http://www.ggd.nsu.ru/iso/ecogis/ecoproblems/urban/city1.htm>.
4. Gilman R. *Ekoderevni i ustojichivye poseleniya* [Ecovillages and sustainable settlement]. Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo Centra Grazhdanskikh Inicativ. 2000, pp. 6 – 16. (in Russian).
5. Kataeva A. R. *Formirovanie ehkologicheskogo karkasa kak princip ustojichivogo razvitija gorodskoj sredy* [Formation of the ecological framework as the principle of sustainable development of the urban environment] .*Arkhitekton: izvestija vuzov*. 2012. Available at: [http://archvuz.ru/2012\\_22/41](http://archvuz.ru/2012_22/41). (in Russian).
6. Dawson J. *Ecovillages: New Frontiers for Sustainability*. Totnes, Green Books Ltd. 2006, pp . 21 – 36.
7. *Dimensions of the Sustainable City (Future City)*. London, New York, Springer Science+Business Media. 2010. 288 p.
8. Kates R. What is sustainable development? *Environment, Science and Policy for Sustainable Development*. 2005. Vol. 47, No. 3, pp. 8 – 21
9. *Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory*. *Ecology and Society*. 2002. Vol. 6, No. 1. Available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol6/iss1/art14/>.
10. Riddell R. *Sustainable urban planning : tipping the balance*. Blackwell Publishing Ltd. 2004. 335 p.
11. *Sustainable architecture architecture*. *Europe Real Estate Yearbook*. 2009. pp. 3 – 11. Available at: <http://silentgreen.eu/downloads/sustainable-architecture.pdf>.

*Статья рекомендована к публикации: 20.02.2015 г. Рецензент: к. т. н., проф. Челноков А. В.*  
 Поступила в редколлегию 24.02.2015 г. Принята к печати 18.03.2015 г.

## ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 651.4/9

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛОВОДСТВА ТА ДОКУМЕНТООБІГУ  
В УСТАНОВІ: ЕТАПИ, ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ**САВЧЕНКО С. В.<sup>1\*</sup>, канд. іст. н., доц.ТКАЧ Л. М.<sup>2</sup>, канд. філол. н., доц.ПРОКОФ'ЄВА К. А.<sup>3\*</sup> канд. філол. н., доц.ВИТЕР В. О.<sup>4</sup>, студ. гр. ДІ-01-10М

<sup>1\*</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>2</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>3\*</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>4</sup> Кафедра документознавства та інформаційної діяльності, Національна металургійна академія України, пр. Гагаріна, 4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Фахова підготовка сучасного фахівця з документознавства та інформаційної діяльності передбачає й уміння застосувати на практиці здобуті знання, зокрема, у науково-дослідницькій роботі. Головними сферами застосування документознавчих знань є діловодство в установах та організаціях, документаційне забезпечення управління, документаційне забезпечення кадрової роботи, організація інформаційної діяльності архіву установи, аналітична обробка та оптимізація інформаційних потоків в організації. **Мета статті.** Окреслити етапи та кроки дослідження діловодства та документообігу в установі; виявити та змодельовати структуру установи, викрити недоліки діловодних процедур і кроків, нормативно-методичного та матеріально-технічного забезпечення, документообігу в цілому та формулярів окремих документів; запропонувати низку заходів щодо раціоналізації та оптимізації. **Висновок.** Дослідник діловодства та документообігу установи в процесі дослідження застосовує такі методи як інформаційний аналіз, формулярний аналіз, метод уніфікації, метод спостереження, анкетування, інтерв'ювання та опитування, системний та структурно-функціональний. Він складає дві моделі: змістовно-логічну “модель системи”, яка фіксуватиме стан речей, допомагаючи вивчати властивості об'єкта за допомогою його уявного замінника. Друга – “модель для системи”, або ідеальний варіант об'єкта у його майбутньому, коли буде реалізовано пропозиції щодо раціоналізації та оптимізації. Таким чином, розроблено та запропоновано рекомендації, що допоможуть фахівцеві з документознавства скласти та ефективно реалізувати наукову програму практичного дослідження.

**Ключові слова:** документознавство, установа, модель, дослідження, методи, аналіз, документообіг, документація.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА И ДОКУМЕНТООБОРОТА  
В УЧРЕЖДЕНИИ: ЭТАПЫ, ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ**САВЧЕНКО С. В.<sup>1\*</sup>, канд. іст. н., доц.ТКАЧ Л. М.<sup>2</sup>, канд. філол. н., доц.ПРОКОФЬЕВА Е. А.<sup>3\*</sup>, канд. філол. н., доц.ВИТЕР В. О.<sup>4</sup>, студ. гр. ДИ-01-10М

<sup>1\*</sup> Кафедра документоведения и информационной деятельности, Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>2</sup> Кафедра документоведения и информационной деятельности, Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>3\*</sup> Кафедра документоведения и информационной деятельности, Национальная металлургическая академия Украины, пр. Гагарина, 4, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>4</sup> Кафедра документооборота і інформаційної діяльності, Національна металургічна академія України, пр. Гагарина, 4, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

**Анотація. Постановка проблеми.** Професійна підготовка сучасного спеціаліста по документообороту і інформаційній діяльності передбачає і вміння застосувати на практиці отримані знання, зокрема, в науково-дослідницькій роботі. Головними сферами застосування документознавчих знань є виробництво в закладах і організаціях, документальне забезпечення управління, документальне забезпечення кадрової роботи, організація інформаційної діяльності архіву закладу, аналітична обробка і оптимізація інформаційних потоків в організації. **Цель статьи.** Обозначить этапы и шаги исследования делопроизводства и документооборота в учреждении; выявить и смоделировать структуру учреждения, разоблачить недостатки делопроизводственных процедур и шагов, нормативно-методического и материально-технического обеспечения, документооборота в целом и формуляров отдельных документов; предложить ряд мер по рационализации и оптимизации. **Вывод.** Исследователь делопроизводства и документооборота учреждения в процессе исследования применяет такие методы как информационный анализ, формулярный анализ, метод унификации, метод наблюдения, анкетирование, интервьюирование и опрос, системный и структурно-функциональный. Он составляет две модели: содержательно-логическую “модель системы”, которая будет фиксированы положение вещей, помогая изучать свойства объекта с помощью его воображаемого заместителя. Вторая – “модель для системы” или идеальный вариант объекта в его будущем, когда будет реализовано предложения по рационализации и оптимизации. Таким образом, разработаны и предложены рекомендации, которые помогут специалисту по документообороту составить и эффективно реализовать научную программу практического исследования.

**Ключевые слова:** документооборот, учреждение, модель, исследования, методы, анализ, документооборот, документация

## DOCUMENT MANAGEMENT AND CORPORATE RECORDS RESEARCH: STAGES, PRINCIPLES AND METHODS

SAVCHENKO S. V.<sup>1\*</sup>, *Cand. Hist. Sc., Ass.*

TKACH L. M.<sup>2</sup>, *Cand. Philol. Sc., Ass.*

PROKOFIEVAY. A.<sup>3\*</sup>, *Cand. Philol. Sc., Ass.*

VITER V. O.<sup>4</sup>, *Stud. gr. CI-01-10M*

<sup>1\*</sup> Department of Business documentation Management and Informational activity, National Metallurgical Academy of Ukraine, pr. Gagarin, 4, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>2</sup> Department of Business documentation Management and Informational activity, National Metallurgical Academy of Ukraine, pr. Gagarin, 4, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>3\*</sup> Department of Business documentation Management and Informational activity, National Metallurgical Academy of Ukraine, pr. Gagarin, 4, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel. +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

<sup>4</sup> Department of Business documentation Management and Informational activity, National Metallurgical Academy of Ukraine, pr. Gagarin, 4, 49600, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel +308(056)274255 e-mail: doc\_info@ukr.net

**Abstract. Introduction into problem.** The professional training of modern specialist in Document Sciences and Information Activities provides the ability to put acquired knowledge into practice particularly in scientific research. The main areas of knowledge applying are Corporate Records and Document Management, Staff Document Management and Archives Information Activities, Analytical Process and Information Optimization. **The purpose.** The main purposes are: to show the Document Management and Corporate Records stages and steps; to determine and design the structure of the Corporation; to reveal Corporate Records Procedure and Steps errors; to provide regulatory and procedural documents and material and technical facilities; to provide document management in general and document forms particularly; to provide simplification of operation and document optimization. **Conclusion.** Corporate Records and Document Management Researcher in the process of investigation applies the methods, such as: information analyses, blank-form analyses, unification method, method of observation, interview, questionnaire survey, system and structural and functional methods. The Researcher designs two models. The first model is a content-logical one that is called “model of system” and that records current things. The model helps to study object features by its proper substitute. The second model is called “model for system” that is an ideal invariant of an object in its future when simplification of operation and optimization are applied. Thus, some recommendations are proposed to help specialist in Document Sciences design and provide scientific research.

**Key words:** document sciences, corporation, model, research, methods, analyses, document management, record-keeping.

**Постановка проблеми.** Освітньо-професійна підготовка сучасного фахівця з документознавства та інформаційної діяльності передбачає не лише засвоєння певної сукупності знань, а й уміння застосувати їх на практиці, зокрема, у науково-дослідницькій роботі на базі практики. Головними сферами застосування дослідницьких умінь та навичок студентів-документознавців є діловодство в установах та організаціях, система документаційного забезпечення управління й забезпечення кадрової роботи, організація інформаційної діяльності архіву або архівного підрозділу установи, аналітична обробка та оптимізація документно-інформаційних потоків в організації.

Здебільшого студент-практикант має справу саме з діловодством, документообігом в установі, організації або на підприємстві, які потрібно не лише описати, а й проаналізувати: змодельовати його структуру, виявити недоліки щодо документаційних процесів, нормативно-методичного та матеріально-технічного забезпечення, документообігу в цілому та формулярів окремих документів, а також запропонувати низку заходів щодо їх раціоналізації та оптимізації.

**Мета статті.** Метою пропонованої статті є спроба висвітлити науково-методичні рекомендації для студента, який об'єктом своїх студій обрав організацію (установу чи підприємство), а предметом – документацію (як це буває найчастіше – організаційно-розпорядчу та інформаційно-довідкову).

**Виклад основного матеріалу.** Один із найскладніших етапів роботи студента, з психологічної точки зору, – це етап ознайомлення. Щоб не розгубитися і не “розчинитися” в об'єкті, який потрібно буде досліджувати, у молодого фахівця повинно сформуватися уявлення про нього як чітко структуровану систему з її елементами, що формують вертикально і горизонтально розташовані зв'язки, ієрархічні та трансієрархічні, прямі та зворотні. Необхідно пам'ятати зауваження Ю. І. Макарського, що “будь-яка система управління <...> складається з низки дрібніших систем і сама є частиною більших систем”, а інформацію в цьому контексті

потрібно сприймати як “форму зв'язку між головною та керованими підсистемами”.

Свого часу Анрі Файоль писав: “Керувати – значить передбачати, організовувати, розпоряджатися, координувати та контролювати”. Зважаючи на це, важливо з'ясувати, як функціонує система, як організовано інформаційну взаємодію всіх ланок управління, зокрема, керівництва та виконавців; в який спосіб надходить інформація до керівника для прийняття управлінських рішень і які вона має властивості (з точки зору актуальності, повноти, своєчасності, доступності, достовірності); як функціонують інформаційні потоки; як організовано контроль виконання розпоряджень тощо.

Дослідження об'єкта передбачає оволодіння загальною інформацією про установу, структуру підрозділів, кількість і якісний склад працівників, рівень технічного забезпечення (комп'ютери та оргтехніка, використання програм електронного діловодства, умови праці тощо). Надалі вивчається організаційна документація (положення про організацію та підрозділи); штатний розклад (аналізується відповідність між штатним складом установи чи підрозділу та обсягом і складністю роботи); регламент роботи; посадові інструкції працівників (сфера відповідальності, які питання входять до компетенції кожного працівника); аналізується розподіл обов'язків (як регламентується кожний вид діяльності, рівень контролю за виконанням, форма звітності за виконання, відсутність дублювань обов'язків); вивчається завантаженість роботою (диспропорції); потреба в нових працівниках та наявність вакансій; порядок обіймання посад, професійно-кваліфікаційні вимоги до претендентів.

Особливої уваги заслуговують нормативні та методичні матеріали з організації діловодства. Усе це важливо з огляду на те, що злагодженість управлінської структури, правильний розподіл обов'язків між працівниками, чітке визначення сфери відповідальності безпосередньо впливають на раціональність документообігу.

Подібні завдання потрібно виконувати за допомогою методу спостереження, опитування працівників, опису процесів та фак-

тів, анкетування, хронометражу й моделювання. Зрештою, емпіричне вивчення об'єкта має перейти у створення "моделі системи", що надасть змогу встановити, наскільки ефективно функціонує система, спрогнозувати розвиток тих чи інших тенденцій, оптимізувати досліджувані процеси.

Більш складний етап – аналіз документообігу в установі. Для цього, передусім, необхідно визначитися з класифікаційними ознаками, за якими відбуватиметься такий аналіз:

- вхідні – вихідні – внутрішні документи;
  - періодичні – неперіодичні;
  - термінові – нетермінові – безстрокові;
  - документи загального доступу – з грифами обмеження доступу;
  - паперові – електронні;
  - прості (де розглядається одне питання) – складні (розглядаються два і більше питань);
  - оригінали – дублікати – копії – витяги;
  - документи на різних стадіях роботи з ними: робочі проекти документів – документи на узгодженні, візуванні та затвердженні – документи, підписані відповідальною особою, що набули юридичної сили;
  - документи, що реєструються – не реєструються;
  - документи, виконання яких контролюється – не контролюється;
  - за кореспондентами (вищі інстанції; нижчі інстанції; установи, що не перебувають у відносинах субординації; приватні особи);
  - документи, що перебувають у процесі виконання – виконані – передані на архівне зберігання;
  - документи з інформацією щодо впровадження якоїсь ініціативи – документи-відповіді на ініціативу;
  - за системами документації (організаційні, розпорядчі, інформаційно-довідкові, статистичні, облікові, бухгалтерські, кадрові, звітні);
  - за видовою ознакою в рамках окремої системи документації (накази, протоколи, розпорядження, інструкції, плани, рішення, звіти, технічні проекти тощо).
- Загалом, параметром аналізу документообігу може бути будь-яка класифікаційна

ознака або всі разом, усе залежить від мети і завдань дослідження.

Значну роль у дослідженні відіграють маршрути документопотоків, які слід описати й подати у вигляді схеми, формулюючи при цьому такі питання як: звідки починається (початок маршруту); куди спрямовується (кінець маршруту); через які інстанції проходять (рух по маршруту); завдання – функції – місце документа в потоці; тривалість маршруту (відстань, час); кількість документальних операцій; кількість працівників, задіяних в організації руху документів.

Обсяг документообігу потрібно визначати у фізичних величинах і відсотках, щоб простежити й пояснити його динаміку за певний проміжок часу. У процесі свого дослідження документознавець повинен помічати й систематизувати недоліки. Згодом на підсумковому етапі роботи це допоможе розробити програму оптимізації, розуміючи під цим терміном кореляцію між формою та змістом (документа або процесу); вкладеними ресурсами та економічним ефектом; якістю змісту та ергономічністю; штатом працівників та обсягом роботи; кваліфікацією працівників та об'єктивними кваліфікаційними вимогами, що визначаються характером роботи; завданнями управління та інформаційно-документним забезпеченням; зовнішніми та внутрішніми інформаційними потоками тощо.

У кожного дослідника, безумовно, поступово формується власний перелік проблемних ситуацій, типу:

- незадовільний стан локальної нормативно-методичної бази організації діловодства та документообігу в установі, відсутність локальних нормативних документів, які регламентують роботу з документами в установі;
- незадовільне інформаційне забезпечення управління, невчасність подачі інформації на той рівень, на якому приймаються управлінські рішення;
- невчасність виконання документальних робіт, затримки в роботі, повернення документів на доопрацювання;
- зрив маршрутів документопотоків (причини, фактори);

– недостатність/надмірність контролю за виконанням і виконавцями;

– нерациональний розподіл повноважень та обсягу роботи між працівниками служби діловодства, невідповідність між фактичними повноваженнями і тими повноваженнями, які закріплені в Посадовій інструкції працівника (перевантаженість/ недовантаженість працівників);

– необлаштованість робочого місця працівника служби діловодства, недостатнє технічне забезпечення роботи з документами;

– низький рівень кваліфікації працівників для виконання документальних робіт, низький рівень знання нормативно-методичної бази організації діловодства;

– надмірні/недостатні ресурсні витрати на діловодство і документопотік (люди – кошти – час);

– дублювання документів за функціями, надмірна кількість візувань на одному документі (буває, що той, хто візує, не несе відповідальності за виконання і не контролює документ у його подальшій циркуляції в установі);

– невідповідність формулярів документів ДСТ України, неправильне оформлення реквізитів, допущення мовно-стилістичних помилок; надмірна кількість узгоджень та засвідчень зайвими реквізитами;

– наявність надлишкових документів, що не виконують оперативні функції, а існують завдяки бюрократичній інерції та традиціям в установі (журнали зі збором підписів “для галочки”, виконання яких ніхто не контролює, оскільки їх існування обумовлене нормативними документами, що давно вийшли з оперативного обігу);

– надмірність документування окремих управлінських і робочих ситуацій (їх можна вирішувати шляхом усних розпоряджень чи інформувань – різні “пояснювальні”, “службові” записки та звіти з дріб'язкових питань). В установі не повинно бути “зайвих” документів, не передбачених Номенклатурою справ, Табелем уніфікованих форм документів та іншими локальними нормативними актами;

– зайві ланки в маршрутах документопотоків;

– інформаційні бар'єри в інформаційному потоці (передусім, освітньо-кваліфікаційні, режимні, мовні, термінологічні, економічні, психологічні);

– втрати і пошкодження документів під час роботи з ними, у документопотоці;

– відсутність чи наявність інформаційно-пошукової системи (карткова, електронна, ніяка), витрати часу та інших ресурсів на пошук документів у системі.

– паперовий та безпаперовий (електронний) документообіг, співвідношення між ними в установі, тенденції і прогнози, економічна доцільність тощо;

– наявність заходів щодо оптимізації системи керування документацією (уніфікація, раціоналізація);

– застаріле матеріально-технічне та програмне забезпечення діловодства.

Список проблемних ситуацій може бути збільшено, скорочено, змінено. Усе залежить від поставлених завдань, аналітичності студента-практиканта, від того, чи зможе він подолати в собі страх перед системою, щоб наважитися її критикувати. Молодий дослідник повинен бути готовий до випробування: під тиском системи в установі (на підприємстві) його можуть асимілювати, притлумити реформаторські задуми, приголомшити своєю ірраціональністю, а часом і абсурдністю. Зокрема, це відбувається під тиском авторитетних працівників зі стажем, що звикли до певного порядку речей і вважають його раціональним, “знають як треба” і не піддатні змінам. Діловоди радянського вишколу здебільшого не мали спеціальної освіти й здобували знання та навички через практику, яка була своєрідною секулярною ініціацією до канцелярських традицій.

Вітчизняні та зарубіжні документознавці (Т. В. Кузнецова, М. В. Ларін, А. М. Сокова, А. В. Ширстов, Б. І. Кремер, М. В. Бельдова, Г. Г. Воробйов) розробили низку критеріїв раціоналізації діловодства та організації документообігу, коли “раціоналізацію” розглядати як комплекс заходів щодо логічного упорядкування документальних процесів із метою подолання хаотичності, неузгодже-



ності, розбалансованості, некваліфікованості, суперечливості, надмірності тощо.

Сформульовані вченими критерії є ідеальною призмою оцінювання реального стану справ в установі, організації, підприємстві. Йдеться про оперативність руху документів (швидкість, уникнення бар'єрів); оптимальність форми і змісту документів з точки зору їх головних функцій; цілеспрямованість (уникнення зворотного руху документів); економність ресурсів; максимальна одноманітність (уніфікованість) документів (форма, зміст); оптимальність розподілу функцій і обов'язків працівників служби діловодства; сформованість локальної нормативної бази для ефективного діловодства (інструкції з діловодства на основі ДСТ України; перелік документів із зазначеними термінами зберігання; Положення про службу діловодства чи ДЗУ; Положення про архівний підрозділ; посадові інструкції працівників служби діловодства та архіву; Положення про експертну комісію; Табелі уніфікованих форм документів; Альбом уніфікованих форм документів для застосування в організації (електронні та паперові зразки); Номенклатура справ організації); максимальна автоматизованість, ритмічність і безперервність руху документів; паралельність (роботу з документом виконують кілька працівників одночасно); пропорційність завантаження інформаційних каналів руху документів (уникнення перевантаження і недовантаження каналів); гнучкість і здатність системи перебудовуватися відповідно до зовнішньої кон'юнктури.

Нарешті, студент має відповідально поставитися до застосування методів дослідження, а не придумувати їх “заднім числом” у звіті про практику чи вступі до диплому. Потрібно нагадати: метод – це комплекс інтелектуальних процедур, які застосовуються до об'єкта для отримання про нього нової інформації. Результат може бути передбачуваний, як наслідок підтвердження (або спростування) дослідницької гіпотези, і навпаки. Метод – це певний алгоритм дії дослідника, “правила гри”, яких дотримується наукова спільнота. Звісно, є думка, що справжні вчені ніколи не діють за правилами-

ми, бо репродуктивне дотримання методу виключає творчість. Однак, щоб здобути право порушувати усталені правила, потрібно спочатку ними оволодіти.

Отже, дослідник-документознавець має оволодіти такими методами:

### 1. Інформаційний аналіз документа

Можливості цього методу висвітлив видатний документаліст-кібернетик Г. Г. Воробйов у монографії “Документ: інформаційний аналіз” (М., 1973), яка, попри певну застарілість, лишається “базовою” для документознавців. Вона є необхідною складовою методологічної підготовки фахівців-аналітиків документно-інформаційних систем. Нагадаємо, що головними категоріями інформаційного аналізу, за автором, є фізичний обсяг документа, інформаційний обсяг документа, інформаційна ємність документа, інформативність, інформаційний тезаурус, інформаційна щільність документа та ін. Дослідник порушує проблему інформаційної перенасиченості, раціонального обґрунтування впровадження нових форм документів, способів побудови інформаційних зв'язків, сприйняття людиною інформаційних потоків та багато інших [2].

2. *Формулярний аналіз документа* Категорії та процедури формулярного (структурного) аналізу документа були успішно розроблені в рамках спеціальної історичної дисципліни “Дипломатика”. Тому детально ознайомитися з цим методом можна за працями класиків вітчизняної дипломатики О. С. Лаппо-Данилевського, М. Каштанова та О. А. Купчинського. З історичною еволюцією реквізитів умовного формуляра ділового документа студента ознайомлюють автори першого радянського документознавчого підручника “Документоведение. Документ и системы документации” (М., 1977) М. Ілюшенко, Т. Кузнецова та Я. Лівшиць. Упроваджені вченими аналітичні процедури на прикладі публічно-правових та приватно-правових актів середньовіччя доволі універсальні й можуть застосовуватися щодо інших видів документів, у тому числі організаційно-розпорядчих та інформаційно-довідкових.

Аналізуючи формуляр документа, дослідник має зважати на оптимальність форми і змісту. Йдеться про кореляцію між прямими оперативними функціями, з одного боку, і зовнішньою та внутрішньою формою (структурою) – з іншого. У цьому випадку проблемами можуть бути, наприклад, інформаційна перевантаженість змісту (недоречна деталізація, безперспективні пропозиції), нелогічність побудови змістовної частини, недостатній або надмірний інформаційний обсяг для документа певного виду та різновиду, недостатня інформативність (з точки зору інформаційних потреб запитувача).

Пропозиції щодо оптимізації формуляра стосуються:

– стилістики та посилення інформаційної щільності документа (співвідношення між “корисною” інформацією та загальним обсягом документа. Завдання полягає в тому, щоб визначити необхідний і достатній обсяг інформації для оперативного вирішення основного питання, заради якого і створювався документ в системі документообігу за мінімальних витрат часу, засобів і коштів;

– адекватності внутрішньої структури, зокрема, чи всі необхідні реквізити присутні у належному порядку;

– можливості уніфікації змісту й форми з метою вдосконалення автоматизованої обробки.

### 3. *Метод уніфікації діловодства, документації та документообігу*

Відомий український документознавець С. Г. Кулешов визначає уніфікацію як “прийняття єдиних та оптимальних на певний період часу технологічних процесів і операцій”. Мета уніфікації полягає у “забезпеченні типового складу документів певної системи, основних аспектів змісту та форми, що передбачає стале розміщення реквізитів з метою їх зіставлення у взаємопов'язаних документах” [5]. Уніфікація документів та процесів роботи з ними була в центрі уваги радянських документознавців. Цій проблемі присвячено збірник наукових праць ВНДІДАС “Уніфікация систем документации: история, современное состояние, перспективы” (М., 1989). М. В. Бельдова розглядає уніфікацію як “зведення документів до

одноманітності відповідно до сформульованих критеріїв їх якості” [1, с. 15]. За Є. А. Степановим, метою уніфікації є “створення стабільних комплексів документації, що містять необхідну та достатню інформацію для оперативного виконання поставлених завдань управління при мінімальних витратах засобів та часу на збір, обробку та передачу на зберігання”.

Серед дослідників ключовою стала теза, що уніфікація є основним методом “прикладного документознавства”, яка ставить за мету пошук оптимальних шляхів удосконалення документального забезпечення управління. Об'єктами уніфікації є і документи, і системи документації та ДЗУ. На думку М. І. Додонової, цінність уніфікаційних заходів полягає в тому, що вони допоможуть раціоналізувати структуру та штатну чисельність служб ДЗУ, охарактеризувати обсяг та склад функцій органу управління, технологію підготовки та прийняття рішень, <...> уникнути надлишкової інформації в ДЗУ”.

#### 4. *Метод спостереження*

Т. В. Кузнецова розглядає цей метод як один із найважливіших у дослідженні документації та організації документальних процесів в установі, оскільки він полягає у “безпосередній присутності в установі на конкретних робочих місцях та візуальній фіксації процесів та умов праці” [3, с. 20]. За допомогою цього методу можна з'ясувати рівень “завантаження різних категорій працівників закладу, організації роботи з прийому, обробки, виготовлення, транспортування, зберігання документів, забезпечення комп'ютерною технікою, стан архіву”.

5. *Метод інтерв'ювання, анкетування та опитування* затосовується для оцінювання стану діловодства самими працівниками. Ці дані допоможуть скласти план заходів щодо раціоналізації документальних процесів.

6. *Системний та структурно-функціональний метод* дозволить студенту розглянути об'єкт як логічно впорядковану сукупність елементів, що перебувають у складних функціональних зв'язках. Системності цим елементам надає та обставина, що їх взаємодія породжує у цій сукупності нові

інтегративні якості, які не властиві кожному елементу системи окремо. Наприклад, системою є установа, підсистемами – функціональні підрозділи, а елементами – службовці. Усю документовану і недокументовану інформацію (“інформаційні ресурси”) в установі також можна подати як систему, окремі інформаційні потоки – як підсистеми, а системи документації та види документів, що входять у ці потоки – як елементи – “неподільні носії властивостей системи”. Структурний аналіз допоможе виявити характер взаємозв'язку компонентів системи та їх властивостей.

7. *Метод моделювання* дозволяє схематично зобразити *об'єкт* як систему з усіма його підсистемами та елементами, виявленими недоліками в організації системи. Б. І. Кремер розглядає моделювання як “науковий прийом”, що полягає у фізичному та іншому відтворенні об'єкта, який або неможливо спостерігати, або він відзначається значною складністю [4]. На його думку, моделювання допоможе визначити ефективність функціонування системи, спрогнозу-

вати розвиток певних тенденцій та оптимізувати процеси. Конструюючи модель треба пам'ятати, що вона не повинна бути повністю тотожною об'єкту, інакше, за словами В. В. Добровольської, модель “фактично перестає існувати”.

**Висновок.** Таким чином, ми спробувати коротко, у вигляді “методичного дайджесту”, сформулювати орієнтири, які допоможуть фахівцям з документознавства скласти та ефективно реалізувати наукову програму практичного дослідження. Рекомендуємо студенту скласти дві моделі: одна – змістовно-логічна “модель системи”, яка лише фіксуватиме реальний стан речей і допомагатиме вивчати властивості “живого” об'єкта за допомогою його уявного замітника; друга – “модель для системи” або “ідеальний варіант” об'єкта у його недалекому майбутньому, коли будуть реалізовані розроблені молодим науковцем пропозиції щодо раціоналізації та оптимізації. Зазвичай конструювання “моделі для системи” завершує науково-дослідницькі пошуки.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Бельдова М. В. Место унификации в структуре документоведения / М. В. Бельдова // Унификация систем документации: история, современное состояние, перспективы / Главрхив СССР, ВНИИДАД. – Москва, 1989. – С. 14 – 22.
2. Воробьев Г. Г. Документ: информационный анализ / Г. Г. Воробьев. – Москва, 1973. – 255 с.
3. Кузнецова Т. В. Методы предпроектного обследования при рационализации делопроизводства / Т. В. Кузнецова, И. А. Подольская // Делопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 18 – 24.
4. Кремер Б. И. Применение метода моделирования для изучения постановки делопроизводства / Б. И. Кремер // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института документоведения и архивного дела. – Москва, 1973. – Т. 2. – С. 57 – 72.
5. Кулешов С. Г. Историчне документознавство: зміст та основні завдання наукового напрямку (до постановки проблеми) / С. Г. Кулешов // Архіви України. – 1998. – № 1 – 6. – С. 9 – 30.

#### REFERENCES

1. Beldova M. V. Mesto unififikatsii v structure dokumentovedeniya [The role of theunificationin the structure of the documentationdiscipline]. *Unifikatsiya system dokumentatsii: istoriya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy.*– Unification documentation systems: history, current status, perspektivy. Moscow, 1989 pp. 14 – 22. (in Russian).
2. Vorobiev G. G. *Dokument: informatsionny analiz* [Document: information analysis]. Moscow, 1973. 255 p. (in Russian).
3. Kuznetsova T. V. *Metody predproektnogoobsledovaniya pri ratsionalizatsii deloproizvodstva* [Methods of pre – screening on the rationalization of office]. *Deloproizvodstvo* – Paper Work. 2004 no. 3. pp. 18 – 24. (in Russian ).
4. Kremer B. I. *Primenenie metoda modelirovaniya dlya izucheniya postanovki deloproizvodstva* [Application of simulation to study the performances of office]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta dokumentovedeniya i arkhivnogo dela* - Proceedings of the All- Union Scientific Research Institute of Records Management and Archives .Moscow, 1973. vol. 2 pp. 57 – 72. (in Russian ).
5. Kuleshov S. G. *Istorychne dokumentoznavstvo: zmist ta osnovni zavdannia naukovoogo napriamku 9do postanovky problemy* [Historical Documentation: content and main tasks of scientific direction (to the formulation of the problem)]. *Arkhivy Ukrainy*-Archives of Ukraine. 1998, no. 1 – 6, pp. 9 – 30. (in Ukrainian).

*Стаття рекомендована до друку 12.03.2015. Рецензент: д. іст. н., проф. В. М. Заруба.*  
Надійшла до редколегії 12.03.2015 р. Прийнята до друку 18.03.2015 р.