

# МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057

INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»

№ 9 (49) / 2018  
1 ТОМ



**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ  
«ІНТЕРНАУКА»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»**

*Свидетельство  
о государственной регистрации  
печатного средства массовой информации  
КВ № 22444-12344ПР*

*Сборник научных трудов*

№ 9 (49)

1 том

Київ 2018



Полное библиографическое описание всех статей Международного научного журнала «Интернаука» представлено в: **Index Copernicus International (ICI); НЭБ elibrary.ru; Polish Scholarly Bibliography; ResearchBib; Turkish Education Index; Научная периодика Украины.**

Журнал зарегистрирован в международных каталогах научных изданий и наукометрических базах данных: **Index Copernicus International (ICI); Ulrichsweb Global Serials Directory; Google Scholar; НЭБ elibrary.ru; Open Academic Journals Index; Research-Bib; Scientific Indexing Services; Turkish Education Index; Polish Scholarly Bibliography; Electronic Journals Library; Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky; InfoBase Index; International Institute of Organized Research; CiteFactor; Open J-Gate; Cosmos Impact Factor; Scholar Steer; Eurasian Scientific Journal Index; Academic keys; Росийский импакт-фактор; Научная периодика Украины; JOURNAL FACTOR; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); The Journals Impact Factor (JIF); CrossRef.**

В журнале опубликованы научные статьи по актуальным проблемам современной науки.

Материалы публикуются на языке оригинала в авторской редакции.

Редакция не всегда разделяет мнения и взгляды авторов. Ответственность за достоверность фактов, имен, географических названий, цитат, цифр и других сведений несут авторы публикаций.

При использовании научных идей и материалов этого сборника, ссылки на авторов и издания являются обязательными.

*Редакция:*

Главный редактор: **Коваленко Дмитрий Иванович** — кандидат экономических наук, доцент (Киев, Украина)

Заместитель главного редактора: **Золковер Андрей Александрович** — кандидат экономических наук, доцент (Киев, Украина)

Секретарь: **Колодич Юлия Игоревна**

*Редакционная коллегия:*

Глава редакционной коллегии: **Каминская Татьяна Григорьевна** — доктор экономических наук, профессор (Киев, Украина)

Заместитель главы редакционной коллегии: **Курило Владимир Иванович** — доктор юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Заместитель главы редакционной коллегии: **Тарасенко Ирина Алексеевна** — доктор экономических наук, профессор (Киев, Украина)

*Раздел «Технические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Беликов Анатолий Серафимович** — доктор технических наук, профессор (Днепр, Украина)

Член редакционной коллегии: **Луценко Игорь Анатольевич** — доктор технических наук, профессор (Кременчуг, Украина)

Член редакционной коллегии: **Мельник Виктория Николаевна** — доктор технических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Наумов Владимир Аркадьевич** — доктор технических наук, профессор (Калининград, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Румянцев Анатолий Александрович** — доктор технических наук, профессор (Краматорск, Украина)

Член редакционной коллегии: **Сергейчук Олег Васильевич** — доктор технических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Чабан Виталий Васильевич** — доктор технических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Аль-Абабнех Хасан Али Касем** — кандидат технических наук (Амман, Иордания)

Член редакционной коллегии: **Артюхов Артем Евгеньевич** — кандидат технических наук, доцент (Сумы, Украина)

Член редакционной коллегии: **Баширбейли Адалат Исмаил** — кандидат технических наук, главный научный специалист (Баку, Республика Азербайджан)

Член редакционной коллегии: **Коньков Георгий Игоревич** — кандидат технических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Кузьмин Олег Владимирович** — кандидат технических наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Саньков Петр Николаевич** — кандидат технических наук, доцент (Днепр, Украина)

*Раздел «Политические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Пахрутдинов Шукридин Илесович** — доктор политических наук, профессор (Республика Узбекистан)

Член редакционной коллегии: **Шамраева Валентина Михайловна** — доктор политических наук, доцент (Харьков, Украина)

*Раздел «Государственное управление»:*

Член редакционной коллегии: **Дегтярь Андрей Олегович** — доктор наук по государственному управлению, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Украины (Харьков, Украина)

Член редакционной коллегии: **Дегтярь Олег Андреевич** — доктор наук по государственному управлению, доцент (Харьков, Украина)

Член редакционной коллегии: **Колтун Виктория Семеновна** — доктор наук по государственному управлению, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Мироненко Марк Юрьевич** — доктор наук по государственному управлению, профессор (Винница, Украина)

Член редакционной коллегии: **Степанов Виктор Юрьевич** — доктор наук по государственному управлению, профессор (Харьков, Украина)

*Раздел «Психологические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Цахаева Анжелика Амировна** — доктор психологических наук, профессор (Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Щербан Татьяна Дмитриевна** — доктор психологических наук, профессор, Заслуженный работник образования Украины, ректор Мукачевского государственного университета (Мукачево, Украина)

Член редакционной коллегии: **Филева-Русева Красимира Георгиева** — кандидат психологических наук, доцент (Пловдив, Республика Болгария)

*Раздел «Физико-математические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Задерей Петр Васильевич** — доктор физико-математических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Ковальчук Александр Васильевич** — доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Вицентий Александр Владимирович** — кандидат математических наук, доцент (Апатиты, Мурманская обл., Российская Федерация)

*Раздел «Философские науки»:*

Член редакционной коллегии: **Байчоров Александр Мухтарович** — доктор философских наук, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Член редакционной коллегии: **Ильина Антонина Анатольевна** — доктор философских наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Сутужко Валерий Валериевич** — доктор философских наук, доцент (Саратов, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Фархитдинова Ольга Михайловна** — кандидат философских наук (Украина)

*Раздел «Медицинские науки»:*

Член редакционной коллегии: **Стеблюк Всеволод Владимирович** — доктор медицинских наук, профессор криминалистики и судебной медицины, Народный Герой Украины, Заслуженный врач Украины (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Свиридов Николай Васильевич** — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела эндокринологической хирургии, руководитель Центра диабетической стопы (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Шуров Владимир Алексеевич** — доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей (Курган, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Куприянова Лариса Сергеевна** — кандидат медицинских наук, доцент криминалистики и судебной экспертологии (Харьков, Украина)

*Раздел «Химические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Иоелович Михаил Яковлевич** — доктор химических наук, профессор (Реховот, Израиль)

Член редакционной коллегии: **Баула Ольга Петровна** — кандидат химических наук, доцент (Киев, Украина)

*Раздел «Исторические науки»:*

Член редакционной коллегии: **Билан Сергей Алексеевич** — доктор исторических наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Добржанский Александр Владимирович** — доктор исторических наук, профессор (Черновцы, Украина)

Член редакционной коллегии: **Сопов Александр Валентинович** — доктор исторических наук, профессор (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

***Раздел «Географические науки»:***

Член редакционной коллегии: **Набиев Алпаша Алибек** — доктор наук по геоинформатике, старший преподаватель (Баку, Азербайджанская Республика)

Член редакционной коллегии: **Свиных Владимир Геннадьевич** — доктор географических наук, профессор (Москва, Российская Федерация)

***Раздел «Биологические науки»:***

Член редакционной коллегии: **Сенотрсова Светлана Валентиновна** — доктор биологических наук, доцент (Москва, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Федоненко Елена Викторовна** — доктор биологических наук, профессор (Днепр, Украина)

Член редакционной коллегии: **Маренков Олег Николаевич** — кандидат биологических наук, доцент (Днепр, Украина)

***Раздел «Ветеринарные науки»:***

Член редакционной коллегии: **Ватников Юрий Анатольевич** — доктор ветеринарных наук, профессор, Директор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Концевая Светлана Юрьевна** — доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по инновационному развитию ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения АПК» МСХ РФ (Москва, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Уша Борис Вениаминович** — Академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор Института ветеринарно-санитарной экспертизы, биологической и пищевой безопасности Московского государственного университета пищевых производств (Москва, Российская Федерация)

***Раздел «Педагогические науки»:***

Член редакционной коллегии: **Кузава Ирина Борисовна** — доктор педагогических наук, доцент (Луцк, Украина)

Член редакционной коллегии: **Мулик Катерина Витальевна** — доктор педагогических наук, доцент (Харьков, Украина)

Член редакционной коллегии: **Рыбалко Лина Николаевна** — доктор педагогических наук, профессор (Полтава, Украина)

***Раздел «Сельскохозяйственные науки»:***

Член редакционной коллегии: **Вавилова Елена Васильевна** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Москва, Российская Федерация)

Член редакционной коллегии: **Шарамок Татьяна Сергеевна** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Днепр, Украина)

Член редакционной коллегии: **Katalin Posta** — Prof. Dr. (Венгрия)

***Раздел «Физическое воспитание и спорт»:***

Член редакционной коллегии: **Мулик Вячеслав Владимирович** — доктор наук по физическому воспитанию и спорту, профессор (Харьков, Украина)

***Раздел «Искусствоведение»:***

Член редакционной коллегии: **Симак Анна Ивановна** — кандидат искусствоведческих наук, доцент (Кишинев, Республика Молдова)

***Раздел «Культурология»:***

Член редакционной коллегии: **Герчановская Полина Эвальдовна** — доктор культурологии, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Кикоть Антонина Андреевна** — доктор культурологии, профессор (Харьков, Украина)

Член редакционной коллегии: **Щедрин Анатолий Трофимович** — доктор культурологии, профессор (Харьков, Украина)



ЗМІСТ  
CONTENTS  
СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Лермонтова Юлія Олександрівна, Лобова Інна Олександрівна, Федак Богдан Степанович  
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ  
СИСТЕМИ ЕКСТРЕНОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ В УКРАЇНІ ..... 9

Фабрицій Юрій Йосипович, Тарасова Лариса Дмитрівна  
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧНОГО ІНТРАПЕРИКАРДІАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ..... 15

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Moiseienko Svitlana, Volkova Olena  
TEACHING ESP: CONTENT SELECTION..... 18

Літашов Олександр Володимирович  
ДІЯЛЬНІСТЬ ФАКУЛЬТЕТУ ЯК СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ ВНЗ У КОНТЕКСТІ  
ВНУТРІШНЬОЇ АВТОНОМІЇ ВНЗ ..... 23

СОЦИАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Кушнір Вікторія Андріївна  
РОЛЬ БРЕНД-АМБАСАДОРА В ПРОСУВАННІ БРЕНДУ ..... 27

Шаманська Алла Сергіївна  
ТРЕНДИ У ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В СУЧАСНИХ НОВИННИХ ОНЛАЙН-МЕДІА..... 32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Акумов Vadym  
DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF SKIN DISEASES ..... 37

Андреев Игорь Анатолійович, Пригорницький Тарас Миколайович  
ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОМУ ФОРМУВАННІ  
КРУГЛИХ У ПОПЕРЕЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ..... 39

Данильчук Руслан Костянтинівич, Жураковська Оксана Сергіївна  
ЗАДАЧА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ АДРЕС В МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН..... 43



**Довгаль Олексій Олександрович, Степанюк Андрій Романович**  
**ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ**  
**ВЕРБИ ..... 47**

**Карачун Володимир Володимирович**  
**ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В АПАРАТІ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ КЛІТИН**  
**ЗА ДОПОМОГОЮ ГВИНТОВОЇ ПАРИ..... 50**

**Косенко Володимир Владиславович, Семінський Олександр Олегович,**  
**Семінська Наталія Валеріївна**  
**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМУЛЬСУВАННЯ У ОДНОСТУПІНЧАСТОМУ**  
**РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ ..... 53**

**Куц Михайло Сергійович**  
**ТОПОЛОГІЯ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ РОЗУМНОЇ ПАРКОВКИ ..... 57**

**Мазурік Олексій Юрійович**  
**ПОВУДОВА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕО ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСУ МОДЕЛЕЙ**  
**WORD2VEC ..... 60**

**Марченко Олександр Іванович, Подзе Олександр Сергійович**  
**МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ВИДАЛЕННЯ СПІЛЬНИХ ВИРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФУ**  
**ЗАЛЕЖНОСТІ СТАНІВ ТА ЗНАЧЕНЬ..... 65**

**Мельник Вікторія Миколаївна**  
**ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ШУМУ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАСИВНИХ МЕТОДІВ**  
**ГАСІННЯ ..... 69**

**Мельник Вікторія Миколаївна, Ружинська Людмила Іванівна,**  
**Андрук Микола Миколайович, Остапенко Жанна Ігорівна**  
**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА МАСООБМІНУ ПРИ ЕКСТРАКЦІЇ**  
**БАР З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ..... 72**

**Мулява Ігор Ярославович**  
**ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНОГО**  
**ЗАКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ..... 77**

**Олашин Олександр Олександрович**  
**СИСТЕМА ПОКРАЩЕННЯ АЛГОРИТМІВ СТИСКУ ЗОБРАЖЕННЯ..... 84**

**Стасевич Сергій Павлович, Казимира Ірина Ярославівна,**  
**Костюк Іван Васильович, Кузь Ольга Назарівна**  
**ТЕПЛОВА МОДЕЛЬ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ТЕРМОТЕРАПІЇ..... 87**

**Якимів Йосип Васильович, Бортняк Олена Михайлівна**  
**ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІЗНОСОРТНИХ НАФТ МАГІСТРАЛЬНИМИ**  
**ТРУБОПРОВОДАМИ З ПЕРЕСІЧЕНИМ ПРОФІЛЕМ ТРАСИ..... 91**

**ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Ружинська Людмила Іванівна, Періжок Денис Дмитрович**  
**АНАЛІЗ МАСООБМІНУ В АБСОРБЕРІ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ..... 94**

УДК 614.88-048.35(477)

**Лермонтова Юлія Олександрівна**

*кандидат наук з державного управління,  
доцент кафедри організації охорони здоров'я,  
публічного управління та адміністрування  
Харківська медична академія післядипломної освіти*

**Лермонтова Юлия Александровна**

*кандидат наук по государственному управлению,  
доцент кафедры организации здравоохранения,  
публичного управления и администрирования  
Харьковская медицинская академия последипломного образования*

**Liermontova Iuliia**

*Candidate of Sciences in Public Administration,  
Associate Professor of the Health Organization,  
Public Management and Administration Department  
Kharkiv Medical Academy of Post-Graduate Education*

**Лобова Інна Олександрівна**

*кандидат фармацевтичних наук,  
асистент кафедри організації охорони здоров'я,  
публічного управління та адміністрування  
Харківська медична академія післядипломної освіти*

**Лобова Инна Александровна**

*кандидат фармацевтических наук,  
ассистент кафедры организации здравоохранения,  
публичного управления и администрирования  
Харьковская медицинская академия последипломного образования*

**Lobova Inna**

*Candidate of Pharmaceutical Sciences,  
Assistant Professor of the Health Organization,  
Public Management and Administration Department  
Kharkiv Medical Academy of Post-Graduate Education*

**Федак Богдан Степанович**

*доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри організації охорони здоров'я,  
публічного управління та адміністрування  
Харківська медична академія післядипломної освіти*

**Федак Богдан Степанович**

*доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой организации здравоохранения,  
публичного управления и администрирования  
Харьковская медицинская академия последипломного образования*

**Fedak Bogdan**

*Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Head of the Health Organization,  
Public Management and Administration Department  
Kharkiv Medical Academy of Post-Graduate Education*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКСТРЕНОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ В УКРАЇНІ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В УКРАИНЕ

## RESEARCH OF THE FEATURES OF ORGANIZATION AND FUNCTIONING OF THE EMERGENCY MEDICAL AID SYSTEM IN UKRAINE

**Анотація.** Досліджено історичні аспекти розвитку, особливості організації та функціонування служби екстреної медичної допомоги в Україні.

**Ключові слова:** екстрена медична допомога, швидка медична допомога, парамедицина, реформа галузі охорони здоров'я, перша медична допомога.

**Аннотация.** Исследованы исторические аспекты развития, особенности организации и функционирования службы экстренной медицинской помощи в Украине.

**Ключевые слова:** экстренная медицинская помощь, скорая медицинская помощь, парамедицина, реформа здравоохранения, первая медицинская помощь.

**Summary.** Historical aspects of development, features of organization and functioning of emergency medical aid in Ukraine are investigated.

**Key words:** emergency medical aid, fast medical aid, paramedicine, healthcare reform, first medical aid.

На сьогодні проблема доступності медичної допомоги для населення України є надзвичайно актуальною, враховуючи низький рівень бюджетного фінансування галузі охорони здоров'я та неспроможність громадян оплачувати необхідні медичні послуги за власні кошти.

Відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я, одним із пріоритетних напрямків соціально орієнтованої державної політики є ефективна організація системи охорони здоров'я, зокрема екстреної медичної допомоги (ЕМД), метою якої є збереження здоров'я та життя населення [1].

У різних країнах світу в залежності від принципів роботи, визначаються два основні підходи до організації надання ЕМД, зокрема:

- англо-американський (здійснюється за принципом доставки пацієнта до закладу охорони здоров'я), згідно якого пацієнтам допомога надається екстреними медичними техніками різного рівня, в тому числі і парамедиками;
- німецько-французький (здійснюється за принципом «перебувати і лікувати»), який передбачає наявність лікарів у складі бригад швидкої допомоги [2; 3].

При цьому у більшості країн для забезпечення ефективної догоспітальної допомоги, залишаючись у рамках бюджету і потенціалу інфраструктури, що вже існує, приймаються компромісні рішення. У країнах, в яких існують ці системи, вони змінюються у бік ефективного надання медичної допомоги.

Наприклад, у деяких штатах США на окремі випадки, в залежності від ступеня важкості захворювання, можуть виїжджати лікарі. Лікарі, які спеціалізуються на невідкладних станах, працюють на станціях повітряної екстреної медичної допомоги Великобританії і Австралії. У Німеччині до надання екстреної медичної допомоги на догоспітальному етапі залучають неурядові (волонтерські організації), які забезпечують близько 95 % потреб медичної служби. При цьому в країні також функціонують три типи бригад швидкої медичної допомоги, зокрема лікарські бригади, бригади парамедиків та бригади медичних техніків.

Сьогодні в Україні активно опрацьовуються організаційно-економічні механізми реформування системи охорони здоров'я. Так, упродовж багатьох років в Україні працювала служба швидкої (невідкладної) медичної допомоги, яка, під час реформування системи охорони здоров'я протягом 2013–2014 рр. була трансформована у службу ЕМД [4]. Необхідно зазначити, що у напрямку реформування догоспітальної медичної допомоги також передбачено суттєві зміни в організації надання ЕМД населенню. Зокрема, пропонується введення такої посади, як парамедик.

Аналіз історичних аспектів реформування системи ЕМД України свідчить про наявність у медичній літературі та нормативних документах з організації охорони здоров'я термінів «швидка» та «невідкладна» медична допомога.

«Швидка (невідкладна) медична допомога» — спеціалізована медично-санітарна служба, завдан-

ням якої є надання першої медичної допомоги при станах, загрозливих для життя, потерпілим від нещасних випадків (поранення, переломи, опіки, отруєння, ураження електричним струмом тощо) або при раптових захворюваннях, а також транспортування потерпілих до лікарень.

Дані терміни були закріплені у нормативно-правових документах СРСР у 1961 р. Наказом МОЗ СРСР від 23.12.1961 р. № 570 «Про покращення обслуговування населення швидкою та невідкладною медичною допомогою», яким передбачено чітке розмежування функцій систем швидкої та невідкладної допомоги щодо патології захворювання населення, ступеня тяжкості стану та місця пригоди. Так, невідкладна медична допомога передбачала співробітництво з амбулаторно-поліклінічними закладами та часто виконувала обов'язки дільничного лікаря у неробочий час, здійснювала процедури та лікувала загострення хронічних хвороб на дому, а швидка — пов'язана з терміною госпіталізацією хворих та потерпілих від зовнішніх причин у стаціонарні заклади та реагуванням на тяжкі раптові захворювання, пологи вдома та пригоди в місцях загального користування [5].

На сьогодні з метою удосконалення надання догоспітальної допомоги, забезпечення доступності, своєчасності та підвищення якості ЕМД населенню України прийнято низку нормативно-правових актів, зокрема Постанову Кабінету Міністрів України від 05.11.2007 р. № 1290 «Про затвердження Державної програми створення єдиної системи надання екстреної медичної допомоги на період до 2010 року», наказ МОЗ України від 01.06.2009 р. № 370 «Про єдину систему надання екстреної медичної допомоги», Закон України від 05.07.2012 р. № 5081-VI «Про екстрену медичну допомогу», Закон України від 13.03.2012 р. № 4499-VI «Про систему екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112» та ін., відповідно до яких «ЕМД» вважається медична допомога, яка полягає у здійсненні працівниками системи ЕМД невідкладних організаційних, діагностичних та лікувальних заходів, спрямованих на врятування і збереження життя людини у невідкладному стані та мінімізацію наслідків впливу такого стану на її здоров'я.

Перші спеціалізовані бригади почали функціонувати ще в довоєнні роки: в 1932 р. була створена перша акушерська бригада, в 1934 — перша педіатрична. У містах та великих сільськогосподарських районних центрах вже у 70–80-тих роках 20 століття існували спеціалізовані бригади швидкої медичної допомоги: реанімаційні, кардіологічні, токсикологічні, неврологічні, педіатричні та ін. На сьогодні диспетчерська служба швидкої медичної допомоги є централізованою, має єдиний телефонний номер для виклику, автомашини, забезпечені медичним обладнанням для здійснення першої медичної допомоги під час руху транспорту.

Станції (центри) екстреної (швидкої) медичної допомоги поділяються на 5 категорій, залежно від кількості населення, яке вони обслуговують:

5-та категорія — станції, що обслуговують територію з чисельністю населення до 50000;

4-та категорія — від 51000 до 200000 жителів;

3-тя категорія — від 201000 до 500000 жителів;

2-га категорія від 501000 до 1 млн жителів;

1-ша категорія — центри, які обслуговують від 1 до 2 млн жителів.

Станція екстреної (швидкої) медичної допомоги (СЕ(Ш)МД) надає цілодобово ЕМД дорослому і дитячому населенню на догоспітальному етапі при невідкладних станах, спричинених нещасними випадками, раптовими захворюваннями, ускладненнями вагітності тощо [6].

СЕ(Ш)МД підпорядковується Центру ЕМД та медицини катастроф, який надає медичну допомогу населенню за адміністративно-територіальним принципом, а при виникненні надзвичайної ситуації — за межами її території. Виїзні бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги (БЕ(Ш)МД) направляються тільки за наказом місцевого органу управління охорони здоров'я, якому вони підпорядковані.

До основних завдань СЕ(Ш)МД віднесені:

- надання екстреної медичної допомоги пацієнтам за викликами, переданими оперативно-диспетчерською службою Центру, а також у разі особистого звернення осіб, які перебувають у невідкладному стані та потребують надання ЕМД, або працівників правоохоронних та аварійно-рятувальних підрозділів до працівників станції, підстанції (відділення), пункту постійного або тимчасового базування бригад;
- забезпечення транспортування осіб, які перебувають у невідкладному стані та потребують обов'язкового медичного супроводу до закладів охорони здоров'я, що визначені оперативно-диспетчерською службою Центру;
- госпіталізація до закладів охорони здоров'я осіб, які перебувають у невідкладному стані та потребують надання ЕМД;
- підготовка та направлення бригади для участі в ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- участь у ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- надання консультативно-інформаційної допомоги населенню;
- раціональне використання бригадами та оновлення запасів лікарських, наркотичних та психотропних засобів, перев'язувальних матеріалів, виробів медичного призначення;
- інформування оперативно-диспетчерської служби та керівництва Центру про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації;
- взаємодія працівників бригад із медичним персоналом закладів охорони здоров'я, співробітниками правоохоронних органів, особовим

- складом аварійно-рятувальних підрозділів під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- запровадження прогресивних методів діагностики та лікування, передового досвіду та наукової організації праці;
  - підготовка та підвищення кваліфікації, ведення облікової статистичної документації, здійснення санітарно-гігієнічних, протиепідемічних і протипожежних заходів та дотримання правил техніки безпеки [6].

З метою виконання нормативу прибуття бригад до місця події у складі станції на правах структурних підрозділів можуть утворюватися підстанції (відділення), пункти постійного або тимчасового базування бригад. Кількість підстанцій (відділень), пунктів постійного або тимчасового базування бригад, їх місцезнаходження та закріплення за ними зон відповідальності визначає і затверджує керівник Центру. Кількість підстанцій (відділень) і зону обслуговування затверджують органи управління охорони здоров'я. Критеріями визначення меж зони обслуговування є довжина найдовшого маршруту (радіуса), що орієнтовно складає 8–10 км та забезпечує 15-хвилинну транспортну доступність.

СЕ(Ш)МД повинна мати місячний запас лікарських засобів та виробів медичного призначення, аварійний запас медичного майна, нош, апаратури, медичних ящиків-укладок та наборів, затверджений місцевим органом управління. Станція повинна мати стабілізоване та автономне енергоживлення, безперебійний провідний і радіотелефонний оперативний зв'язок.

У структурі СЕ(Ш)МД функціонують 2 види бригад — лікарські і фельдшерські, кількість яких визначає керівник СЕ(Ш)МД. Спеціалізована психіатрична БЕ(Ш)МД функціонує у складі СЕ(Ш)МД або спеціалізованого закладу (диспансеру, психіатричної лікарні). З метою координації дій з оперативно-диспетчерською службою Центру на базі СЕ(Ш)МД цілодобово діє диспетчерський пост. СЕ(Ш)МД має право відмовляти населенню у викликах, які є необґрунтованими для СЕ(Ш)МД, згідно з її профільністю, і передавати виклики в амбулаторно-поліклінічні заклади [6].

#### **Види екстреної медичної допомоги**

Невідкладний стан людини — раптове погіршення фізичного або психічного здоров'я, яке становить пряму та невідворотну загрозу життю та здоров'ю людини або оточуючих, і виникає внаслідок хвороби, травми, отруєння або інших внутрішніх чи зовнішніх причин.

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 21.11.2012 р. № 1119 р. «Про норматив прибуття бригад екстреної (швидкої) медичної допомоги на місце події» до категорії екстрених належать звернення стосовно пацієнта, який перебуває у невідкладному стані, що супроводжується:

непритомністю, судомами, раптовим розладом дихання, раптовим болем у ділянці серця, блюванням кров'ю, гострим болем у черевній порожнині, зовнішньою кровотечею, ознаками гострих інфекційних захворювань, гострими психічними розладами, що загрожують життю і здоров'ю пацієнта та/або інших осіб, чи зумовлений усіма видами травм (поранення, переломи, вивихи, опіки, тяжкі забої, травми голови), ураженням електричним струмом, блискавкою, тепловими ударами, переохолодженням, асфіксією всіх видів (утоплення, потрапляння сторонніх предметів у дихальні шляхи), ушкодженнями різної етіології під час надзвичайних ситуацій (дорожньо-транспортні пригоди, аварії на виробництві, стихійні лиха тощо), отруєннями, укусами тварин, змій, павуків та комах, порушенням нормального перебігу вагітності (передчасні пологи, кровотеча тощо), а також транспортування пацієнтів, які перебувають у стані, що потребує обов'язкового медичного сортування та термінової госпіталізації в заклад охорони здоров'я.

До категорії неекстрених належать звернення пацієнта, стан якого не є невідкладним і супроводжується раптовим підвищенням температури тіла з кашлем, нежитем, болем у горлі; головним болем, запамороченням, слабкістю; болем у попереку, суглобах (радикуліти, остеохондроз, артрит, артроз); підвищенням артеріального тиску; больовим синдромом в онкологічних хворих; алкогольним, наркотичним, токсичним, абстинентним синдромами чи зумовлений загостренням хронічним захворюванням у пацієнтів, які перебувають під наглядом сімейного або дільничного лікаря з приводу гіпертонічної хвороби, виразки шлунка та дванадцятипалої кишки, хронічного запалення печінки, жовчного міхура, кишечника, хвороби нирок, суглобів тощо [7].

З метою забезпечення високих стандартів надання медичної допомоги кожному пацієнту гарантується право на доступну, якісну та своєчасну першу медичну допомогу, що вимагає створення відповідної системи заходів з ЕМД населенню, зокрема взаємодію закладів охорони здоров'я, розвитку диспетчерської служби та системи консультаційної допомоги; створення системи підготовки і перепідготовки медичних працівників з питань надання ЕМД, а також рятувальників і працівників, професійні обов'язки яких пов'язані з експлуатацією автомобільного, залізничного, водного та повітряного транспорту, військовослужбовців.

На сьогодні існує міжнародна класифікація, згідно якої ЕМД поділяється на наступні групи:

- 1) BLS (Basic Life Support) — базова підтримка життєдіяльності — комплекс заходів, спрямований на підтримку або відновлення життєдіяльності організму в позалікарняних умовах, а також до прибуття бригади;
- 2) ILS (Immediate Life Support) — надання невідкладної медичної допомоги при станах, які загро-

жують життю людини, черговим лікарем лікарні (лікарем БЕ(Ш)МД, амбулаторії загальної практики — сімейної медицини, кабінету поліклініки, в т.ч. стоматологічної, приватного стоматологічного кабінету, аптеки лікувальної установи) до прибуття фахівців спеціалізованої реанімаційної допомоги;

- 3) ALS (Advance Life Support) — спеціалізовані реанімаційні заходи, які виконують медичні працівники та парамедики із застосуванням відповідної апаратури, медикаментів, інструментарію на догоспітальному та ранньому госпітальному етапах;
- 4) ATLS (Advance Trauma Life Support) — професійне кваліфіковане надання невідкладної медичної допомоги при різних травмах як на догоспітальному, так і на ранньому госпітальному періодах (надається переважно лікарями, рідше медичними сестрами, парамедиками);
- 5) ACLS (Advance Cardiac Life Support) — надання професійної спеціалізованої ЕМД при серцево-судинній патології (проводиться лікарями, медичними сестрами, парамедиками);
- 6) PALS (Pediatric Advance Life Support) — надання професійної екстреної медичної допомоги дітям (здійснюють лікарі, медичні сестри, парамедики).

Разом з тим, в Україні надання екстреної та невідкладної медичної допомоги здійснюється на таких рівнях: домедична допомога; долікарська медична (догоспітальна) допомога; лікарська медична (догоспітальна) допомога.

Домедична допомога — комплекс екстрених простих медичних заходів, що надають постраждалому чи особі, яка раптово захворіла, на місці події та на період його транспортування до закладу охорони здоров'я.

Необхідно зазначити, що до осіб, які зобов'язані надавати домедичну допомогу людині в невідкладному стані відносяться: рятувальники аварійно-рятувальних служб, працівники державної пожежної охорони, працівники органів та підрозділів поліції, фармацевтичні працівники, провідники пасажирських вагонів, бортпровідники та інші особи, які не мають медичної освіти, але за своїми службовими обов'язками повинні володіти практичними навичками з рятування та збереження життя людини, яка перебуває у невідкладному стані.

Долікарську медичну (догоспітальну) допомогу здійснюють фельдшерські БЕ(Ш)МД. В останні роки за кордоном така допомога надається переважно парамедиками — особами з медичною освітою I–II рівня акредитації або без неї, які діють згідно з прийнятими алгоритмами при наданні медичної допомоги.

Лікарську медичну (догоспітальну) допомогу надають лікарські бригади, які мають у своєму розпорядженні необхідну апаратуру, інструментарій, лікарські засоби тощо та володіють теоретичними знаннями і практичними навичками з надання

кваліфікованої екстреної догоспітальної медичної допомоги.

На сьогодні в Україні функціонують лікарські бригади, до складу яких входять лікар, фельдшер, медична сестра, водій. Керівником бригади є лікар, якому підпорядковуються всі працівники, він несе персональну відповідальність за її роботу. Бригада розташовується в приміщенні станції, підстанції, відділень, пунктах постійного або тимчасового перебування. Робоче місце бригади визначає керівник Центру з урахуванням необхідності виконання нормативу прибуття бригад на місце події [8].

У разі потреби, за рішенням керівника Центру, на базі лікарських бригад можуть бути утворені спеціалізовані бригади за спеціальностями «Психіатрія», «Кардіологія», «Неврологія», «Педіатрія», «Неонатологія» тощо, які за розпорядженням підпорядковані оперативно-диспетчерській службі Центру.

Бригада постійно перебуває у режимі готовності (очікування) для виконання розпоряджень оперативно-диспетчерської служби Центру.

Основними завданнями бригади є:

- після прибуття на місце події за викликом обстежити та надати ЕМД постраждалим, які потребують її на догоспітальному етапі;
- транспортувати пацієнтів до закладів охорони здоров'я, визначених диспетчером оперативно-диспетчерської служби Центру;
- інформувати диспетчера оперативно-диспетчерської служби Центру про етапність виконання завдання за викликом, а також про загрозу виникнення надзвичайної ситуації;
- своєчасно звітувати про використання лікарських, наркотичних та психотропних засобів, виробів медичного призначення, поповнення їх кількості та обмін;
- брати участь у ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- організувати медичне сортування постраждалих, залучати додаткові бригади до надання ЕМД постраждалим у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- постійно взаємодіяти з диспетчером Центру, іншими бригадами, працівниками закладів охорони здоров'я, співробітниками поліції, особовим складом пожежних підрозділів та аварійно-рятувальних служб.

Бригада має право:

- госпіталізувати пацієнта у разі раптового виникнення загрози для його життя та здоров'я до найближчого місця події закладу охорони здоров'я незалежно від підпорядкування та форми власності, в якому йому може бути надана кваліфікована чи спеціалізована ЕМД;
- отримувати консультацію від старшого лікаря оперативно-диспетчерської служби Центру з медичних питань щодо послідовності дій під час надання ЕМД пацієнтам [8].

У структуру СЕ(Ш)МД входить відділ госпіталізації, який функціонує лише в станціях першої (від 1 до 2 млн населення) та другої (від 501 тис. до 1 млн населення) категорій, який забезпечує постійний цілодобовий облік вільного ліжкового фонду закладів охорони здоров'я і розподіляє потік пацієнтів.

Результати проведеного аналізу літературних джерел, в яких досліджуються різні аспекти організації та діяльності системи охорони здоров'я в Україні, дозволили визначити основні проблеми надання ЕМД, зокрема:

- дефіцит бюджетних асигнувань для охорони здоров'я і, як наслідок, низький рівень оплати праці медичних працівників, недостатній обсяг коштів для забезпечення доступної, якісної та ефективної медичної допомоги;
- нераціональна організація медичної допомоги, диспропорція в розвитку амбулаторно-поліклінічної і стаціонарної, первинної та спеціалізова-

ної допомоги, незадовільні зв'язок і наступність у їх наданні;

- недосконалість правового забезпечення діяльності системи охорони здоров'я;
- потреба в удосконаленні підготовки, перепідготовки і підвищенні кваліфікації лікарів та інших медичних працівників швидкої медичної допомоги, поліпшенні умов їх роботи, її якості та ефективності;
- незадовільне фармацевтичне і матеріально-технічне забезпечення системи ЕМД.

**Висновки.** На сьогодні в Україні триває реформа системи охорони здоров'я, яка безпосередньо спрямована на удосконалення роботи служби ЕМД. Однак, незважаючи на задекларовану державою важливість здійснення системного та комплексного реформування галузі охорони здоров'я, законодавче забезпечення такої реформи залишається недостатнім, що обумовлює відсутність рівного доступу до ЕМД всього населення та однакової якості надання ЕМД.

#### Література

1. Охрана здоровья в условиях экономического кризиса: задачи, стоящие перед Европейским регионом ВОЗ 25 апреля 2009 г. URL: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/132959/Oslo\\_report\\_rus.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/132959/Oslo_report_rus.pdf).
2. Олійник О. В. Особливості організації служби швидкої медичної допомоги в Польщі. Медична освіта. — 2013. — № 3. — С. 71–73.
3. Гур'єв С. О., Шевченко Р. А. Аналіз досвіду функціонування служб екстреної медичної допомоги за умов надзвичайних ситуацій деяких європейських країн. Укр. журн. екстр. медицини ім. Г. О. Можаяєва. — 2011. — Т. 12. — № 3. — С. 7–14.
4. Федак Б. С., Забашта В. Ф., Салдан Г. М., Загуровський В. М. Досвід перехідного періоду реформування екстреної медичної допомоги в Харківській області / Б. С. Федак та ін. Медицина невідкладних станів. — 2013. — № 2 (49). — С. 65–67.
5. Система невідкладної медичної допомоги та шляхи її удосконалення як ланки догоспітального етапу єдиної системи екстреної медичної допомоги в Україні / Г. Г. Роцін, Н. І. Іскра, В. Н. Завальний, М. М. Михайловський, В. Ю. Кузьмін. Гострі та невідкладні стани у практиці лікаря. 2010. № 3(22). URL: <https://urgent.com.ua/ua-issue-article-325>.
6. Про затвердження Типового положення про станцію екстреної (швидкої) медичної допомоги: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2012 р. № 1117. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1117-2012-%D0%BF>.
7. Про норматив прибуття бригад екстреної (швидкої) медичної допомоги на місце події: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2012 р. № 1119 р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1119-2012-%D0%BF>.
8. Про затвердження Типового положення про бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.201 р. № 1114 р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1114-2012-%D0%BF>.

**Фабрицій Юрій Йосипович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Фабриций Юрий Йосипович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Fabritsii Yurii**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Тарасова Лариса Дмитрівна**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Тарасова Лариса Дмитриевна**

*кандидат технических наук, доцент*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Tarasova Larysa**

*Candidate of Technical Science, Assistant Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧНОГО ІНТРАПЕРИКАРДІАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ**

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИНТРАПЕРИКАРДИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

## **MATERIALS FOR PNEUMATIC INTRAPERICARDIAL DEVICE**

**Анотація.** Основними вимогами до матеріалів, з яких буде виготовлено пневматичний інтраперикардіальний пристрій є біосумісність, стійкість до корозії, міцність, зносостійкість, імунна сумісність, атромбогенність. В роботі виконаний аналіз та підбір матеріалів для окремих частин пристрою, враховуючи площу та час контакту пристрою з серцем, навантаження, якому будуть піддаватися матеріали.

**Ключові слова:** інтраперикардіальний пристрій, система механічної підтримки серця, матеріали для імплантів, біосумісні полімери.

**Аннотация.** Основными требованиями к материалам, из которых будет изготовлено пневматическое интраперикардальное устройство является биосовместимость, устойчивость к коррозии, прочность, износостойкость, иммунная совместимость, атромбогенность. В работе выполнен анализ и подбор материалов для отдельных частей устройства, учитывая площадь и время контакта устройства с сердцем, нагрузки, которым будут подвергаться материалы.

**Ключевые слова:** интраперикардальное устройство, система механической поддержки сердца, материалы для имплантов, биосовместимые полимеры.

**Summary.** The basic requirements for the materials from which the pneumatic intrapericardial device will be manufactured is biocompatibility, corrosion resistance, durability, wear resistance, immune compatibility, atromogenicity. The analysis and selection of materials for separate parts of the device are carried out, taking into account the following circumstances: the area and time of contact of the device with the heart, the load to which the materials will be exposed.

**Key words:** intrapericardial device, system of mechanical heart support, materials for implants, biocompatible polymers.



**В**ступ. Хірургічні імпланти піддаються значним згинаючим, розтягуючим, стискаючим та скручуючим навантаженням. Основною вимогою до біоматеріалів є наявність у них певних властивостей, які забезпечують біосумісність, відсутність небажаної хімічної взаємодії з тканинами і рідинами організму, стійкість до корозії, міцність, зносостійкість, імунну сумісність, атромбогенність [1; 3; 5].

Важливою вимогою, що пред’являється до матеріалів, які контактують з серцем, є їх механічна чистота. Встановлено, що механічна чистота поверхні штучних клапанів серця повинна бути не нижче 9–10-го класу. Наявність механічно чистої поверхні істотно знижує можливість тромбоутворення.

Враховуючи вищесказане, важливим етапом проектування інтраперикардіальних пристроїв є підбір матеріалів, з яких він буде виконаний. Підбираючи матеріали необхідно враховувати площу, час контакту пристрою з серцем та навантаження, якому будуть піддаватися матеріали.

На рисунку 1 (розробка автора) зображено модель пристрою механічної підтримки серця, для якої буде виконаний підбір матеріалів.

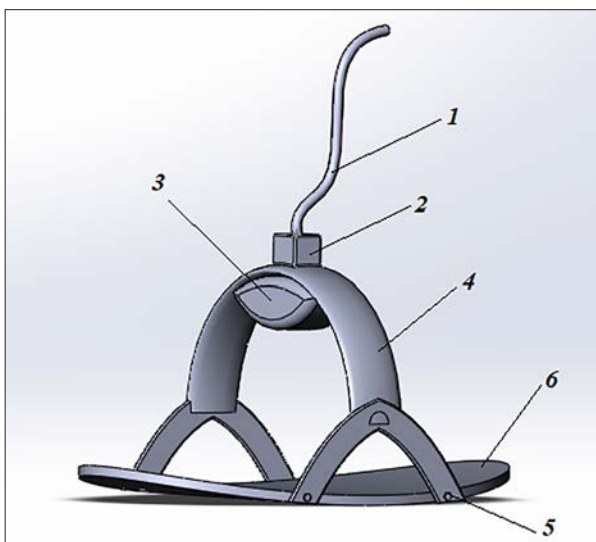


Рис. 1. Схематична модель системи механічної підтримки серця:

- 1 — трубка, 2 — з’єднуючий елемент, 3 — робочий елемент, 4 — каркас, 5 — регулюючий зажим;
- 6 — підтримуючий елемент

**Матеріали для виготовлення робочого елемента.** Для виготовлення робочого елемента пристрою розглянуто такі матеріали як політетрафторетилен, натуральний каучук, поліметилметакрилат, полівінілхлорид, але вони виявилися мало придатними для довгострокового функціонування.

Найбільш придатним матеріалом для створення робочого елемента виявилася силіконова гума — це інноваційний матеріал, який володіє рядом унікальних характеристик, таких як гідрофобність, антиадгезійність, гемосумісність [2].

Перше застосування силікону в якості імплантату відбулося в 1948 р. Уже перший такий досвід показав, що імплантанти з силікону не викликають подразнення тканини організму, нетоксичні, не спричиняють алергічних реакцій і відторгнення.

Основною перевагою силіконової гуми є стійкість до низьких і високих температур. Жодна гума, крім силіконової не може використовуватися в інтервалі температур від  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+315\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Стійкість матеріалів до стерилізації — одне з важливих переваг при використанні у виробі медичного призначення. Широкий діапазон робочої температури дозволяє стерилізувати силіконові вироби повітрям при  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , перегрітою парою при температурі  $120\text{--}130\text{ }^{\circ}\text{C}$  в автоклаві та кип’ятити достатньо тривалий час.

Вироби із силіконової гуми зберігають міцність при розтягненні до  $800\%$ . Відсоток розтягування регулюється спеціальними добавками в залежності від призначення медичного виробу [3].

Силіконова гума має щільність близько  $1,16\text{ г/см}^3$  в залежності від складу суміші. Вироби із силіконової гуми можуть на рівних умовах зі звичайними гумами застосовуватися при тисках до 500.

Механічні характеристики запропонованих марок силіконових гум наведені в таблиці 1.

Робочий елемент для пристрою механічної підтримки серця запропоновано виконати з силіконової гуми марки 7889, оскільки вона найкраще із запропонованих марок поєднує в собі пластичність та міцність.

**Матеріали для виготовлення корпусу.** Чистий титан ВТ-1 найбільш сумісний з тканинами організму, але не має механічних властивостей, відповідно до нормативної документації. Виходячи з цього, розглянемо декілька титанових сплавів

Таблиця 1

Механічні характеристики запропонованих марок силіконових гум

Механічні характеристики	9024	7889	ІРП-2044	1015	14Р-23
Межа міцності при розтягненні, Н/см <sup>2</sup>	981	1670	785	885	216
Відносне подовження при розриві, %	350	550	300	400	120
Залишкова деформація після стиснення на 45 %, %	17	20	12	20	-
Морозостійкість (не нижче), °С	-40	-50	-	-30	-70
Терmostійкість, °С	100	80	150	80	200

Таблиця 2

## Характеристики титанових сплавів

Сплав, №	1	2	3	4
Алюміній, % мас.	5.5–6.75	5.3–6.5	5.5–6.5	5.0–6.5
Ніобій, % мас.	-	-	6.5–7.5	6.5–7.5
Тантал, % мас.	-	-	До 0.5	0.1–0.5
Молібден, % мас.	-	-	-	0.2–1.5
Ванадій, % мас.	3.5–4.5	3.5–4.5	-	-
Тимчасовий опір, МПа	860	834	-	900
Відносне подовження, %	5–10 %	5–10 %	5–10 %	5–10 %

та виберемо один з них, як матеріал для створення корпусу приладу.

Найбільш поширеним у закордонній та вітчизняній хірургічній практиці для виготовлення деталей ендопротезів та імплантатів є сплав титану з алюмінієм і ванадієм. Аналогом його є вітчизняний титановий сплав ВТ6С. Недоліком цих сплавів є те, що ванадій, який входить в ці сплави, характеризується потенційною токсичністю.

Відомо що сильним зміцнювачем титану є алюміній, оптимальний вміст якого в сплаві знаходиться в межах 5,0–6,5 мас.%. При меншому вмісті знижується міцність сплаву, а при більшому – різко зменшується пластичність [4].

Молібден, як зміцнювач титану, можна порівняти за ефективністю з алюмінієм, причому максимальне зміцнення титану досягається при 13 мас.% молібдену. Однак, при цьому відбувається зниження пластичності майже в 2 рази.

В таблиці 2 наведено співвідношення компонентів у сплавах з титаном.

При комплексному легуванні, тобто при одночасному введенні до титанового сплаву алюмінію, ніобію і танталу, високу міцність сплаву зі збереженням високої пластичності можна досягти при зменшенні змісту молібдену до 2%. Враховуючи вищесказане, для виготовлення каркасу пристрою запропоновано використати сплав № 4.

**Матеріали для виготовлення підтримуючого елемента.** Матеріалом для виготовлення підтри-

муючого елемента запропоновано обрати одну з модифікацій поліметилсилоксану, які широко використовуються для медичних цілей і мають багаторічну успішну репутацію. Полісилоксани відрізняються своєю хімічною стабільністю. Вони мають низьку здатність до поглинання вологи, високі електроізоляційні характеристики. Полісилоксани призначені для довгострокового використання, коли існує потреба в довговічності та біосумісності. В структурі полімеру відсутні будь-які полярні групи, що приводить до отримання сильно гідрофобного полімеру [5].

**Висновки.** Розглянуто та проаналізовано полімерні матеріали для виготовлення функціональних частин пристрою для механічної підтримки серця.

Каркас пристрою запропоновано виконати зі сплаву на основі титану, який містить наступні компоненти у відсотковому співвідношенні: алюміній 5.0–6.5%, ніобій 6.5–7.5%, тантал 0.1–0.5%, молібден 0.2–1.5%, титан — решта.

Робочий елемент запропоновано виконати із силіконової гуми марки 7889, оскільки вона найкраще із запропонованих марок поєднує в собі пластичність та міцність. Трубку пристрою запропоновано виготовити із силіконової гумки марки 9024, а підтримуючий елемент — з поліметилсилоксанового еластомеру.

На основі отриманих результатів запропоновано кінцеве технічне рішення для системи механічної підтримки серця.

## Література

1. Синтетичні полімери, що застосовуються в медицині та фармації [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: [https://studopedia.su/16\\_173237\\_sintetichni-polimeri-shcho-zastosovuyutsya-v-meditsini-ta-farmatsii.html](https://studopedia.su/16_173237_sintetichni-polimeri-shcho-zastosovuyutsya-v-meditsini-ta-farmatsii.html).
2. Високомолекулярні сполуки [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1730/visokomolekulyarni-spoluki>.
3. Основы взаимодействия биологических тканей с искусственными материалами [Електронний ресурс]. — 2013. — Режим доступу до ресурсу: [http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev\\_2013/pdf/5\\_1.pdf](http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/5_1.pdf).
4. Титановый сплав для эндопротезов и имплантатов [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.findpatent.ru/patent/210/2103405.html>.
5. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс]. электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов.

**Moiseienko Svitlana***Candidate of Philological Sciences, Senior Teacher  
National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”***Volkova Olena***Senior Teacher  
National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

## TEACHING ESP: CONTENT SELECTION

**Summary.** *The article investigates the evolution of the concept ‘content selection’ in teaching English for Specific Purposes at technical universities. The objectives and various approaches to content selection in teaching ESP have been described on the basis of the conducted comparative analysis.*

**Key words:** *objectives of teaching ESP, content selection of ESP programmes, approaches to content selection.*

The modern education system undergoes constant changes. First of all, changes are occurring in objectives and content selection for education programmes, and as a result, they affect methods and forms of teaching, learning, and evaluation of students.

The need to clarify the objectives and update the content of teaching ESP to students in technical universities is conditioned by 1) the requirements of modern society to the level of students education, their language needs; 2) the learning environment (the number of hours, their concentration, the maximum number of students per class, the availability of technical teaching aids, textbooks, etc.); 3) the development of technical sciences that students major in, teaching methodology, its basic and related sciences; 4) the integration of ICTs in education process and IT development of society; 5) the key directions of national and international education policy which include [8, с. 3–11]:

- modernization of the content and organization of education on the basis of a competent approach;
- the switch of the content of education to sustainable development;
- ensuring the availability and continuity of education throughout one’s life;
- humanization, ecologization, and informatization of the education system;
- introduction of ICTs in the teaching and education process;
- the development of thinking focused on sustainable future.

All these factors launch the process of modernizing approaches to teaching foreign languages that, in turn, requires clarification of objectives of teaching ESP and introducing changes into its content.

The purpose of the article is to show the evolution of the concept ‘content selection’ and define up-to-date objectives and principles of content selection for teaching ESP, considering the key directions of national and international education policy, peculiarities of student needs and motivation.

Objectives and content selection for teaching ESP have been discussed in scientific works of L. E. Alekseeva, I. L. Bim, N. D. Gal’skova, N. I. Gez, S. P. Kozhushko, B. A. Lapidus, R. K. Minyar-Beloruichev, S. Yu. Nikolaeva, V. L. Skalkin, E. N. Solovova, O. B. Tarnopolsky, I. I. Khaleeva, A. N. Shchukin, D. M. Brington, D. Coyle, T. Dudley-Evans, and J. Harmer.

However, at the current stage of development of methodology for teaching foreign languages, researchers do not have the same point of view on some issues of content selection for teaching ESP, its components, as well as the sequence of content selection. Our task is to analyze and describe the concepts ‘objectives’ and ‘content’ in teaching ESP, as well as various approaches to defining objectives and selecting its content.

Nowadays, the teaching system can be considered as a functional, complex, open, multicomponent and multi-level hierarchical structure which content is determined by the social order of society at the present stage of its development. According to S. Yu. Nikolaeva [7, p. 79–81], this system represents a set of main components in the educational process that determines the selection of materials for foreign language classes, the standards of its presentation, as well as methods, means of teaching, and its organization. The content of teaching/learning is a subsystem in this complex hierarchical system which occupies a central place, has a specific content and is aimed at teaching/learning a certain foreign language and culture.

B. A. Lapidus [5, p. 5] defines the ‘content of teaching’ as *the set of knowledge that students must learn to achieve such a standard of language proficiency that corresponds to the objectives of a particular educational institution*. This definition does not require further clarification of the concept ‘the content of teaching ESP’ in a technical university.

It should be noted that in the field of language proficiency of specialists in technical universities, teaching ESP will be effective provided that the content, structure, and organization of the language course syllabus correspond to the real needs of students and their future profession [1, p. 9]. The main attention should be paid to mastering the sublanguage of the student future profession, developing communication skills of a foreign language based on the use of this sublanguage [12, p. 10]. Therefore, the distinctive and specific objective of teaching ESP consists in the necessity of having its own training course in a foreign language and culture for each professional field, developed in accordance with professionally significant objectives that are characteristic only of this area or discipline. A number of researchers (L. E. Alekseeva, O. B. Tarnopolsky, D. Brinton, D. Coyle) believe that teaching ESP through content-based instruction is the leading and effective direction of optimization and intensification of the process of teaching students to a professionally oriented foreign language, and offer an interdisciplinary design of an ESP course in the syllabus content of which various courses of the specialty can be reflected [1, p. 14; 13, p. 23; 16, p. 20; 17, p. 97].

According to the current English language program for professional communication [9, p. 6], the syllabus content should:

- be based on the international levels of language proficiency (according to the Common European Framework);
- take into account the previous experience of students, their requirements, wants and needs for language learning;
- have well-defined objectives and learning outcomes;
- be based on professional and educational skills;
- cover professional, academic, situational and pragmatic content;
- comply with the industry standards, national educational and qualification characteristics and programs;
- be modular in its organization.

The selection of the ESP syllabus content should be carried out on the basis of the analysis of data that can be obtained by 1) a survey of students, professionals, employers, teachers of major courses and ESP teachers; 2) testing the level of language proficiency of students; 3) conducting interviews and analyzing job descriptions; 4) conducting the pre-project research of a foreign language for professional communication [9, p. 6].

The qualitatively defined content of teaching a foreign language for professional communication should ensure the formation of professional communicative competence in a foreign language, mastering a foreign language as a means of communication among specialists, based on the formation and development of communicative skills, knowledge and abilities necessary for professionally oriented communication in a foreign language [1, c. 13].

In the studies of some researchers, it is possible to trace the change in approaches to the problem of structuring the content of teaching. Thus, in the work of I. L. Bim (1977) [2], it was defined the hierarchy and differences between units of language and speech material, as well as teaching components built on their basis. Three levels of methodical organization of the material were introduced. Sounds, words, separate phrases and sentences (phrases) are attributed to the units of language material of the first level; the second level includes the so-called typical phrases (speech patterns). And finally, the third level is composed of coherent texts and themes. On each of the levels, the basic unit of teaching is an exercise. As a unit of teaching, the exercise must have a three-part structure containing tasks, language or speech material and means for control or self-control [2, p. 199]. Also, the author refers to the list of components of the content of teaching not only foreign language knowledge, skills and abilities, but also the process of their formation [2, p. 212]. In his later work, I. L. Bim (1988) argues that the communicative goal is integrative, focused on achieving practical results in mastering a foreign language, as well as on education, upbringing and development of the individual [3, p. 20].

The direction of the teaching methodology, which consisted in concentrating attention only on the practical mastery of a language, was finally revised at the turn of the 1970s – 1980s and a foreign language began to be considered as a means of all-round comprehensive development of the learner’s personality.

In 1981 in accordance with the approaches of the ‘pre-communicative’ direction to teaching languages, considering the language material as a basic component of the content of education, V. L. Skalkin in his work [10, p. 156–158] proposed a multi-operational algorithm for its selection. In the successive operations of the algorithm, the elements of communicative direction for teaching a foreign language were introduced: the study of the spheres of communication, the defining of a specific list of social and communicative roles for each of the spheres of communication, the determining of a list of the most typical communicative situations for each of the spheres. Offering an operational approach to the selection of language material, the author considers that it is expedient to use the inductive-communicative method of teaching [10, p. 154] and simultaneously introduces the concept of communicative language environment. Accordingly, the selection of language

material at the communicative and speech levels should precede the selection of material at the language level.

In the mid-1980s, some scientists (B. A. Lapidus, R. K. Minyar-Beloruichev, I. I. Khaleeva) began to include linguistic cross-cultural and country-specific knowledge in the content of the language teaching, emphasizing the methods of their selection [5; 6; 14]. According to the classification of B. A. Lapidus (1986) [5], the content of teaching consists of skills and abilities 1) to operate language material; 2) to use systemic knowledge of a foreign language that has a communicative meaning, and specific speech rules of high-level generalization; 3) to operate a selected minimum of gestures and facial expressions reflecting the specifics of native language speakers; 4) to use paralinguistic means of written speech; 5) to operate selected regional knowledge, including knowledge of the norms of everyday life. Some linguistic units are referred to elementary skills and have communicative-auxiliary character [5, p. 16–20]. Thus, the author's methodological approach to language teaching has features of a communicative direction and takes into account country-specific and linguistic sociocultural knowledge.

By the early 1990s, the concept of the content of teaching a foreign language received a significant and more accurate definition. In further studies, the researchers also took into account the tasks of ensuring the possibility of further self-improvement of the individual that is based on the individual's study abilities, skills, and knowledge about the methods for more effective language acquisition.

The research of A. N. Shchukin (2004) [15, p. 122–146] contains a detailed study of the content of teaching, in particular, its structure, the principles of selection and interrelation of teaching objects and teaching outcomes. The author combines the components of the content of teaching in the system that consists of three subsystems: the teaching object, the learning object, and the result of the teaching (competence). According to this, the successive chains of the system have the form 'language — knowledge — language competence', 'language — skills — speech competence', 'speech activity — skills — communicative competence' and 'culture — intercultural communication — socio-cultural competence'. Considering the subject and procedural aspects of the content of teaching, A. N. Shchukin concludes that the ultimate goal of mastering the content of teaching is the formation of communicative competence that includes linguistic, sociolinguistic, discursive, strategic, social, sociocultural, subject and professional competence [15, p. 145–146].

In 2004 O. B. Tarnopolsky and S. P. Kozhushko in their research [12], based on the research of V. L. Skalkin, proposed a fundamentally new procedure for selecting the content of teaching, according to which, first, the communicative aspect (themes and

situations of communication) is selected. The next stage is the definition of the linguistic aspect (texts and 'language inventory'), followed by the procedural and psychophysiological aspects (selection of knowledge and skills that students should master in the process of learning a foreign language). Thus, the authors who studied the methodology of teaching a professionally oriented foreign language put the main emphasis on the sequence of the content components selection, arguing that there is a need for strict adherence to a certain sequence in the selection of the teaching content. It should be conducted from the bottom up: from the components that make up the communicative aspect, through the components that are part of the linguistic aspect, and end with the components of the psychophysiological and procedural aspects [12, p. 42]. When selecting the content for teaching a professionally oriented foreign language, it is necessary to follow the sequence indicated above, since only such a sequence provides practically the full priority and leading role of the subject aspect of the content (carrier-content) with respect to the linguistic aspect of the content of teaching a foreign language (real-content) [12, p. 43], and makes it possible to implement the approach to teaching a foreign language through the content of special disciplines (content-based approach) [16; 18]. In addition O. B. Tarnopolsky and S. P. Kozhushko [12, p. 43] believe that the analysis of students' needs (learners' needs analysis) should be applied only at the stage of selecting topics for the content of teaching. The selection of the remaining components should be done by professional methodologists and linguists, following a scientifically grounded procedure.

In their work (2006), N. D. Galskova and N. I. Gez [4] mention that modern researchers consider the content of teaching not as a static, but as a constantly evolving category, which reflects both the subject aspect and the procedural aspect. At the same time, in the theory of teaching foreign languages so far there is no common point of view on the component content of teaching foreign languages [4, p. 123]. According to the authors, despite the contradictions regarding the composition of the teaching content, it is possible to single out undeniable components belonging to the subject and procedural aspects. The subject aspect is correlated with various knowledge involved in the subject teaching process and includes communication spheres and situations, topics and texts, communicative goals and intentions, country-specific and linguistic cross-cultural knowledge, and language material (phonetic, lexical, grammatical and orthographic). The procedural aspect consists of the skills to use the acquired knowledge for the purpose of providing oral and/or written communication. According to the classification given by the authors, the procedural aspect of teaching content comprises 1) skills to use the linguistic material, 2) reading, speaking, listening,

writing, translation skills, 3) compensatory skills and 4) general study skills. In general, the authors refer to the content of teaching everything that is involved in teaching and learning activities, educational material, as well as the process of its assimilation [4, p. 123–124].

E. N. Solovova in her work (2008) [11] suggests the selection of the content of teaching by selecting individual elements at the level of actual and socio-cultural knowledge, language skills and speech units, and offers her own algorithm of the action sequence. She offers to start with the formulation and selection of thematic sections of the language course, topics for discussions or communication situations, and then proceed to the compilation of a lexico-grammatical framework of themes on their basis. The next stage includes the isolation of language and speech material, the creation of a logical sequence of topics and subtopics, the more precise definition of principles of selection of socio-cultural material. And, finally, the last stage is the selection of sources of visual and information support of the course [11, p. 75–76].

Over a period of time, the content of teaching a foreign language requires some adjustments. The need to make changes in the content of teaching a foreign language, including a professionally oriented foreign

language, is conditioned by a change in the teaching objectives, which, in turn, depend on the social order of society, the key directions of state and international educational policy, the teaching/learning environments, and also on the development of language teaching technologies and other sciences related to language teaching.

Thus, under the content of teaching ESP in a technical university, we mean the totality embracing everything that students should learn in order to achieve the main goal of studying — the ability to communicate in a foreign language in typical professional intercultural situations within the study program of the university. The selection of content is realized after defining objectives of teaching a foreign language and should be based on an analysis of educational standards and general professional needs of students. The development of the methodology of teaching foreign languages as a science and the changing of aims of teaching ESP, which is conditioned by the social order of society, lead to the need to regularly update the content of teaching a foreign language. The procedure for selecting the content for teaching ESP is a multilevel and multicomponent process that requires careful study, analysis, and depends on the objectives of teaching a language.

#### References

1. Алексеева Л. Е. Методика обучения профессионально ориентированному иностранному языку. Курс лекций: [метод. пособ.] / Л. Е. Алексеева. — СПб.: Филологический фак-тет СПбГУ, 2007. — 136 с.
2. Бим И. Л. Методика обучения иностранным языкам как наука и проблемы школьного ученика / И. Л. Бим. — М.: Русский язык, 1977. — 288 с.
3. Бим И. Л. Теория и практика обучения немецкому языку в средней школе. Проблемы и перспективы: [учебн. пособие для студ. пед. ин-тов по специальности 2103 «Иностранный язык»] / И. Л. Бим. — М.: Просвещение, 1988. — 253 с.
4. Гальскова Н. Д., Гез Н. И. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика. Учеб. пособие для студ. лингв. ун-тов и фак. ин. яз. высш. пед. учеб. заведений / Н. Д. Гальскова, Н. И. Гез. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 336 с.
5. Лапидус Б. А. Проблемы содержания обучения языку в языковом вузе / Б. А. Лапидус — М.: Высшая школа, 1986. — 144 с.
6. Миньяр-Белоручев Р. К. Методика обучения французскому языку / Р. К. Миньяр-Белоручев. — М.: Просвещение, 1990. — 224 с.
7. Методика навчання іноземних мов і культур: теорія і практика: підручник для студ. класичних, педагогічних і лінгвістичних університетів / Бігич О. Б., Бориско Н. Ф., Борецька Г. Е. та ін. / за загальн. ред. С. Ю. Ніколаєвої — К.: Ленвіт, 2013. — 590 с.
8. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455/pdf>
9. Програма з англійської мови для професійного спілкування / [колектив авторів: Г. Є. Бакаєва, О. А. Борисенко, І. І. Зуєнок та ін.]. — К.: Ленвіт, 2005. — 119 с.
10. Скалкин В. Л. Основы обучения устной иноязычной речи / Владимир Львовович Скалкин. — М.: Русский язык, 1981. — 248 с.
11. Соловова Е. Н. Методика обучения иностранным языкам: пособие для студентов пед. вузов и учителей / Е. Н. Соловова. — М.: АСТ: Астрель, 2008. — 272 с.
12. Тарнопольский О. Б., Кожушко С. П. Методика обучения английскому языку для делового общения: учебное пособие. — К.: Ленвіт, 2004. — 192 с.
13. Тарнопольский О. Б. Навчання через зміст, змістовно-мовна інтеграція та іншомовне занурення у викладанні іноземних мов для професійних цілей у немовних вишах / О. Б. Тарнопольский // Іноземні мови — 2011. — Вип. 3. — С. 23–27.

14. Халеева И. И. Основы теории обучения пониманию иноязычной речи (подготовка переводчика). — М.: Высш. Школа, 1989. — 238 с.
15. Щукин А. Н. Методика обучения иностранным языкам: курс лекцій / А. Н. Щукин. — М.: Изд-во УРАО, 2002. — 288 с.
16. Brinton D. M. Content-based second language instruction / Brinton D. M., Snow M. A., Wesche M. B. — NY: Newbury House Publishers, 1989. — 241 p.
17. Coyle D. CLIL — a pedagogical approach from the European perspective / D. Coyle. // Encyclopedia of language and education. Vol. 4: Second and foreign language education. — New York, NY: Springer, 2007. — P. 97—111.
18. Dudley-Evans T. Developments in English for Specific Purposes. A multi-disciplinary approach. — Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1998. — 301 p.
19. Harmer J. The practice of English language teaching / Jeremy Harmer. — [3rd ed.]. — Essex: Pearson Education Limited, 2004. — 371 p.

УДК 378.096:35.072.1-029.911](477)

**Літашов Олександр Володимирович**

*аспірант кафедри публічної служби й управління навчальними та соціальними закладами  
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*

**Литашов Александр Владимирович**

*аспірант кафедри публичной службы и управления учебными и социальными учреждениями  
Луганского национального университета имени Тараса Шевченко*

**Litashov Oleksandr**

*Postgraduate Student of the Department of  
Public Service and Management Educational and Social Institutions  
Taras Shevchenko National University of Luhansk*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-9-3773

## **ДІЯЛЬНІСТЬ ФАКУЛЬТЕТУ ЯК СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ ВНЗ У КОНТЕКСТІ ВНУТРІШНЬОЇ АВТОНОМІЇ ВНЗ**

## **ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФАКУЛЬТЕТА КАК СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ВУЗА В КОНТЕКСТЕ ВНУТРЕННЕЙ АВТОНОМИИ ВУЗА**

## **THE ACTIVITY OF THE FACULTY AS A STRUCTURAL SUBDIVISION OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION IN THE CONTEXT OF THE INTERNAL AUTONOMY OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION**

**Анотація.** У статті розкриті основні засади внутрішньої автономії у діяльності Могиллянської школи журналістики (МШЖ) (факультет соціальних наук та соціальних технологій) Києво-Могиллянської академії та кафедри журналістики та видавничої справи на факультеті журналістики та соціальних комунікацій Луганського національного університету імені Тараса Шевченка в межах вищих навчальних закладів чи структурних підрозділів. Фактично, йдеться про «децентралізацію» керування організацією освітнього процесу в цих підрозділах. Автор робить якісний порівняльний аналіз з метою показати в динаміці, які ключові засади внутрішньої автономії вже втілені практично (на прикладі МШЖ), а які існують в теорії, однак тяжіють до того, аби бути втіленими найближчим часом (Кафедра журналістики ЛНУ) та показує шляхи для розвитку внутрішньої автономії обох цих структурних підрозділів відповідно до чинного законодавства, внутрішніх ресурсів університетів, загальних освітніх тенденцій в країні та інших складових.

**Ключові слова:** внутрішня автономія ВНЗ, факультет, вища освіта в Україні, діяльність ВНЗ.

**Аннотация.** В статье раскрыты основные принципы внутренней автономии в деятельности Могиллянской школы журналистики (МШЖ) (факультет социальных наук и социальных технологий) Киево-Могиллянской академии и кафедры журналистики и издательского дела на факультете украинской филологии и социальных коммуникаций Луганского национального университета имени Тараса Шевченко в рамках высших учебных заведений или структурных подразделений. Фактически, речь идет о «децентрализации» управления организацией образовательного процесса в этих подразделениях. Автор делает качественный сравнительный анализ с целью показать в динамике, какие ключевые принципы внутренней автономии уже воплощены на практике (на примере МШЖ). Также автор описывает пример кафедры журналистики ЛНУ, где внутренняя автономия подразделения существует пока лишь в теории, но тяготеет к тому, чтобы быть воплощенной практически. А также показывает пути для развития внутренней автономии обоих структурных подразделений в соответствии с действующим законодательством, внутренних ресурсов университетов, общих образовательных тенденций в стране и других составляющих.

**Ключевые слова:** внутренняя автономия ВУЗов, факультет, высшее образование в Украине, деятельность ВУЗов.

**Summary.** The article outlines the main principles of the internal autonomy of the Mohyla School of Journalism (Faculty of Social Sciences and Social Technologies) of the Kyiv-Mohyla Academy and the Department of Journalism at the Faculty of Journalism and Social Communications of the Lugansk National Taras Shevchenko University within the framework of higher educational establishments or structural subdivisions. In fact, this is about the «decentralization» of managing the organization of the educational process in these divisions. The author makes a qualitative comparative analysis in order to show in the dynamics, which key principles of internal autonomy embodied in practice. The author also shows what principles of autonomy can implemented in the near future.

**Key words:** internal autonomy of higher educational institutions, faculty, higher education in Ukraine, activity of higher educational institutions.



**В**иклад основного матеріалу. Окремі структурні підрозділи українських вищих навчальних закладів переймають загальну тенденцію до внутрішньої автономії, яка поширюється в українських ВНЗ. Одні університети вже запровадили «децентралізацію» та успішно адаптували її до своїх порядків, інші — перебувають в процесі, та вже мають засади внутрішньої автономії структурних підрозділів в теорії.

У нашій статті ми розглянемо два приклади — втіленої та не втіленої внутрішньої автономії у двох структурних підрозділах двох різних ВНЗ України. Першим прикладом послужила вповні втілена внутрішня автономія Могілянської школи журналістики, яка знаходиться на факультеті соціальних наук та соціальних технологій у Києво-Могілянській академії (далі — МШЖ). Другим прикладом послужила кафедра журналістики та видавничої справи Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, що підпорядковується факультету української філології та соціальних комунікацій. Обидва підрозділи цих вишів готують майбутніх журналістів та інших представників медіа-галузі. Тому, порівняння їх буде особливо цікавим ще з огляду на однакове професійне спрямування вищої освіти.

Аби зробити якісний порівняльний аналіз між ними, спочатку окреслимо особливості внутрішньої автономії кожного з них окремо.

Так, до основних засад внутрішньої автономії МШЖ відносяться такі:

1. Ухвалення навчального плану викладачами спільно з аспірантами та докторантами підрозділу.

2. Затвердження бюджету на утримання підрозділу, а також генерування власних коштів за рахунок діяльності викладачів: гранти для МШЖ, які виграються викладачами задля розвитку підрозділу, а також інші види наукової діяльності, такі як участь у відрядженнях, конференціях, конкурсах наукових та професійних спрямувань тощо. У випадку перемоги чи в окремих випадках навіть за участі представника підрозділу, МШЖ отримує також фінансову винагороду. Усі кошти, згенеровані таким чином, використовуються на внутрішній розвиток підрозділу з метою надати більше можливостей студентам та викладачам для навчання.

3. Педагогічна рада в середині структурного підрозділу, яка складається з голови МШЖ, його заступників (як правило, двоє), трьох аспірантів та трьох студентів (переважно старости та найкращі за рейтингом студенти). Така робоча група відповідає за контроль якості освіти (викладання та навчання) у підрозділі, дотримання навчального плану, забезпечує активність студентів (спонукає до участі у наукових конкурсах, різних розважальних заходах підрозділу та університету в цілому, а також у різнопланових дискусіях, зустрічах з відомими людьми України та з-за кордону, партнерствах з інформаційними агенціями, ЗМІ тощо).

4. Фінансова незалежність (підрозділ має власний бюджет, окремий від того, який виділяється та розподіляється між підрозділами від університету).

5. Управління підрозділом цілковито здійснюється директором та педагогічною радою МШЖ, ректор, президент та педагогічна рада університету не мають повноважень втручатися в діяльність МШЖ, якщо діяльність останньої не протирічить чинному законодавству України та не суперечить Закону «Про вищу освіту».

6. Основні засади, на яких ґрунтується внутрішня автономія МШД, корелюються із такими поняттями як «рівність», «справедливість», «солідарність» — основні цінності демократичного суспільства — розглядаються на соціально-економічному, а не на політичному рівні: людина, студент, є, передусім, споживачем, тому вся діяльність підрозділу спрямована на задоволення його основної потреби тут і зараз.

7. Директор МШЖ має право звільняти та призначати на посади підрозділу кандидатів на власний розсуд, не очікуючи на дозвіл від ректора чи претендента університету. Однак посади в межах підрозділу не є виборними.

8. Розподіл кількості годин навчального навантаження викладачів перебуває у компетенції директора підрозділу, а не ректорату.

9. Підрозділ має повноваження самостійно у власноруч визначений термін проводити моніторинг якості освіти МШЖ та залишати його результати в межах підрозділу, не подаючи проміжні звіти до ректорату. Відповідно, відповідальність за якість освіти підрозділу так само знаходиться під опікою директора МШЖ та педагогічної й наглядової рад підрозділу.

10. Можливість запрошувати іноземних викладачів окремих курсів до підрозділу та впровадження нових курсів (додаткових) без відома ректорату.

11. Впровадження практики міжнародного партнерства з аналогічними підрозділами в інших країнах без попереднього узгодження з ректоратом та без його відома. А також створення умов для можливості співпраці своїх дослідників з кращими фахівцями у відповідній галузі науки, незалежно від того, в якій країні вони знаходяться.

12. Вільне використання усіх внутрішніх ресурсів підрозділу — фінансових, людських, інтелектуальних — за самостійно визначеними підрозділом напрямками і без обмежень, — розробляти власні плани розвитку, — самостійно визначити пріоритети своєї науково-дослідницької роботи, — ухвалювати рішення стосовно своїх навчальних планів і програм, — відбирати для себе найкращих студентів на умовах конкуренції, — відбирати, приймати на роботу і звільняти співробітників і академічний персонал, вільно ухвалювати рішення про винагороду професорсько-викладацького корпусу підрозділу МШЖ та інші вигоди тощо.

Отже, усі 12 пунктів внутрішньої автономії поточного підрозділу успішно втілені на практиці у Могілянській школі журналістики.

Відповідно, переходимо до аналізу аналогічних пунктів на кафедрі журналістики та видавничої справи ЛНУ імені Тараса Шевченка. Серед них відмічаємо такі:

1. Ухвалення навчального плану викладачами спільно з аспірантами та докторантами підрозділу, однак звіт про ухвалений навчальний план має бути поданий до педагогічної ради та ректорату університету на предмет отримання їхньої згоди. Ректорат та педагогічна рада має право вносити свої корективи у навчальний план, однак також кафедра має право обговорювати внесені коректи та висловлювати свою демократичну позицію, відстоювати першоджерело або приймати внесені правки та ухвалювати спільне рішення про впровадження навчального плану.

2. Затвердження бюджету на утримання підрозділу, а також генерування власних коштів за рахунок діяльності викладачів: гранти для кафедри журналістики та видавничої справи, які виграються викладачами задля розвитку підрозділу, а також інші види наукової діяльності, такі як участь у відрядженнях, конференціях, конкурсах наукових та професійних спрямувань тощо. Усі кошти, згенеровані таким чином, використовуються на внутрішній розвиток, але не тільки окремої кафедри, а всього факультету української філології та соціальних комунікацій з метою надати більше можливостей студентам та викладачам для навчання. Окремого незалежного бюджету кафедри не існує.

3. Педагогічної ради в межах кафедри не існує. Є лише завідувач кафедри та його заступники, однак усі питання, ухвалені ними спільно про діяльність кафедри мають бути схвалені ректоратом та педагогічною радою університету.

4. Кафедра фінансово залежить не лише від університетського бюджету, а й весь університет залежить від бюджету МОН України.

5. Управління кафедрою як структурним підрозділом факультету та університету здійснюється завідувачем кафедри та його заступниками, однак вони звітують в обов'язковому порядку перед ректоратом та педагогічною радою університету.

6. Директор кафедри журналістики та видавничої справи може подати заяву на звільнення чи прийняття на кафедру нових викладачів, однак заява буде розглянута спочатку деканом факультету української філології та соціальних комунікацій, а у разі затвердження буде передана до ректорату та педагогічної ради та повторно затверджена чи відхилена вже на найвищому рівні. Відхилятися кандидатура може на кожному з цих рівнів у вільному порядку. У такому випадку якщо декан відхиляє, далі ця кандидатура вже не проходить. Тобто діє ієрархічна модель ухвалення рішення стосовно цього питання.

7. Розподіл кількості годин навчального навантаження викладачів перебуває у компетенції ректорату та педагогічної ради університету, попередньо затверджується деканом факультету української філології та соціальних комунікацій.

8. Кафедра має повноваження самостійно у власноруч визначений термін проводити моніторинг якості освіти кафедри журналістики та видавничої справи й залишати результати цього моніторингу в межах підрозділу, не подаючи проміжні звіти до ректорату. Однак існує певний загально університетський обов'язковий моніторинг, який кафедра зобов'язана проводити у певний термін, а його

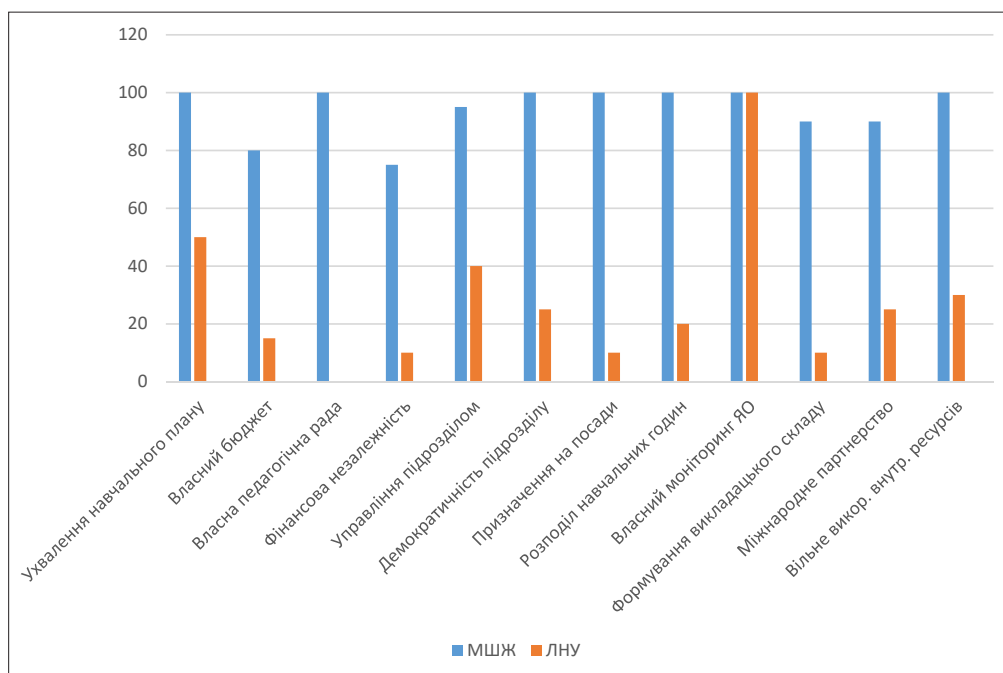


Рис. 1. Порівняльний аналіз показників впровадження внутрішньої автономії у структурні підрозділи ВНЗ (на прикладі МШЖ та кафедри журналістики ЛНУ)

результати обов'язково подавати у вигляді звіту перед ректоратом та педагогічною радою університету.

9. Можливість запрошувати іноземних викладачів окремих курсів до підрозділу та впровадження нових курсів (додаткових), однак за умови схвалення їхніх кандидатур деканом факультету. До ректорату подавати прохання з цього приводу не потрібно.

10. Впровадження практики міжнародного партнерства з такими ж підрозділами університетів в інших країнах без попереднього узгодження з ректоратом, але за згодою декана факультету та за умови, що ректорат та педагогічна рада знають про таку практику. А також створення умов для можливості співпраці своїх дослідників з кращими фахівцями у відповідній галузі науки, незалежно від того, в якій країні вони знаходяться, також за згодою декана факультету.

Отже, як бачимо, кафедра журналістики та видавничої справи є більш підвладною університету та МОН України, має чітку ієрархічну структуру, має менше навчально-наукових повноважень та опікується винятково навчально-науковим процесом за попередньою згодою декана факультету, а також ректорату та педагогічної ради університету.

Таким чином, порівнюючи рівень розвиненості внутрішньої автономії структурного підрозділу МПЖ та структурного підрозділу кафедр журналістики, вимальовується така наочна картина.

Як бачимо, на рис. 1 активну динаміку та практику впровадження внутрішньої автономії у визначені структурні підрозділи. Ситуація, яка складається із впровадженням внутрішньої автономії в ЛНУ більше нагадує традиційну модель впровадження, характерну для більшості вишів України на сьогодні. А оскільки, як ми вже з'ясували, більшість складових внутрішньої автономії ВНЗ тісно пов'язані з його фінансовою автономією, відповідно, розширення повноважень кафедри неодмінно стимулюватиме університет до пошуку нових незалежних від МОН способів залучення коштів. Говорячи про незалежний моніторинг, який,

відповідно до рис. 1 показав найкращий результат, варто наголосити, що бажання ЛНУ провести такий моніторинг не є обов'язковим, тому його результати не враховуються офіційно до уваги ВНЗ, однак можуть бути залучені у якихось суперечливих моментах з питань якості освіти як додатковий матеріал справи. Цей матеріал може бути як корисним, так і нейтральним у розгляді справи щодо рівня якості освіти в ЛНУ. Однак моніторинг, який проводиться щорічно в обов'язковому порядку, вже не є незалежним та має затверджуватися вищим керівництвом ВНЗ.

Таким чином, можемо зробити **висновок**, що перспективи швидкого опанування внутрішньої автономії цілковито передують у підрозділі МПЖ Києво-Могилянської академії. Для повноцінної внутрішньої автономії підрозділу не вистачає повного переходу на незалежне фінансування та дозволу університету на вільне встановлення оплати за навчання студентів-контрактників в межах підрозділу, без права втручання у цей процес ректорату, однак не нижче тієї відмітки. Встановленої університетом за стандарт оплати за навчання контрактників. Ймовірно, найближчим часом підрозділ зможе працювати за такими стандартами.

Що стосується кафедри журналістики та видавничої справи ЛНУ, тут варто наголосити на двох особливостях, що заважають вільному прямуванню підрозділу до впровадження повноцінної внутрішньої автономії, а саме:

- 1) Низький рівень демократичності вишу;
- 2) Бюрократія.

З першим явищем підрозділ зможе впоратися тоді, коли сам університет почне демократизувати свою систему керування освітнім процесом, а з другим явищем кафедра в змозі боротися вже на цьому етапі, впроваджуючи більш гнучкі можливості для обміну інформацією, подання звітності та ухваленні рішень між учасниками освітнього процесу тощо, аби скоротити час на формальні дії й зробити цей процес простим та відритим.

### Література

1. Котлер Ф., Фокс К. Стратегічний маркетинг для навчальних закладів. Пер. з англ. — К.: УАМ, Вид. Хімджест, 2011. — 580 с.
2. Вакарчук І. Удосконалення законодавства про вищу освіту / Інтернет-ресурс: оф. сайт журналу ВРУ «Віче» — Режим доступу: <http://veche.kiev.ua/journal/1056/>
3. Закон України «Про вищу освіту» № 1556-VII, від 01 липня 2014 року / Інтернет-ресурс: Gur.ua — Режим доступу: [http://www.osvita.org.ua/pravo/law\\_05/part\\_05.html](http://www.osvita.org.ua/pravo/law_05/part_05.html)
4. Університетська автономія: [спеціальний випуск часопису «Дух і Літера»] / Упоряд. С. Квіт, Г. Касьянов, Т. Ярошенко, К. Сігов, Л. Фінберг; Автор передмови В. Брюховецький; Національний університет «Києво-Могилянська академія»; Центр європейських гуманітарних досліджень. — К.: Дух і Літера, Випуск 19, 2008. — 366 с.
5. Університетська автономія — запорука якості української освіти / Інтернет-ресурс: офіційний сайт НУ «Києво-Могилянська академія» — Режим доступу: [http://press.ukma.edu.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=112:2010-03-02-16-12-46&catid=13:2009-03-17-09-33-55&Itemid=31](http://press.ukma.edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=112:2010-03-02-16-12-46&catid=13:2009-03-17-09-33-55&Itemid=31)
6. Мокляк В. М. Обґрунтування поняття «автономія вищого навчального закладу» / В. М. Мокляк // Збірка наукових праць Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. — Серія «Педагогічні науки». — Випуск 63. — Полтава, 2015. — С. 132–137.

УДК 659

**Кушнір Вікторія Андріївна**

*студентка магістратури Інституту журналістики  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

**Кушнир Виктория Андреевна**

*студентка магістратуры Института журналистики  
Киевского национального университета имени Тараса Шевченко*

**Kushnir Victoria**

*Student of the Magistracy of Institute of Journalism of the  
Kyiv National Taras Shevchenko University*

## РОЛЬ БРЕНД-АМБАСАДОРА В ПРОСУВАННІ БРЕНДУ

## РОЛЬ БРЕНД-АМБАССАДОРА В ПРОДВИЖЕНИИ БРЕНДА

## THE ROLE OF BRAND-AMBASSADOR IN BRAND PROMOTION

**Анотація.** У статті розглянуто основні функції та принципи роботи спеціалістів по просуванню брендів – бренд-амбасадорів. Обґрунтовано їх місце, роль та значення у діяльності сучасної компанії.

**Ключові слова:** бренд, просування, бренд-амбасадор.

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные функции и принципы работы специалистов по продвижению брендов – бренд-амбассадоров. Обосновано их место, роль и значение в деятельности современной компании.

**Ключевые слова:** бренд, продвижение, бренд-амбасадор.

**Summary.** In the article the basic functions and principles of work of specialists on promotion of brands – brand-ambassadors are considered. Their place, role and significance in the activity of the modern company are substantiated.

**Key words:** brand, promotion, brand-ambassador.

**Вступ.** Успіх компанії значною мірою залежить від рівня впізнаваності бренду та довіри громадськості до нього. Довіра створюється продуктивною діяльністю як у виробничій сфері, так і у сфері суспільних комунікацій. Мета комунікаційної політики компанії полягає в створенні конкурентних переваг, що складаються з виробничих (потенційних) і споживчих (конкурентних) переваг. Політика взаємодії в зовнішньому середовищі впливає на створення довгострокових споживчих відносин компанії з її клієнтами, що призводить до зниження інституційних витрат. Одним із інструментів побудови таких відносин є бренд-амбасадор — найманий фахівець, лідер думки для певної аудиторії, який несе інформацію про бренд в маси і формує його позитивну репутацію.

**Метою даної статті** є конкретизація сутності та визначення ролі бренд-амбасадора у просуванні бренду компанії.

Для досягнення мети було поставлено та вирішено наступні завдання:

- досліджено сутність поняття бренд-амбасадор;

- розглянуто історію виникнення та становлення бренд-амбасадорів;
- визначено види бренд-амбасадорів та їх роль у просуванні бренду компанії.

**Об'єктом дослідження** виступає бренд-амбасадор як спеціаліст по просуванню брендів.

**Предмет дослідження** — діяльність бренд-амбасадора у процесі просування бренду.

Проблеми особливостей діяльності бренд-амбасадорів та їх вплив на просування брендів досліджено в наукових працях видатних українських та іноземних економістів і науковців, таких як С. Брейн, О. П. Березкіна, Д. Доті, А. А. Духіна, Т. О. Примака, Є. В. Ромат, О. Светлакова, Е. А. Трутнева, Д. Шульц та ін.

Проте, попри значний теоретичний та практичний внесок узагальнених досліджень з питань розвитку та становлення амбасадорства в закордонних країнах, можливостей його використання в українських реаліях поки що бракує.

Для вирішення поставлених завдань застосовувались положення діалектичного методу пізнання явищ і процесів при визначенні поняття бренд-амбасадор; метод теоретичного аналізу для розчленування

об'єкту дослідження на складові частини; метод синтезу — для інтеграції результатів, що виникли у процесі аналізу.

Термін «амбасадор» наприкінці минулого століття перейшов з дипломатичної номенклатури до маркетингу. Тепер так називають представників бренду, які всім своїм життям демонструють його цінності. Амбасадор — дипломат, який представляє країну в іншій державі; представник або промоутер заходів [1].

Кембриджський англійський словник розглядає «амбасадора» як «важливого чиновника, який працює в чужій країні, представляючи свою власну країну там, і офіційно прийнятий в цьому положенні» [12]. Приєднавши до слова «амбасадор» слово «бренд» ми переносимо дане визначення у площину маркетингу.

Поняття «амбасадор бренду» походить з англійської мови і перекладається як «посол бренду». Посол бренду — це людина, найнята організацією або компанією, щоб представляти бренд в позитивному світлі і тим самим сприяти підвищенню впізнаваності бренду та зростанню продажів [10, с. 98].

Посол бренду покликаний втілити корпоративну ідентичність за зовнішнім виглядом, манерою поведінки, цінностей та етики [6]. Основною особливістю послів бренду є їх здатність використовувати рекламні стратегії, які дозволяють зміцнити відносини клієнт — продукт — послуга і стимулювати аудиторію купувати і споживати більше. Переважно, посол бренду відомий як позитивний представник, лідер думки або впливовий член спільноти, призначений в якості внутрішнього або зовнішнього представника для збільшення обсягу продажів продуктів або послуг і створення поінформованості про торгову марку.

Сленговий словник англійської мови дає таке визначення поняттю «бренд-амбасадор» в маркетингу — задоволений клієнт, який говорить іншим про свій позитивний досвід роботи з продуктами конкретної торгової марки [13].

Отже, можна припустити, що бренд-амбасадор має набагато більше значення, аніж проста особа бренду. Це людина, котра не тільки вірить у бренд, але вважає його гідним, щоби рекомендувати своїм друзям та знайомим. Такі люди характерні для усіх вікових категорій, однак найбільш явно вони проявляються у молодіжному середовищі.

При виборі амбасадора бренду акцент переважно ставиться на відкритості до інновацій. На перший план виходять наступні характеристики [1]:

- високий авторитет у своєму колі спілкування;
- широке коло спілкування;
- щира любов до бренду;
- бажання розказувати про переваги бренду своєму оточенню.

Беручи до уваги усе вище викладене, пропонуємо під бренд-амбасадором розуміти людину, яка задіяна компанією для просування її продукції і/або послуг

в рамках загальної політики просування торгової марки. Бренд-амбасадор бере на себе зобов'язання по візуалізації торгової марки, використовуючи методи просування бренду, сприяє встановленню зв'язку між компанією і її кінцевими споживачами, надає стимулюючу дію на широку аудиторію з метою збільшення продажів.

Першими в історії представниками професії бренд-амбасадорів були агенти сарафанного маркетингу, які розповідали людям про продукт. Популярний маркетинговий прийом «сарафанне радіо» за своєю суттю є прообразом сучасних бренд-амбасадорів — людей, що надають інформацію про бренд всюди, де б вони не знаходилися, всім, хто б не перебував з ними поблизу.

Одним з перших бренд-амбасадорів є комівояжер знаменитого виробника шампанського «Вдова Кліко» — месьє Бонн. Після війни 1812-го року він привіз в Росію першу контрабандну партію шампанського, не зважаючи на заборону державною владою ввезення в країну товарів. Месьє Бонн зупиняючись у кожному портовому місті розповідав усім «по секрету», що доставляє партію ігристого напою на замовлення для російського царя. В результаті натовп охочих придбати пляшку шампанського вишикувався в порту ще до того, як прибув корабель з месьє Бонном. Партія розійшлася миттєво.

Наступним етапом розвитку професії бренд-амбасадорів є так звана «бренд-менеджер система». Традиційно (до кінця 19 століття) споживачі були знайомі лише з декількома товарами, які були доступні на ринку. Починаючи з 1870-х років ряд компаній почали просувати «брендові продукти» з певною репутацією. У цей час споживачі ознайомилися з великою кількістю брендів. З 1915 по 1920-і роки, бренди здобули значного поширення, що збільшило довіру компаній до рекламування. Проте, Велика депресія привела до серйозного припинення в просуванні, так як компаніям залишалося лише кілька способів збільшення доходу, аби утримати свій бізнес в потрібному руслі. Заради життя свого бренду і виживання на безнадійному ринку такі компанії, як Procter Gamble, General Foods і Unilever розробили дисципліну управління брендом, так звану «бренд-менеджер систему», яка відноситься до типу організаційної структури, де бренди закріплюються за менеджерами, котрі несуть відповідальність за свою роботу. Ці менеджери стали певним прототипом сучасних бренд-амбасадорів.

Від початку 1950-х до середини 1960-х років, все більше компаній Америки та Європи переміщуються в напрямку пошуку бренд-менеджерів. Несподіваний бум в економіці, а потім зростання чисельності населення середнього класу і народжуваності, призвели до збільшення попиту на ринку. Це дало початок стабільній конкуренції серед ряду виробників, які дійшли висновку, що потрібні зміни для того, щоб їх товари помітили серед вже існуючих брендів. До

1967 року 84 % великих виробників мали бренд-менеджерів товарів [9, с. 522]. Бренд-менеджери, або «менеджери продуктів», стали тими особами, до кола пріоритетів яких увійшло все — від побудови бренду до підвищення обсягів продажів та прибутку певної компанії.

З 1990-х бренд-менеджмент перетворився на бренд-менеджмент активів. К. Девіс визначив стратегію управління активами бренду як «збалансований інвестиційний підхід для побудови цінності бренду, внутрішньої та зовнішньої комунікації, а також використання його для підвищення рентабельності бренду, вартості активів бренду, і зборів бренду протягом тривалого часу» [2, с. 103].

Отже, в історії становлення та розвитку бренд-амбасадорів, можна виділити три етапи:

- агенти сарафанного маркетингу — лідери думки, які займалися розповсюдженням інформації про товар, що сприяло високій поінформованості про його якість та зростанню продажів;
- бренд-менеджери — закріплення брендів за менеджерами;
- бренд-амбасадори — маркетингові представники компанії.

Кожен бренд має корпоративну місію, свою філософію, цінності та інші нематеріальні складові особистості-компанії. Таким чином, бренд автоматично знаходить собі схожу за духом віддану цільову аудиторію, яка бачить схожість в поглядах з компанією. За рахунок цього підвищується лояльність аудиторії до бренду, виростає як рівень продажів і, що не менш головне, з'являється можливість перетворити цю цільову аудиторію в прямих послідовників бренду (нехай і меншого масштабу), які будуть проповідувати принципи компанії своїм друзям і близьким [3, с. 102].

Нести в масі ці самі місію, цінності і філософію тільки через тексти на сайті і продуктах виходить не так ефективно тільки через те, що таке повідомлення залишається знеособленим і неживим для читача. Інша справа — конкретна особистість (не обов'язково відома), яка є прихильником бренду і своїм способом життя відповідає всім цінностям компанії, що закладалися засновниками компанії і працівниками відділу маркетингу.

Дослідження маркетингових компаній показали, що послідовники бренду набагато ефективніше мотивують потенційних клієнтів зробити покупку, ніж традиційні способи реклами. Так, дослідницько-аналітична компанія Collective Bias у 2017 році провела дослідження ставлення до маркетингу впливу. За даними її досліджень [11]:

- на 65 % більш вірогідним сприймається відгук про товар або бренд в соціальній мережі, ніж з прямих рекламних каналів;
- 150 % повернення інвестицій від заходів з маркетингу агентів впливу (на основі аналізу 300 тисяч годин контенту від більш ніж 5 тисяч лідерів думок);

- 59 % маркетингових відділів провідних брендів планують збільшити витрати на бренд-амбасадорів в поточному році.

Просування за допомогою послів бренду може бути онлайн і офлайн.

Офлайн бренд-амбасадори — це люди з приємною зовнішністю, які одягнені в одяг з елементом корпоративного стилю — це може бути футболка з логотипом, кепка та інші предмети одягу. Ці люди не є відомими, а також не обов'язково є прихильниками бренду. Вони несуть відповідальність за роздачу зразків продукції, привітання людей та просто введення нових людей в їхній бренд. Майже на кожному заході задіюють таких бренд-амбасадорів. Він може найматися на роботу на один захід і також працювати на постійній основі. Оплата таких послуг погодинна. В США зарплати від 15 до 100\$ за годину.

До офлайн бренд-амбасадорів також можна віднести клієнтів-фанатів бренду. Вони розповідають рідним, близьким, знайомим в процесі живого спілкування про позитивні якості продукту та враження від його використання.

Онлайн бренд-амбасадор — лідери думок для певного кола людей. Вони мають велику кількість підписників та переглядів в соціальних мережах. Люди, які слідкують за життям бренд-амбасадорів — ототожнюють себе з ними, прагнуть досягти такого ж життя. Бренд-амбасадор розповідає про переваги продукту, показує як він сам ним користується. Він мотивує аудиторію придбати товар.

Головна різниця між «спонсорською публікацією» та послом бренду — проплачена публікація зазвичай одноразова, тоді як з бренд-амбасадором оговорюється серія публікацій в соціальних мережах з певною періодичністю протягом визначеного періоду. Компанія постійно відправляє нові продукти таким послам бренду. В багатьох випадках онлайн бренд-амбасадори переходять в офлайн — беруть участь в заходах, що організовує компанія.

Онлайн бренд-амбасадор викладає фото або відео з продуктом, проводить розіграші «give away» в блогах, знімає відео з використанням продукту на каналі в Youtube. Він спеціалізується у певній сфері і постійно дає поради своїй аудиторії. Ціль такого бренд-амбасадору — вигадати неординарний варіант реклами продукту. Компанія часто ставить свої вимоги: певна кількість публікацій, певна кількість знаків або слів, обов'язкове використання певних слів, використання вказаних хештегів, календар публікацій.

Амбасадорство — це в першу чергу абсолютно ексклюзивне співробітництво з обох сторін — компанія довіряє відповідальну роль єдиного представника, а представник не має права погоджуватися на аналогічний статус для будь-яких інших брендів (навіть з іншої галузі). І, як правило, посол бренду не перебуває в штаті компанії і ніяк не бере участі в операційних процесах і прийнятті рішень.

З бренд-амбасадором все ж підписується формальний контракт, що фіксує права і обов'язки обох сторін, в тому числі, правила поведінки амбасадора перед пресою, в інтернеті, відповіді на найбільш популярні запитання та інші тонкощі, що стосуються суспільного життя представника. Компанія, в свою чергу, підписується на бонуси, переваги та інші компенсації на користь амбасадора.

Основні переваги використання бренд-амбасадора представимо у вигляді рис. 1.

Важливо розуміти, що на амбасадорі лежить велика відповідальність перед брендом, в першу чергу — за репутацію. Являючи собою призму, через яку компанія несе свої цінності людям, він може так само і стати каталізатором чорного піару, нівелювати наслідки якого може бути зовсім непросто.

Скандальні події завжди мають великий вплив на зростання популярності окремо взятих персонажів, але якщо амбасадора застануть за вживанням продукту конкурента, або, що ще гірше, за вчиненням будь-яких злочинних дій — компанія втратить частину своєї аудиторії і, відповідно, прибутку. Тому,

необхідно ставитися з великою увагою до репутації і відповідальності самої особистості, яка візьме на себе таку важливу роль. Підстрахуватися від цього можна грамотно спланованою стратегією і постійним зворотним зв'язком між відділом маркетингу і представниками, або самим амбасадором.

При цьому, вибираючи вже популярну особистість у якості свого посла бренду, компанія автоматично отримує його аудиторію і ця аудиторія відразу стає лояльною — з такою аудиторією простіше працювати і простіше проектувати на неї інші маркетингові активності і інструменти.

Ще одна перевага — використання амбасадора бренду для збору зворотного зв'язку аудиторії.

Спрямовуючи свої комунікаційні зусилля на потенційних партнерів та клієнтів через бренд-амбасадора, компанія сподівається на бажану для неї зворотну реакцію, а саме: від потенційних інвесторів — встановлення довгострокових ділових відносин на взаємовигідних умовах; від органів державної влади — формування режиму найбільшого сприяння; від аналітиків — правдивої інформації

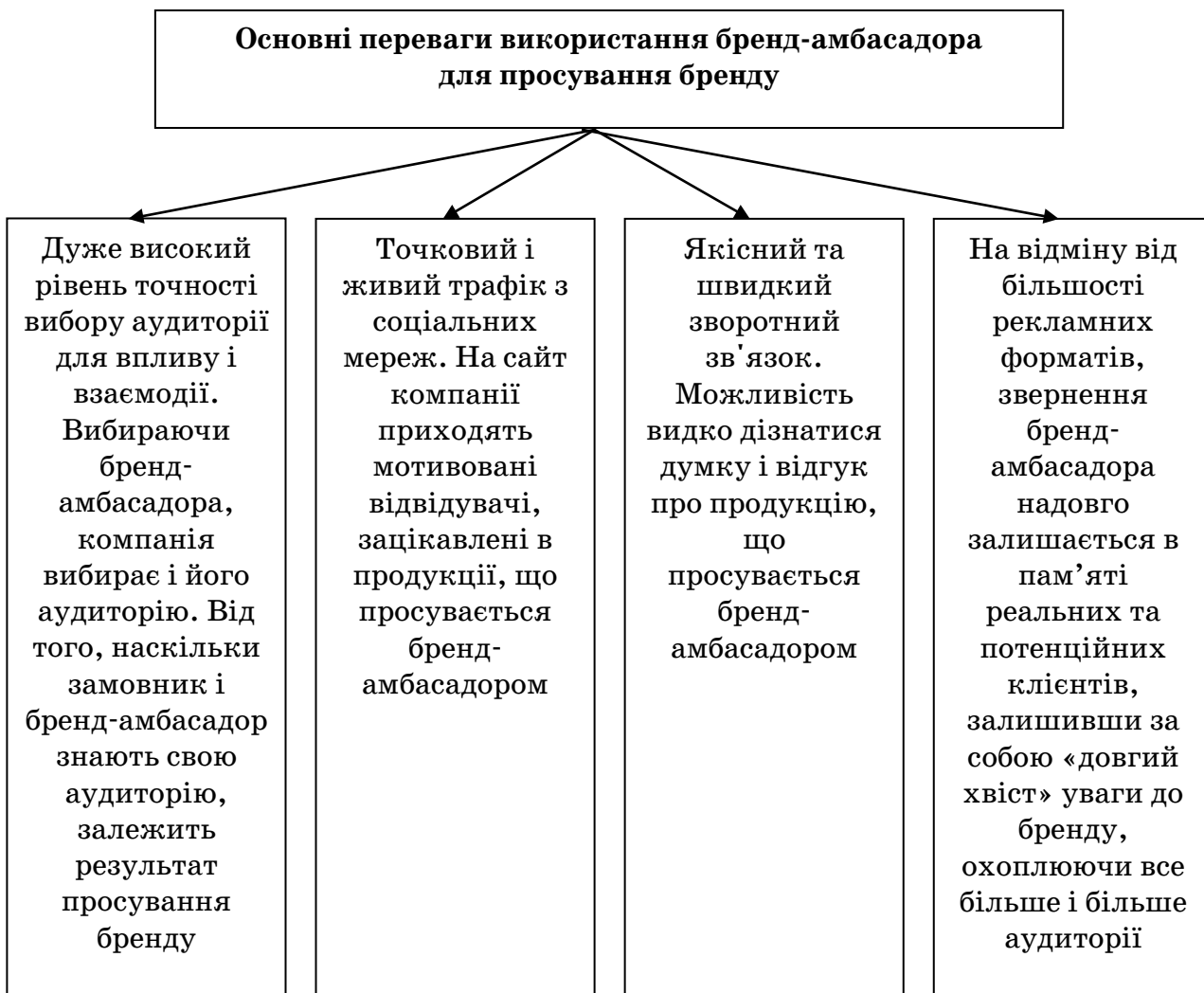


Рис. 1. Переваги використання бренд-амбасадора

щодо розвитку компанії, презентації результатів та успіхів, що формуватимуть у потенційних клієнтів позитивне сприйняття компанії та бренду.

Кожній з цих груп засобів впливу властиві специфічні прийоми комунікації з бренд-амбасадором: участь в спеціальних заходах, демонстрації можливостей компанії, експозиції в місцях продажу, івент-заходи. Водночас зусиллями компанії у формуванні зв'язків з громадськістю та просуванні бренду вважатимуться зустрічі бренд-амбасадора з засобами масової інформації, участь у спеціалізованих заходах та форумах, позитивні відгуки щодо роботи компанії

в спеціалізованих виданнях — все те, що сприятиме формуванню позитивного іміджу бренду.

**Висновки.** У сучасному інформаційному суспільстві поява у взаєминах між компанією і споживачем такої ланки як бренд-амбасадор є свого роду проявом закону переходу кількості в якість. У даному випадку кількість і доступність для споживача незалежної, неангажованої інформації про компанію та її продукти, виводить на новий якісний рівень взаємодію між продавцем і покупцем, до якого бізнес змушений направляти «послів» в якості нової сполучної ланки.

### Література

1. Амбасадор бренда [Електронний ресурс]. — 2011. — Режим доступу: <https://www.buslergroup.com/slovar-terminov/ambassadory-brenda.html>
2. Березкина О. П. Product Placement. Технологии скрытой рекламы / О. П. Березкина. — СПб: Питер, 2014. — 208 с.
3. Доти Д. Паблицити и паблик рилейшнз / Д. Доти. — М.: Инф.-изд. дом «Филинь», 2013. — 288 с.
4. Духин А. А. Теория информации: учебник / А. А. Духин. — М.: Гелиос АРВ, 2014. — 248 с.
5. Записки маркетолога [Електронний ресурс]. — 2013. — Режим доступу: [http://www.marketch.ru/marketing\\_dictionary/marketing\\_terms\\_a/ambassador/](http://www.marketch.ru/marketing_dictionary/marketing_terms_a/ambassador/)
6. Оценка эффективности рекламной деятельности [Електронний ресурс]. — 2014. — Режим доступу: <http://www.productguide.ru/products-6771-6.html>
7. Примак Т. О. Маркетингові комунікації на сучасному ринку / Т. О. Примак. — К.: МАУП, 2015. — 200 с.
8. Ромат Є. В. Трансформація моделі державного управління рекламною діяльністю у перехідних умовах / Є. В. Ромат. — К.: НАДУ, 2014. — 235 с.
9. Трутнева Е. А. Эконометрический анализ эффективности воздействия рекламной активности на стратегические показатели развития компании (на примере рынка телекоммуникаций) / Е. А. Трутнева // Экономический журнал ВШЭ / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — 2009. — № 4. — С. 520–548
10. Шульц Е. Д. Брендология. Правда и вымыслы о брендинге / Дон Е. Шульц, Хейди Ф. Шульц; пер. с англ. В. В. Волкова. — М.: РИПОЛ классик, 2016. — 256 с.
11. Brain, C. The Brand Ambassador: Who Are They And How To Put Them To Work For Your Organization. Everyonesocial.com / С. Brain [Електронний ресурс]. — 2016. — Режим доступу <http://www.everyonesocial.com/blog/the-brand-ambassador-who-are-they-and-how-to-put-them-to-work-for-your-organization>
12. Cambridge Dictionary [Електронний ресурс]. — 2010. — Режим доступу: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/ambassador>
13. The Online Slang Dictionary [Електронний ресурс]. — 2012. — Режим доступу: <http://onlineslangdictionary.com/meaning-definition-of/brand-ambassador>



**Шаманська Алла Сергіївна**

*студентка*

*Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

**Шаманская Алла Сергеевна**

*студентка*

*Киевского национального университета имени Тараса Шевченко*

**Shamanska Alla**

*Student of the*

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

**ТРЕНДИ У ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ  
В СУЧАСНИХ НОВИНИХ ОНЛАЙН-МЕДІА**

**ТРЕНДЫ В ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ  
В СОВРЕМЕННЫХ НОВОСТНЫХ ОНЛАЙН-МЕДИА**

**TRENDS IN DATA VISUALIZATION  
IN MODERN NEWS MEDIA**

**Анотація.** У статті описано головні тренди у візуалізації даних в новинних онлайн-медіа, а саме новинні відеоролики, новинні ігри, калькулятори, вікторини та інфографіки, час їх появи на медіаринку, а також їх трансформації. У процесі спостереження за новинним контентом, що продукують рейтингові інтернет ЗМІ, виокремили головні тренди у візуалізації даних у новинних медіа, а також систематизували та узагальнили інформацію про кожен з них. Крім того, у статті були розглянуті та описані вдалі приклади застосування візуального контенту в світових новинних медіа. За результатами дослідження було зроблено висновок про те, що тренди у візуалізації даних новинних онлайн медіа невинно трансформуються, а завдання будь-якого медіа – постійно шукати нові формати та/або продукувати їх самостійно. Оскільки це необхідна умова залучення нових користувачів та надання їм додаткової цінності від опублікованих матеріалів. Нами було виявлено, що кожен із вказаних трендів у візуалізації даних довше утримує читача на сайті, допомагає йому систематизувати інформацію у матеріалі та краще зрозуміти її суть.

**Ключові слова:** візуалізація даних, ЗМІ, медіа, інтерактивна інфографіка, вікторина, ньюз-квіз, новинний відеоролик, новинна гра, калькулятор.

**Аннотация.** В статье описаны главные тренды в визуализации данных в онлайн-медиа, а именно новостные видеоролики, новостные игры, калькуляторы, викторины и инфографики, время их появления на медиарынке, а также их трансформации. В процессе наблюдения за новостным контентом, который производят рейтинговые интернет СМИ, выделили главные тренды в визуализации данных в новостных медиа, а также систематизировали и обобщили информацию о каждом из них. Кроме того, в статье были рассмотрены и описаны удачные примеры применения визуального контента в мировых новостных медиа. По результатам исследования был сделан вывод о том, что тренды в визуализации данных новостных онлайн медиа неустанно трансформируются, а задача любого медиа – постоянно искать новые форматы и/или производить их самостоятельно. Поскольку это необходимое условие привлечения новых пользователей и предоставления им дополнительной ценности от опубликованных материалов. Нами было обнаружено, что каждый из указанных трендов в визуализации данных дольше удерживает читателя на сайте, помогает ему систематизировать информацию в материале и лучше понять ее суть.

**Ключевые слова:** визуализация данных, СМИ, медиа, интерактивная инфографика, викторина, ньюс-квиз, новостной видеоролик, новостная игра, калькулятор.

**Summary.** Main trends in data visualization of the online news media, namely news videos, newsgames, calculators, quizzes and infographics as well as the time of their transformation and appearance in the media market are defined in the article. Throughout the monitoring process, carried out on the news content which was produced by the rating online-media, main trends in the data visualization of the news outlets were distinguished, and the information regarding each of them was system-

atized and generalized. Successful examples of the visual content's usage presented in the global news outlets were examined and outlined in the article as well. Following the results of the research it was concluded that trends in the data visualization of online news media are continually transforming, and the task of the media lies either in the search of new formats or/and in their independent production, since this is a necessary condition as to both attracting new users and providing them with the additional value, gained from the published material. We have discovered that every trend indicated in data visualization keeps the reader on the site for a longer period of time; it also assists in systematizing of the information provided in the material and helps to have a better understanding of the essence of the matter.

**Key words:** data visualization, news media, media, interactive infographic, quiz, news quiz, news video, newsgame, calculator.

**Актуальність.** Через стрімкий розвиток мультимедійних онлайн-технологій, з'явилося чимало способів урізноманітнення текстів ЗМІ. Давно вже текст на сторінках інтернет-видань є не просто текстом, а поєднанням аудіовізуального, текстового, ілюстративного та інтерактивного контенту. Веб-медіа знаходяться у постійному пошуці нових форматів для розширення власної комунікативності задля залучення нових читачів та утримання існуючих. І часто тренди у візуалізації контенту задають самі медіа, або ж їх диктують умови, в яких знаходиться читач.

На сьогодні існує чимало ґрунтовних досліджень, що стосуються візуалізації інформації в ЗМІ. Варто відзначити суттєвий внесок, зроблений сучасними науковцями: В. Шевченко, О. Ситником, А. Рудченко та іншими. Натомість, вивченням одного із трендів, а саме інфографіки, як способу візуалізації інформації в ЗМІ, займалися Д. Поляков, Д. Радущинський, С. Сімакова, М. Фролова, Г. Нікулова, В. Ляптев.

Проте здійснений аналіз досліджень переконує у тому, що тема трендів у візуалізації даних в новинних медіа досі не була детально описана та проаналізована. Відсутність розуміння процесів пошуку та застосування нових форматів у ЗМІ і спричинила потребу виокремити тренди та описати їх, проаналізувавши сучасні новинні медіа.

**Метою статті** є виокремлення та опис нових трендів у візуалізації даних у новинних медіа.

**Завданням** є ознайомитися з новинками у візуалізації даних новинними ЗМІ, описати їх, а також зафіксувати час їхньої появи на медіаринку.

У статті використані такі **методи дослідження**, як спостереження, аналіз та узагальнення. У процесі спостереження за рейтинговими новинними онлайн-медіа, проаналізували сучасні тренди візуалізації даних в новинних медіа та узагальнили інформацію про них.

**Основна частина.** Сучасний читач стає все більш вибагливим до контенту, який він споживає в онлайн ЗМІ. Його більше не цікавлять масивні тексти без візуальних елементів. Та й зазвичай читач не має часу, аби самостійно аналізувати цифри у тексті, порівнювати великі масиви інформації, та порпатись у нудних табличках з даними. Сучасний читач хоче сприймати інформацію, в тому числі новини, інтерактивно, швидко та зрозумілою для нього мовою.

«Сучасна комунікація переживає значні зміни. При розподілі медіа контенту на вербальний і візуальний провідну роль традиційно відіграє текст як провідний носій інформації. Однак споживачам інформації все складніше сприймати лавину подій, які відбуваються щосекунди — респонденти намагаються оцінити те, що відбувається без поглибленого читання текстів, найчастіше усього розглядаючи зображення» [5].

Орієнтуючись на потреби читача у спрощенні інформації, медіа знаходять нові форми подачі контенту, аби зробити його однаково корисним і цікавим для свого споживача. Таким чином, під час імплементації нових інструментів візуалізації, ЗМІ заохочують читача прочитати новину, але роблять цей процес максимально зручним і захоплюючим.

«Сучасні інтернет-технології як складники композиційно-графічного моделювання дають можливість, окрім оформлення, структурування й компонування інформації, візуалізувати її й соніфікувати (представляти інформацію засобами аудіо), створювати інфографіку й відеопрезентації з метою ефективного донесення повідомлення до аудиторії. До них належать сервіси створення ментальних карт, генератори (конструктори) схем, інтерактивні плакати, хронологічні шкали тощо» [4].

Так, наприклад, основним трендом сучасних медіа можна назвати створення відео-контенту, а саме коротких новинних відео. Першим започаткувало цей тренд американське видання NowThis у 2013 році. У 2014 році соціальна мережа фейсбук почала підтримувати відео — саме з цього почалась справжня популярність цього медіа. Суть новинного відео полягає у нарізці відеороликів на актуальну тему, які супроводжуються інформативними субтитрами. Тобто людина переглядає відеоряд (навіть без звуку) і одночасно читає актуальну інформацію. Такими кількахвилинними роликками замінюються новинні замітки та відео сюжети телеканалів. «NowThis випускає щодня по 60 інформативних відео з різноманітним контентом і отримує два мільярди переглядів у місяць» [2]. Такі відео-ролики чудово переглядаються на сайтах медіа, а також піднімають охоплення та залученість користувачів у соціальних мережах. Серед найпопулярніших медіа, що виготовляють такий контент — є «AJ+», «Vox», «Mic», «ATTN:». Українські медіа, такі як

«Українська правда», «Громадське» та «24 канал» також намагаються копіювати цей тренд.

Важливим трендом є також ігри в ЗМІ — медіа надають можливість читачам віртуально брати участь у ключових подіях, які фігурують в новинних стрічках провідних інтернет-видань. Термін «новинні ігри» використовується з початку 2000-х років і означає цифрові ігри, що застосовуються для кращого розуміння ключової події. Тобто гра моделює реальну ситуацію і дозволяє людині віртуально зануритись у неї. Тому часто ігри пояснюють подію чи ситуацію значно краще, аніж звичайні журналістські матеріали. «На сьогодні існує декілька видів новинних ігор: редакційні, бульварні та репортажні. Редакційні ігри виникають у відповідь на актуальну подію і якимось чином вони намагаються вплинути на думку гравців щодо певної проблеми. Редакція використовує такі ігри аби виразити свою думку. Таблоїд-ігри — відображають статті «жовтих сторінок» про знаменитостей про спорт чи політичні плітки. Репортажні ігри є свого роду проміжною ланкою для редакційних і бульварних ігор. Вони прагнуть наслідувати факти, моделюючи ігрову версію статті або телевізійного ролика» [1]. Новинні ігри активно почали розвиватися з 2011 року. Такі способи візуалізації найчастіше використовують в США та Великобританії. Одними з перших експериментувати в цьому жанрі наважилися «The Guardian», «The New York Times», «BuzzFeed». Досить якісні продукти створює російськомовне медіа «Meduza». В Україні цей напрям тільки починає розвиватися, оскільки потребує значних зусиль — оперативності та фінансових ресурсів. З-поміж ранніх прикладів — гра «Тушколов», яку запустила «Ліга.NET» напередодні виборів 2012 року, гра від «Texty.org.ua» «Гроші, метри, два авта. Вгадай місячну зарплатню чиновника за його статками».

Інфографіку не можна назвати новим способом візуалізації у ЗМІ, оскільки період її становлення почався у 80-роках ХХ століття, коли щоденна американська газета «USA Today» почала використовувати елементи візуалізації. Варто зазначити, що мета інфографіки — не полягає в залученні аудиторії через яскраві картинки. Інфографіка у ЗМІ створюється насамперед, для інформування читача, та для того, аби доповнити текст, зробити його зрозумілішим. «Інфографіка добре виконує свою функцію там, де необхідно:

- показати будову або алгоритм чого-небудь;
- відобразити співвідношення предметів або фактів в часі і просторі;
- продемонструвати тенденцію розвитку об'єкту;
- компактно розкрити складники складного явища;
- організувати великі об'єми інформації» [3].

Інфографіка може бути представлена в різних формах: картах, ілюстраціях, діаграмах, рейтингах, матрицях і т.д. Нині інфографіку не можна назвати трендом навіть в українських медіа. Оскільки

якісні приклади її використання можна знайти практично у всіх топових онлайн-медіа. Однак деякі новинні медіа використовують інфографіки притаманні друкованій пресі. А такі формати є абсолютно незручними для цифрового читача. Тому трендовими можна назвати адаптивні інфографіки. Під «адаптивною» маємо на увазі інфографіку, що вміщується в екран гаджету читача, інформація з неї зчитується і сприймається легко; для того, аби розглянути інфографіку читач не прикладає зайвих зусиль — не перевертає свій гаджет, не встановлює спеціальні розширення чи програми. Трендовими також можна назвати частково чи повністю інтерактивні інфографіки. Оскільки, розглядати статичну картинку читачеві вже не так цікаво. Створення складної інтерактивної інфографіки вимагає значних фінансових витрат і часу. Так, наприклад, велику увагу створенню комплексних, складних інфографік приділяє «The New York Times», «Bloomberg», «The Guardian», «Washington Post». Серед українських ЗМІ — «Texty.org.ua» та «Українська правда». Більш просту інфографіку можна зробити за допомогою безкоштовних онлайн інструментів.

Вікторина (ньюз-квіз) — короткий тест, що складається з ряду питань про актуальні новини, на які читачі намагаються відповісти без підготовки. «Вікторини збільшують час перебування читача на сайті, вважається, що люди взаємодіють з ними охочіше, аніж з опитуваннями, допомагають людям згадати більше інформації» [6].

Спочатку вікторини в ЗМІ розміщували на сторінках сайтів чи в окремих розділах. Так, перший ньюз-квіз з'явився на «The Economist» 12 липня 2011 року, згодом у червні 2013 щотижневий вікторини з'явилися у виданні «The New York Times», в березні 2013 року новинні тести почало робити видання «BBC UK». Перші новинні квізи мали форму тестів, які вбудовуються на сторінки. З появою чат-ботів деякі іноземні медіа почали експериментувати з вікторинами у месенджерах. Так, австралійське видання «ABC News» у 2017 році запустило чат-бота для Фейсбук Месенджера, який щодня надсилає читачам черговий тест, що складається із п'яти питань. Такий формат дозволяє отримати персональний контакт із читачем, у середовищі, де він спілкується із друзями.

Підсумовуючи проаналізовані дані, зазначимо, що тести, які публікують медіа, умовно можна розділити на:

- розважальні («BuzzFeed», «Bit.ua», «Platforma») — це вікторини, які не стосуються порядку денного (наприклад, який ти фрукт, пісня, герой фільму і т.д.);
- розважально-ситуативні — це квізи на умовно актуальну тему (наприклад, тест на «Meduza», що з'явився під час новорічних свят запитує читача про те, чим відрізняється Дід Мороз від Санта-Клауса);

- загально-освітні — їх мета, перевірити і поглибити знання читача в певній галузі. Теж можуть бути ситуативними (наприклад, тест про визначення рівня знань англійської мови);
- новинні — можуть бути щоденними або щотижневими. Під час проходження таких тестів, читач перевіряє, наскільки уважно він слідував за новинами протягом дня чи тижня.

Калькулятори в новинних медіа — це візуальні інструменти для персоналізованого розрахунку надходжень, можливих витрат коштів читача чи порівняння отриманих цифр у часі. Потреба у таких розрахунках може виникнути через зміни у законодавстві, появу нових інвестиційних інструментів, скасування чи появу виплат певним категоріям населення і т. Д. Одне із перших ЗМІ, що почало створювати калькулятори — «The New York Times». На сайті медіа перший калькулятор з'явився у 2006 році і мав назву «Розрахуйте, у скільки насправді вам коштує паливо». А з наступного року медіа почало більше уваги приділяти створенню цього інструменту. І наступного року опублікувало чотири калькулятори.

На жаль, тема використання калькуляторів у новинних онлайн-медіа практично не досліджена. Протестувавши вже створені калькулятори, варто зазначити, що ці інструменти допомагають читачеві випробувати вищевказані нововведення в дії (насамперед, ті, що стосуються фінансових питань) і цим значно спрощують процес персоналізованого розрахунку. Все що потрібно зробити користувачеві — це обрати необхідні параметри, а інструмент самостійно все порахує. Таким чином калькулятори не тільки спрощують процес розрахунку, але й заощаджують час користувача, допомагають уникнути детального ознайомлення із формулами, вибором параметрів та коефіцієнтів. За допомогою калькуляторів медіа довше утримують читача на сторінці і таким чином підвищують показник середньої тривалості перегляду сайту. Цей інструмент візуалізації використовує у своїх статтях «Т – Ж». На сайті медіа є розділ присвячений виключно калькуляторам. Наприклад, серед них «Скільки ви можете витратити щоденно», «Хворіти чи терпіти». Цей інструмент також використовує таке іноземне медіа, як «Bloomberg». Один із останніх опублікованих калькуляторів прогнозує

ймовірність автоматизації та зникнення професій. Він обладнаний полем пошуку, аби знайти свою професію та оцінити ризик стати безробітним у найближчим майбутньому. «The Guardian» у одному з останніх калькуляторів пропонує читачеві порівняти свій фінансовий стан з представниками інших поколінь. Спочатку читач вказує свій вік і обирає країну — тоді стаття стає персоналізованою. Після цього читач покроково ознайомлюється з графіками, які дають відповіді на конкретні питання «Багатшими чи біднішими були 30-річні люди в моїй країні раніше». А «The Washington Post» у 2017 році розробив калькулятор, за допомогою якого можна розрахувати податкові послаблення для громадян, що живуть у різних штатах, мають різний дохід, сімейний статус.

Отже, бачимо, що тренди у візуалізації даних новинних онлайн-медіа постійно трансформуються. Задача будь-якого медіа — невпинно шукати нові формати. Тому ЗМІ приділяють значну увагу новим інструментам візуалізації та/чи їх розробці. Адже саме такі інструменти залучають читача та дають йому додаткову цінність. Проаналізувавши контент новинних медіа, ідентифікували такі візуальні тренди — короткі відеоролики із субтитрами, ігри, інтерактивні інфографіки, вікторини (ньюз-квіз) та калькулятори.

Узагальнивши інформацію, дійшли висновку, що:

- короткі відеоролики з субтитрами допомагають читачеві сфокусуватися на одній новині та швидше заглибитися в її суть;
- ігри розважають читача, моделюючи реальну ситуацію та дозволяючи читачеві зануритись у неї і краще зрозуміти суть ключової події;
- інтерактивні інфографіки роблять дані зрозумілішим, показують алгоритм чи будову чого-небудь, відображають співвідношення фактів у часі й просторі, компактно розкривають компоненти складного явища та в цілому організують великі об'єми інформації;
- вікторини допомагають перевірити і поглибити знання читача в певній галузі, підвищують рівень його обізнаності в тій чи іншій темі.
- калькулятори стосуються різних аспектів життя читача і допомагають знайти відповіді на питання, які його хвилюють.

#### Література

1. Іванько А. Ф. Геймификация СМИ: новостные игры / А. Ф. Іванько, Л. В. Козлова // Вестн. МГУП. — 2016. — № 1 [Электронный ресурс]. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-smi-novostnye-igry> (дата обращения 10.01.2018).
2. Кремер Л. Г. «За 30 секунд можно заставить и плакать, и смеяться» Управляющий редактор NowThis Верша Шарма о том, как делать самые популярные новостные видео в фейсбуке [Электронный ресурс] / Meduza, 2017. URL: <https://meduza.io/feature/2017/03/28/za-30-sekund-mozhno-zastavit-i-plakat-i-smeyatsya> (дата обращения 20.12.2017)

3. Нефедьева К. В. Инфографика — визуализация данных в аналитической деятельности / Тр. СПбГУ-КИ. — 2013. — Т. 197. — С. 89–93 [Электронный ресурс]. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/infografika-vizualizatsiya-dannyh-v-analiticheskoy-deyatelnosti> (дата обращения 25.12.2017).
4. Ситник О. В. Сучасні інтернет-технології як складники композиційно-графічного моделювання / Кросмедіа: контент, технології, перспективи (колективна монографія), С. 140–148.
5. Шевченко В. Э. Визуальный контент как тенденция современной журналистики / Медиаскоп: Электронный журнал факультета журналистики МГУ им. М. В. Ломоносова. — Выпуск 4. — 2014.
6. Stroud, N. J., Scacco, J. M., & Muddiman, A. (2014). Online polls and quizzes. The Center for Media Engagement. Retrieved from [https://engagingnewsproject.org/enp\\_prod/wp-content/uploads/2014/04/ENP\\_Polls\\_Report.pdf](https://engagingnewsproject.org/enp_prod/wp-content/uploads/2014/04/ENP_Polls_Report.pdf)

**Akymov Vadym**  
 Student of the  
 National Technical University of Ukraine  
 “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

## DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF SKIN DISEASES

**Summary.** Skin diseases today are among the most common medical problems. The amount of these diseases is constantly growing, despite the development of medicine. Skin cancer is a common malignant neoplasm and has the second rank in the structure of cancer morbidity in Ukraine. Such diseases are diagnosed visually, beginning with clinical examinations, which can be accompanied by dermatoscopy analysis, biopsy and histopathological examination. Of particular interest is the automated classification of skin diseases (both benign and malignant) based on the image of the affected area of the body. Convolutional Neural Networks (CNN) show the potential for analyzing the category of fine-grained images.

**Key words:** deep learning algorithms, Convolutional Neural Networks (CNN), classification, skin diseases, fine-grained images.

**Training Dataset.** The training sample of data is presented by the International Society for Digital Imaging of the Skin (ISDIS) and contains 13,791 images of affected skin areas made with a dermatoscope [1].

**Neural Network Architecture.** Let’s take a look at the architecture of the convolutional network, which was used to classify diseases. This network is a sequence of layers of the following types: convolutional, aggregating (or sub-sample layer) and fully connected [2].

**Input layer.** Contains raw pixel intensities. Images have a width and height of 150px and three color channels: R, G, B.

**A convolution layer.** Convolution is a linear transformation of input data. Let  $x^l$  be a feature card in a layer number  $l$ , then the result of a two-di-

mensional convolution with a  $2d + 1$  — sized core and a  $(2d + 1) \text{ by } (2d + 1)$  weight matrix  $W$  on the next layer is:

$$y_{i,j}^l = \sum_{-d \leq a, b \leq d} W_{a,b} x_{i+a, j+b}^l,$$

where  $y_{i,j}^l$  is a result of convolution at the  $l$  level, and  $x_{i,j}^l$  is its input, i.e. the output of the whole previous layer. In other words, in order to obtain a component  $(i, j)$  of the next level, it is necessary to use the linear transformation to the square window of the previous level, i.e. scalarly multiply the pixels from this window by the convolution core [3].

To introduce non-linearity into the model, the rectifier activation function (ReLU) is used:

$$h(x) = \max(0, x).$$

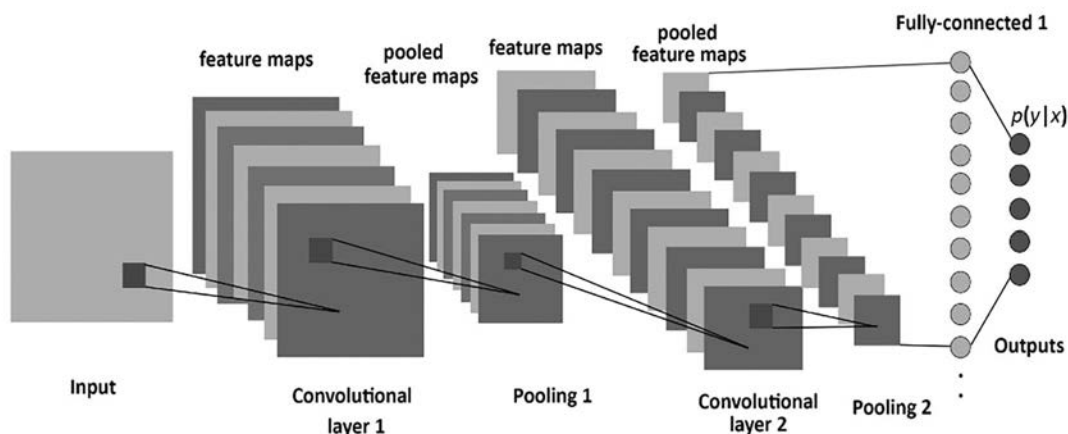


Fig. 1. Architecture of a multilayer convolutional neural network

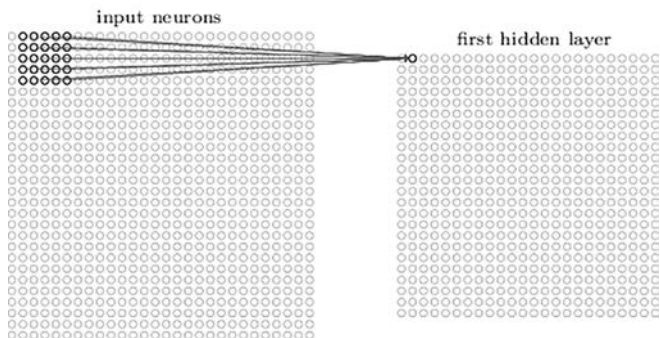


Fig. 2. Visualization of the convolution operation

**Aggregating layer.** It is used to reduce the number of dimensions of the input feature card by generalizing them and losing an insignificant part of information about their position. In this task, it is recommended to use the maximum element selection method:

$$x_{i,j}^{l+1} = \max_{-d \leq a \leq d, -d \leq b \leq d} z_{i+a, j+b}^l,$$

where  $d$  is the size of the sub-sample layer window.

**Fully connected layer.** After several passes of the image convolution and layers of the subsample, the system is rebuilt from a specific grid of pixels with high resolution to more abstract feature cards. Usually, on each next layer the amount of channels increases and number of dimensions of the image within each channel decreases. This data is combined and transferred to a conventional fully connected neural network, which is represented as follows:

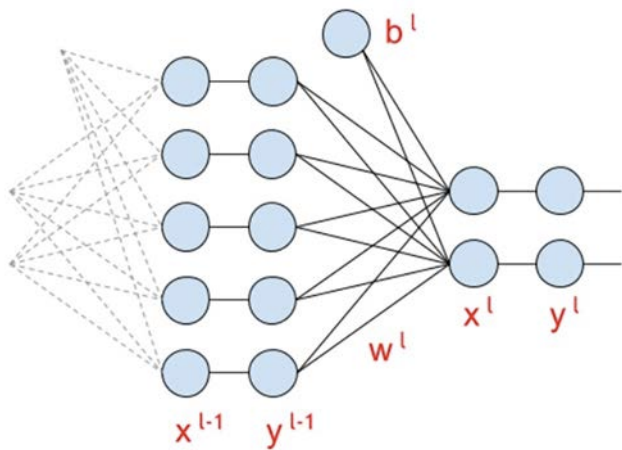


Fig. 3. Visualization of a fully connected layer

$$x_i^l = \sum_{k=0}^m w_{ki}^l y_k^{l-1} + b_i^l, \forall i \in (0, \dots, n).$$

As the activation function for the final layer, Soft-Max is used, which converts the input vector into the probability vector of the object's belonging to the corresponding class.

**Estimation of the accuracy of the obtained model.** Let's take a look at the concept of cross entropy (or Kullback-Leibler divergence), which is a measure of the divergence between two probability distributions of  $P$  and  $Q$ . Usually, it is considered that  $P$  is the true distribution, and  $Q$  is its approximation, then the Kullback-Leibler divergence serves as an estimation of the quality of approximation [4]. In the case when  $P$  and  $Q$  are discrete random variables on a discrete set  $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ , the Kullback-Leibler divergence is as follows:

$$KL(P || Q) = \sum_i p(x_i) \log \frac{p(x_i)}{q(x_i)},$$

where  $p(x_i)$  and  $q(x_i)$  are the actual probabilities of the  $x_i$  result. As an error function, the cross entropy is used:

$$H(p, q) = E_p[-\log q] = H(p) + D_{KL}(p || q).$$

For discrete  $p$  and  $q$ , we have:

$$H(p, q) = -\sum_{\forall x} p(x) \log q(x).$$

**Conclusions.** Thus, to summarize, automatic diagnosis of skin diseases is feasible and achievable through the usage of deep learning techniques, especially Convolutional Neural Networks (CNN). Overall accuracy of proposed model can be estimated using cross entropy which is a measure of the divergence between two probability distributions. Further, the improvement in classification model might also be achieved through the use of predefined feature selection methods.

**References**

1. Nikolenko, S., Kadurin, A. and Arkhangelskaya, E. (2018). Deep learning. Immersion in the world of neural networks.. 2nd ed. Saint Petersburg: Piter, p. 480.
2. Nikhil Buduma (2017). Fundamentals of Deep Learning. Designing next-generation machine intelligence algorithms. 978-1-491-92561-4. Newton: O'Reilly Media, p. 277.
3. Francois Chollet (2017). Deep Learning with Python. 978-1617294433. Shelter Island: Manning Publications, p. 384.
4. Lu, L., Zheng, Y., Carneiro, G. and Yang, L. (2017). Deep Learning and Convolutional Neural Networks for Medical Image Computing. 978-3-319-42998-4 Cham: Springer International Publishing, p. 326.

**Андреев Игорь Анатолійович**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Андреев Игорь Анатольевич**

*кандидат технических наук, доцент*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Andreiev Igor**

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Пригорницький Тарас Миколайович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Пригорницький Тарас Николаевич**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Pryhornytskyi Taras**

*Master of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ  
ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОМУ ФОРМУВАННІ КРУГЛИХ  
У ПОПЕРЕЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ**

**ОРИЕНТАЦИЯ ДИСПЕРСНОЙ АРМАТУРЫ ПРИ ВИБРОЭКСТРУЗИОННОМ  
ФОРМИРОВАНИИ КРУГЛЫХ У ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ  
ФИБРОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**THE ORIENTATION OF DISPERSIVE ARMATURES  
AT VIBRATION EXTRUSION OF FIBER-REINFORCE CONCRETE PRODUCTS  
OF CIRCULAR CROSS-SECTION**

**Анотація.** Був розглянутий процес плинусі суміші у конічному каналі бункера віброекструдера у сферичних координатах. Отримані аналітичні формули для розрахунку степені орієнтування фібр при плинні фібробетонної суміші в каналі бункера віброекструдера і у виробі круглого поперечного перерізу. Визначено вплив геометрії формуючого каналу на розташування дисперсної арматури у круглому виробі.

**Ключові слова:** віброекструзія, фібробетон, орієнтація фібр, круглий переріз, конічний канал.

**Аннотация.** Был рассмотрен процесс течения смеси в коническом канале бункера виброэкструдера в сферических координатах. Полученные аналитические формулы для расчета степени ориентирования фибр при течении фибробетонных смеси в канале бункера виброэкструдера и в изделии круглого сечения. Определено влияние геометрии формирующего канала на расположение дисперсной арматуры в круглом изделии.

**Ключевые слова:** виброекструзия, фибробетон, ориентация фибр, круглое сечение, конический канал.



**Summary.** The process of the mixture flow in the conical channel of the vibration extrusion bunker in spherical coordinates was considered. The analytical formulas for calculating the degree of orientation of the fibers during the flow of fibro concrete mix in the channel of the bunker vibration extrusion and in the product of the circular cross section are obtained. The influence of the geometry of the forming channel on the location of the disperse reinforcement in the round product is determined.

**Key words:** vibration extrusion, fiber-reinforced concrete, the orientation of the fibers, a round cross-section, conical canal.

**Вступ.** Дисперсне армування бетону є сучасним напрямком покращення практично всіх його основних фізико-механічних характеристик за рахунок залучання фібр у спільну роботу з бетоном при виникненні напружень. Фібробетонні вироби в наш час широко використовуються замість їх бетонних і залізобетонних аналогів. Застосування традиційного обладнання заводів збірного залізобетону для змішування фібр з розчином або бетоном і для подальшого формування з цієї суміші виробів безперспективно через особливості армованого фібрами матеріалу. Спеціально розроблені способи також мають свої недоліки і не завжди забезпечують ефективне використання дисперсної арматури. Через це, в результаті виконаних в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» пошукових робіт, був запропонований спосіб віброекструзійного формування, який дозволяє формувати вироби без руйнування і грудкування дисперсної арматури і з забезпеченням необхідної орієнтації фібр. За цією технологією можна здійснювати виробництво будівельних виробів з повною або частковою заміною металевої арматури на будь-яку фіброву (у тому числі і відходи виробництва).

Ефективність дисперсного армування збільшується, коли при навантаженні композиційного матеріалу у роботу включається якнайбільше фібр. Тому на стадії формування профілю треба прагнути розташовувати фібри уздовж зусиль, які будуть виникати при експлуатації виробу.

В процесі віброекструзії фібробетону здійснюється природна орієнтація фібр за рахунок деформацій зсуву, які виникають при плинні композиційного матеріалу у каналі бункера віброекструдера. Степінь орієнтування фібр змінюється залежно від геометрії каналу, де здійснюється формування виробу. Раніше були отримані формули для розрахунку процесу ламінарного конвективного змішування фібробетонної суміші у конічному каналі бункера віброекструдера [1], але при цьому формування круглого у поперечному перерізі виробу не розглядалось і орієнтування фібр не визначалась.

**Постановка задачі.** Метою цієї статті є представлення результатів теоретичних досліджень орієнтування дисперсної арматури в процесі віброекструзійного формування фібробетонних виробів круглого поперечного перерізу.

**Процес орієнтування фібр у конічному каналі при віброекструзії.** Розглянемо процес орієнтування

фібр в умовах ламінарного плинну при відсутності дифузії, який здійснюється у конічному каналі. При розгляді процесу використовується феноменологічний підхід, який приймає фібробетонну суміш, як однорідне ізотропне середовище, а про структуру суміші робляться лише загальні застереження. Враховується, що віброуючі фібробетонні суміші при віброекструзії являють собою псевдоньютонівські системи [2].

Розрахункова схема процесу подана на рис. 1. ( $r, \phi$  – поточні радіус і кут). Початок координат вибраний у вершині конуса, який утворюється при подовженні бічної поверхні зрізаного конуса. Передбачається, що всі прямі лінії, які радіально виходять через початок координат, є лініями плинну, а перепад тиску  $\Delta p$  у каналі довжиною  $L=L_2 - L_1$  підтримується постійним.

У випадку ізотермічного плинну ньютонівської рідини за рахунок перепаду тиску  $\Delta p$  у конічному каналі довжиною  $L=L_2 - L_1$  формули для розрахунку радіальної швидкості  $u_r$  [3] і витрати  $q$  [4] мають вигляд:

$$u_r = \frac{3q}{2\pi r^2} \cdot \frac{\xi^2 - \xi_0^2}{(1 + 2\xi_0)(1 - \xi_0)^2}, \quad (1)$$

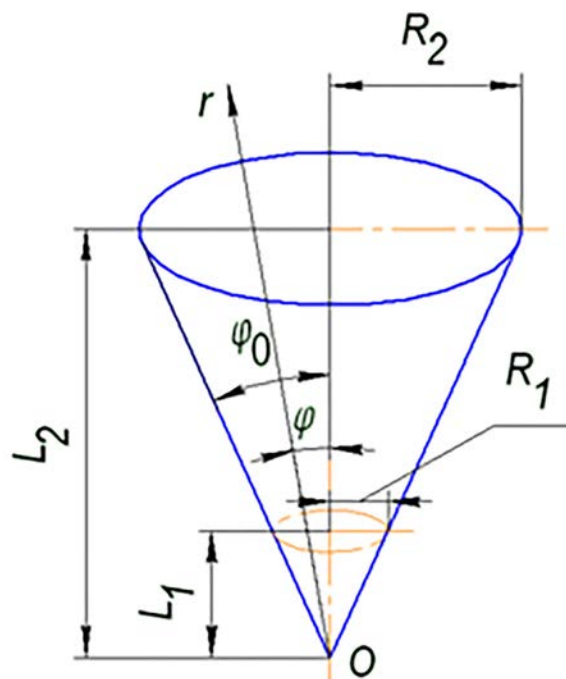


Рис. 1. Розрахункова схема процесу

$$q = \frac{3\pi\Delta p}{8\mu L} \cdot \frac{R_1^3 R_2^3}{R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2}, \quad (2)$$

де  $\xi = \cos\varphi$ ,  $\xi_0 = \cos\varphi_0$ ;  $\varphi_0$  — кут нахилу стінки каналу до вертикалі, рад;  $\mu$  — в'язкість суміші, Па·с;  $R_1$  і  $R_2$  — внутрішні радіуси, відповідно, на виході з конусу і на вході у конус, м.

Формулу (1) можна записати у вигляді:

$$u_r = \frac{c(\cos^2\varphi - \cos^2\varphi_0)}{r^2}. \quad (3)$$

де  $c = \frac{3q}{2\pi(1 + 2\cos\varphi_0)(1 - \cos\varphi_0)^2}$ .

Швидкість зсуву  $\dot{\gamma}$  визначимо з виразу (3):

$$\dot{\gamma} = \frac{c}{r^3} \sin 2\varphi. \quad (4)$$

Середня швидкість по довжині каналу:

$$u_{r,cp} = \frac{1}{(L_2 - L_1)/\cos\varphi} \int_{L_1/\cos\varphi}^{L_2/\cos\varphi} u_r dr = \frac{c(\cos^2\varphi - \cos^2\varphi_0)}{L_1 L_2}. \quad (5)$$

де  $L_1$  — відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера;  $L_2 - L_1$  — висота стовпа суміші в бункері.

Час перебування суміші у кінчному каналі визначимо за допомогою виразу (5):

$$t = \frac{L_2 - L_1}{u_{r,cp} \cos\varphi} = \frac{(L_2 - L_1)L_1 L_2}{c(\cos^2\varphi - \cos^2\varphi_0)\cos\varphi}. \quad (6)$$

З формули (4) можна знайти середню швидкість зсуву по довжині кінчного каналу:

$$\dot{\gamma}_{cp} = \frac{1}{(L_2 - L_1)/\cos\varphi} \int_{L_1/\cos\varphi}^{L_2/\cos\varphi} \dot{\gamma} dr = \frac{c(L_1 + L_2)\sin\varphi \cos^4\varphi}{L_1^2 L_2^2}. \quad (7)$$

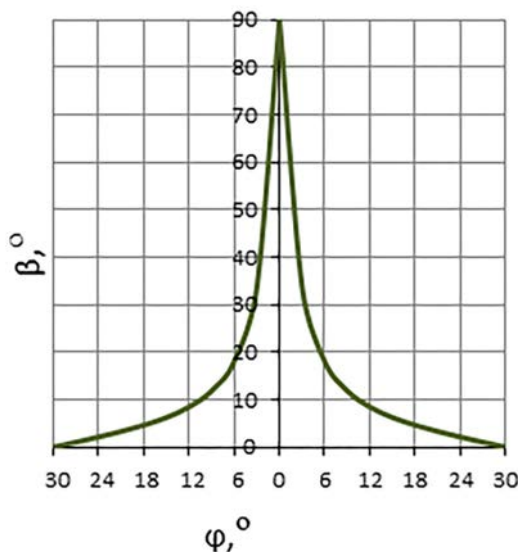


Рис. 2. Кут нахилу фібр  $\beta$  в перерізі круглого виробу відносно напрямку плинусуміші у віброекструдері

Використовуючи рівняння (6) і (7) запишемо вираз для середньої по довжині каналу деформації зсуву  $\bar{\gamma}(\varphi)$ :

$$\bar{\gamma}(\varphi) = \dot{\gamma}_{cp} t = \frac{(L_2 - L_1)\sin\varphi \cos^3\varphi}{L_1 L_2 (\cos^2\varphi - \cos^2\varphi_0)}. \quad (8)$$

Кут нахилу фібр  $\beta$  відносно осі  $r$  в результаті проходження сумішшю каналу, що звужується, можна визначити наступним чином:

$$\beta = \text{arctg}[\bar{\gamma}(\varphi)] = \text{arctg}\left[\frac{(L_2 - L_1)\sin\varphi \cos^3\varphi}{L_1 L_2 (\cos^2\varphi - \cos^2\varphi_0)}\right]. \quad (9)$$

Кут нахилу фібр  $\alpha$  в перерізі круглого виробу відносно осі формування:

$$\alpha = \beta + \varphi. \quad (10)$$

**Розрахунок орієнтації фібр при виготовленні круглого виробу.** Розглянемо приклад формування круглого фібробетонного стовпчика діаметром 0,08 м, якщо висота шару суміші в бункері віброекструдера  $L_2 - L_1$  дорівнює 0,5 м а кут нахилу стінок бункера до вертикалі  $\varphi_0 = 30^\circ$ . Кут нахилу фібр  $\beta$  в перерізі круглого виробу відносно напрямку плинусуміші у віброекструдері, розрахуємо за допомогою формули (9). Результати розрахунків наведені на рисунку 2.

З рисунку 2 бачимо, що зі збільшенням кута  $\varphi$  кут нахилу фібр відносно напрямку плинусуміші у віброекструдері  $\beta$  зменшується. Найгірше орієнтування фібр буде спостерігатися у центральній частині виробу.

За допомогою рівняння (10) побудуємо графік залежності кута нахилу фібр  $\alpha$  по товщині круглого виробу з радіусом  $R$  (Рис. 3).

На краю виробу кут нахилу фібр  $\alpha$  відносно напрямку формування дорівнює куту нахилу стінок

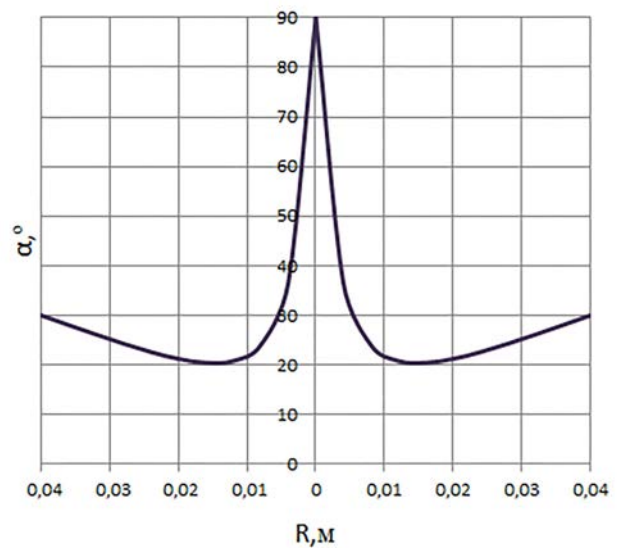


Рис. 3. Кут нахилу фібр  $\alpha$  по товщині круглого виробу відносно напрямку формування

бункера віброекструдера до вертикалі  $\phi_0$ . При наближенні до центральної частини виробу кут  $\alpha$  спочатку зменшується (див. Рис. 3), проте у центральній частині орієнтація фібр буде найгіршою.

**Висновок.** Отримані формули для розрахунку орієнтування фібр в процесі віброекструзійного формування виробів у кінчному каналі бункера віброекструдера. Визначений кінцевий характер розташування дисперсної арматури у круглому виробі залежно від геометрії формуючого каналу.

Через те, що розташування дисперсної арматури у виробі впливає на властивості фібробетону, при конструюванні віброекструзійного обладнання це необхідно враховувати, а для певної орієнтації фібр в екструдаті — вживати необхідні заходи.

У подальшому планується провести експериментальну перевірку отриманих аналітичних формул в процесі віброекструзійного формування виробів круглого поперечного перерізу.

#### Література

1. Андреев И. А. Особенности процесса ламинарного конвективного змішування при віброекструзії фібробетону у кінчному каналі / И. А. Андреев, В. М. Столінець // *Керамика: наука и жизнь*. — 2009. — № 2(4). — С. 4–10.
2. Андреев И. А. Процесс смешения при виброэкструзии фибробетона / И. А. Андреев, Ю. Е. Лукач, П. Н. Магазий // *Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб.* — 1989. — Вып. 49. — С. 34–37.
3. Хашпель Дж. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Дж. Хашпель, Г. Бренер. — М.: Мир, 1976. — 632 с.
4. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров / З. Тадмор, К. Гогос. — М.: Химия, 1984. — 632 с.

**Данильчук Руслан Костянтинович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Данильчук Руслан Константинович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Danylchuk Ruslan**

*Student of*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Жураковська Оксана Сергіївна**

*доцент кафедри автоматизованих систем обробки*

*інформації та управління*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Жураковская Оксана Сергеевна**

*доцент кафедры автоматизированных систем обработки*

*информации и управления*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Zhurakovska Oksana**

*Associate Professor of the Department ASOIU*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ЗАДАЧА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ АДРЕС В МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН**

## **ЗАДАЧА КЛАСТЕРИЗАЦИИ АДРЕСОВ В СЕТИ БЛОКЧЕЙН**

## **BLOCKCHAIN TRANSACTIONS ANALYSIS SYSTEM**

**Анотація.** У даній статті розглянуто практичне застосування методу кластеризації адрес в мережі блокчейн на прикладі задачі визначення кількох адрес одного користувача. Результати дослідження показують доцільність пропонованого підходу до кластеризації адрес Bitcoin. Користувачам може бути корисно уникнути небезпечних моделей використання Bitcoin, а дослідникам провести більш розширений аналіз анонімності.

**Ключові слова:** технологія blockchain, блокчейн, збереження даних, блок, майнер, учасники, записи, ключ, складність мережі, складність хешування.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено практическое применение метода кластеризации адресов в сети блокчейн на примере задачи определения нескольких адресов одного пользователя. Результаты исследования показывают целесообразность предлагаемого подхода к кластеризации адресов Bitcoin. Пользователям может быть полезно избежать опасных моделей использования Bitcoin, а исследователям провести более расширенный анализ анонимности.

**Ключевые слова:** технология blockchain, блокчейн, хранения данных, блок, майнер, участники, записи, ключ, сложность сети, сложность хэширования.

**Summary.** In this article, the practical application of the method of clustering of addresses in the blockade network is considered on the example of the task of determining the multiple addresses of one user. The results of the study show the

*appropriateness of the proposed approach to clustering Bitcoin addresses. It may be useful for users to avoid dangerous patterns of Bitcoin use, and for researchers to conduct a more advanced analysis of anonymity.*

**Key words:** blockchain technology, blocking, storage of data, block, miner, participants, records, key, compatibility of the network, compatibility of hashing.

**Вступ.** Blockchain (з англ. block — блок, chain — ланцюг) — це ланцюжок блоків транзакцій, які зберігаються на комп’ютерах учасників ланцюжка. Кожен наступний блок пов’язаний з попереднім і складається з набору записів. Нові блоки завжди додаються лише в кінець цього ланцюжка [1].

Ланцюжок даних має три основні принципи:

- захищеність;
- розподіленість;
- відкритість.

Всі учасники блокчейну об’єднуються в комп’ютерну мережу. На кожному сервері зберігається копія всіх даних блоку. Це і є основою надійності blockchain.

Адже, щоб зламати ланцюжок, потрібно отримати доступ до бази даних всіх комп’ютерів мережі.

Всі дані, що з’являються в блоках відкриті (користувачі бачать їх) і зашифровані (користувачі не знають, кому вони належать).

Приклад запису в мережі блокчейн: «Користувач з ключем K отримав у кредит телефон з ключем S».

Кожен користувач може мати декілька різних ключів. Тобто, навіть знаючи ключ власника телефону, не можна дізнатися про наявність у нього штрафу за порушення правил дорожнього руху.

### Підходи до вирішення задачі кластеризації

На рисунку 1 представлена класифікація алгоритмів та методів кластерного аналізу.

Сутність ієрархічних агломеративних методів полягає у тому, що на першому кроці кожний об’єкт вибірки розглядається як окремий кластер. Процес об’єднання кластерів відбувається послідовно, на підставі матриці відстаней або матриці подібності поєднуються найбільш близькі об’єкти. Послідовність об’єднання легко піддається геометричній інтерпретації й може бути представлена у вигляді графа-дерева. Основною передумовою ієрархічних дивізивних методів є те, що спочатку всі об’єкти належать до одного кластеру. У процесі класифікації за певними правилами поступово від цього кластера відокремлюються групи схожих між собою об’єктів [2]. Так, на кожному кроці кількість кластерів зростає, а міра відстані між кластерами зменшується. Складнощі ієрархічних методів кластеризації наступні:

- обмеження обсягу набору даних;
- вибір міри близькості;
- негнучкість отриманих класифікацій.

Перевага цієї групи методів порівняно з неієрархічними методами полягає у їх наочності і можливості отримання детального уявлення про структуру

даних. При використанні ієрархічних методів існує можливість досить легко ідентифікувати викиди в наборі даних і в результаті підвищити якість даних. Велика кількість методів ієрархічного кластерного аналізу різняться не тільки використаними мірами подібності (розходження), але й алгоритмами класифікації.

Неієрархічні методи виявляють більш високу стійкість по відношенню до викидів, невірному вибору метрики, включення незначущих змінних в базу для кластеризації та інше. Необхідно заздалегідь фіксувати результуючу кількість кластерів, правило зупинки і, якщо на те є підстави, початковий центр кластеру, що суттєво впливає на ефективність роботи алгоритму. Якщо немає підстав штучно задавати ці умови, рекомендується використовувати ієрархічні методи.

### Алгоритм кластеризації адресів

Розглянемо мережі на основі блоків, які допомагають об’єднати групи адрес блокчейн в одну суцільну систему. Ці показники засновані на певних моделях, які є загальними для багатьох транзакцій в мережі. Однак вони не завжди задовольняються для всіх транзакцій, а отже схильні до помилок. Це означає, що деякі адреси можуть бути помилково пов’язані між собою.

Для аналізу транзакцій, окрема транзакція розглядається як упорядкована  $t = (A, B, c)$  та складається з:

- кінцевого багатоступеневого транзакційного входу  $A$ , де кожен вхід  $(a_i, A_i) \in A$  — упорядкована пара адреси  $A_i$  і значення вхідного  $a_i > 0$ .
- кінцевого багатоступеневого транзакційного виходу  $B$ , де кожен вихід  $(b_j, B_j) \in B$  — це упорядкована пара адреси  $B_j$  і значення вихідного  $b_j \geq 0$ .
- плати за транзакцію  $c = \sum_{(a_i) \in A} a_i - \sum_{(b_j) \in B} b_j \geq 0$ .

Для довільної множини транзакційних входів або виходів  $A$  позначаємо мультимережний адрес в  $A$ , як  $\text{Addr}(A)$ .

Найбільш очевидною ідеєю для кластеризації адрес блокчейну є з’єднання всіх вхідних адрес однієї транзакції. Якщо дві або більше адрес є входами однієї транзакції з одним виходом, то всі ці адреси керуються тим самим користувачем [3].

Розглянемо транзакцію  $t = (A, B, c)$ , що задовольняє умови одноразової зміни.

- $\#\text{Addr}(B) = 2$ , тобто транзакція  $t$  має рівно два виходи.
- $\#\text{Addr}(A) = 6 \neq 2$ , тобто кількість входів  $t$  не є рівною двом. Якщо  $\#\text{Addr}(A) = \#\text{Addr}(B) = 2$ ,

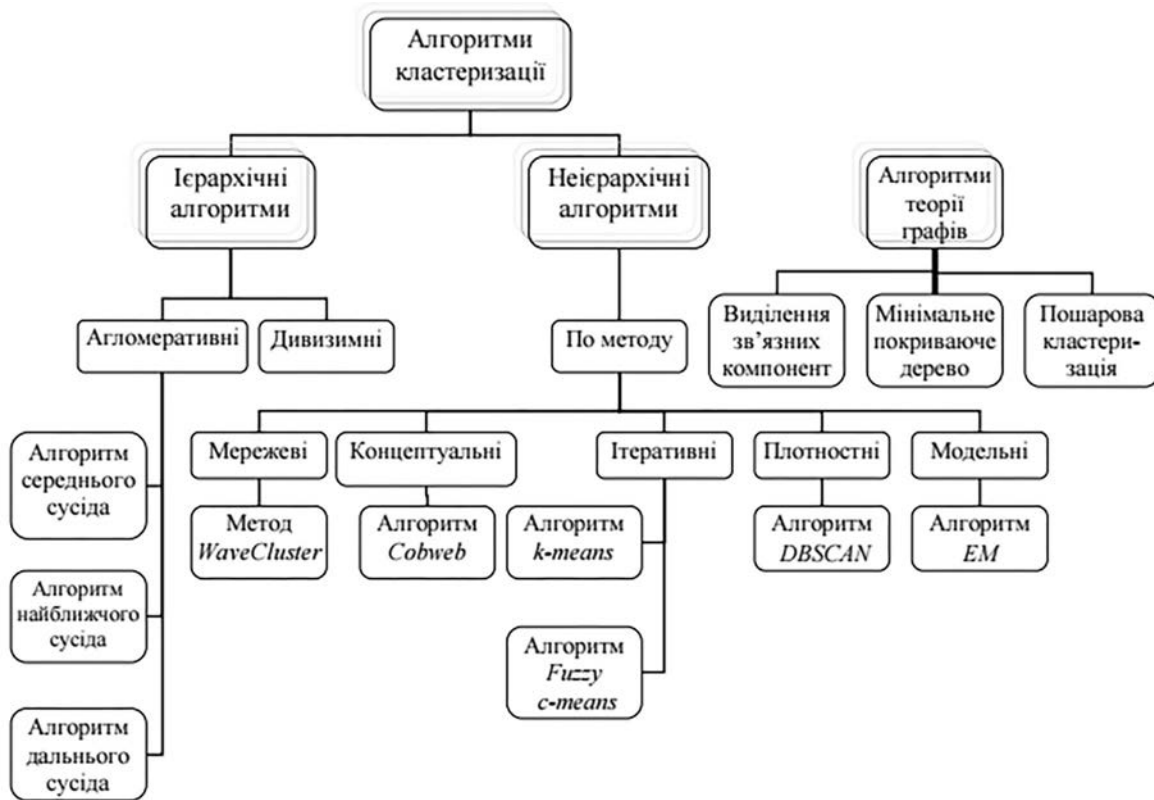


Рис. 1. Класифікація алгоритмів та методів кластерного аналізу

транзакція, швидше за все, поділиться міткою передачі.

- Обидва виходи транзакції  $t$ ,  $B_1$  та  $B_2$  не є обмінними адресами, тобто  $B_1, B_2 \notin \text{Addr}(A)$ .
- Один вихід транзакції  $B_1$  не існував до транзакції  $t$ , а десяткове подання значення  $b_1$  має більше ніж 4 цифри після крапки.
- Інший вихід транзакції  $B_2$  раніше був частиною мережі, і в попередніх транзакціях він не був адресований поза обліковим записом.

Розглянемо алгоритм кластеризації адрес на прикладі мережі Bitcoin, який регулює баланс інформації, що надходить безпосередньо з блоків Bitcoin (CS та OTC) та додаткову інформацію, зібрану з Інтернету у вигляді тегів.

Нехай  $T = \{t_j\}$  і є набором всіх транзакцій в блоці біткойн, тоді як  $A$  є набором всіх адрес, що присутні в транзакції з  $T$ .

Кластеризація адрес Bitcoin — це розбивка  $A = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_N$  на непересічні підмножини  $A_i \cap A_j = \emptyset$  для  $i \neq j$ . За допомогою  $T_H \subset T$  позначимо сукупність всіх транзакцій, які задовольняють CS, або OTC. Для транзакції  $t \in T_H$ , через  $\text{Addr}_H(t)$  позначимо множину всіх адрес, які слід віднести до одного користувача відповідно.

Інформація про теги представлена як сукупність негативних пар  $L = \{(a_i, a_j)\}$ . Пара адрес  $(a_i, a_j) \in L$ , якщо у нас є частина інформації про те, що ці адреси не контролюються одним і тим самим користувачем.

Слід зазначити, що як CS і OTC, так і позабіржова евристика і набір негативних пар  $L$  можуть містити помилкову інформацію.

Розглянемо різні типи спостережень:

- у випадку, якщо всі адреси  $\text{Addr}_H(t)$  для деяких  $t \in T_H$  дійсно належать одному і тому ж користувачу з ймовірністю  $p$ ;
- у випадку, якщо дві адреси  $(a_i, a_j) \in L$  контролюються тим самим користувачем з ймовірністю  $q$ .

В інших випадках інформація про негативне об'єднання між будь-якою парою адрес в  $L$  перевіряється шляхом  $1 - q$ .

Нехай ймовірність  $P(A, T_H, L | p, q)$  буде функцією від кластеризації  $A$ , транзакції  $T_H$  та негативних пар  $L$ :

$$\begin{aligned}
 P(A, T_H, L | p, q) &= \\
 &= \prod_{t \in T_H} p^{\mathbb{I}(\text{Addr}_H(t) \subset Cl(A))} \times (1 - p)^{\mathbb{I}(\text{Addr}_H(t) \not\subset Cl(A))} \times \\
 &\times \prod_{\{a_i, a_j\} \in L} (1 - q)^{\mathbb{I}(\{a_i, a_j\} \not\subset Cl(A))} \times q^{\mathbb{I}(\{a_i, a_j\} \subset Cl(A))},
 \end{aligned}$$

де для деякого набору Bitcoin адреси  $S$  позначення  $S \subset Cl(A)$  означає, що існує кластер  $A_i$ , такий, що  $S \subseteq A_i$ .

Отже, log-правдоподібність співвідноситься як

$$\begin{aligned}
 \ln P(A, T_H, L | p, q) &= \\
 &= \sum_{t \in T_H} \mathbb{I}(\text{Addr}_H(t) \subset Cl(A)) \ln(1 - p) +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{T \in T_H} \mathbb{I}(\text{Addr}_H(t) \subset Cl(A)) \ln(p) + \\
 & + \sum_{\{a, a'\} \in L} \mathbb{I}(\{a, a'\} \subset Cl(A)) \ln(1-p) + \\
 & + \sum_{\{a, a'\} \in L} \mathbb{I}(\{a, a'\} \subset Cl(A)) \ln(p)
 \end{aligned}$$

Слід зазначити, що запропонована модель не призначена для використання імовірнісної структури реального світу, а лише дає більш розгорнутий підхід до систематичного вивчення довіри між різними джерелами інформації. Більше того, це дозволяє ефективно оптимізувати параметри.

Максимізація log-правдоподібності — це задача дискретної оптимізації, яка фактично NP-повна.

Розглянемо ретроспективно всі транзакції в мережі Bitcoin, які задовольняють одну евристику. На кожному етапі вирішується, чи приєднуються кластери, що відповідають адресі  $\text{Addr}_H(t_j)$  до розглянутої транзакції  $t_j$ .

Нехай  $A_j = A_{k1} \cup \dots \cup A_{km}$  — об'єднання всіх кластерів, представники яких належать  $\text{Addr}_H(t_j)$ .

Знайдемо зміни кількості негативних пар, що відповідають  $\text{Addr}_H(t_j)$  в один кластер  $A_j$ :

$$\begin{aligned}
 & \Delta_{t_j} \left( \sum_{\{a, a'\} \in L} \mathbb{I}(\{a, a'\} \subset Cl(A)) \right) = \\
 & = \sum_{\{a, a'\} \in \hat{A}_j} \mathbb{I}(\{a, a'\} \in A_j) - \sum_{i=1}^{m_j} \sum_{\{a, a'\} \in A_{k_i}} \mathbb{I}(\{a, a'\} \in A_i) = \\
 & = \Delta_{\hat{A}_j} - \sum_{i=1}^{m_j} \Delta_{A_j}
 \end{aligned}$$

де  $\Delta A_m$  — це кількість негативних пар в кластері  $A_m$ .

Тепер об'єднаємо всі кластери, що відповідають  $\text{Addr}_H(t_j)$ , а отже зміна log-правдоподібності дорівнює

$$\Delta_p(t_j, A, L|p, q) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) + \left(\Delta_{\hat{A}_j} - \sum_{i=1}^{m_j} \Delta_{A_j}\right) \ln\left(\frac{q}{1-q}\right).$$

Таким чином, якщо  $\Delta_p(t_j, A, L|p, q)$  є позитивним, то ми зливаємо всі кластери, що відповідають  $\text{Addr}_H(t_j)$ , в іншому випадку потрібно продовжувати наступну транзакцію.

Слід відзначити, що завдяки такому підходу зміна параметрів  $p$  і  $q$  може призвести до дуже немонотонної зміни кластеризації. Наприклад, можна зменшити параметр  $q$ , який повинен вести до менших кластерів, але з'ясується, що найбільший кластер стає ще більшим.

**Висновки.** У цій роботі було проаналізовано існуючі методи для розв'язку задачі кластеризації та запропоновано використати алгоритм групування адрес блокчейн для визначення множини адресів одного користувача. В роботі наведений даний алгоритм. Та проаналізовано його особливості: використання для кластеризації не тільки інформацію про блокчейни, а й інформацію з Інтернету поза мережі блокчейн, та розгляд деяких типів даних поза мережею як голоси проти адресного об'єднання в процесі кластеризації. Такий підхід дозволяє уникнути значної частини помилкових об'єднань кластерів.

**Література**

1. Nakamoto S. (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.
2. Інформаційні технології УДК 004,825 к.т.н. Волосюк Ю. В. (ЄУ, м. Миколаїв) Аналіз алгоритмів кластеризації для задач інтелектуального аналізу даних.
3. Ron D. and Shamir A. (2012) Quantitative analysis of the full bitcoin transaction graph. Cryptology ePrint Archive, Report 2012/584.

УДК 66.047.75

**Довгаль Олексій Олександрович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Довгаль Алексей Александрович**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Dovgal Oleksiy**

*Master of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Степанюк Андрій Романович**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та апаратів*

*хімічних і нафтопереробних виробництв*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Степанюк Андрей Романович**

*кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов*

*химических и нефтеперерабатывающих производств*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Stepaniuk Andriy**

*PhD, Assistant Professor of Department of*

*Machines and Apparatus of Chemical and Petroleum Industries*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ**

## **ФИЗИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КИНЕТИКИ СУШКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИВЫ**

## **PHYSICAL AND MATHEMATIC MODEL OF DRYING PROCESS OF ENERGETIC WILLOW**

**Анотація.** Експериментально перевірено кінетику сушки тріски енергетичної верби без механічної обробки та з механічною обробкою.

**Ключові слова:** енергетична верба, сушарка, сушіння, деревні пелети.

**Аннотация.** Экспериментально проверено кинетику сушки трески энергетической ивы без механической обработки и с механической обработкой.

**Ключевые слова:** энергетическая ива, сушарка, сушка, древесные пеллеты.

**Summary.** The kinetics of drying chips of energy willow without mechanical processing and machining has been experimentally tested.

**Key words:** energetic willow, dryer, drying, wood pellets.



**Постановка проблеми.** Після збору енергетичної верби її вологість складає 55–60 %, що не є ефективним при спалюванні в котлах. Для більшої ефективності тріску попередньо сушать в сушарках різних типів, що знижує вологість до 40 %. Для максимальної ефективності був запропонований метод сушіння з попередньою механічною деформацією деревини задля зменшення часу сушіння та зменшення вологі тріски на виході з сушильного апарату.

Деревна пелета — один з небагатьох альтернативних видів палива, використання яких є доцільним, як з економічної точки зору, так і з огляду на екологічну безпеку. Основною перевагою є те, що сировиною для виготовлення пелет є деревина — поновлювальний ресурс, що має здатність накопичувати велику кількість сонячної енергії протягом тривалого часу [1].

Самі пелети бувають наступних видів [2]:

1. Білі пелети — сорт «преміум» світлого кольору виконуються із деревини без кори. Теплотворна здатність таких пелет складає 17,2 МДж/кг.

2. Індустріальні пелети — сорт більш низької якості. До складу продукту входить кора дерева та негорючі рештки. Теплопровідність таких пелет майже така сама, як у преміум сорту.

3. Агropелети — паливо із відходів гречки, насіння соняшника. Мають чорний колір. Теплотворна здатність — 15 МДж/кг. Основна перевага — низька ціна.

Для покращення якості продукції при виробництві пелет необхідно провести сушіння. Сушіння, як сам процес, перешкоджає появі первинного гниття, грибкових плям і нападу певних видів комах [2].

**Метою роботи** є процес дослідження кінетики сушіння енергетичної верби у сушарці з рециркуляцією повітря з попередньою механічною деформацією деревини задля зменшення часу сушіння та зменшення вологі тріски.

**Виклад основного матеріалу.** Розглядаючи фізичну модель даного процесу частинку деревини можна представити у вигляді нескінченного циліндра. Сам процес супроводжується підводом гарячого повітря  $q_{нов}$  до деревини та з наступним нагрівом її до температури самого теплоносія. За рахунок теплового потоку, що підводиться, відбувається прогрів частинки.

З нагрітої частинки деревини виділяється конденсат, що збирається на її поверхні. При температурі 130–150 починається процес виділення складової деревини — лігніну.

При постійній швидкості сушіння сам процес визначається швидкістю дифузії вологі в навколишнє середовище, тобто зовнішніми умовами. Тому цей період називають — зовнішньою дифузією.

У період падаючої швидкості процес сушіння залежить від швидкості, з де волога обумовлена внутрішньою дифузією, тобто дифундує до поверхні матеріалу.

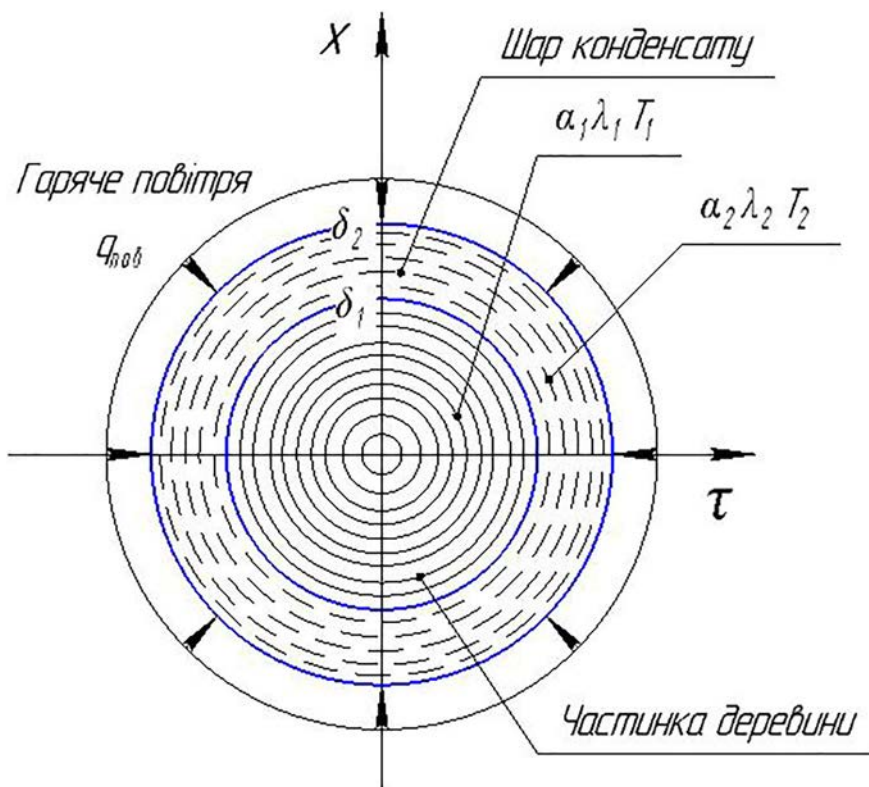


Рис. 1

**Математична модель процесу сушіння**

Циліндр радіусом  $r_0$  нагрівається через свою поверхню. Температура гріючого агенту  $t_{cep}$  та коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$  у всіх точках однаковий і залишається постійним протягом всього періоду сушіння. В початковий момент часу при  $\tau=0$  температура є деякою функцією. При цих умовах рівняння теплопровідності має наступний вигляд [3].

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = \alpha \left( \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right). \quad (1)$$

Граничні та початкові умови:  
при  $\tau = 0$  та  $0 \leq r_a \leq r_0$ :

$$\vartheta = \vartheta_0 = f(r) - t_{cep} \quad (2)$$

при  $\tau = 0$  та  $r = 0$ :

$$\left( \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} \right)_{r=0} = 0 \quad (3)$$

при  $\tau = 0$  та  $r = r_0$ :

$$\left( \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} \right)_{r=r_0} = -\frac{\alpha}{\lambda} \vartheta_{r=r_0} \quad (4)$$

де  $\vartheta = t - t_{cep}$

Теплофізичні властивості продукту залежать від вологовмісту матеріалу і розраховуються за такими формулами [4; 5]:

$$c_{np} = c_{c.pec} + c_{pid}u = c_{c.pec} + \frac{W}{100}, \quad (5)$$

$$c_{np} = 4370 \cdot u + 1232, \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), \quad (6)$$

$$\rho = \rho_{c.pec} + \rho_{pid}u = \rho_{c.pec} + \frac{W}{100}, \quad (7)$$

$$\rho = -721 \cdot u + 1632, \text{ кг}/\text{м}^3, \quad (8)$$

$$\lambda = 0,3 \cdot u + 0,15, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}), \quad (9)$$

$$a_m = (2,218 \cdot u - 0,0821) \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (10)$$

$$a = \frac{\lambda}{\rho c_{np}}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (11)$$

$$\varepsilon = -0,7923 \cdot u + 0,6165. \quad (12)$$

**Література**

1. Технологія виробництва різних видів біопалива <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2344/>
2. Лыков В. М. Сушка в химической промышленности «Химия», М. 1970. — 432 с.
3. Исаченко В. П. Теплопередача. Учебник для ВУЗов, Изд. 3-е перераб. И доп. М., «Энергия», 1975. — 478 с.
4. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологи. Часть 1. Процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1995. — 400 с.
5. Гинзбург А. С. Сушка пищевых продуктов. — М.: Пищепромиздат, 1960. — 683 с.

**Карачун Володимир Володимирович**  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Карачун Владимир Владимирович**  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

**Karachun Volodymyr**  
Doctor of Technical Science, Professor  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В АПАРАТІ  
ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ КЛІТИН ЗА ДОПОМОГОЮ ГВИНТОВОЇ ПАРИ**

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОМАСООБМЕНА В АППАРАТЕ  
ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК С ПОМОЩЬЮ ВИНТОВОЙ ПАРЫ**

**INCREASE HEAT EXCHANGE IN THE APPARATUS  
FOR CULTIVATION OF CELLS BY SCREW PAIR**

**Анотація.** Вивчається можливість забезпечення більш активного перемішування без ризику пошкодження в апараті для культивування клітин

**Ключові слова:** робочий об'єм, біомаса, культивування, пробіотик, гвинтова пара.

**Аннотация.** Изучается возможность обеспечения более активного перемешивания без риска повреждения в аппарате для культивирования клеток

**Ключевые слова:** рабочий объем, биомасса, культивирование, пробиотик, винтовая пара.

**Summary.** The possibility of more aggressive mixing without risk of damage in the cell for cell cultivation is studied

**Key words:** working volume, biomass, cultivation, probiotic, screw steam.

У сучасній біотехнології, яка ґрунтується на використанні культур еукаріотичних клітин-продуцентів біологічно активних сполук застосовують різноманітну за конструктивними особливостями апаратуру. Вибір того чи іншого способу культивування та відповідного апаратурного оформлення процесу визначається фізіологічними особливостями і потребами клітинної культури, методами керування процесом, а також способом накопичення цільового продукту або біомаси клітин.

Пропонована конструкція відноситься до біотехнології і може бути використана в мікробіологічній,

харчовій промисловостях, а також для потреб медицини і клінічних досліджень для культивування клітин або тканин.

Відома установка для культивування мікроорганізмів, яка містить з'єднані між собою в нижній частині еластичним трубопроводом дві камери з повітряними фільтрами і реверсивний привод для зворотно-поступального переміщення камер в вертикальній площині [1]. Недолік цієї установки полягає у великих габаритах, що обумовлено необхідністю переміщення камер у вертикальній площині.

Відомий також апарат для культивування клітин (АК), який містить корпус з технологічними патруб-

ками і розміщений по осі корпусу пустотілий вал імпульсного привода з втулкою, до якої приєднаний перемішувачий елемент у формі чотирьохланцюгового шарніра з лопатками на кінцях, з'єднаний з порожниною вала і рухомою втулкою шарніра фільтруючий елемент, а також аератор [2]. Недолік цього АК полягає в низькій продуктивності. Зазначений недолік обумовлений тим, що при зменшенні числа обертів вала знижується інтенсивність перемішування і клітини не забезпечуються у достатній кількості киснем, що уповільнює їх розвиток, а, отже, знижує продуктивність, а при збільшенні числа обертів вала — перемішувачий елемент руйнує їх оболонки, що також обмежує зростання продуктивності. Крім цього, відомий АК має складну конструкцію, що є іншим його недоліком.

В основу пропонованого технічного рішення покладена задача вдосконалення АК, в якому шляхом модифікації форми і руху перемішувачого елемента забезпечується більш активне перемішування без ризику пошкодження клітин, що приводить до зростання продуктивності при одночасному спрощенні конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що в АК, який містить циліндричний корпус з технологічними патрубками, розміщений вздовж осі корпусу вал з втулкою, до якої приєднаний перемішувачий елемент, аератор, а також реверсивний привод, а контактуючі між собою поверхні вала і втулки виконано у вигляді, наприклад, гвинтової пари, а перемішувачий елемент має форму диска з радіальними (наприклад, чотирма) симетричними наскрізними

прорізами однакових типорозмірів, який убезпечено від обертання вертикальною напрямною.

Вказана відмінність дозволяє активізувати всю зону робочого об'єму корпусу 1 і інтенсифікувати процес перемішування всієї біомаси без ризику пошкодження клітин, що підвищує продуктивність культивування, тобто збільшує вихід пробіотиків до складу котрих входять живі клітини продуцентів. Одночасно з цим спрощується конструкція, оскільки перемішувачий елемент має досить просту і надійну в роботі геометричну форму.

На рис. 1 схематично зображений пропонуємий АК в поздовжньому перерізі (рис. 1, а) і поперечному перерізі А-А (рис. 1, б).

АК містить циліндричний корпус 1 з патрубком 2 для введення живильної рідини і посівного матеріалу, патрубком 3 з аератором 4, патрубком 5 для видалення культуральної рідини і патрубком 6 для відведення відпрацьованого газу. Вздовж осі корпусу 1 розташований приєднаний до мотор-редуктора 7 з командним реверсуючим пристроєм 8 вал 9 з втулкою 10, на якій розташований перемішувачий елемент у формі встановленого із зазором « » відносно стінок корпусу 1 диска 11 з радіальними (наприклад, чотирма) симетричними наскрізними прорізами 12 однакових типорозмірів. Контактуючі між собою поверхні вала 9 і втулки 10 виконані у вигляді гвинтової пари, а диск 11 має закріплену в корпусі 1 вертикальну напрямну 13.

Працює АК наступним чином. В попередньо простерилізований АК до корпусу 1 вводять через патрубок 2 живильну рідину і посівний матеріал (інокулянт), після чого в аератор 4 подають газ для аерації культурального середовища і включають командний пристрій 8, за сигналом якого приходить в дію мотор-редуктор 7 і вал 9, який в межах заданого командним пристроєм 8 ходу «Н» надає зворотно-поступального руху втулці 10 і приєднаному до неї і убезпеченому напрямною 13 від обертання, диску 11.

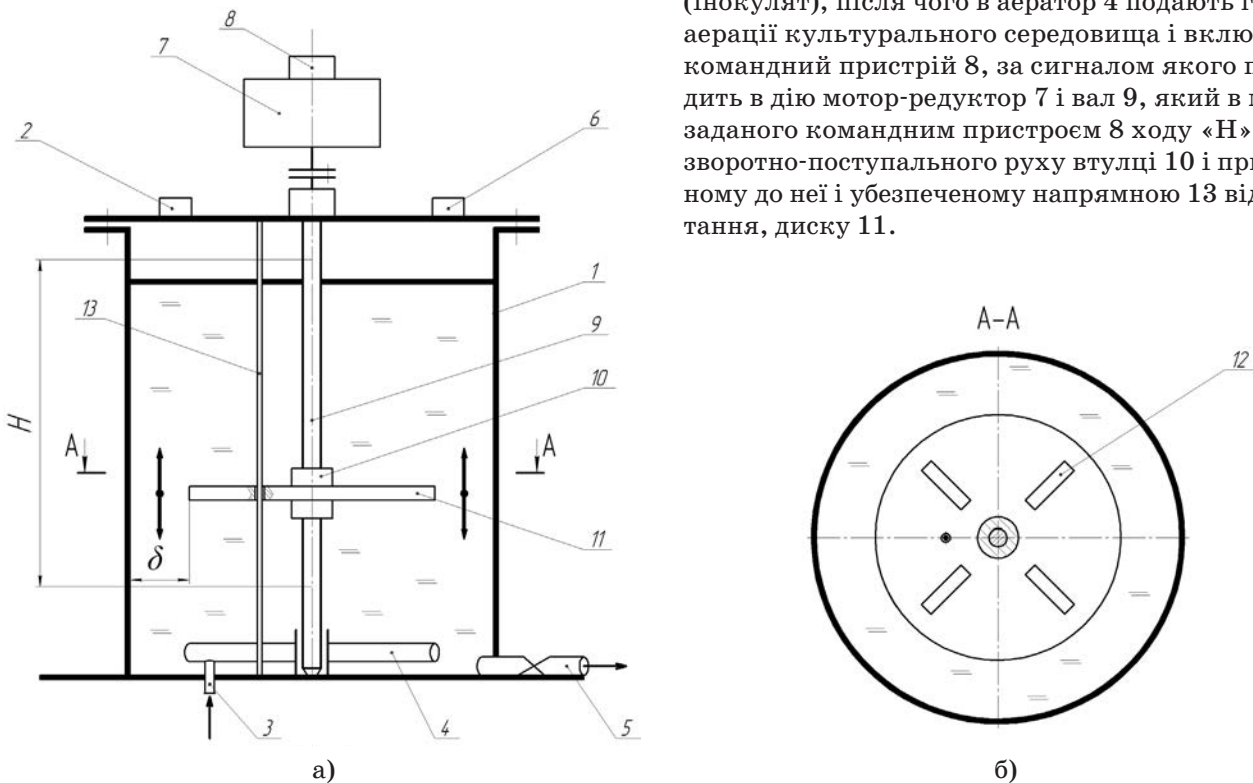


Рис. 1. Апарат для культивування клітин

Рухаючися вздовж вала 9, диск 11 спричиняє перетіканню біомаси крізь зазор « $\delta$ » в периферійній частині корпусу 1 і додатково перетіканню біомаси крізь радіальні прорізи 12 в центральній його частині, активізуючи, тим самим, робочу рідину по всьому об'єму внаслідок енергійної взаємодії зон високого і зниженого тиску, що інтенсифікує процес перемішування біомаси завдяки зростаючій турбулізації і підвищує продуктивність культивування клітин при повній відсутності ризику їх пошкодження.

Зменшенню ризику пошкодження клітин сприяє також відсутність обертового руху диска 11, що має місце в прототипі, а його проста форма призводить до спрощення конструкції. По закінченні процесу культивування зупиняється мотор-редуктор 7, а готовий для подальшого використання продукт зливається крізь патрубок 5.

**Висновки.** Все зазначене буде слугувати якісному тепломасообміну, достатньому збагаченню киснем клітин і, відповідно, слугуватиме швидкому їх розвитку, що підвищить продуктивність технологічного процесу [3].

#### Література

1. А.с. 1131899 А СССР, С12М1/00. Установка для культивирования микроорганизмов [Текст] / Данилина А. Н., Данилов А. В., Александрова И. В., Складнев А. А., Ромазанов В. С., Туков И. А. (СССР). — № 3226238/30-15; заявл. 25.12.80; опубл. 30.12.84, Бюл. № 48. — 1 с.
2. А.с. 1633814 А1 СССР, С12М3/00. Апарат для культивирования клеток [Текст] / А. И. Гуславский, В. Н. Качалов, Л. И. Ковальчук, И. И. Дамиров (СССР). — № 4633148/13; заявл. 05.01.89; опубл. 27.08.95, Бюл. № 24. — 1 с.: ил.
3. Karachun V. V., Trivailo M. S., Mel'nick V. N. Mass-Exchange and Aeration in Bioreactors. — К.: «ПП Корнійчук», 2012. — 128 р.

**Косенко Володимир Владиславович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Косенко Владимир Владиславович**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Kosenko Volodymyr**

*Master Degree Student*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінський Олександр Олегович**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Александр Олегович**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminskyi Oleksandr**

*Candidate of Engineering Sciences,*

*Associate Professor of the Department of Machines*

*and Apparatus for Chemical and Oil Refining Production*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінська Наталія Валеріївна**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Наталья Валерьевна**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры прикладной гидроаэромеханики и механотроники*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminska Nataliya**

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied*

*Hydroaeromechanics and Mechanotronics*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМУЛЬСУВАННЯ У ОДНОСТУПІНЧАСТОМУ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМУЛЬСИРОВАНИЯ В ОДНОСТУПЕНЧАТОМ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF EMULSIFICATION IN ONE-STAGE HIGH-SHEAR MIXER

**Анотація.** Представлені результати експериментальних досліджень емульсування у одноступінчастому роторно-пульсаційному апараті, що працює в режимі рециркуляції, з використанням у якості модельної рідкої системи композиції дистильованої води і силіконової рідини з додаванням додецилсульфату натрію. Результати дослідження узагальнені у вигляді гістограм дисперсного складу і залежності визначального розміру крапель від кратності циркуляції.

**Ключові слова:** дисперсний склад, емульсія, кратність циркуляції, роторно-пульсаційний апарат.

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментальных исследований эмульсирования в одноступенчатом роторно-пульсационном аппарате, который работает в режиме рециркуляции, с использованием в качестве модельной жидкой системы композиции дистиллированной воды и силиконовой жидкости с добавлением додецилсульфата натрия. Результаты исследования обобщены в виде гистограмм дисперсного состава и зависимости определяющего размера капель от кратности циркуляций.

**Ключевые слова:** дисперсный состав, эмульсия, кратность циркуляции, роторно-пульсационный аппарат.

**Summary.** The results of experimental research of emulsification with a one-stage high-shear mixer which operating in a recirculation mode are presented. As a model liquid system used a composition of distilled water and silicone fluid, with addition of sodium dodecyl sulfate. The results of the research are summarized in form of size-consist histograms of the drops and the function of drops characteristic dimension from circulation rate.

**Key words:** circulation rate, emulsion, high-shear mixer, size-consist.

**Актуальність дослідження.** Роторно-пульсаційні апарати (РПА) відрізняються високою ефективністю при приготуванні багатокомпонентних рідин, таких як емульсії і суспензії, завдяки чому вони набули широкого застосування у харчовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості [1].

При обробці рідин в РПА вони піддаються дії сукупності механічних і гідромеханічних впливів, викликаних пульсаціями тиску і нестационарною взаємодією з робочими органами апарату, що спричиняє розділення та злиття потоків і супроводжується зміною векторів їх швидкості. Складність гідродинаміки і різноманітність конструкцій зумовлюють недостатню вивченість процесів у РПА. Знання закономірностей протікання процесів у таких апаратах дозволить підбирати раціональні режими їх роботи із забезпеченням високої якості вироблених рідин [2, 3].

**Мета дослідження** полягає у встановленні закономірностей емульсування в одноступінчастому роторно-пульсаційному апараті.

**Методика дослідження.** Дослідження проведено на лабораторній установці (рис. 1), побудованій на базі одноступінчастого РПА проточного типу з компонуванням робочих органів за схемою «ротор-статор». Апарат з'єднаний у замкненому циркуляційному контурі з приймальною емкістю.

У якості модельної системи прийнято силіконову рідину в'язкістю 100 сСт (1 % мас.) і дистильовану воду. Система стабілізувалась додецилсульфатом натрію.

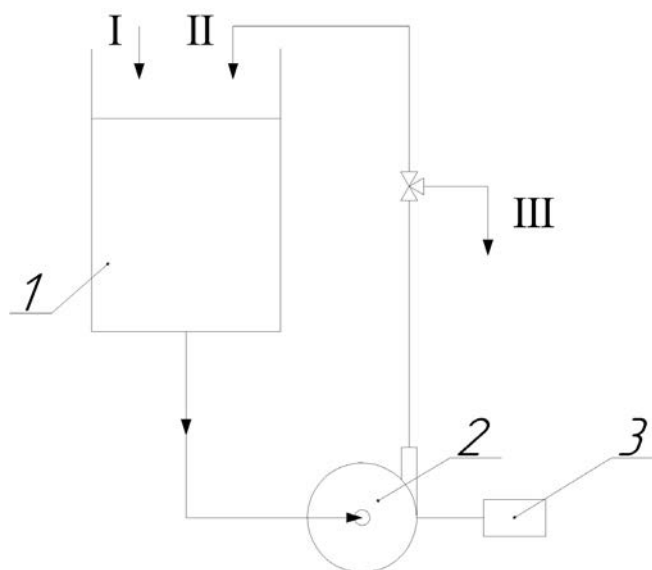


Рис. 1. Схема експериментальної установки:  
1 — приймальна емкість; 2 — роторно-пульсаційний апарат; 3 — вимірювальний комплекс; I — вихідні компоненти; II — потік, що циркулює; III — відібрані проби

Програма дослідження передбачає розміщення складових у приймальній ємкості та їх пульсаційну обробку із циркуляцією через робочі органи РПА, причому потік рідини у контурі створюється завдяки обертанню ротора апарата. При обробці фіксується частота обертання ротора (а відтак і частота пульсацій), вимірюються температура емульсії, об'ємна витрата і потужність приводу апарата. Відбір проб утвореної емульсії проводиться через визначені проміжки часу за встановленим графіком. Диспер-

сні склади відібраних проб визначаються методом мікроскопічного аналізу. Для кожної з проб встановлюються розподілення крапель в емульсії за їх розмірами та обчислюється визначальний розмір крапель, за який прийнято середній об'ємно-поверхневий діаметр.

Експериментальні дослідження проведено при частоті пульсацій 99 кГц.

**Результати дослідження.** Результати дослідження узагальнені у вигляді гістограм розподілення

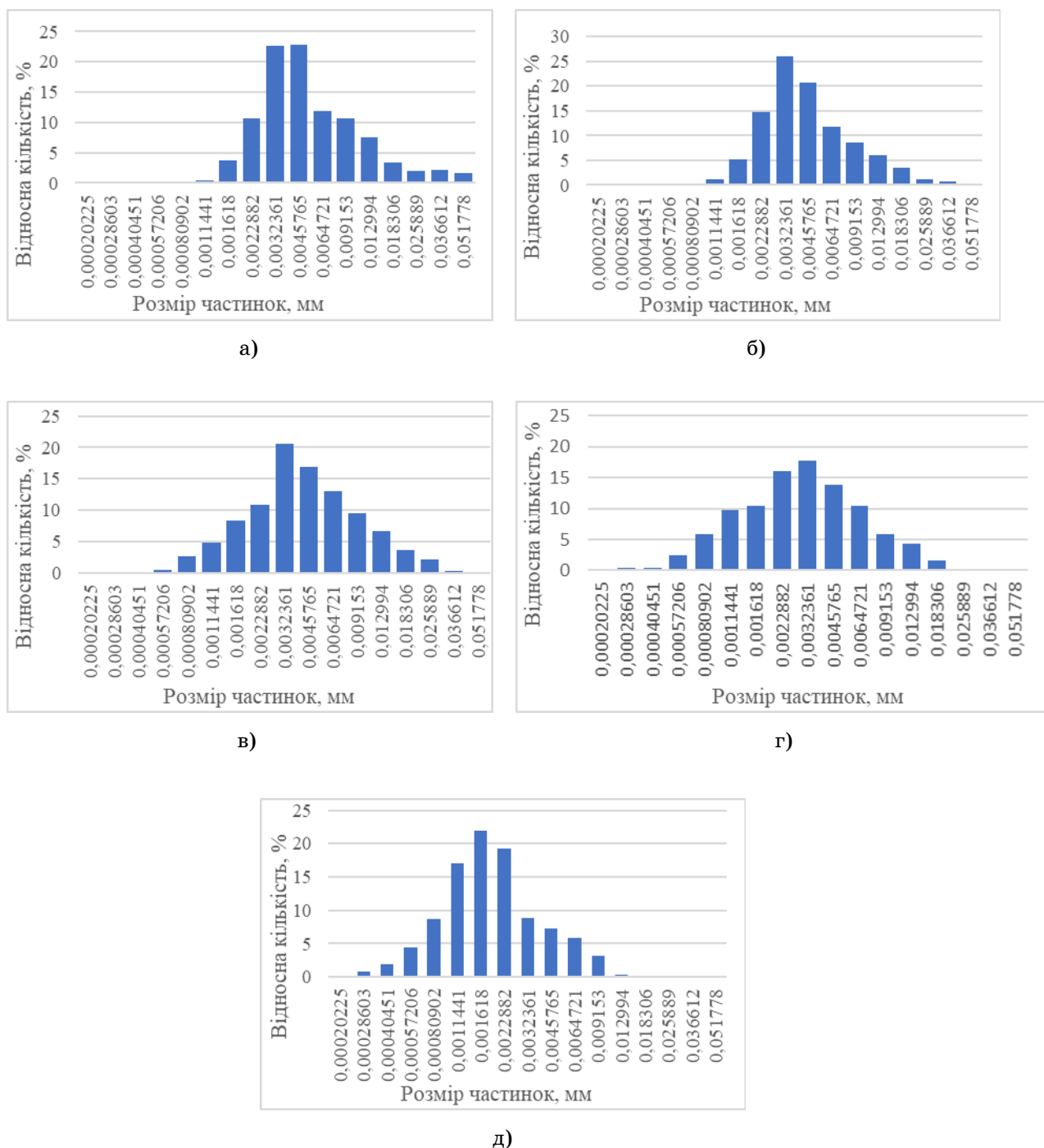


Рис. 2. Розподілення крапель в емульсії: а) перший прохід; б) другий прохід; в) четвертий прохід; г) шостий прохід; д) восьмий прохід



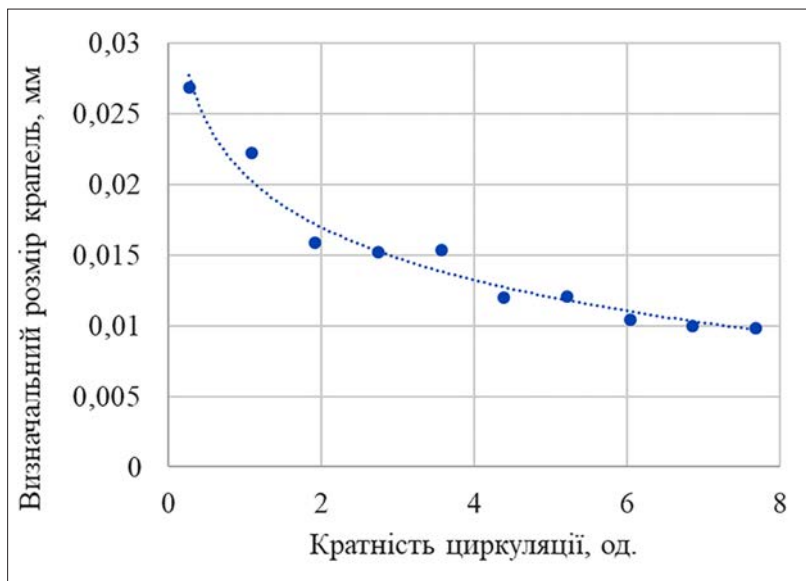


Рис. 3. Залежність зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії

крапель, в залежності від числа проходів емульсії через РПА (рис. 2), а також залежності зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії (рис. 3).

За результатами аналізу розподілень крапель за розмірами варто відмітити, що зі збільшенням кількості проходів кількість крапель більшої крупності зменшується, а розподілення звужуються, стягуючись до вісі ординат. Так, фракція з характерним розміром 51,8 мкм зникає вже при другому проході, фракція 36,6 мкм — на четвертому проході, фракція 25,9 мкм відсутня на шостому проході, а на восьмому проході зникає фракція 13 мкм. Таким чином, за сім проходів характерний розмір найкрупнішої фракції, а отже і ширина розподілення, зменшується майже вчетверо, що свідчить про суттєве підвищення однорідності дисперсного складу обробленої емульсії. Одночасно майже вдесятеро (з 0,78 % на першому

проході до 7,4 % на восьмому проході) збільшується кількість крапель субмікронного розміру.

Залежність зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії має виражений вигляд гладкої низхідної кривої, асимптотичної до вісі абсцис. Різниця визначальних розмірів за рівні проміжки часу зменшується по мірі зменшення визначального розміру крапель, що пояснюється більш рівномірним навантаженням на поверхню краплі по мірі зменшення її розмірів, а, отже, меншою кількістю розділень крапель.

**Висновки.** Результати дослідження дозволяють підібрати раціональні режими емульсування рідин, що близькі за властивостями до обраних. Разом з цим, перспективним є продовження досліджень з напрацюванням бази даних щодо емульсування рідин, а також визначення впливу конструкції і компонування робочих органів РПА на кінетику емульсування.

#### Література

1. Богданов В. В. Эффективные малообъемные смесители / В. В. Богданов, Е. И. Христофоров, Б. А. Клоцунг. — Л.: Химия, 1989. — 224 с.
2. Балабудкин М. А. Масштабирование роторно-пульсационных аппаратов / Балабудкин М. А. // Хим.-фарм. журнал. — 1981. — т. 15. № 1. — С. 100–105.
3. Промтов М. А. Методы расчета характеристик роторного импульсного аппарата. / М. А. Промтов, А. Ю. Степанов, А. В. Алешин. — М.: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. — 148 с.

**Куц Михайло Сергійович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Куц Михаил Сергеевич**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Kuts Mykhailo**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## ТОПОЛОГИЯ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ РОЗУМНОЇ ПАРКОВКИ

## ТОПОЛОГИЯ СЕТИ СИСТЕМЫ УМНОЙ ПАРКОВКИ

## NETWORK TOPOLOGY OF THE SMART PARKING SYSTEM

**Анотація.** Розглянуто організацію бездротової мережі для системи розумної парковки. Проведено аналіз шарів прототипу бездротової мережі для системи розумної парковки.

**Ключові слова:** система розумної парковки, сенсор, передавач, комутатор.

**Аннотация.** Рассмотрена организация беспроводной сети для системы умной парковки. Проведен анализ слоев прототипа беспроводной сети для системы умной парковки.

**Ключевые слова:** система умной парковки, датчик, передатчик, коммутатор.

**Summary.** The organization of the wireless network for the smart parking system is considered. An analysis of layers of the prototype of a wireless network for the smart parking system was carried out.

**Key words:** smart parking system, sensor, transmitter, switch.

Д амо визначення системи Smart Parking. Smart Parking — це типова складова розумної міської програми, розумна парковка є гарною ілюстрацією того, як зробити Інтернет речей (IoT) частиною нашого повсякденного життя, щоб ментальний доступ до інформації в режимі реального часу. Інтернет речей може бути використаний, наприклад, для надання водієві доступу до системи Smart Parking через мобільний додаток, щоб знайти та забронювати місце для стоянки в будь-якій зоні для парковки. Це надає можливість внести опалату чи передоплату за місце для паркування за допомогою кредитної картки. Система Smart Parking дозволяє знайти вільні парковки, повідомити про ймовірність того, що місце стоянки є ще доступним та приймає рішення про резервування та передоплату за таке місце для паркування. Одним із варіантів реалізації системи Smart Parking є моніторинг стоянки, де кожен паркувальний пункт обладнаний датчиком (фото-

апарат або датчик наявності) для виявлення наявності / відсутності транспортних засобів з метою створення карти наявності, яка може бути використана для керування паркуванням, резервуванням та іншими послугам.

Система розумної парковки, розглянута в цьому документі, була побудована на основі методу датчиків і розроблена на основі багатошарової структури, що забезпечує модульність і масштабованість, а також надання різних послуг різним користувачам системи паркування.

Структура, зображена на Рисунку 1, включає в себе чотири рівні: сенсорний, мережевий, проміжний і прикладний рівень.

### Сенсорний рівень

Цей шар визначає платформу, на якій сенсорні пристрої вбудовані в автостоянку для виявлення присутності / відсутності автомобіля, а пристрої RFID, розташовані на автомобільних воротах і стратегічні

точки парковки, використовуються для ідентифікації автомобілів на основі унікального відображення між мітками RFID і автомобілями.

Використовуються три типи сенсорних пристроїв:

1. Підлегли пристрої, також звані «приймачами», які поміщаються на паркувальні місця для виявлення присутності / відсутності;

2. Передавальні пристрої, також звані «передавачі», яким доручено збирати показники датчиків зі своїх підключених підлеглих пристроїв і передавати ці дані на комутатор для подальшої обробки;

3. «Якірні» пристрої, що використовуються в якості комутаторів, для збільшення зони охоплення парковки та ефективної маршрутизації показань датчика.

Ведені пристрої підключаються до провідних пристроїв за допомогою дротового зв'язку з використанням I2Cprotocol. Для цілей вимірювання

використовувалися мікроконтролери, обладнані ультразвуковими датчиками, а в якості шлюзу використовувалася плата Panda на основі ARM.

### Мережевий рівень

У цьому шарі були запропоновані різні способи зв'язку для підтримки зв'язку від ведучого і якірних датчиків до шлюзу датчика і від шлюзу до користувачів парковки (водіїв, віддалених користувачів і власників парковки).

До цього рівня відносяться:

- 1. Зв'язок 802.15.4 / ZigBee для маршрутизації показань датчиків від провідних датчиків до шлюзу;
- 2. TCP / IP через Ethernet для підключення шлюзу до сервера парковки і бази даних;
- 3. Доступ в Інтернет для віддаленого доступу до інтелектуальної системи паркування зовні.

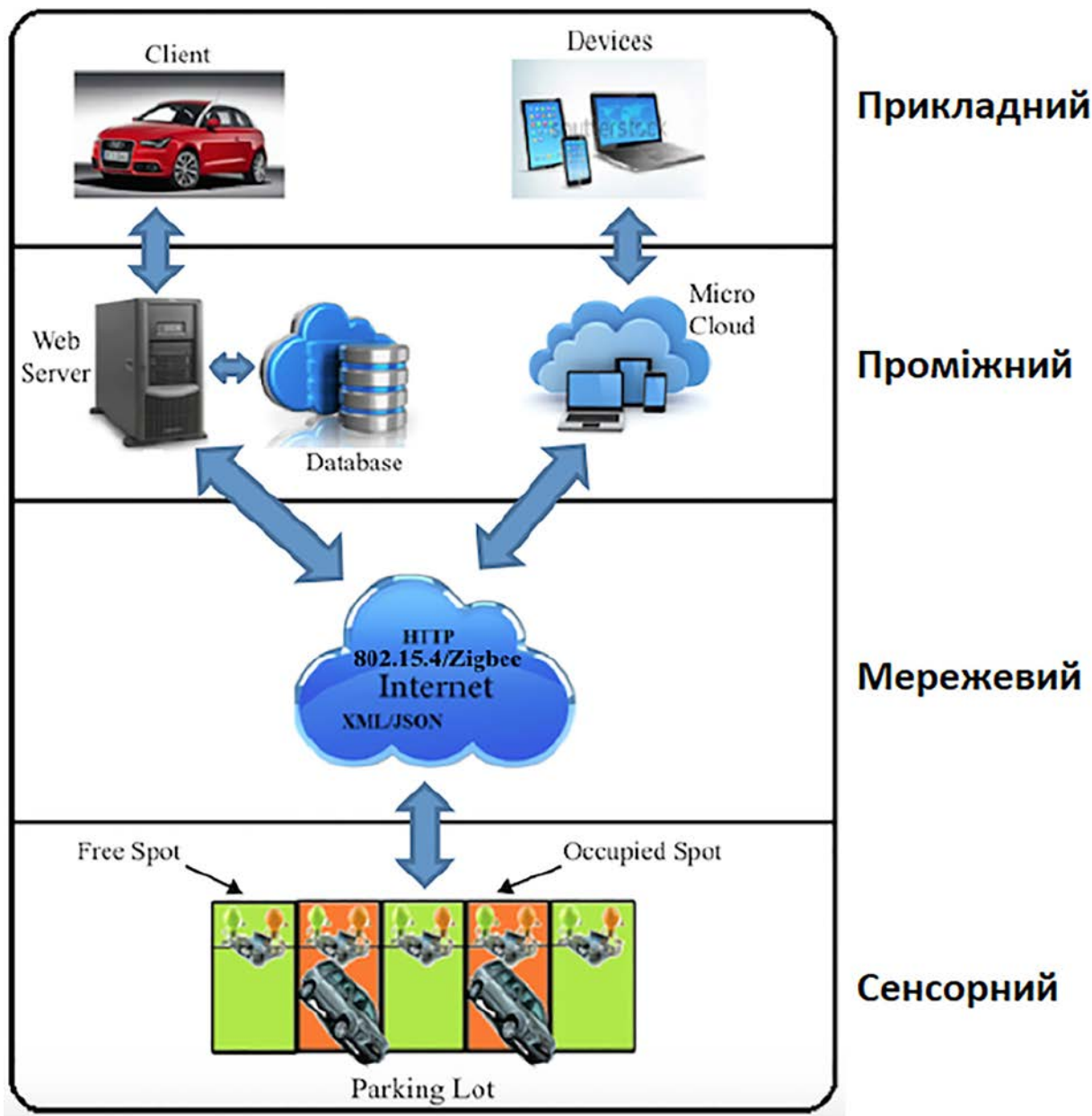


Рис. 1

### **Проміжний рівень**

Рівень в якому розпізнавання ситуацій здійснюється за допомогою інтелектуальних алгоритмів та технологій ефективною візуалізації для представлення сервісіам та для зручності користувачів.

Цей рівень містить різні бази даних та пов'язані з ними сервери і керує всією програмною розвідкою, наданою системою розумної парковки, для надання користувачам інтелектуальних послуг, забезпечуючи зв'язок між прикладним рівнем, за яким послуги запитуються, а також нижчих шарів, в яких інтелектуальні пристрої вбудовані в автостоянку для надання інформаційних послуг.

### **Прикладний рівень**

Прикладний рівень — це рівень, в якому різні служби визначаються та надаються різним корис-

тувачам. Клієнтські пристрої підключені через протокол TCP / IP до бази даних паркування. Останнє оновлюється в режимі реального часу за статусом автостоянок. Для моніторингу стоянки було розглянуто два види клієнтських додатків:

1. Додаток для мобільних пристроїв для телефонів і планшетів;
2. Настільний додаток для ноутбуків та комп'ютерів.

**Висновок.** Отже, ми розглянули поняття системи розумної парковки, топологію мережі для даної системи, також визначили функції кожного з рівнів та описали пристрої, протоколи та програмні додатки, що задіяні в системі розумної парковки.

### **Література**

1. Radio-frequency identification — Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification/](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification/) — Дата доступу: 01.05.2018.
2. Smart Parking System — Режим доступу: <https://www.gsma.com/iot/smart-cities/smart-parking/> — Дата доступу: 15.03.2018.

**Мазурік Олексій Юрійович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мазурик Алексей Юрьевич**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Mazurik Oleskii**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## ПОБУДОВА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕО ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСУ МОДЕЛЕЙ WORD2VEC

## ПОСТРОЕНИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КЛАССА МОДЕЛЕЙ WORD2VEC

## BUILDING A RECOMMENDER SYSTEM USING WORD2VEC MODELS

**Анотація.** Досліджено алгоритм побудови моделей класу Word2Vec. Побудовано рекомендаційну систему на основі моделі SkipGram класу Word2Vec та досліджені результати її роботи.

**Ключові слова:** рекомендаційні системи, прогнозування, нейронні мережі, word2vec.

**Аннотация.** Исследован алгоритм построения моделей класса Word2Vec. Построено рекомендательную систему на основе модели SkipGram класса Word2Vec и исследованы результаты ее работы.

**Ключевые слова:** рекомендационные системы, прогнозирование, нейронные сети, word2vec.

**Summary.** The algorithm for building Word2Vec models was investigated. A recommender system based on the SkipGram model of Word2Vec class was constructed and the results of its work were investigated.

**Key words:** recommendation systems, forecasting, neural networks, word2vec.

**Постановка задачі.** Рекомендаційні системи з'явилися на сучасному ринку ІТ як механізм для заміни статичному списку рекомендацій при пошуку або покупках на веб-сайтах. Ці системи формують рейтинговий перелік об'єктів (товарів, фільмів, музичних композицій) на основі різних критеріїв: релевантність, популярність, історія оцінок тощо.

Але, незважаючи на те, що рекомендаційні системи досить недавно з'явилися на ринку, вже існує безліч способів їх покращити. З розвитком досліджень у сфері Big Data та Machine Learning, все більше компаній починає використовувати нейронні мережі для покращення якості рекомендацій. Використовуються всі дані, які користувач залишає на

сайті — історія переглядів, кліків, оцінок тощо. Зараз набуває популярність алгоритм побудови моделі Word2Vec (алгоритм пошуку семантичних зв'язків між словами). Його починають використовувати для пошуку семантичних зв'язків між різними типами медіа-даних. Саме експеримент з дослідження можливості використання цього алгоритму для медіа-даних буде основним предметом дослідження даної роботи [5].

**Поняття Word Embeddings.** Основним інструментом сучасної обробки текстів наразі є розподілені представлення слів (distributed word representations, вони ж word embeddings), графічне інтуїтивне представлення яких можна побачити на рисунку 1. В цих представленнях кожному слову ставиться

у відповідність вектор із дійсних чисел, елемент евклідового простору  $R^d$  для якогось  $d$  (зазвичай кілька сотень). Ці вектори далі служать входами для наступних моделей, а базове припущення полягає в тому, що геометричні відношення в просторі  $R^d$  будуть відповідати семантичним відношенням між словами, наприклад, найближчі сусіди слова в цьому просторі виявляються його синонімами або іншими тісно пов'язаними словами і т.д. [2]

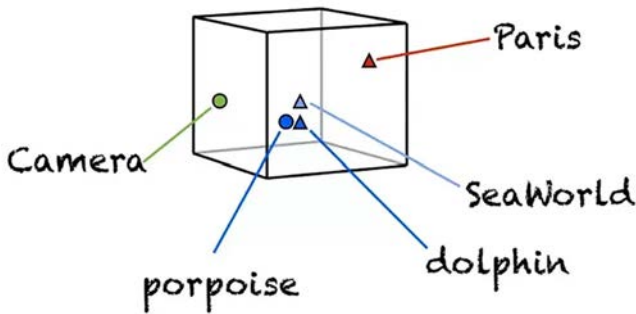


Рис. 1. Графічне представлення слів у 3-вимірному просторі [1]

**Ідея Word2Vec.** Основне завдання даного алгоритму полягає в побудові нейронної мережі, яка буде за заданим словом у середині речення (вхідне слово) шукати слова поряд та обирати одне випадковим чином. Мережа буде обчислювати ймовірність кожного слова зі словника стати цим «близьким» словом до того, яке ми обрали. Коли мова йде про «близькість», то мається на увазі параметр алгоритму «розмір вікна». Типовий розмір вікна може бути 2, який означає, що 2 слова до та 2 слова після даного будуть «близькими» до даного [3].

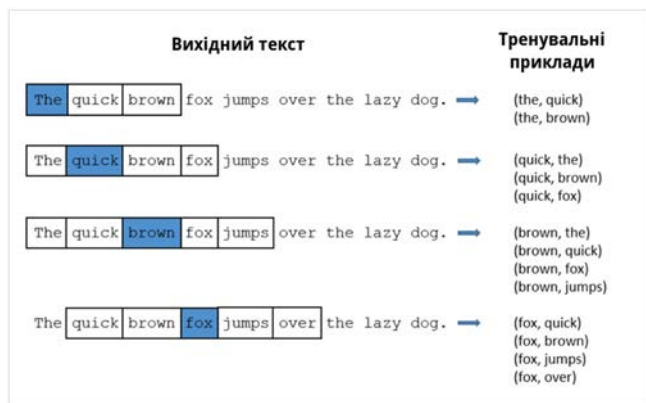


Рис. 2. Побудова тренувальних прикладів для мережі [3]

Нейронна мережа буде вивчати статистику кількості зустрічальності кожної з пар. Отже, для прикладу, нейронна мережа ймовірно буде мати набагато більше прикладів типу «United» — «States», ніж «United» — «Roads». Тож, після тренування якщо на вхід подано слово «United», то на виході ймовірності для слів «States» та «America» будуть у рази вищими, ніж для слова «Roads».

**Архітектура нейронної мережі для Word2Vec.**

По-перше, неможливо подати слово на вхід до нейронної мережі як String. Необхідно знайти спосіб репрезентації його у якийсь тип ідентифікатору. Щоб цього досягти необхідно спочатку побудувати словник з наших тренувальних документів. Нехай ми вже маємо словник із 10000 унікальних слів [3].

Далі ми закодуємо кожне слово (наприклад «trees») як one-hot вектор за допомогою алгоритму ONE (One-Hot Encoding). Цей вектор буде містити 10000 координат (по одній координаті для кожного слова зі словника). На позиції, що відповідає за слово «trees» буде стояти 1, на всіх інших — 0.

Виходом нейронної мережі буде звичайний вектор з 10000 координатами, в якому будуть міститися для кожного слова зі словника ймовірності того, що випадково взяте слово буде знаходитись поряд з даним.

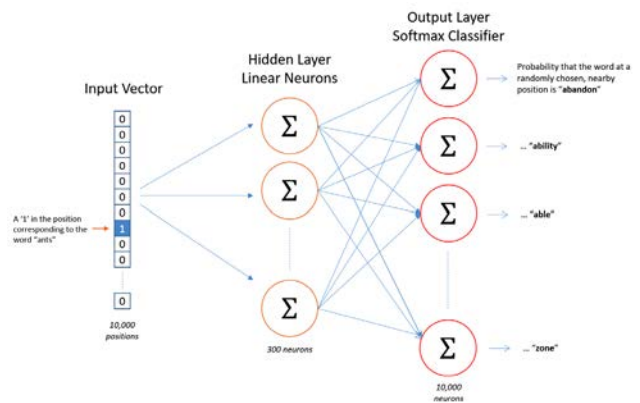


Рис. 3. Архітектура нейронної мережі моделі Word2Vec [3]

У прихованих шарах немає функції активізації, але вихідні нейрони використовують softmax. Коли відбувається тренування мережі на парах слів, вхідним словом буде one-hot вектор, що презентує це слово, а вихідним очікується також one-hot вектор, що представляє вихідне слово. Але при прогоні слова через мережу насправді ми отримуємо вихідний вектор, який є розподілом ймовірностей (набором чисел з плаваючою комою) [3].

**Підсумки моделі Word2Vec.** Отже, якщо два різних слова мають дуже схожі «контексти» (слова, що дуже ймовірно з'являться коло них), тоді наша модель має на виході дуже схожі результати для цих двох слів. І одним зі способів нашою моделлю цього досягти — це видати на виході подібні векторні представлення слів. Тож, якщо два слова мають схожий контекст, то наша мережа намагатиметься видати схожі векторні представлення слів для них.

**Побудова рекомендаційної системи.** Надана теоретична інформація Word2Vec та архітектура типової нейронної мережі для моделі Skipgram підводить до думки, що ID відео можна використовувати в якості слів, а сесії користувачів як речення або

документи. Тому, теоретично, ця ідея має спрацювати схожим чином.

**Підготовка даних.** Для побудови нейронної мережі рекомендацій необхідно зібрати гарний датасет з сесіями користувачів, який можна буде використовувати для навчання нейронної мережі. Після проведення роботи з пошуку такого набору даних було вирішено використовувати набір даних з сервісу Kaggle.

Знайдений набір містить в собі анонімізовані активні сесії переходів користувачів за різними відео-файлами. Виглядає він як показано на рисунку 4.

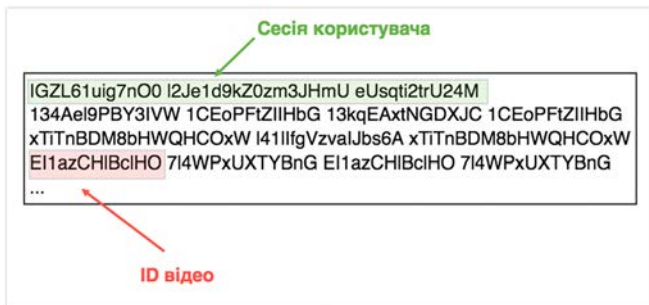


Рис. 4. Структура даних підготовленого датасету

**Побудова SkipGram моделі Videoid2Vec за допомогою PyTorch.** Пропустивши блок з імпортом бібліотек і даних звичайна модель для побудови embeddings для рекомендації схожих відео матиме наступні параметри:

- **emb\_size:** Розмір векторного представлення.
- **emb\_dimention:** Розмірність простору embedding, зазвичай — 32.
- **u\_embedding:** Векторне представлення центрального відео.
- **v\_embedding:** Векторне представлення для сусідніх відео у сесії.

Ініціалізація моделі буде застосована для двох шарів нейронної мережі, що лежить в основі рекомендаційної системи. На цьому етапі будуть ініціалізовані ваги нейронів на прихованому шарі та на вихідному.

Векторне представлення (**u\_embedding**) центрального відео — це рівномірний розподіл в проміжку  $[-0.5/emb\_size, 0.5/emb\_size]$ , де вектори сусідніх відео (**v\_embedding**) будуть заповнені нулями [6].

**Тренування моделі SkipGram.** Процес тренування полягає в поділу вхідних даних на пари відео для тренування моделі. Після формування таких пар формуються набори (batches) відео для створення кількох епохів тренування, оскільки неможливо одночасно обробити велику кількість даних. Код тренування представлений на рисунку.

Звичайно, для запуску даного коду та ефективній роботі необхідно використовувати ресурси GPU, тому не дивно, що для їх задіяння було використано бібліотеку CUDA.

**Побудова веб-додатку рекомендаційної системи.** Отже, після опрацювання всіх вхідних даних ми побудували векторне представлення у 32-мірному просторі для кожного відео. Такий словник вже можна використовувати для побудови рекомендаційної системи. Звичайно, що її структура буде надзвичайно простою. На вхід буде подаватися відео з корпусу відео, а на виході ми матимемо 50 схожих відео. Схожі відео будуть обиратися з корпусу відео шляхом пошуку найближчого — існує безліч інструментів пакету PyTorch для цього.

Простий веб-додаток для наочної демонстрації ефективності експерименту було побудовано за допомогою фреймворку Flask (back-end) та React/Redux (front-end). Результат побудови додатку можна побачити на рисунку 7.

**Результати роботи рекомендаційної системи.** Після побудови додатку було проведено тестування системи. 90 % корпусу відео було надано для тренувальних цілей, а 10 % — для тестування. Це звичайний крок при побудові експериментів глибокого навчання. Графік на рисунку 3.15 демонструє результати тестування, а саме на якій позиції виявилися рекомендовані відео відносно тестового прикладу. Тобто, якщо позиція відео в рекомендації збігається

```
def forward(self, pos_u, pos_v, neg_v):
    """Forward process.
    As pytorch designed, all variables must be batch format, so all input of this method is a list of gif id.
    Args:
        pos_u: list of center gif id indexes for positive gif pairs.
        pos_v: list of neighbor gif id indexes positive gif pairs.
        neg_u: list of center gif id indexes negative gif pairs.
        neg_v: list of neighbor gif id indexes negative gif pairs.
    Returns:
        Loss of this process, a pytorch variable.
    """
    emb_u = self.u_embeddings(pos_u)
    emb_v = self.v_embeddings(pos_v)
    score = torch.mul(emb_u, emb_v).squeeze()
    score = torch.sum(score, dim=1)
    score = F.logsigmoid(score)
    neg_emb_v = self.v_embeddings(neg_v)
    neg_score = torch.bmm(neg_emb_v, emb_u.unsqueeze(2)).squeeze()
    neg_score = F.logsigmoid(-1 * neg_score)
    return -1 * (torch.sum(score) + torch.sum(neg_score))
```

Рис. 5. Код прямого ходу нейронної мережі моделі SkipGram

```
def train(self):
    """Multiple training.
    Returns:
    | None.
    """
    pair_count = self._data.evaluate_pair_count(self._window_size)
    batch_count = self._iteration * pair_count / self._batch_size
    process_bar = tqdm(range(int(batch_count)), smoothing=1.0)

    for i in process_bar:
        pos_pairs = self._data.get_batch_pairs(self._batch_size, self._window_size)
        neg_v = self._data.get_neg_v_neg_sampling(pos_pairs, 5)
        pos_u = [pair[0] for pair in pos_pairs]
        pos_v = [pair[1] for pair in pos_pairs]

        pos_u = Variable(torch.LongTensor(pos_u))
        pos_v = Variable(torch.LongTensor(pos_v))
        neg_v = Variable(torch.LongTensor(neg_v))
        if self._use_cuda:
            pos_u = pos_u.cuda()
            pos_v = pos_v.cuda()
            neg_v = neg_v.cuda()

        self._optimizer.zero_grad()
        loss = self._skip_gram_model.forward(pos_u, pos_v, neg_v)
        loss.backward()
        self._optimizer.step()

        process_bar.set_description(f'Loss: {loss.data[0]:.4f}, lr: {self._optimizer.param_groups[0]["lr"]:.6f}')
        if i * self._batch_size % 100000 == 0:
            lr = self._initial_lr * (1.0 - 1.0 * i / batch_count)
            for param_group in self._optimizer.param_groups:
                param_group['lr'] = lr
        self._save_embedding()
```

Рис. 6. Код тренування моделі SkipGram (SkipGramTrainer)

з тестовою, то конкретна колонка, що відповідає за дану позицію, буде збільшена на 1. Якщо позиція >= 50 — останню колонку буде збільшено на 1.

Як можна побачити з даного графіку (рис. 8) ми отримали дуже гарний результат, оскільки дуже багато даних вдалося рекомендувати правильним чином. Звичайно, те, що остання колонка виявилася досить великою не є дуже добрим знаком. Але це лише є знаком того, що ми просто не вгадали позицію відео.

**Подальший розвиток дослідження рекомендаційних систем.** Звичайно, як можна побачити, дана модель вже поводить себе належним чином — рекомендації є релевантними. Дану тему можна розвива-

ти нескінченно, покращуючи якість рекомендацій. Для цього, по-перше, можна збільшити корпус відео та краще розпаралелити навчання. По-друге, можна використовувати більше даних, оскільки окрім ID відео можна використовувати як мета-інформацію, так і сам контент відео. Тоді задача з NLP алгоритмів буде ускладнена Computer Vision складовою, що, звичайно, збільшує час розробки, але, в теорії, може покращити якість рекомендацій [4].

**Висновки.** Було побудовано рекомендаційну систему для великого корпусу відео на основі SkipGram моделі. Після побудови моделі було створено рекомендаційну систему, вбудовану у веб-додаток, створений за допомогою Flask (back-end API) та

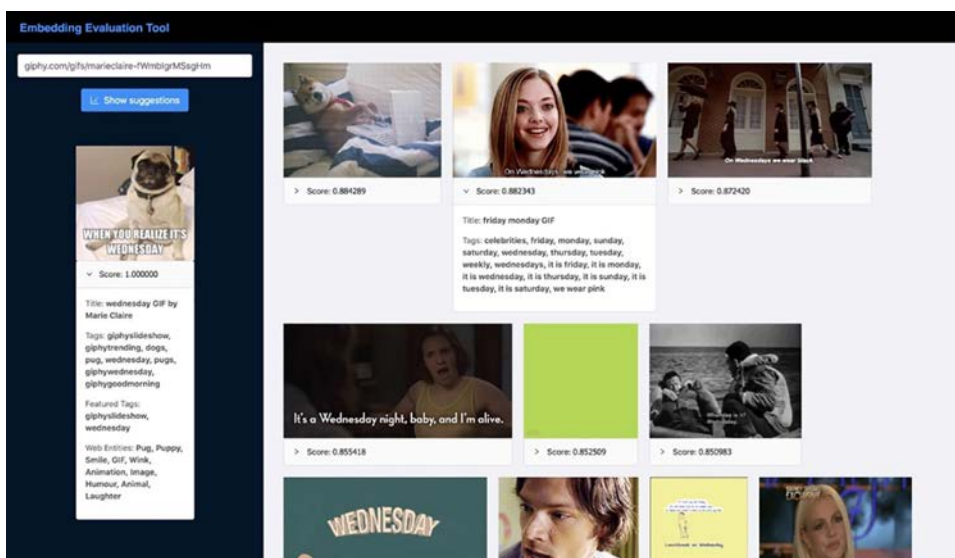


Рис. 7. Приклад веб-додатку рекомендацій коротких відео



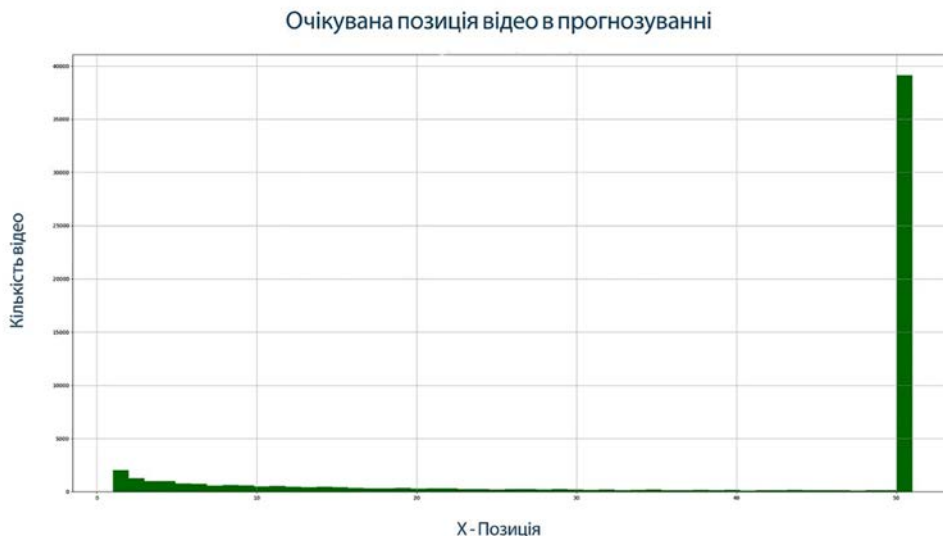


Рис. 8. Графік очікуваної позиції відео в рекомендаціях

React/Redux (UI front-end) для наочної демонстрації результатів дослідження. З результатів роботи рекомендаційної системи було зроблено висновок, що система поводить себе коректно, рекоменда-

ції — релевантні. Тому можна використовувати поточне рішення для різного роду медіа-платформ для збільшення конверсії тощо.

### Література

1. Hu S. Video2Vec: Learning semantic spatio-temporal embeddings for video representation / S. Hu, Y. Li, B. Li. // International Conference on Pattern Recognition (ICPR). — 2016. — № 23. — С. 811–816.
2. Распределенные представления слов: word2vec. / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская // Распределенные представления слов: word2vec // Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. — 2018. — Санкт-Петербург. — С. 285–305.
3. Word2Vec Tutorial — The Skip-Gram Model [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://mccormickml.com/2016/04/19/word2vec-tutorial-the-skip-gram-model/>
4. Word2Vec Tutorial Part 2 — Negative Sampling [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://mccormickml.com/2017/01/11/word2vec-tutorial-part-2-negative-sampling/>
5. Listing Embeddings for Similar Listing Recommendations and Real-time Personalization in Search Ranking [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/airbnb-engineering/listing-embeddings-for-similar-listing-recommendations-and-real-time-personalization-in-search-601172f7603e>
6. PyTorch. Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://pytorch.org/>

УДК 004.4.42

**Марченко Олександр Іванович**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Марченко Александр Иванович**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры системного программирования и специализированных компьютерных систем*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Marchenko Oleksandr**

*PhD, Assistant Professor of Department of*

*System Programming and Specialized Computer Systems*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Подзе Олександр Сергійович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Подзе Александр Сергеевич**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Podze Oleksandr**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ВИДАЛЕННЯ СПІЛЬНИХ ВИРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФУ ЗАЛЕЖНОСТІ СТАНІВ ТА ЗНАЧЕНЬ**

## **МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД УДАЛЕНИЯ ОБЩИХ ВЫРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ГРАФА ЗАВИСИМОСТИ СОСТОЯНИЙ И ЗНАЧЕНИЙ**

## **MODIFIED COMMON SUBEXPRESSION ELIMINATION USING VALUE STATE DEPENDENCE GRAPH**

**Анотація.** Запропонований модифікований метод оптимізації трансляції видалення спільних виразів, який відрізняється від стандартного тим, що використовує граф залежності станів та значень у якості проміжного подання. Це дає можливість зменшити алгоритмічну складність методу, а також об'єм використаної пам'яті.

**Ключові слова:** оптимізації в трансляторах, граф залежності станів та значень, транслятори.

**Аннотация.** Предложен модифицированный метод оптимизации трансляции удаления общих выражений, который отличается от стандартного тем, что использует граф зависимости состояний и значений в качестве внутреннего представления. Это уменьшает алгоритмическую сложность метода, а также количество используемой памяти.

**Ключевые слова:** оптимизации в трансляторах, граф зависимости состояний и значений, трансляторы.

**Summary.** The paper presents modified common subexpression elimination method, which uses value-state dependence graph as its' intermediate representation. This allows reducing algorithmic complexity of method, as well as amount of consumed memory.

**Key words:** translator optimizations, value state dependence graph, translators.

**Р**озробку сучасного транслятору неможливо уявити без використання засобів оптимізації, які в автоматичному режимі надають можливість збільшити швидкодію, зменшити розмір скомпільованої програми, або зменшити об'єм використаної пам'яті. Одним із поширених методів оптимізації є оптимізація видалення спільних виразів. Ця оптимізація дозволяє в більшості випадків збільшити швидкодію вихідної програми без впливу на обсяг використаної пам'яті.

Вираз називається спільним, якщо його значення було обчислено раніше, і значення змінних, від яких цей вираз залежить, також не змінилося. Наприклад:

```
a := b * c + g;
d := b * c * e;
```

В наведеному фрагменті коду вираз  $b * c$  є спільним, і доцільно ввести додаткову змінну із проміжним результатом, використавши її при обчисленні двох змінних:

```
tmp := b * c;
a := tmp + g;
d := tmp * e;
```

Стандартний метод вирішення проблеми видалення спільних виразів використовує граф потоку команд, і передбачає наступні етапи [1, с. 593]:

1. Побудова допоміжних множин  $in$ ,  $out$  які можуть бути отримані в результаті проведення аналізу досяжних значень;
2. Пошук однакових виразів у програмі, які мають однакові досяжні значення у місці використання.

Проблема стандартного методу полягає в тому, що типова форма внутрішнього подання програми не ефективна для задач, які повинні враховувати потік даних в програмах — через це для проведення оптимізації необхідно спочатку сформувати множини досяжних значень для кожного виразу. Граф залежності станів та значень, запропонований в [2, с. 22] — функціональне подання програми, що відображає програму як потік даних, при цьому також містить інформацію щодо необхідного порядку виконання програми. Таким чином одна структура даних містить комбіновану інформацію, що традиційно зберігається в графі потоку даних, графі потоку команд, тощо. Загальна структура графу полягає в тому, що вершини відповідають обчисленням, а ребра відображають залежності одних обчислень від інших. Вхідна дуга відповідає за використання значення, яке є результатом обчислення для вершини, а вихідна — залежністю поточної операції від іншої. Приклад графу залежності станів та значень наведено на Рис. 1.

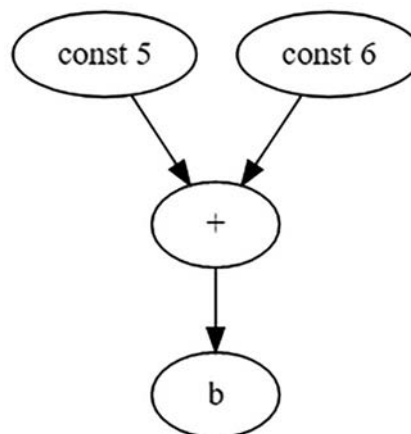


Рис. 1. Фрагмент графу залежності станів та значень

Граф, представлений на Рис. 1, відповідає виразу  $V := 5 + 6;$

Для графу залежності станів та значень використовується поняття попередника. Якщо існує шлях від вершини  $p$  до вершини  $q$ , то  $p$  являється попередником  $q$ . Множина вершин, які є попередниками  $p$ , позначається  $pred(p)$ .

Завдяки тому, що вирази у графі відображені через вершини, а також через те, що залежності між змінними одразу використовують останнє записане значення, можна зробити висновок, що спільними виразами у графі залежності станів та значень можна вважати такі вершини  $p, q$ , які виконують однакову операцію обчислення, та їх множини попередників співпадають. Метод оптимізації видалення спільних виразів у псевдокоді буде мати наступний вигляд:

```

N_current = N
foreach(n in N_current)
    N_current := N_current - n;
    if (n не має мітки)
        M_current = N_current
        foreach(m in M_current)
            M_current := M_current - m
            if (n має мітку && m має мітку &&
                op(n) == op(m) && pred(n) == pred(m))
                перемістити усі вхідні ребра від m до n;
                поставити мітку на m
        foreach(n in N)
            if (n має мітку)
                видалити n
    
```

Такий підхід дозволяє видаляти спільні вирази з програми довільної глибини. Алгоритмічна склад-

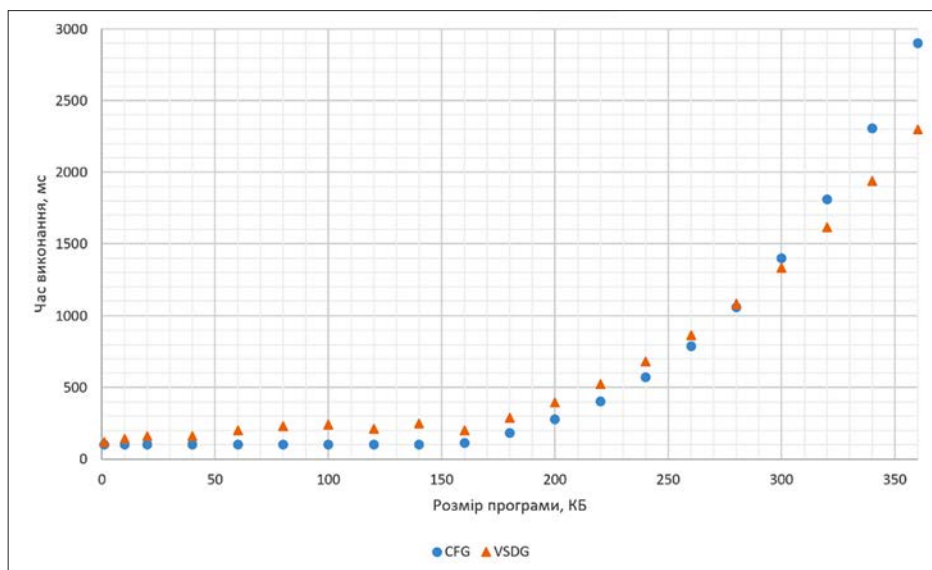


Рис. 2. Порівняння часу виконання запропонованого методу із стандартним

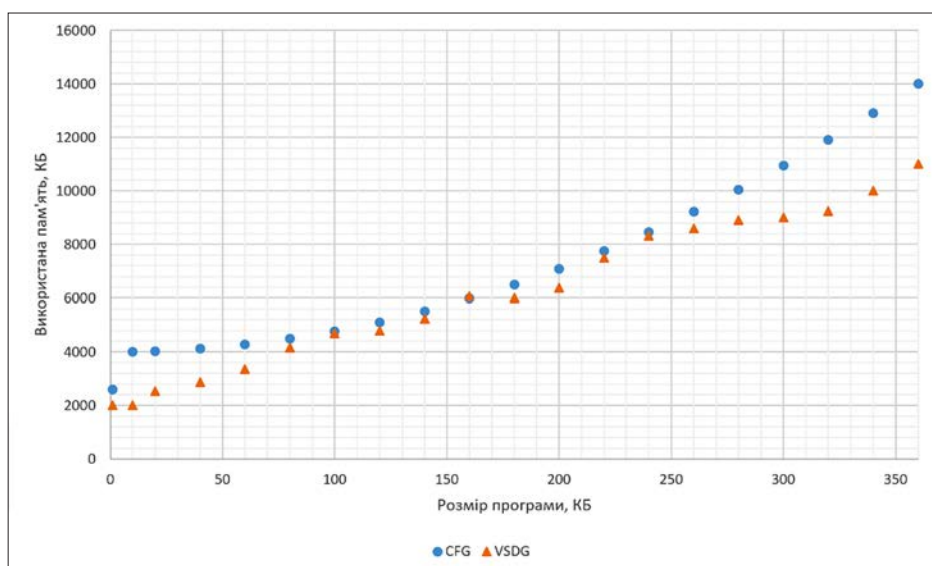


Рис. 3. Порівняння об'єму використаної пам'яті запропонованого методу із стандартним

ність запропонованого методу рівна  $O(N^2)$  в найгіршому випадку, оскільки запропонований метод містить внутрішній цикл обходу по графу, тобто виконується перелік усіх пар вершин в графі. Просторова складність алгоритму складає  $O(N)$ , оскільки використовується лише додаткова пам'ять на множину міток для вершин, та копію множини вершин графу.

Для стандартного методу етап проведення глобальної нумерації виразів, запропонований в [3, с. 5], має алгоритмічну складність  $O(\text{expr}^3 \cdot \text{join\_points})$ , де  $\text{expr}$  — загальна кількість виразів у програмі, та  $\text{join\_points}$  — кількість точок в програмі, де визначення змінних конфліктує між собою. Просторова складність стандартного методу складає  $O(\text{expr}^2)$ . Етап пошуку самих спільних виразів для стандартного методу має меншу складність, тому можна вважати вказані характеристики загальними показниками стандартного методу.

Зважаючи на вказане вище, запропонований метод дозволяє суттєво зменшити просторову та часову складність проведення оптимізації в трансляторах. Для перевірки теоретичних показників було створено два транслятори — один використовує стандартні структури даних у якості внутрішнього подання, а інший — граф залежності станів та значень. Кожен з них було перевірено на множині програм різної довжини, замірюючи загальний час роботи трансляторів. Результати практичних дослідів вказані на Рис. 2 та Рис. 3.

**Висновки.** Граф залежності станів та значень є досить новою формою проміжного подання програми в трансляторах. Існуючі типові методи оптимізації мають достатньо просту реалізацію в термінах такої структури. Запропонований модифікований метод показує кращі результати по параметрам швидкодії та використаної пам'яті на програмах великого обсягу.

**Література**

1. Ахо А., Сети Р., Ульман Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий: Пер. с англ. / Альфред Ахо, Рави Сети, Джеффри Ульман // издательский дом Вильямс, 2008.
2. Johnson N., Mycroft A. Combined Code Motion and Register Allocation using the Value State Dependence Graph. / Johnson N., Mycroft A. // 12th Intl. Conf. on Compiler Construction(CC'03) (April 2003), vol. 2622.
3. Saleena N., Paleri V. Global value numbering for redundancy detection: A simple and efficient algorithm / N. Saleena, V. Paleri // Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '14, ACM, New York, NY, USA, 2014.

УДК 629.1.032.1

**Мельник Вікторія Миколаївна**

*доктор технічних наук, професор,*

*завідувач кафедри біотехніки та інженерії*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мельник Виктория Николаевна**

*доктор технических наук, профессор,*

*заведующая кафедрой биотехники и инженерии*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Mel'nick Victoria**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,*

*Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ШУМУ ПНЕВМОСИСТЕМ  
ЗА ДОПОМОГОЮ ПАСИВНИХ МЕТОДІВ ГАСІННЯ  
СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА ПНЕВМОСИСТЕМ  
С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ МЕТОДОВ ГАШЕНИЯ  
REDUCING LEVEL OF NOISE BY PNEUMATIC MISTS  
BY PASSION METHODS OF GASING**

**Анотація.** Пропонується вдосконалення технічної реалізації конструкції глушника шуму. Здійснюється аналіз конструктивних рішень глушників шуму та пропонується нове технічне рішення для підвищення ефективності глушіння шуму різноманітних пневмосистем при викиді відпрацьованих газових струменів в оточуюче середовище.

**Ключові слова:** глушник шуму, пневмосистеми, оточуюче середовище.

**Аннотация.** Предлагается совершенствование технической реализации конструкции глушителя шума. Осуществляется анализ конструктивных решений глушителей шума и предлагается новое техническое решение для повышения эффективности глушения шума различных пневмосистем при выбросе отработанных газовых струй в окружающую среду.

**Ключевые слова:** глушитель шума, пневмосистемы, окружающая среда.

**Summary.** It is proposed to improve the technical implementation of the noise silencer construction. The analysis of constructive solutions of noise suppressors is carried out and a new technical solution is proposed to improve the noise-absorbing noise of various pneumatic systems when emitting exhaust gas jets into the environment.

**Key words:** noise suppressor, pneumatic system, the environment.

Однією із важливих проблем екологічної безпеки міст є зниження рівня шумового забруднення довкілля. Дія шуму на людський організм дуже різноманітна і до кінця ще не вивчена. Шум діє негативно на центральну і вегетативну нервові системи викликаючи ряд змін вже при рівні 40–50 дБ [1]. Крім цього шум вражає серцево-судинну та імунну системи, підсилює або викликає ряд за-

хворювань (гіпертонію, діабет, виразкову хворобу шлунку і т.д.), підсилює шкідливу дію транспортних газів у 2,5–3 рази, скорочує людське життя на 8–12 років [2–4]. Якщо рівень шуму постійно перевищує 85 дБ, то люди втрачають слух з 30 років, в той час як звичайно це відбувається після 70 років [5]. Шум є сильним стресором, що знижує імунний статус організму людини [6]. Основним

джерелом шуму в містах є транспорт, кількість якого постійно зростає і внесок якого в шумове забруднення міст складає 75–80 % [1; 2]. Підприємства також створюють значне шумове забруднення. В першу чергу це стосується підприємств, які в момент створення знаходились за межами міст і внаслідок росту міст опинилися в оточенні житлових кварталів. В цих випадках житлова забудова відбувалася без врахування необхідності створення санітарно-захисної зони. Шум обладнання таких підприємств накладається на шум від автодоріг, що створює значний рівень екологічної небезпеки.

Пропонована конструкція відноситься до машинобудування, а саме, до глушників шуму, і може бути використана для зниження шуму різноманітних пневмосистем при викиданні відпрацьованих газових струменів в атмосферу.

Відомий глушник шуму (ГШ) газового струменя, який містить циліндричний корпус з осьовим каналом і конічним дифузorzом, кришку з конічним виступом і розташовану між корпусом і кришкою шайбу із пористого матеріалу, а також елементи кріплення [7]. Недолік цього ГШ полягає в обмеженій пропусканій спроможності, що звужує область його використання.

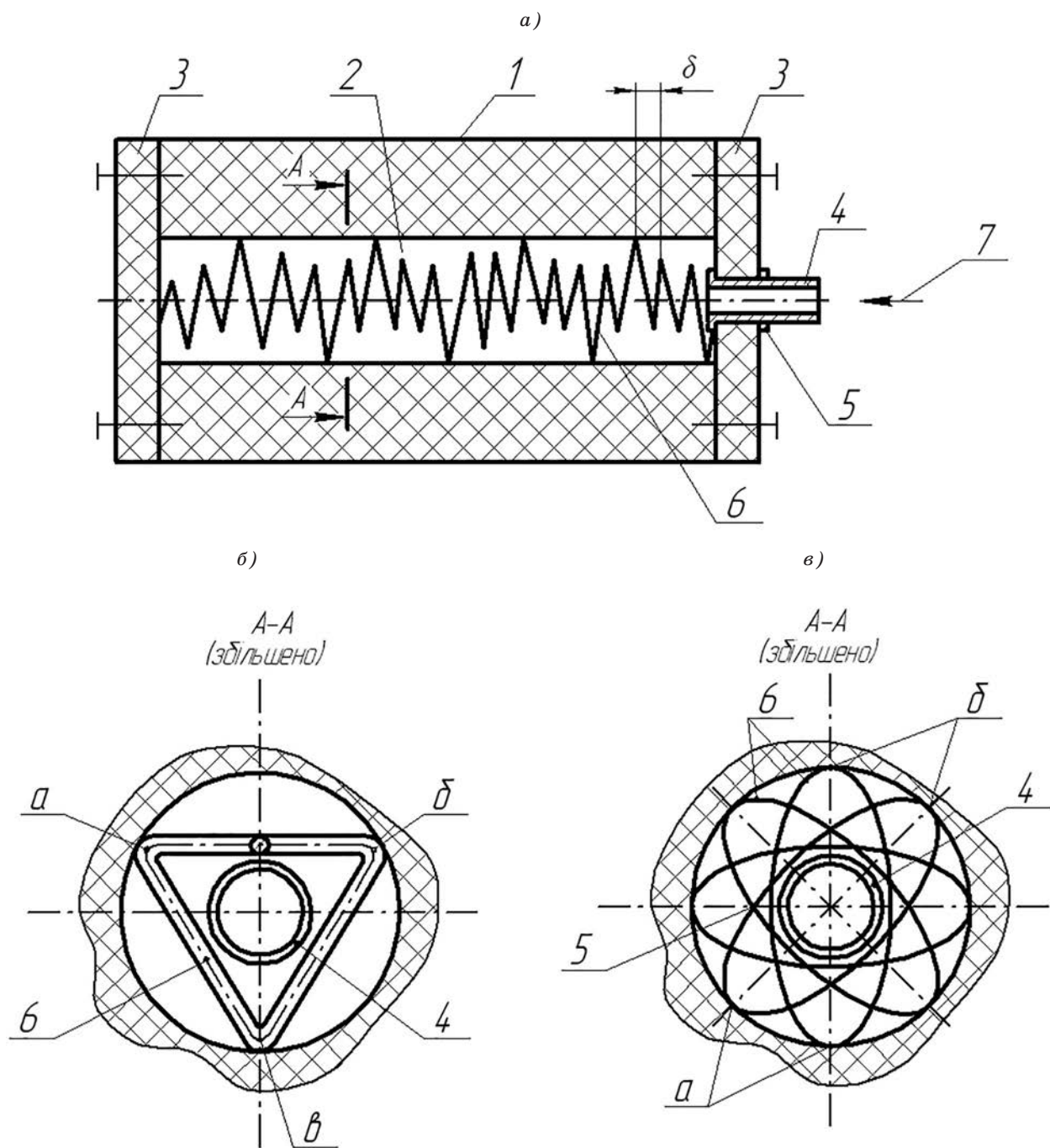


Рис. 1. Глушник шуму

Відомий також ГШ, який містить виконані з пористого матеріалу циліндричний корпус з центральним циліндричним каналом і кришками на торцях, а також штуцер для подачі газового струменя [8]. Недолік відомого ГШ полягає в відносно низькій ефективності глушіння шуму внаслідок безперешкодного переміщення газового струменя в центральному каналі корпусу.

В основу пропонованої конструкції поставлена задача підвищення ефективності глушіння шуму шляхом введення в конструкцію ГШ додаткового елемента.

Поставлена задача вирішується тим, що в ГШ, який містить виконані з пористого матеріалу циліндричний корпус з центральним каналом і кришками на торцях, а також штуцер для подачі газового струменя, та він обладнаний розміщеною в центральному каналі корпусу спіраллю, яка в поперечному перерізі має форму овала, або рівнобічного багатокутника, наприклад, трикутника, а вершини витків спіралі розташовані по гвинтовим лініям.

Зазначене забезпечує подрібнення газового струменя в центральному каналі корпусу та інтенсифікує його турбулізацію, а це призводить до додаткового розсіювання його звукової енергії, а отже, і до зростання захисту від шуму.

На рис. 1, а зображений ГШ, переріз; на рис. 1, б — переріз А-А на рис. 1, а; на рис. 1, в — теж саме, варіант виконання по рис. 1, а.

ГШ містить виконаний з пористого матеріалу, наприклад, поліетилену корпус 1 з центральним циліндричним каналом 2, який закритий кришками 3, одна з яких має штуцер 4 з гайкою 5. В центральному каналі 2 розміщена спіраль 6, яка в поперечному перерізі має форму овала (рис. 1, б), або рівнобічного

багатокутника, наприклад, трикутника (рис. 1, в) [9]. Спіраль 6 виконана із зазором « $\delta$ » між витками, а вершини її витків «а, б, в» розташовані по гвинтовим лініям (не показані) і точково спираються на поверхню каналу 2. Гвинтову форму спіралі 6 надають при виготовленні шляхом її закрутки навколо своєї осі. При монтажі ГШ спіраль 6 пружно розтягують і вільно заводять в канал 2 корпусу 1. Після зняття розтягу спіраль 6 збільшує свій радіальний розмір і надійно притискується вершинами витків до верхньої каналу 2, фіксуючись від зміщень. Виготовляють спіраль з дроту, а величину зазору « $\delta$ » між її витками приймають меншою від діаметра дроту.

Працює конструкція наступним чином. При надходженні відпрацьованого газу в канал 2, його суцільний струмінь 7, розширюючись, притискується до внутрішньої поверхні витків спіралі 2, проходить через зазори « $\delta$ » між її витками і подрібнюється, внаслідок чого втрачає певну частину своєї звукової енергії, що викликає початкове глушіння шуму. Після турбулізації і подрібнення струмінь 7 набуває, внаслідок розширення, знову суцільну форму і досягає стінок корпусу 1, і тому втрачає додатково ще частину своєї звукової енергії. Надалі стиснутий газ проходить крізь пори корпусу 1 і виходить в атмосферу повністю, або частково втративши свою початкову звукову енергію.

Оскільки переміщення газового струменя в каналі 2 здійснюється з додатковим наданням йому турбулізації та подрібнення і викликає додаткове розсіювання звукової енергії, то звукова енергія газу, який надходить в навколишнє середовище, зменшується, що підвищує ефективність глушіння шуму. Цьому сприяє і гвинтова форма розташування вершин витків спіралі.

#### Література

1. Шандала, М. Г. Окружающая среда и здоровье населения [Текст] / М. Г. Шандала, Я. И. Звизяцковский // Киев: Здоровье, 1988. — 152 с.
2. Винарская Е. И. Иммуный статус детского населения, проживающего в крупном промышленном городе Украины [Текст] / Е. И. Винарская // Сборник научных трудов НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Марзева. — Вып. 1. — К., — 1995. — С. 202–203.
3. Кучерявий В. П. Урбоекологія [Текст] / В. П. Кучерявий // Т. 1. — Львів.: Світ, 1999. — 359 с.
4. Штеренгарц Г. Я. О сочетанном действии шума и транспортных газов [Текст] / Г. Я. Штеренгарц // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1984. — № 5. — С. 40–42.
5. Зарубин, Г. П. Окружающая среда и здоровье [Текст] / Г. П. Зарубин, Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков. — М.: Знание, 1977. — С. 210.
6. Лободин, В. И. Формула здоровья [Текст] / В. И. Лободин. — Санкт-Петербург.: Издательский дом «Невский проспект», — 1999. — 106 с.
7. А.с. 699542 СССР, М. Кл.2 G10K 11/00. Глушитель шума газового потока [Текст] / Л. В. Кивленок, В. М. Леонтьев (СССР). — № 2571615/28–10; заявл. 16.01.78; опубл. 25.11.79, Бюл. № 43. — 1 с.: ил.
8. Заборов, В. И. Защита от шума и вибраций в черной металлургии [Текст] / В. И. Заборов, Л. Н. Клячко, Г. С. Росин; под. ред. В. И. Заборова. — М.: Металлургия, 1976. — 248 с.
9. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — М.: Наука, 1964. — 608 с.



**Мельник Вікторія Миколаївна**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мельник Виктория Николаевна**

*доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Mel'nick Victoria**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Ружинська Людмила Іванівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ружинская Людмила Ивановна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры биотехники и инженерии,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Ruzhinskaya Lyudmyla**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Андрук Микола Миколайович**

*магістр  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Андрук Николай Николаевич**

*магистр  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Andruk Mykola**

*Master of the  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Остапенко Жанна Ігорівна**

*магістр  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Остапенко Жанна Игоревна**

*магистр  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Ostapenko Zhanna**  
*Master of the*  
*National Technical University of Ukraine*  
*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-9-3777

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА МАСООБМІНУ ПРИ ЕКСТРАКЦІЇ БАВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И МАСООБМЕНА ПРИ ЭКСТРАКЦИИ БАВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

## MATHEMATICAL MODELING OF HYDRODYNAMICS AND MASS TRANSFER IN EXTRACTION OF BAS FROM PLANT RAW MATERIALS

**Анотація.** Проведено теоретичні дослідження екстракції БАВ з рослинної сировини. Побудовано математичні моделі масообміну та гідродинаміки, що дозволяють прогнозувати ефективні режими роботи екстракційного обладнання.

**Ключові слова:** екстракція, БАВ, рослинна сировина, віброперемішування, масоперенос.

**Аннотация.** Проведены теоретические исследования экстракции БАВ из растительного сырья. Построены математические модели масообмена и гидродинамики, которые позволяют прогнозировать эффективные режимы работы экстракционного оборудования.

**Ключевые слова:** экстракция, БАВ, растительное сырьё, виброперемешивание, масоперенос.

**Summary.** The theoretical study of extraction of BAS from plant material is given. Mathematical models of mass transfer and hydrodynamics allows predict the effective modes of extraction equipment.

**Key words:** extraction, BAS, plant raw materials, vibration displacement, mass transfer.

**Вступ.** У фармацевтичній, харчовій, біотехнологічній галузях виробництва широко використовуються процеси екстракції цільових продуктів із сировини рослинного і тваринного походження. Масоперенос при екстракції цільових продуктів з рослинної сировини складається з процесу масовіддачі від поверхні матеріалу в екстрагент, та переносу цільового продукту всередині матеріалу.

Для інтенсифікації процесів екстракції цільового продукту з рослинної сировини запропоновані різноманітні конструкції екстракторів: віброекстрактори, екстрактори з використанням кавітації, ультразвукових коливань, мікрохвильові екстрактори, екстрактори з комбінованим введенням енергії [1; 2].

На наш погляд найбільш перспективним є екстрактор з комбінованим введенням енергії від віброперемішуючого пристрою та генератора ультразвукових коливань.

**Об'єкт досліджень.** Об'єктом дослідження слугує процес екстракції БАВ з рослинної сировини в екстракторі з віброперемішуванням.

**Мета і задачі досліджень.** Мета даної роботи полягає в дослідженні екстракції БАВ з рослинної сировини шляхом математичного моделювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Побудувати математичну модель руху рідини через шар подрібненої рослинної сировини в умовах віброперемішування.

2. Побудувати математичну модель масопереносу, що протікає в умовах віброперемішування.

**Аналіз літературних даних.** Інтенсивність проведення процесу екстракції залежить від гідродинаміки руху екстрагенту в екстракторі, поверхні масовіддачі, розподілу концентрацій цільового продукту в екстрагенті.

В більшості існуючих екстракторів для переробки сировини рослинного походження вилучення цільового продукту відбувається шляхом проходження екстрагенту через шар подрібненої сировини [3]. Для інтенсифікації процесу масовіддачі від поверхні сировини в екстрагент використовується віброперемішуючий пристрій [1], який створює режим знакозмінного руху екстрагента в результаті якого руйнується приграничний шар і зменшується опір переносу цільового продукту.

Зважаючи на складний характер гідродинамічних та масообмінних процесів, що відбуваються

в екстракторах з комбінованим введенням енергії в літературі практично відсутній їх математичний опис.

Для успішного проектування екстракційного обладнання та прогнозування ефективних режимів його роботи необхідно створити математичні моделі процесів гідродинаміки та масопереносу, що протікають в цьому обладнанні [4–6].

**Викладення основного матеріалу.** Шар частинок твердого матеріалу розміщений на сітчастому дніщі корзини, що закріплено на штоку, який здійснює зворотно-поступальний рух у вертикальному циліндричному апараті, заповненому рідиною (екстрагентом) рис. 1.

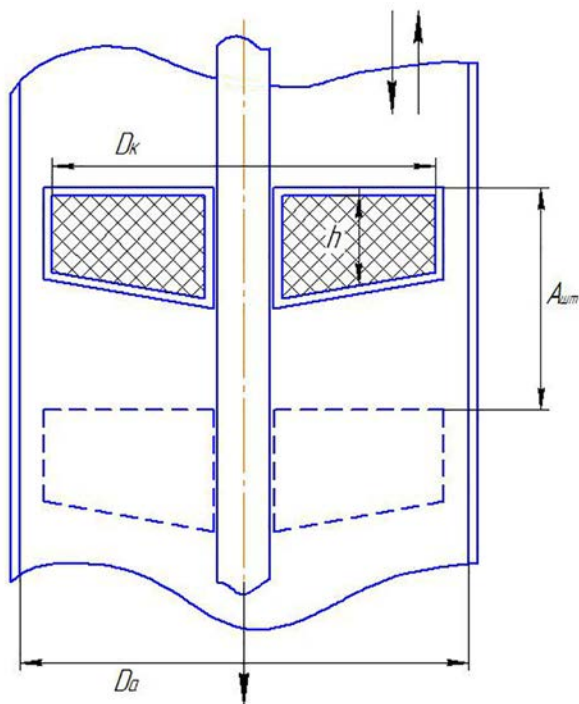


Рис. 1. Конструкція апарату

В процесі руху штоку рідина проходить через шар твердих частинок і збагачується цільовим продуктом шляхом екстракції. Швидкість руху штоку змінюється за рівнянням:

$$W = W_{max} \cdot \sin \varphi. \tag{1}$$

Позначимо період руху штоку  $T$ , а частоту руху

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ , тоді швидкість руху штоку:

$$W = W_{max} \cdot \sin(\omega t), \tag{2}$$

де  $W_{max}$  — максимальне значення, яке приймає швидкість в процесі руху штоку.

Переміщення корзини в напрямку координати  $z$  в залежності від часу:

$$z = \frac{A_{um}}{2} (1 - \cos(\omega t)). \tag{3}$$

Швидкість переміщення корзини:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{A_{um} \cdot \omega}{2} \sin(\omega t), \tag{4}$$

Оскільки швидкість корзини і штоку однакові:

$$W_{max} = \frac{A_{um} \cdot \pi}{T}. \tag{5}$$

Якщо період руху штоку складає  $T$ , швидкість приймає максимальне значення за модулем при умові, що  $\sin \omega t = \pm 1$ .

Отже:

$$\begin{aligned} \omega t = \frac{\pi}{2}, & \quad t = \frac{T}{4}, \\ \omega t = \frac{3\pi}{2}, & \quad t = \frac{3T}{4}. \end{aligned}$$

Рух рідини через шар твердих частинок можна розглянути на основі моделі фільтрації при умові, що шар осаду сформований [7; 8].

Запишемо диференціальне рівняння, що описує зміну тиску в часі по висоті шару твердих частинок [4; 5]:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \bar{b} \frac{\partial^2 p}{\partial z^2}. \tag{6}$$

У початковий момент часу руху корзини з шаром твердих частинок розподілення тиску в шарі частинок можна виразити рівнянням:

$$P(z, 0) = P_1 \frac{z}{h}. \tag{7}$$

Тиск на границях шару твердих частинок визначається з виразів:

$$P(0, t) = 0 \tag{8}$$

$$p(h, t) = P_1 + P_a \cdot \sin(\omega t). \tag{9}$$

Коефіцієнт  $\bar{b}$ , який характеризує проникність осаду та здатність осаду до стиснення [5; 6], визначаємо за рівнянням:

$$\bar{b} = \frac{\bar{G}}{\mu \bar{r}},$$

$\bar{r}$  — середній питомий коефіцієнт опору осаду;  
 $\mu$  — коефіцієнт динамічної в'язкості;  
 $\bar{G}$  — середній модуль стиснення осаду.

В результаті розв'язку рівнянь (6)–(9) [7; 8] знайдені вирази для визначення витрати тиску при зворотно-поступальному русі рідини через шар твердих частинок:

$$P(z, t) = \left[ P_1 + P_a \sin(\omega t) \right] \frac{z}{h} - \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{8P_1 \exp \left[ -\frac{\pi^2 (2n-1)^2 \bar{b} t}{h^2} \right]}{\pi^3 (2n-1)^3} - \frac{\frac{\pi^2 n^2 \bar{b} P_a}{h^2}}{\sqrt{\left( \frac{\pi^2 n^2 \bar{b}}{h^2} \right)^2 + \omega^2}} \right] \sin(\omega t - \varphi) +$$

$$\left. \begin{aligned} & + \frac{2P_a \sin(\omega t)}{\pi n} (-1)^{n-1} - \frac{\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \omega \bar{b} P_a}{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} t\right) \right\} \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{h} z\right) \quad (10) \end{aligned}$$

При умові, що залежність перепаду тиску по висоті шару твердих часточок виникає тільки у результаті руху штоку  $P_1 = 0$ , а рівняння (10) приймає вигляд:

$$\begin{aligned} P(z, t) = & \frac{z}{h} \cdot P_a \sin(\omega t) - \\ & - \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{2P_a \sin(\omega t)}{\pi n} (-1)^{n-1} - \frac{\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} P_a}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2}} \sin(\omega t - \varphi) - \right. \\ & \left. - \frac{\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \omega \bar{b} P_a}{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} t\right) \right] \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{h} z\right) \quad (11) \end{aligned}$$

$$\varphi_1 = \arctg \frac{\omega}{\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}}$$

Для визначення швидкості рідини на виході з шару твердих частинок при умові зворотно-поступального руху штоку запишемо рівняння наведене в [7; 8].

$$\begin{aligned} W_{aux} = & \frac{1}{\mu \bar{r}} \left\{ \frac{P_1 + P_a \sin(\omega t)}{h} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8P_1 \exp\left[\frac{\pi^2 (2n-1)^2 \bar{b} t}{h^2}\right]}{h \pi^2 (2n-1)^3} \right\} n - \\ & - \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} \bar{b} P_a}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2}} \sin(\omega t - \varphi_1) + \frac{2P_a \sin(\omega t)}{\pi n} (-1)^{n-1} - \\ & - \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} \omega \bar{b} P_a}{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} t\right) \left\} \quad (12) \end{aligned}$$

За умови  $P_1 = 0$  рівняння перетворюється до виду:

$$W_{aux} = \frac{1}{\mu \bar{r}} \left\{ \frac{P_a \sin(\omega t)}{h} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} P_a}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2}} \sin(\omega t - \varphi_1) + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{2P_a \sin(\omega t)}{\pi n} (-1)^{n-1} + \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} \omega \bar{b} P_a}{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} t\right) \right] \right\} \quad (13)$$

Максимальна за модулем швидкість рідини на виході з шару твердих частинок досягається при значенні  $t = \frac{T}{4}$ , тобто при значеннях  $\varphi = \omega t = \frac{\pi}{2}$ :

$$\begin{aligned} W_{aux} = & \frac{1}{\mu \bar{r}} \left\{ \frac{P_a \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)}{h} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} P_a}{\sqrt{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2}} \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right) - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{2P_a \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)}{\pi n} (-1)^{n-1} + \frac{\frac{\pi^3 n^3}{h^3} \omega \bar{b} P_a}{\left(\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b}\right)^2 + \omega^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{h^2} \bar{b} \frac{T}{4}\right) \right] \right\} \quad (14) \end{aligned}$$

Вирази (13)–(14) дозволяють встановити залежність між максимальною швидкістю рідини на виході з шару твердих частинок і значенням тиску, який необхідно створити для проходження рідини через шар твердих частинок. Рівняння також враховує властивості рідини, висоту шару твердих частинок.

При зворотно-поступальному русі корзини рідина проходить через шар твердих частинок і збагачується цільовим продуктом. Поза шаром твердих частинок перенос цільового продукту в рідині відбувається за рахунок конвекції. Оскільки вектор руху рідини направлений переважно вздовж осі  $z - W_z$  рівняння конвективної дифузії приводиться до вигляду [9]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + W_z \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad (15)$$

$$z = 0, c = c_n, t = 0, c = f(z).$$

Швидкість рідини  $W_z$  в перерізі апарату при переміщенні корзини на відстань  $dz$  знайдемо з формули:

$$W_z = \frac{dV_p}{F_a dt} = \frac{F_a dz}{F_a dt} = \frac{dz}{dt}, \quad (16)$$

де  $dV_p = F_a dz$  — елементарний об'єм рідини, що відповідає переміщенню корзини на відстань  $dz$ ;

$$F_a = \frac{\pi D_a^2}{4} \text{ — площа перерізу апарату.}$$

З урахуванням співвідношення (4):

$$W_z = \frac{A_{um}}{2} \omega \cdot \sin(\omega t). \quad (17)$$

Розв'язок рівняння (15) шукаємо у вигляді виразу [5]:

$$c(z, t) = c_1(t) + c_2(z) \quad (18)$$

Після підстановки виразу (18) в рівняння (15), враховуючи вираз (17) для швидкості  $W_z$ :

$$\frac{1}{\frac{A_{um}}{2} \omega \cdot \sin(\omega t)} \cdot \frac{\partial c_1(t)}{\partial t} = -\frac{\partial c_2(z)}{\partial z} = a. \quad (19)$$

З огляду на те, що  $a$  — постійна величина:

$$c_1(t) = \frac{A_{um} \cdot a}{2} \omega \int_0^t \sin(\omega t) dt = -\frac{a A_{um}}{2} \cos(\omega t) + b_1 \quad (20)$$

$$c_2(z) = -az + b_2. \quad (21)$$

Вираз для визначення розподілення концентрації цільового продукту в рідині має вигляд:

$$c(z, t) = -\frac{a A_{um}}{2} \cos(\omega t) - az + b. \quad (22)$$

Значення постійних інтегрування  $a$  і  $b$  знаходимо з системи рівнянь:

$$\begin{cases} c_n = -\frac{a \cdot A_{um}}{2} \cos(\omega t) + b \\ f(z) = -\frac{a \cdot A_{um}}{2} - az + b \\ a = \frac{c_n - f(z)}{z + \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t))} \\ b = f(z) + \frac{c_n - f(z)}{z + \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t))} \cdot \left( \frac{A_{um}}{2} + z \right). \end{cases}$$

Остаточні вирази для визначення концентрації екстрагованої речовини в рідині:

$$c(z, t) = f(z) + \frac{[c_n - f(z)]}{z + \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t))} \cdot \left( \frac{A_{um}}{2} + z \right) - \frac{[c_n - f(z)]}{z + \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t))} \cdot \left( \frac{A_{um}}{2} \cdot \cos(\omega t) + z \right) \quad (23)$$

Після перетворень:

$$c(z, t) = f(z) + \frac{[c_n - f(z)] \cdot \left[ \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t)) \right]}{z + \frac{A_{um}}{2}(1 - \cos(\omega t))}. \quad (24)$$

Вираз (24) дозволяє визначити розподілення концентрації цільового продукту в рідині поза шаром твердих частинок в залежності від відстані між шарами твердих частинок, амплітуди і частоти знакозмінного руху штоку з закріпленими на ньому корзинами.

**Висновки.** Для інтенсифікації екстракції БАР з рослинної сировини нами запропонований екстрактор з віброперемішуванням, в якому забезпечується знакозмінний рух рідини через шар твердих частинок сировини.

Побудована математична модель руху рідини через шар подрібненої рослинної сировини в умовах віброперемішування розв'язання якої дозволяють встановити залежність між максимальною швидкістю рідини на виході з шару твердих частинок і значенням тиску, який необхідно створити для проходження рідини через шар твердих частинок. Рівняння також враховує властивості рідини, висоту шару твердих частинок.

Побудована математична модель масопереносу, що протікає в умовах віброперемішування, визначене розподілення концентрації цільового продукту в рідині поза шаром твердих частинок в залежності від відстані між шарами твердих частинок, амплітуди і частоти знакозмінного руху штоку з закріпленими на ньому корзинами.

Запропоновані математичні моделі можна використовувати при проектуванні екстракційного обладнання та прогнозування ефективних режимів його роботи.

### Література

1. Зав'ялов В.Л. Розроблення високоефективної віброекстракційної літератури та перспективи її практичного використання / В.Л. Зав'ялов, Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова, В.Е. Деканський // Вібрації в техніці та технологіях. — 2017 — № 2(85).
2. Беззубов А.Д. Ультразвук и его применение в пищевой промышленности / А.Д. Беззубов, Е.И. Гарлинская, В.М. Фридман // М: Пищевая промышленность, 1964. — 196 с.
3. Пономарев В.Д. Экстракция лекарственного сырья / В.Д. Пономарев // М: Медицина, 1976. — 202 с.
4. Chemat F. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications / F. Chemat, N. Rombaut, A.-G. Sicaire, A. Meullemiestre, A.-S. Fabiano-Tixier, M. Abert-Vian // Elsevier: Ultrasound Sonochemistry, 2017.
5. Mandal S.C. Essentials of Botanical Extraction / C.S. Mandal, V. Mandal, A.K. Das // Academic Press, 2015. — 220 p.
6. Hartland S. Counter-Current Extraction: An Introduction of the Design of Counter-Current Extraction / Hartland S. // Pergamot, 1970. — 280 p.
7. Федоткин И.М. Математическое моделирование. Теория технологических процессов и их интенсификация / И.М. Федоткин, И.С. Гулый // Киев: Арктур-А, 1998. — 415 с.
8. Федоткин И.М. Математические моделирование технологических процессов / И.М. Федоткин, И.Ю. Бурлай, Н.А. Рюмкин // К: Техника, 2004. — 312 с.
9. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах [Текст] / Б.Г. Новицкий // М: Химия, 1983. — 192 с.

**Мулява Ігор Ярославович**

*студент*

*Навчально-наукового комплексу*

*«Інститут прикладного системного аналізу»*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мулява Игорь Ярославович**

*студент*

*Учебно-научного комплекса*

*«Институт прикладного системного анализа»*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Mulyava Igor**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

## THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF AUTOMATED FORMATION OF SCHEDULE OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS WITH GENETIC ALGORITHMS

**Анотація.** Дана стаття присвячена алгоритму для формування розкладу навчальних занять за допомогою еволюційних алгоритмів.

**Ключові слова:** розклад занять, еволюційний алгоритм, урахування суб'єктивних вимог.

**Аннотация.** Данная статья посвящена алгоритма для формирования расписания учебных занятий с помощью эволюционных алгоритмов.

**Ключевые слова:** расписание занятий, эволюционный алгоритм, учет субъективных требований.

**Summary.** This article is devoted to the algorithm for forming the schedule of training sessions using evolutionary algorithms.

**Key words:** schedule of classes, evolutionary algorithm, taking into account subjective requirements.

Складання розкладу є важливим завданням для університету. Задача складання розкладу розв'язується у багатьох галузях. Насамперед, при плануванні дискретного виробництва, організації пасажирських та товарних перевезень, проектуванні та проведенні навчальних занять у середній,

професійно-технічній та вищій школі. В її основу покладено необхідність забезпечення оптимального розподілу робіт серед виконавців, враховуючи просторові та часові обмеження.

Розклад сам по собі залежить від багатьох факторів. Їх можна розділити на об'єктивні(жорсткі) та

суб'єктивні(непостійні) параметри. Об'єктивні — це база даних університету, в якій зберігається інформація про аудиторії та предмети. Суб'єктивні — це побажання студентів та викладачів.

Тому метою даної статті є розробка і дослідження алгоритму, який автоматизує цей процес.

### Основні поняття

Розклад — це саме по собі поняття тривіальне з точки зору сучасного життя, а от задачу його формування важко назвати тривіальною. За класичним означенням, розклад — це документ підприємства, який регламентує робочий ритм, визначає часові обмеження всіх робочих процесів і формує оптимальне розділення такого важливого ресурсу як час.

В даній роботі ми будемо зосереджувати свою увагу саме на розкладі занять навчального закладу, для якого жорсткими умовами будуть:

- предметні години, які треба відпрацювати,
- викладачі, які ці предмети ведуть,
- студенти,
- аудиторії, де ці заняття будуть проходити.

Також не таким і очевидним ресурсом буде час, який буде розділений між робочими днями та па-рами.

До нежорстких умов треба віднести:

- вимоги і побажання викладачів,
- вимоги і побажання студентів.

Жорсткі умови повинні виконуватись завжди, бо інакше розклад є хибним і збитковим. Нежорсткі умови можуть і не виконуватись, але їх виконання напряду впливає на ефективність розкладу з психологічної точки зору.

Предмет — це певна наукова дисципліна, яку проводить певний викладач певній групі студентів.

Предмети мають декілька форм занять. До класичних треба віднести лекції, практики, лабораторні, семінари, самостійні заняття, екзамени, факультативи.

Викладачі — це співробітники навчального закладу, які проводять заняття і є рушійною силою навчального процесу. Кожен викладач має свою посаду, наукове звання та ступінь, які прямо відповідають їх важливості та досягненням на кафедрі. Зрозуміло, чим вища посада, тим більш пріоритетні є вимоги даного викладача.

У кожного викладача є свої вимоги до розкладу і пріоритети цих вимог, тому їх всі треба враховувати. А також кожен викладач має свою важливість, яка вираховується через його грошовий оклад, для спрощення обрахунків.

Також треба відвітити, що не всі форми занять можуть проводити всі викладачі. Лекції можуть вести тільки лектори-доценти, практики та лабораторні можуть вести аспіранти, чи нижчі за званням особи.

Студенти — такі самі важливі учасники процесу, як і викладачі, проте їх набагато більше, тому у розкладі будемо враховувати лише групи студентів, а не кожного окремо.

Жорсткі вимоги є такі самі як і для викладачів, бо студенти — теж люди, проте є одна відмінність, яка зумовлена тим, що їх багато. А саме те, що якщо аудиторія мала, то вся група в неї не поміститься, тому це треба обов'язково враховувати.

### Загальний опис алгоритму

Ця задача буде реалізовано завдяки генетичному алгоритму та цільовій функції, яка відповідатиме побажанням. Сама цільова функція буде складатися з двох частин: переваги голосування студентів та викладачів. Записано це буде в формі матриці переваг, яка буде побудована через голосування. За допомогою даної функції ми зможемо оцінити розклад.

Сам розклад буде генеруватися за допомогою певного алгоритму, після чого буде оцінений описаною вище функцією та, у разі необхідності, буде удосконалений в наступній генерації та оцінений знову. І так до тих пір поки не буде знайдений оптимальний варіант.

### Цільова функція

Формуючи цільову функцію треба врахувати багато факторів, які визначають на оцінюють розклад як ефективний, валідний та оптимальний з точки зору навчального процесу. Давайте визначимо основні вимоги до функції:

- Функція повинна бути відображенням виконання вимог навчального процесу.
- Функція повинна давати більше значення, тоді, коли її аргумент є вигіднішим і кращим за гірші аргументи як і з об'єктивної так і з суб'єктивної точки зору.
- Функція може мати однакові значення для різних розкладів, з цього випливає, що класичні методи оптимізації до неї застосувати не можна.
- Значення, які вона повертає не можуть бути від'ємні.
- Функція повинна мати потенціал до розширення на випадок, якщо кількість викладачів, чи груп зросте.

З огляду на ці вимоги можна сформулювати формулу (1), яка буде діяти на множині (2). Ця функція є дискретною з великою кількістю розривів. Залежить вона на пряму від виконання вимог розкладом. Гарантуються це завдяки двом індикаторним функціям.

$$F(r) = a_s \sum_{j=1}^l x_j \chi\{Z_j^v\} + \tag{1}$$

$$+ a_L \sum_{j=1}^K y_j \sum_{i=1}^M \chi\{L_i \in T_i\} \sum_{j=1}^K d_{ij}^j \chi\{Z_{ij}^T\} \rightarrow \max$$

$$r \in \Omega(P, S, L, A) \tag{2}$$

де  $r$  — розклад,  $a_s, a_L$  — вагові коефіцієнти, що вказують на пріоритети викладачів і студентів, як суб'єктів навчального процесу,  $x_j, y_j$  — пріори-

тети вимог студентів і викладачів,  $Z_j^v$  — вимоги груп студентів,  $L_i$  — викладачі,  $T_j$  — групи викладачів,  $Z_u^T$  — переваги викладачів,  $d_u^j$  — пріоритети таких побажань,  $l$  — кількість вимог студентів,  $K$  — кількість груп викладачів, які розподілені посадами, науковими ступеннями та вченими званнями,  $M$  — кількість викладачів, і  $n$  — кількість викладачів в  $i$ -й групі,  $\Omega$  — область обмежень,  $P, L, A$  — множина навчальних дисциплін, викладачів і аудиторій, відповідно [2, с. 89–90].

Пріоритетні вектори будуть формуватися вручну оператором через обмеження в ресурсах і часі під час виконання цієї роботи, але в майбутньому залишає простір до розширення. Кожен вектор буде множитись на вектор індикатор, який у відповідних позиціях буде мати «1» якщо вимога виконується, і «0», якщо — ні, як на формулі (4). Це забезпечить простоту реалізації, що дозволить програмі просто перевіряти певні умови і передати обрахунок якомусь іншому методу [4, с. 6–9].

$$\chi\{Z_j^v\} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Z_j^v \text{ виконується} \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases} \quad (3)$$

Дана функція є великою і може спантелечити з першого погляду, тому давайте приведемо спрощений приклад, щоб було ясно зрозуміло як вона працює. Вихідні дані для неї є вектор вимог студентських груп, вектори вимог кожного викладача, та вектор пріоритетів самих викладачів, який відповідних позиціях має коефіцієнт пріоритети кожного викладача. Спочатку іде перевірка виконання вимог, під час якої ці вектори множаться на відповідні індикаторні функції.

Оскільки дана функція має неперервний характер, то застосовувати до неї методи класичного математичного аналізу не можна. Тому було запропоновано використовувати генетичний алгоритм. Але перед тим треба сформулювати як буде побудований розклад у пам'яті.

### Математична модель розкладу

З огляду на інформацію описану в першому розділі ми можемо створити математичну модель розкладу. Напишемо розклад у такій формі, як показано на таблиці 1.

Дана модель описана на таблиці 1 потребує спрощення, оптимізації на вдосконалення. Всю інформацію про розклад ми будемо розміщувати в паралелепіпед. Спочатку ми розділимо її на 4 групи, в які ми об'єднаємо певні поля як показано у формулах 4, 5, 6, 7.

$$X_1 = \langle \text{День} \rangle \quad (4)$$

$$X_2 = \langle \text{Пара} \rangle \quad (5)$$

$$X_3 = \langle \text{Аудиторія} \rangle \quad (6)$$

$$Z = \langle \text{Викладач} - (\text{Предмет} - \text{Тип}) - (\text{Курс} - \text{Група}) \rangle \quad (7)$$

Тоді  $X_1, X_2, X_3$  — координати вузла у паралелепіпеді, а  $Z$  — значення вузла. Поля Група і Курс (далі просто Група) можна об'єднати в одне поле, бо вони однозначно відрізняють групу на факультеті. Предмет і Тип (далі просто Предмет) об'єднуються, бо їх суміщення однозначно визначаються одиницю навчального процесу з точки зору дисциплін. День, Пара і Аудиторія не розділяються, бо вони відображають фізичні жорсткі умови, які не можна порушити і це буде гарантувати нам те, що в одній аудиторії в той самий час не буде проходити два заняття [1, с. 67–69].

Поля Викладач — предмет — група будуть міститись у вузлах паралелепіпеда, що виходить з точки зору звичайної логіки. Тому запис у списку розкладу у нашій моделі буде виглядати так як у формулі (8).

$$r_n = (D_i, T_j, R_k, N_l) \quad (8)$$

де  $D_i$  — день тижня,  $T_j$  — номер пари,  $R_k$  — аудиторія,  $N_l$  — ланка, яка з'єднує в собі ключ <Викладач — предмет — група>,  $r_n$  — Розклад. Звідси можна зробити висновок, про розмірність кубу, який буде мати 3 виміри з четвертим у вузлах. Розміри кубу будуть статичні, оскільки в тижні всього 6 робочих днів, та в день може бути лише 6 пар, а кількість аудиторій буде братись з даних про кафедру, але про це в наступному розділі. Графічно можна зобразити розклад як показано на рисунку 1.

Формуючи розклад таким чином, ми зможемо забезпечувати жорсткі умови та мати зручний доступ до будь-якого значення, чи предмету в розкладі. Треба зауважити, що обмеження, яке полягає в тому, що один викладач та одна група може бути лише в одній ланці одночасно гарантуватись даною схемою не може, тому це буду гарантувати алгоритм генерації розкладу.

### Метод оптимізації цільової функції

Для виконання даної задачі було обрано еволюційний генетичний алгоритм, який полягає в тому, що кожна наступна генерація розкладів буде формуватись з минулих ітерацій. Таким чином цільова функція буде рости без жодного втручання з сторони користувача, оскільки ця модель є закритою.

Загальні кроки, які треба буде реалізувати алгоритмом такі [1, с. 83–84]:

1. Створення першої генерації розкладів випадковим чином.
2. Оцінка цих розкладів цільовою функцією.

Таблиця 1

### Початкова модель розкладу

День	Пара	Курс	Група	Предмет	Викладач	Тип	Аудиторія
...	...	...	...	...	...	...	...



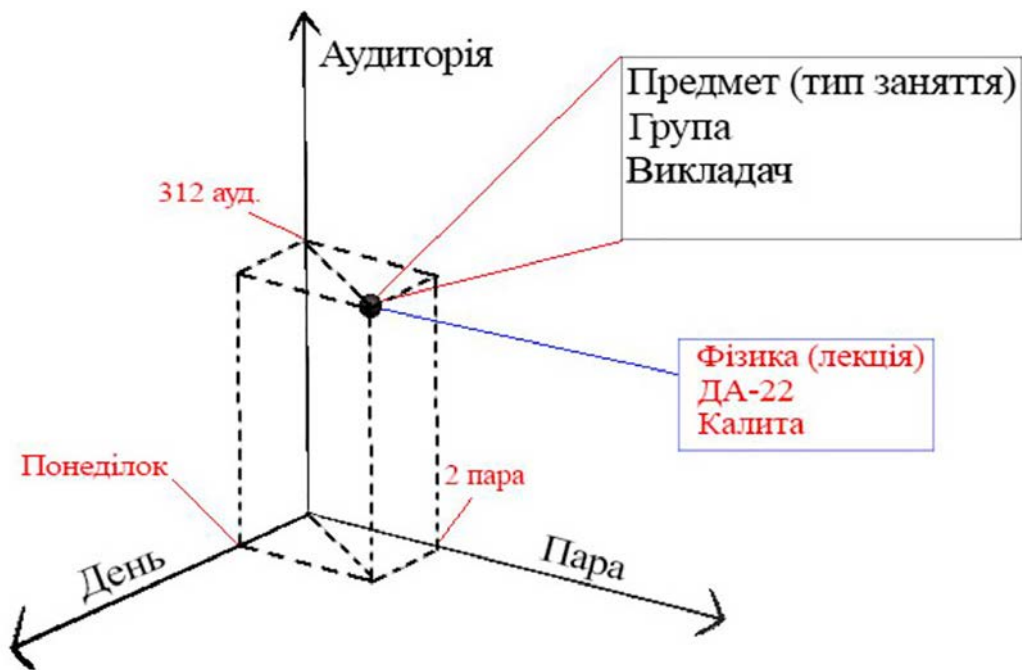


Рис. 1. Графічне уявлення розкладу

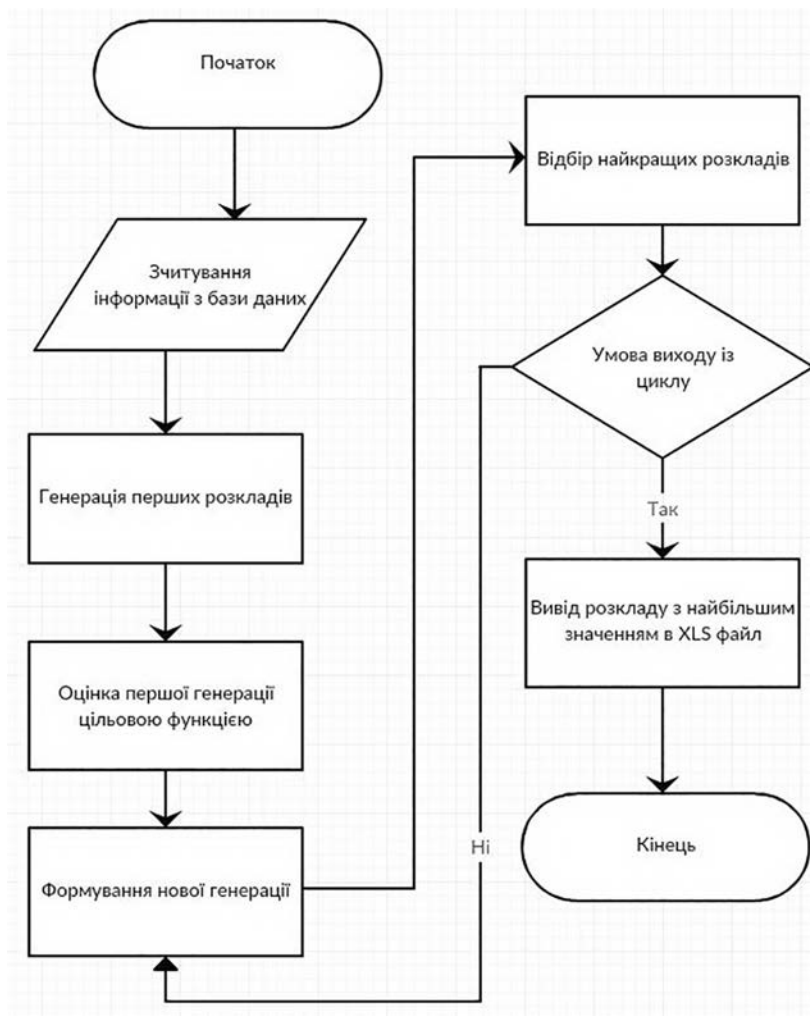


Рис. 2. Блок-схема алгоритму формування розкладу

		Понеділок						Вівторок																					
Група 21	1 пара	SA лекція Kiselov 304	2 пара	Economics практика Roshchyna 310	3 пара	TZI лабораторна Grechko 101	4 пара	TZI лекція Karshuk 307	5 пара	СРР лабораторна Khaichenko 206	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара												
Група 22	1 пара	SA лекція Kiselov 304	2 пара	Economics практика Roshchyna 310	3 пара	TZI лабораторна Grechko 101	4 пара	TZI лекція Karshuk 307	5 пара	СРР лабораторна Khaichenko 206	6 пара	1 пара	SA лабораторна Chekaluk 206	2 пара	СРР лекція Khaichenko 303	3 пара	SA лекція Kiselov 304	4 пара	Economics практика Roshchyna 310	5 пара	6 пара								
<b>Середа</b>																													
<b>Четвер</b>																													
Група 21	1 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара				
Група 22	1 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	СРР лабораторна Golubova 102	2 пара	СРР лабораторна Grechko 102	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара		
<b>П'ятниця</b>																													
<b>Субота</b>																													
Група 21	1 пара	СРР лекція Khaichenko 307	2 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара		
Група 22	1 пара	СРР лекція Khaichenko 307	2 пара	SA лабораторна Chekaluk 101	3 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара	1 пара	2 пара	3 пара	4 пара	5 пара	6 пара

Рис. 3. Згенерований розклад

3. Генерація нового «потомства» з минулої ітерації.

4. Відкидання гірших розкладів.

5. Повторювати кроки 2–4 до тих пір, поки не буде отримана задана точність, або кількість кроків перебільшить допустиму.

Для зручності також алгоритм показаний на рисунку 2:

Перша генерація буде формуватися випадково. Спочатку алгоритмом вибирається випадковий день тижня та час, вибирається аудиторія, щоб було достатньо місць на групу. Потім іде перевірка, чи нема в цей час в цій аудиторії якогось заняття, якщо нема, то назначаємо заняття, яке вибрали раніше зі списку занять, якщо є, то шукаємо інші координати [3].

І так повторювати для кожного заняття. Коли розклад готовий, перевіряємо його на валідність та записуємо його у список розкладів. Коли список розкладів буде заповнений, виходимо з циклу.

### Результати

Сформований таким чином розклад можна побачити на рис 3.

Даним розкладом виконуються всі жорсткі вимоги: нема жодних дублікатів, жоден викладач, чи група студентів не знаходяться у двох місцях одночасно. Та вибрані відповідні аудиторії залежно від кількості студентів та типу заняття.

Час обрахунку 2,356742412 секунди за 7 кроків.

З точки зору нежорстких вимог розклад чудово реалізує ці потреби, а саме наявність вихідного дня під час тижня, відсутність вікон, мала кількість перших пар, відсутність вікон у викладачів, пари в основному зосереджені в околі 2–3 пари та мінімум пар у суботу.

Виконання цих вимог показує, що генерація розкладу пройшла успішно. Також давайте поглянемо на графік залежності цільової функції від кількості кроків як показано на рис 4.

Також треба розглянути графік, який показує залежність різниці між мінімумом та максимумом цільової функції від ітерації як у формулі 10. Цей графік зображена на рис 5.

**Висновок.** З огляду на отримані результати можна зробити наступні висновки. Алгоритм формує розклад, який гарантовано відповідає жорстким вимогам. Жодні фізичні умови, чи логічні не є порушені під час генерації. Отриманий розклад відповідає нежорстким вимогам викладачів та студентів лише частково, але достатньо, щоб рівень виконання був задовільний. Це важливий факт, бо задовольнити всіх одночасно неможливо. Вимоги викладачів були виконані в пріоритеті, а вимоги викладачів, які є вищими за званням були виконані навіть краще.

Щодо часу, то алгоритм зайняв дуже мало часу, щоб згенерувати горючий робочий розклад. Цей час компенсує дні, а може навіть тижні роботи оператора факультету, якщо не враховувати інформацію, яку вводить оператор лише один раз. Такі дані як інформація про аудиторії, викладачі, групи не часто підлягають до змін. А плани навчання міняються тільки трохи, але не сильно.

Щодо залежності цільової функції від ітерації видно, що середнє її значення росте з кожною ітерацією, що є чудовим доказом роботи алгоритму. Але значення різниці містить стрибок.

Результуючи все сказане вище, можна зробити висновок, що генерація пройшла успішно і розклад пройшов тестування.

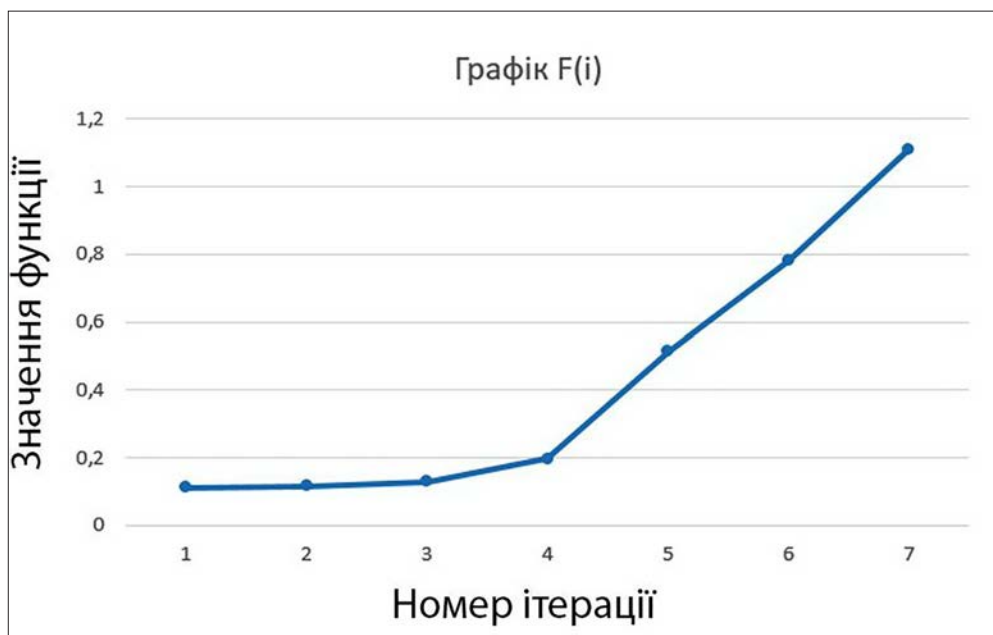


Рис. 4. Графік залежності середнього значення функції по всій генерації від ітерації еволюційного циклу

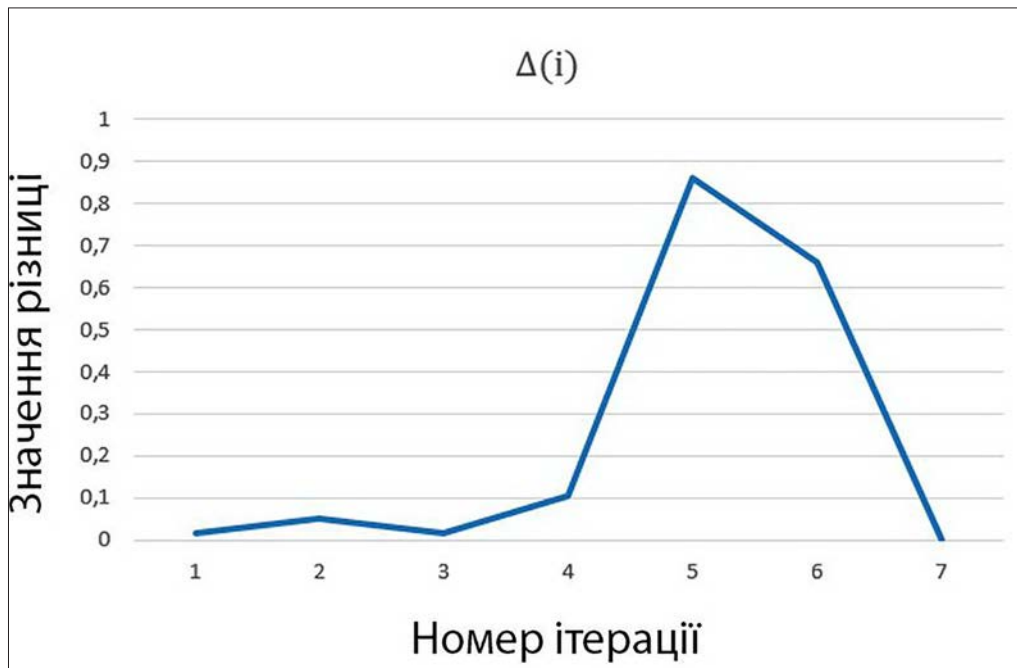


Рис. 5. Графік залежності різниці між мінімумом та максимумом цільової функції від ітерації

#### Література

1. Снитюк В. Є. Про особливості формування цільової функції та обмежень в задачі складання розкладу занять / Снитюк В. Є., Сіпко Є. Н. // Математичні машини і системи. — 2014. — № 3. — С. 67–76.
2. Снитюк В. Є. Аспекти формування цільової функції в задачі складання розкладу занять у вищих навчальних закладах на основі суб'єктивних переваг / Снитюк В. Є., Сіпко Є. Н. // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. — 2013. — № 2. — С. 98–104.
3. Бевз С. В. Розробка автоматизованої системи формування розкладу магістратури / Бевз С. В., Войтко В. В., Бурбело С. М., Шоботенко А. М. // Інформаційні технології та комп'ютерна техніка. — 2009. — № 4. — С. 30–65.
4. Бевз С. В. Автоматизація процесу формування розкладу сесії / Бевз С. В., Войтко В. В., Бурбело С. М., Куба Т. О., Сухоносів О. О. / Принципові концепції та структурування різних рівнів освіти з оптико-електронних інформаційно-енергетичних технологій. — 2009. — № 4. — С. 25–36.

**Олашин Олександр Олександрович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Олашин Александр Александрович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Olashyn Oleksandr**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## СИСТЕМА ПОКРАЩЕННЯ АЛГОРИТМІВ СТИСКУ ЗОБРАЖЕННЯ СИСТЕМА УЛУЧШЕННЯ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ SYSTEM FOR IMPROVING IMAGE COMPRESSION ALGORITHMS

**Анотація.** Запропоновано архітектуру системи на основі нейронних мереж для покращення алгоритмів стиску зображення. Проведено порівняння ефективності роботи даної системи та інших систем стиску зображення.

**Ключові слова:** нейронні мережі, алгоритми стиску зображення.

**Аннотация.** Предложено архитектуру системы на основе нейронных сетей для улучшения алгоритмов сжатия изображений. Проведено сравнение эффективности работы данной системы и других систем сжатия изображений.

**Ключевые слова:** нейронные сети, алгоритмы сжатия изображений.

**Summary.** A system architecture based on neural networks is proposed to improve image compression algorithms. The efficiency of this system and other image compression systems is compared.

**Key words:** neural networks, image compression algorithms.

Технології розвиваються надзвичайно стрімко. Їх розвиток прискорюється з кожним роком. Однак деякі речі як не дивно залишаються доволі інертними до змін. Яскравим прикладом є алгоритми стиску зображень (або ж формати зображень). Так PNG було створено в 1997, а JPEG і того раніше — в 1992 році. Здається це було нещодавно, однак по міркам сучасного технологічного зростання цілу вічність тому. Дані формати залишаються надзвичайно популярними і досі домінують на ринку зображень [1].

Однак на превеликий жаль вимоги до якості зображень з поступом технологій тільки зростають. Так якщо раніше основним критерієм до алгоритмів було стиснути зображення якомога сильніше, то зараз при покращенні дисплеїв якість зображення грає не менш важливу роль ніж його компактність.

Ціллю даної роботи є створення інструменту, який не змінюючи існуючі алгоритми кодування та декодування зможе представити інструмент, який суттєво покращить якість зображень та їх розмір.

Існують різні підходи до вирішення задачі покращення алгоритмів стиску зображення. Більшість дослідників в своїй роботі опираються на різноманітні типи нейронних мереж, як найбільш перспективного інструменту. Наприклад, варто відзначити роботу Dong [2], в якій запропоновано метод покращення роздільної здатності зображення на основі згорткової мережі. Іншим прикладом є стаття Google Research Group [3], де чудово описано застосування рекурентної нейронної мережі для задачі стиску зображення і приведено приклади, що ілюструють ефективність даної мережі.

У даній роботі, як основний інструмент було обрано саме згорткову нейронну мережу, через її дуже високі показники ефективності для розв'язку задачі, а також через меншу кількість ресурсів необхідних для тренування такої мережі.

Запропонована система має наступний вигляд — вона складається з двох нейронних мереж, які застосовують звичайний кодек зображення для самої операції стиску (рисунок 1).

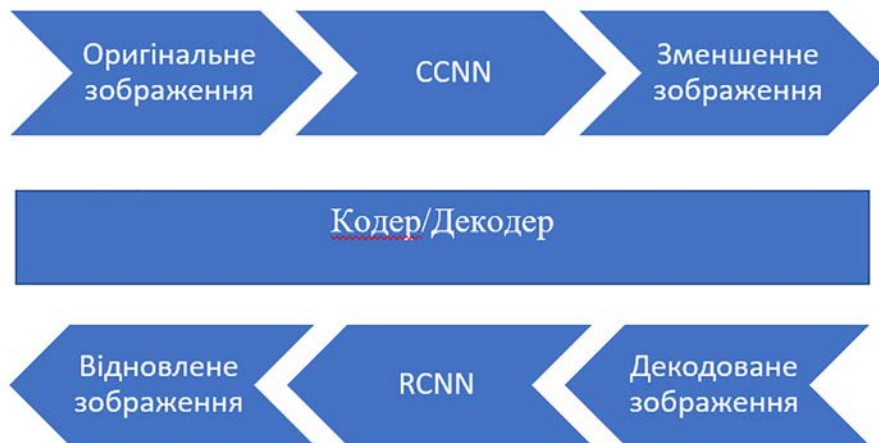


Рис. 1. Архітектура запропонованої системи



Рис. 2. Тестові зображення

Завдання першої мережі — створити зменшену версію оригінального зображення, яка зберігає всі основні структурні елементи. Потім зменшене зображення стискається за допомогою стандартного кодеку (наприклад JPEG). Для відновлення зображення використовується друга мережа — вона відновлює, покращує та збільшує декодоване зображення.

Перший шар являє собою згортковий шар, що використовує, де ReLU слугує функцією активації. Цей шар використовується для того, щоб отримати основні характеристики зображення. Фільтри мають розмір  $3 \times 3 \times c$ , де  $c$  — кількість каналів вихідного зображення. В даній роботі використовується 48 фільтрів (через обмеження обчислювальних потужностей). Нелінійність досягається використанням ReLU як функції активації. Наступний шар використовується для зменшення зображення та покращення отриманих характеристик. Для цього застосовується операція згортки з кроком, що дорівнює два. Фільтри даного шару мають розміри  $3 \times 3 \times 48$  і ReLU також застосовується як функція активації. Для останнього третього шару використовують с фільтрів розміру  $3 \times 3 \times 48$  для створення компактного представлення зображення.

RCNN складається з 18 шарів. Перший шар складається з 48 фільтрів розміром  $3 \times 3 \times c$  і використовується для створення 48 карт характеристик. Як функція активації використовується ReLU. Потім йдуть 16 шарів використовуються 48 фільтрів розміром  $3 \times 3 \times 48$ . Варто зазначити, що в кожному з цих шарів також використовується нормалізація між

операціями згортки та ReLU. Для останнього шару використовується с фільтрів розміром  $3 \times 3 \times 48$  для відновлення зображення.

Систему було натреновано на 200 зображеннях, розміру  $180 \times 180$ . Для тестування було обрано 5 популярних зображень, що використовуються для тестування нейронних мереж (рисунок 2).

Систему було порівняно зі стандартним алгоритмом JPEG, а також ж ARCNN [4] — однією з найкращих нейронних мереж для стиску зображення. Також були окремо протестовані мережі по окремо та система загалом. Результати можна побачити в таблиці 1 та таблиці 2.

Якість отриманих зображень перевірялись за допомогою двох основних показників — коефіцієнту пікового сигналу до шумового співвідношення (PSNR) та індексу структурної схожості (SSIM).

Як можна побачити з наведених вище таблиць — запропонована система суттєво перевищила звичайний JPEG (при чому JPEG використовувався, як кодер/декодер в системі). Також по результативності система майже досягнула результатів ARCNN — яка вважається взірцем нейронних мереж для стиску зображень.

**Висновки.** Серед різноманітних підходів до вирішення задачі стиску зображень, в цій роботі було обрано той, який в перспективі повинен дати найбільшу універсальність. Так використання нейронних мереж, не як основного інструменту для стиску зображення, а як допоміжного елементу в системі зі стандартним алгоритмом стиску довело

Таблиця 1

**Результати роботи за критерієм PSNR (dB)**

Метод	Метелик	Дім	Папуга	Листя	Фотограф	Середній результат
JPEG	22.58	27.77	26.19	22.49	24.45	20.18
ARCNN	25.64	29.68	28.13	25.07	25.27	21.63
CCNN	22.85	27.9	27.01	22.85	24.78	20.508
RCNN	24.55	28.34	27.57	24.23	25.17	21.062
Запропонована система	25.78	28.48	28.01	25.03	25.58	21.576

Таблиця 2

**Результати роботи за критерієм SSIM**

Метод	Метелик	Дім	Папуга	Листя	Фотограф	Середній результат
JPEG	0.7378	0.7733	0.7581	0.7775	0.7283	0.60744
ARCNN	0.8741	0.8209	0.8446	0.8983	0.7674	0.66624
CCNN	0.7201	0.8019	0.8232	0.7761	0.7582	0.63188
RCNN	0.867	0.8189	0.8411	0.8643	0.7543	0.65572
Запропонована система	0.8732	0.8321	0.8367	0.8821	0.7677	0.66372

свою ефективність. Результати таблиць 1 та 2 показують, що фінальний результат роботи системи є надзвичайно якісним — середні показник PSNR дорівнював 21.576, що лише трохи менший показ-

нику однієї з найкращих мереж на даний момент ARCNN (21.63), а результат SSIM 0.66372 ще менше відстав від ARCNN (0.66624).

**Література**

1. JPEG, PNG, or GIF? The Ultimate Cheat Sheet of Image File Formats [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Jami Oetting — 28.07.2017 — Режим доступу: <https://blog.hubspot.com/agency/image-file-formats-infographic>
2. Image super-resolution using deep convolutional networks / [C. Dong, C. C. Loy, K. He, X. Tang.] // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence — 2016. — Vol. 38. — PP. 295–307.
3. Image Compression with Neural Networks [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Nick Johnston, David Minnen — 29.09.2016 — Режим доступу: <https://research.googleblog.com/2016/09/image-compression-with-neural-networks.html>
4. Deep Convolution Networks for Compression Artifacts Reduction [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Ke Yu, Chao Dong, Chen Change Loy, Xiaoou Tang — Режим доступу: <http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/projects/ARCNN.html>

УДК 519.7:612.59:615.849:681.5

**Стасевич Сергій Павлович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Стасевич Сергей Павлович**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры экологической безопасности и природоохранной деятельности  
Национальный университет «Львовская политехника»*

**Stasevych Sergiy**

*PhD, Associate Professor, Associate Professor of the  
Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity  
Lviv Polytechnic National University*

**Казимира Ірина Ярославівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Казимира Ирина Ярославовна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры экологической безопасности и природоохранной деятельности  
Национальный университет «Львовская политехника»*

**Kazymyga Iryna**

*PhD, Associate Professor, Associate Professor of the  
Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity  
Lviv Polytechnic National University*

**Костюк Іван Васильович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
директор Технологічного коледжу  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Костюк Иван Васильевич**

*кандидат технических наук, доцент,  
директор Технологического колледжа  
Национальный университет «Львовская политехника»*

**Kostiuk Ivan**

*PhD, Associate Professor,  
Director of Technological College  
Lviv Polytechnic National University*

**Кузь Ольга Назарівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Кузь Ольга Назаровна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры экологической безопасности и природоохранной деятельности  
Национальный университет «Львовская политехника»*

**Kuz Olga**

*PhD, Associate Professor, Associate Professor of the  
Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity  
Lviv Polytechnic National University*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-9-3781



# ТЕПЛОВА МОДЕЛЬ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ТЕРМОТЕРАПІЇ

## ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕРМОТЕРАПИИ

### THERMAL MODEL FOR LOCAL ELECTROMAGNETIC THERMOTHERAPY

**Анотація.** Розроблено модель для планування терапевтичної процедури при лікуванні онкологічних пухлин з використанням електромагнітної гіпертермії. Локальне нагрівання біотканини проводиться гнучким аплікатором індуктивного типу з інтегрованою системою охолодження поверхні тіла.

**Ключові слова:** тепла модель тіла людини, метаболічне генерування тепла, терморегуляція людини, гіпертермія.

**Аннотация.** Разработана модель для планирования терапевтической процедуры при лечении онкологических опухолей с использованием электромагнитной гипертермии. Локальный нагрев биоткани проводится гибким аппликатором индуктивного типа с интегрированной системой охлаждения поверхности тела.

**Ключевые слова:** тепловая модель тела человека, метаболическое генерирование тепла, терморегуляция человека, гипертермия.

**Summary.** A model for planning a therapeutic procedure in the treatment of oncological tumors using electromagnetic hyperthermia has been developed. Local heating of the tissue is carried out by a flexible applicator of inductive type with an integrated cooling system of the body surface.

**Key words:** thermal model of a human body, metabolic heat generation, human thermoregulation, hyperthermia.

**Вступ.** Гіпертермія, як метод лікування онкологічних захворювань, набула широкого застосування в медичній практиці в комплексі з хіміо- та радіотерапією. Для створення гіпертермічного відгуку у живій тканині використовуються різноманітні методи донесення енергії в патологічну область (ультразвукові хвилі, лазерне випромінювання, кондуктивне нагрівання, електромагнітне (ЕМ) поле, тощо) [5]. Електромагнітна гіпертермія набула найбільшого розповсюдження завдяки ряду переваг над іншими методами, а саме: неінвазивність методу, можливість концентрації поля в тілі пацієнта, можливість гнучкого регулювання енергетично-часових характеристик під час проведення гіпертермічної процедури, можливість неінвазивного контролю температури в ході лікування (радіометрія) тощо.

Локальне нагрівання області, ураженої злоякісним новоутворенням, здійснюється за допомогою аплікаторів, які, залежно від принципу формування ближньої зони електромагнітного поля, поділяються на випромінюючі (рупорні), емнісні та індуктивні. Гнучкі плоскі аплікатори індуктивного типу мають низку переваг над іншими: висока однорідність розподілу ЕМ поля, збільшена глибина терапевтичного прогріву внаслідок концентрації поля при обляганні циліндричних ділянок тіла, достатньо велика апертура, конструкційна інтегрованість з системою охолодження поверхні тіла [2; 3].

**Мета роботи.** Ефективність проведення гіпертермічного лікування залежить від виконання ряду вимог, які обумовлені характером взаємодії живої

тканини з внесеною енергією ЕМ поля. До них можна віднести: забезпечення у патологічній області температури в діапазоні 42...46 °С; перегрівання інтактної здорової тканини може бути причиною її деструкції; швидке (в межах 10...15 хвилин) виведення температури до терапевтичного рівня для запобігання розвитку явищ термотолерантності (підвищення резистентності злоякісної тканини до дії підвищеної температури); моніторинг температури в декількох контрольних точках; коректування ходу гіпертермічної процедури шляхом зміни енергетично-часових характеристик ЕМ поля. Для забезпечення цих вимог використовується попереднє теоретичне моделювання, яке дозволяє планувати термотерапевтичну процедуру з урахуванням анатомічних та фізіологічних особливостей пацієнта, області розміщення, розмірів і гістології пухлини, тощо.

**Матеріал і результати досліджень.** Ділянку тіла людини можна представити у вигляді циліндричного сегмента, який складається із чотирьох концентричних шарів: шкіра, жировий прошарок, м'яз і серцевина (рис. 1). На шкірі знаходиться гнучкий аплікатор, внутрішня поверхня якого забезпечує кондуктивне охолодження тіла завдяки прокачуванню теплоносія (деіонізована вода) через болюс аплікатора.

Розподіл теплового поля у живій тканині описується класичним біотепловим рівнянням, яке в циліндричних координатах має вигляд:

$$\rho(r)C(r)\frac{\partial T(r,z,\theta,t)}{\partial t} = \nabla\lambda(r)\nabla T(r,z,\theta,t) + \omega(r,t)\rho_a C_a [T_a(r,z,\theta,t) - T(r,z,\theta,t)] + S(r,z,\theta,t), \quad (1)$$

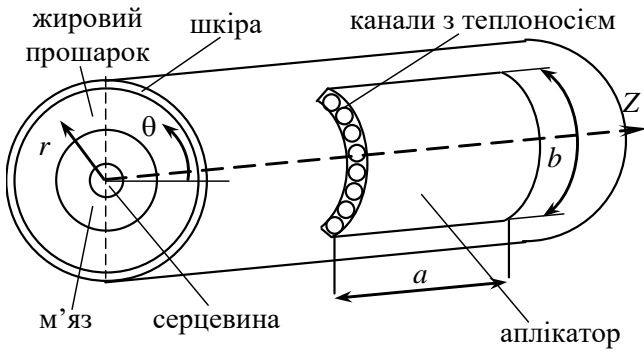


Рис. 1. Модель сегмента тіла людини з плоским аплікатором на поверхні

де  $\rho(r)$ ,  $\rho_a$  — густина тканини і артеріальної крові відповідно;  $C(r)$ ,  $C_a(r)$  — теплоємність тканини і артеріальної крові відповідно;  $\lambda(r)$  — теплопровідність тканини;  $T(r, z, \theta, t)$ ,  $T_a(r, z, \theta, t)$  — температура тканини і артеріальної крові відповідно;  $t$  — час;  $r, z, \theta$  — циліндричні координати;  $S(r, z, \theta, t)$  — об’ємна потужність тепловиділення.

Величина об’ємної потужності тепловиділення на поверхні тіла практично співпадає з розподілом квадрату електричної складової поля [3], тому її апроксимуємо функцією, яка повторює розподіл  $E^2$  на випромінювальній поверхні аплікатора. Враховуючи, що для більшості плоских аплікаторів  $E^2$  змінюється за законом  $\cos^2\alpha$  [1], та беручи до уваги експоненціальне загасання енергії поля по глибині біотканини, отримуємо вираз [6]:

$$S(r, z, \theta) = I_0 \cos^2\left(\frac{\pi\theta}{\varphi}\right) \cos^2\left(\frac{\pi z}{b}\right) \frac{B}{L_h} e^{-\frac{R-r}{L_h}} \quad (2)$$

де  $\varphi = a/R$ ,  $-b/2 \leq z \leq b/2$ ,  $-\varphi/2 \leq \theta \leq \varphi/2$ ;  $I_0$  — величина потоку енергії в геометричному центрі аплікатора ( $r = R, \theta = 0, z = 0$ );  $R$  — радіус сегмента;  $a$  і  $b$  — геометричні розміри аплікатора;  $L_h$  — товщина біотканини, у якій енергія поля зменшується в  $e$  разів (у м’язовій тканині для  $f = 915$  МГц —  $L_h = 3.04$  см; для  $f = 4339$  МГц —  $L_h = 3.57$  см);  $B$  — частка поглинутої біотканиною енергії ( $B = 0.4 \dots 0.6$ ).

Величина перфузії в біологічних тканинах є різною і залежить від температури навколишньої тканини. Використаємо такі співвідношення для моделювання величини кровотоку у тканинах тіла [4; 6]:

1. Шкіра

$$\omega = \omega_{0i} [1 - K_i (T_0 - T)] \quad T \leq T_0 \quad T_0 = 37^\circ\text{C} \quad (3)$$

2. М’яз

$$\omega = \begin{cases} 0.45 + 3.55e^{-\frac{(T-45)^2}{12}} & T \leq 45^\circ\text{C}, \\ 4.0 & T > 45^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (4)$$

3. Жировий прошарок

$$\omega = \begin{cases} 0.36 + 0.36e^{-\frac{(T-45)^2}{12}} & T \leq 45^\circ\text{C}, \\ 4.0 & T > 45^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (5)$$

4. Тканина пухлини

$$\omega = \begin{cases} 0.833 & T < 37^\circ\text{C}, \\ 0.833 + \frac{(T-37)^{4.8}}{5438} & 37^\circ\text{C} \leq T \leq 45^\circ\text{C}, \\ 0.416 & T > 45^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (6)$$

Теплофізичні характеристики біологічних тканин, які використовуються у виразі (1), мало залежать від зміни температури тіла в процесі життєдіяльності, тому будемо вважати їх сталими і такими як у [6].

Умови теплообміну поверхні циліндричного сегменту: торцеві поверхні — теплоізоляовані, бокова поверхня (в тому числі і під болюсом) — теплообмін за законом Ньютона, теплообмін між тканинними прошарками — граничні умови четвертого роду. Для всіх тканинних елементів початкова температура  $T = T_0 = 37^\circ\text{C}$ .

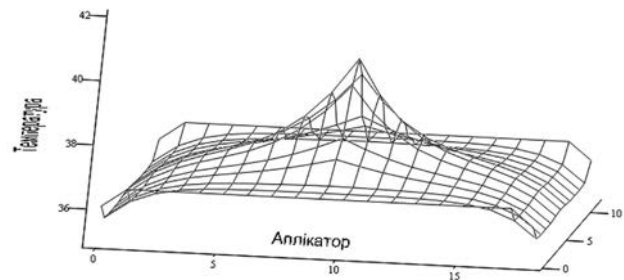


Рис. 2. Розподіл температурного поля по глибині біотканини

На рис. 2 представлено розподіл температурного поля по глибині біотканини під аплікатором. Найбільша температура  $42^\circ\text{C}$  спостерігається у центрі аплікатора в глибині біотканини. Охолодження шкіри для запобігання опікам відбувається за рахунок прокачування охолоджувальної рідини через болюси аплікатора.

**Висновки.** Попереднє моделювання процедури електромагнітної термотерапії дозволить застосовувати індивідуальний підхід до лікування кожного пацієнта.

**Література**

1. Caleb K., Charny and Ronald L. Levin. Simulations of MAPA and APA Heating Using a Whole Body Thermal Model / IEEE. Transactions on Biomedical Engineering. — Vol. BME-33. № 5. — May, 1986. — pp. 477–484.
2. Mendecki I. E. et al. Therapeutic potential of conformal applicators for induction of hyperthermia / J. Microwave Power, 1979. — Vol. 14, № 2. — pp. 139–144.
3. Гельвич Э. А., Мзохин В. Н. Технические аспекты электромагнитной гипертермии в медицине / Биомедицинская радиоэлектроника. — № 1. — 1998. — С. 37–47.
4. Lang J., Erdmann B. and Seeba M. β. Impact of Nonlinear Heat Transfer on Temperature Control in Regional Hyperthermia / Preprint SC97-73, ZIB, 1997.
5. Костюк І., Стасевич С. Огляд методів створення гіпертермічного відгуку в живих тканинах / Радіоелектроніка та телекомунікації. Вісник Державного університету «Львівська політехніка». — № 399. — Львів, 2000. — С. 197–203.
6. Костюк І., Стасевич С., Павлиш В. Тривимірна модель для розрахунку теплового поля при електромагнітній гіпертермії / Спільна українсько-польська школа-семинар «Актуальні проблеми теоретичної електротехніки: наука і дидактика». — Алушта, 3–7 вересня 2001 р. — С. 141–143.

УДК 622.692.4

**Якимів Йосип Васильович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Якимив Иосиф Васильевич**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа  
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Yakymiv Yosyp**

*PhD, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Transportation and Storing of Oil and Gas  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Бортняк Олена Михайлівна**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Бортняк Елена Михайловна**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа  
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Bortnyak Olena**

*PhD, Associate Professor of the Department of  
Transportation and Storing of Oil and Gas  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІЗНОСОРТНИХ НАФТ  
МАГІСТРАЛЬНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ З ПЕРЕСІЧЕНИМ ПРОФІЛЕМ ТРАСИ  
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ РАЗНОСОРТНЫХ НЕФТЕЙ  
МАГИСТРАЛЬНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ ТРАССЫ  
PECULIARITIES OF TRANSPORTATION VARIOUS SORTS OF OIL VIA MAIN PIPELINES  
WITH SECTIONS OF GRAVITY FLOW**

**Анотація.** Розглянуті особливості транспортування різносортних нафт магістральними нафтопроводами з пересіченим профілем траси. Проведені дослідження енерговитратності нафтопроводу Одеса-Броди з метою підвищення енергоефективності його експлуатації у разі транспортування різносортних нафт в рамках реалізації проектів диверсифікації джерел та шляхів постачання вуглеводневої сировини.

**Ключові слова:** магістральний трубопровід, енергоефективність, перевальна точка, самопливні ділянки, послідовне перекачування, сумішоутворення.

**Аннотация.** Рассмотрены особенности транспортировки нефти разных сортов магистральными нефтепроводами со сложным рельефом трассы. Проведенные исследования энергоёмкости нефтепровода Одесса-Броды с целью повышения эффективности его эксплуатации при транспортировке нефти разных сортов в рамках реализации проектов диверсификации источников и путей поставок углеводородного сырья.

**Ключевые слова:** магистральный трубопровод, энергоэффективность, перевальная точка, самотечные участки, последовательная перекачка, смесеобразование.

**Summary.** The peculiarities of transportation of various grades of oil via main pipelines with sections of gravity flow were considered. Energy consumption of oil transportation system Odesa-Brody to ensure its energy efficient operation in terms when transporting various oil brands in terms of diversification of sources of hydrocarbons was studied.

**Key words:** main pipeline, energy efficiency, transfer section, gravity flow, batching, mixture formation.

Частина нафтової сировини у структурі споживання первинної енергії, а також обсяги товарно-обігових операцій, пов'язаних з її використанням, визначають провідну роль нафтотранспортних систем у процесі постачання рідких вуглеводнів кінцевому споживачу. Магістральний трубопровідний транспорт відноситься до потужних енергоємних об'єктів, проте за умов ефективної експлуатації, здатний не тільки вносити значний вклад в економічний розвиток держави, а й створювати передумови для вирішення проблем її енергетичної безпеки.

Вітчизняна нафтотранспортна система володіє потужними транспортабельними можливостями, здатними забезпечити постачання сировини у достатніх обсягах як на внутрішній ринок, так і транзитом до інших країн [1]. Належне використання її транзитного потенціалу за умов поступової виваженої реалізації проектів диверсифікації джерел та шляхів імпорту вуглеводневих енергоносіїв є надійним підґрунтям для покращення енергетичного становища країни. Отже, пошук альтернативних джерел постачання, раціональних шляхів надходження та застосування енергоефективних технологій, які б дозволили реалізовувати транспортування нафтової сировини з мінімальними затратами є надзвичайно актуальними питаннями.

Сучасні нафтопровідні системи характеризуються складною гідравлічною структурою, різноманітністю основного обладнання нафтоперекачувальних станцій та можливістю постачання різних сортів нафти, які відрізняються фізико-хімічними властивостями. Аналіз трас вітчизняних магістральних нафтопроводів свідчить, що більшість з них має пересічений профіль траси і за певних умов, зокрема у разі зменшення обсягів постачання сировини, і транспортування її з меншими витратами і зниженими тисками, тобто, на так званих понижених режимах експлуатації, може виникати перевальна точка та ділянки із самопливним рухом рідини. До таких нафтопроводів відносяться не тільки нафтотранспортна система «Дружба» на ділянці Броди-Державний кордон, яка проходить у яскраво вираженій гірській місцевості, а й нафтопроводи Кременчук-Снігурівка (у реверсному напрямі перекачування) та Одеса-Броди, траси яких, на перший погляд, проходять територіями з порівняно спокійним рельєфом.

У разі реверсного перекачування нафти трубопроводом Одеса-Броди, реалізація певних режимів експлуатації, за умов часткового завантаження, призводить до виникнення на певних перегонах ділянок із

рухом рідини неповним перерізом. Рідина в такому випадку рухається під дією сили тяжіння, інша частина перерізу трубопроводу зайнята парами цієї рідини. Інтенсивне пароутворення і виділення газів може призвести до виникнення кавітаційних явищ та порушення цілісності потоку. Підвищений вміст у нафті сірчистих з'єднань можуть викликати прискорений перебіг корозійних процесів на внутрішній поверхні стінки труби над вільною поверхнею рідини. У випадку послідовного перекачування різносортих нафт, внаслідок повного змішування сусідніх партій на ділянках із самопливним рухом, значно збільшуються об'єми суміші нафт у зоні їх контакту, суттєво знижуючи економічну доцільність застосування даної технології. Наявність самопливних ділянок у трубопроводі призводить до необхідності підвищення тиску на станціях, а отже, вимагає більших затрат електроенергії на перекачування порівняно з нафтопроводами, в яких самопливні ділянки відсутні.

Таким чином, враховуючи можливі негативні наслідки експлуатації трубопровідних систем за умов наявності ділянок із самопливним рухом, доцільно уникати їх утворення реалізацією режимів, які виключають появу перевальної точки або шляхом підтримання підвищеного тиску рідини на кінцевому пункті нафтопроводу.

Експлуатація нафтопровідних систем передбачає можливість реалізації значної кількості різних варіантів їх роботи, які відрізняються відповідними комбінаціями включення насосних агрегатів і проміжних перекачувальних станцій, а також відповідними умовами транспортування. Кожний такий варіант характеризується певними режимними параметрами і відповідними затратами на перекачування. З метою зниження собівартості транспортування нафти, серед усіх можливих, доцільно обирати режими роботи нафтопроводів з найменшими питомими затратами. Вирішення даного завдання вимагає проведення багатоваріантних розрахунків, а отже, передбачає застосування методів чисельного програмування.

Розроблене програмне забезпечення дає змогу проводити багатоваріантні розрахунки прогнозування пропускної здатності та енергетичних параметрів магістральних нафтопроводів за різних схем роботи обладнання перекачувальних станцій, лінійної частини, а також зміни умов транспортування різносортих нафт. Отримані результати виводяться у вигляді технологічних карт для усіх можливих режимів транспортування. Оптимізація останніх за критерієм мінімальних питомих затрат електроенергії дає змогу запропонувати найбільш

енергоефективні варіанти експлуатації відповідної нафтотранспортної системи з дотриманням виконання встановлених план-графіків постачання вуглеводневої сировини. Візуалізація отриманих результатів у вигляді графічної інтерпретації, тобто побудови профілю лінійної частини та гідравлічного нахилу, що відображає падіння напору на ділянці між НПС дає наочне уявлення щодо відповідного режиму роботи нафтопроводу, дозволяє встановити розподіл тисків по довжині перегонів між НПС та перевірити наявність перевальних точок трубопроводу з пересіченим профілем.

За результатами апробації запропонованого методу для умов експлуатації існуючої інфраструктури нафтопроводу Одеса-Броди у разі транспортування нафт різних сортів, зокрема азербайджанської

Azeri Light та російської експортної суміші Urals, як у аверсному так і реверсному напрямках, були розроблені рекомендації щодо вибору енергоефективних режимів експлуатації даної системи, реалізація яких дозволяє знизити енерговитратність транспортування в деяких випадках на 35–40 % [2].

У разі виникнення необхідності транспортування нафти у незначних обсягах, тобто на понижених режимах роботи, трубопроводами зі складним рельєфом траси і наявними ділянками із самопливним рухом рідини, відповідно до правил експлуатації магістральних нафтопроводів, необхідно розробляти технологічний регламент та відповідні карти безпечних режимів їх експлуатації, що вимагає внесення певних корективів в існуючі методики розрахунку параметрів роботи нафтотранспортних систем.

#### Література

1. Бортняк О. М. Перспективи використання нафтотранспортних систем України в умовах диверсифікації джерел постачання вуглеводневих енергоносіїв / О. М. Бортняк, Й. В. Якимів // Міжнародний науковий журнал. — К.: № 7. — 2016. — С. 64–67.
2. Бортняк О. М., Якимів Й. В., Фішев Д. О. Дослідження енергоефективних режимів експлуатації нафтопроводів з пересіченим профілем траси: Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції [«Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку нафти і газу PGE — 2018»], (Івано-Франківськ, 24–27 квітня 2018 р.) — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.

**Ружинська Людмила Іванівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ружинская Людмила Ивановна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Ruzhinska Lyudmila**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Biotechnology and Engineering  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Періжок Денис Дмитрович**

*студент кафедри біотехніки та інженерії  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Перижок Денис Дмитриевич**

*студент кафедры биотехники и инженерии  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Perizhok Denys**

*Student of the Department of Biotechnology and Engineering  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## АНАЛІЗ МАСООБМІНУ В АБСОРБЕРІ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ

## АНАЛИЗ МАССООБМЕНА В АБСОРБЕРЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ БИОГАЗА

## ANALYSIS OF MASS-EXCHANGE IN THE ABSORBER FOR BIOGAS PURIFICATION

**Анотація.** Проведено аналіз масообміну в абсорбері з барботером і механічним перемішуючим пристроєм для очищення біогазу від вуглекислого газу шляхом хемосорбції водним розчином моноетаноламіну.

**Ключові слова:** біогаз, вуглекислий газ, очищення, хемосорбція, абсорбер.

**Аннотация.** Проведен анализ массообмена в абсорбере с барботером и механическим перемешивающим устройством для очистки биогаза от углекислого газа путем хемосорбции водным раствором моноэтаноламина.

**Ключевые слова:** биогаз, углекислый газ, очистка, хемосорбция, абсорбер.

**Summary.** Mass-exchange analysis in the absorber with a bubbler and a mechanical mixing device for the purification of biogas from carbon dioxide by chemisorption with aqueous solution of monoethanolamine has been carried out.

**Key words:** biogas, carbon dioxide, purification, chemisorption, absorber.

**Я**к свідчить досвід європейських країн використання анаеробної конверсії органічних відходів в біогаз, основним компонентом якого є метан, дозволяє зменшити споживання природного газу.

Для ефективного використання в енергетичних установках з біогазу необхідно вилучити баластні домішки, зокрема, вуглекислий газ і сірководень, сумарний вміст яких у біогазі може складати до 50 %. Серед відомих процесів очищення біогазу від сірководню і вуглекислого газу найбільш перспективним, на наш погляд, є процес хімічної абсорбції водним розчином моноетаноламіна, який можна використовувати при атмосферному тиску.

Вилучення сірководню і вуглекислого газу з суміші з метаном шляхом хімічної абсорбції водним розчином моноетаноламіна використовується при очищенні природного газу, у виробництві конвертованого газу шляхом каталітичної конверсії окису вуглецю. В промисловості для проведення процесу хемосорбції конвертованого газу використовують насадкові абсорбери, барботажні абсорбери з високошаровими тарілками, абсорбери з частково затопленою насадкою. Продуктивність за конвертованим газом насадкових абсорберів близько 100000 м<sup>3</sup>/год, барботажних абсорберів з високошаровими тарілками близько 200000 м<sup>3</sup>/год, абсорберів з частково затопленою насадкою близько 50000 м<sup>3</sup>/год [3]. В біогазових установках з середньою продуктивністю за біогазом (500–1000) м<sup>3</sup>/год, низькі витрати газової фази не дозволяють забезпечити ефективний гідродинамічний режим роботи в абсорберах тих типорозмірів і конструкцій, які випускаються машинобудівною промисловістю, що викликає необхідність розроблення нових конструкцій.

Ефективний гідродинамічний режим роботи в абсорберах для проведення процесу хемосорбції забезпечується створенням розвиненої міжфазної поверхні. Аналіз літературних джерел та попередні теоретичні дослідження показують, що розвинену міжфазну поверхню можна створити в абсорберах з барботерами та механічними перемішувачами пристроями. На рисунку показана схема такого абсорбера.

Абсорбер складається з корпусу 1 з штуцерами 2–7, а також з вертикального валу 8 з мішалкою 9, яка розміщена в нижній частині циркуляційного циліндра 10 з кільцевими каналами для підведення теплоносія. Під мішалкою встановлений газорозподільчий пристрій 11 у вигляді згорнутої в тор перфорованої трубки.

Абсорбер працює наступним чином: в корпус 1, через штуцер 2 подається абсорбент, а біогаз — через штуцер 4 та отвори перфорованої трубки газорозподільчого пристрою 11. Газ, що проходить через отвори — барботує у рідині. Бульбашки біогазу інтенсивно диспергуються мішалкою 9, яка закріплена на валу 8. Утворена газорідна суміш піднімається вгору всередині циркуляцій-

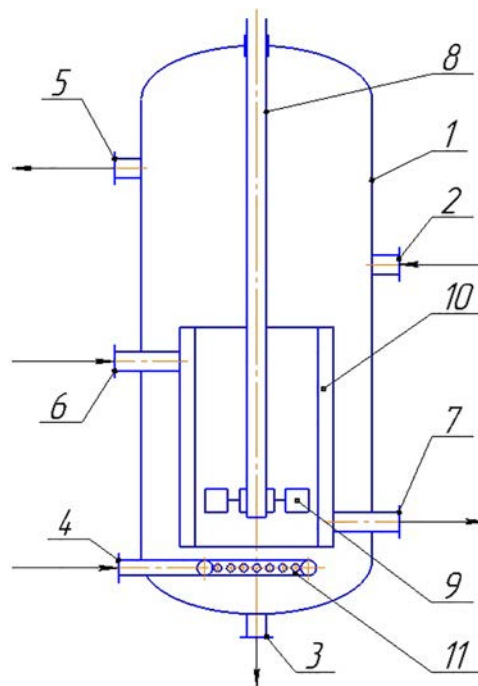


Рис. 1. Схема абсорбера з барботером та механічним перемішувачим пристроєм

ного циліндра 10, в кільцевий канал якого, через штуцер 6 підводиться, а через штуцер 7 відводиться теплоносій, який забезпечує необхідну для проведення процесу температуру. Збагачений газ з газорідної суміші виводиться через штуцер 5, а рідина — через циркуляційну зону між корпусом 1 та зовнішньою поверхнею циркуляційного циліндру поступає вниз абсорбера та відводиться через циліндр 3.

Для вибору конструкції і розмірів абсорберів в залежності від продуктивності біогазової установки необхідно оцінити інтенсивність процесів поглинання баластних газів в абсорбері.

Відомо, що коефіцієнт масовіддачі та об'ємний коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі при протіканні хімічної абсорбції значно вищий в порівнянні з фізичною абсорбцією і визначаються рівняннями [1]:

$$\beta_p^* = \beta_p \cdot \Phi,$$

$$\beta_{pV}^* = \beta_p \cdot \Phi \cdot a,$$

де  $\beta_p$  — коефіцієнт масовіддачі при фізичній абсорбції;

$a$  — питомої поверхні контакту фаз;

$\Phi$  — коефіцієнт прискорення, що показує в скільки разів коефіцієнт масовіддачі при хімічній абсорбції перевищує коефіцієнт масовіддачі при фізичній абсорбції за умов однакової рушійної сили процесу.

Коефіцієнт прискорення  $\Phi$  залежить від коефіцієнтів дифузії  $D_{pCO_2}$  баластних домішок і  $D_{MEA}$  реагента (моноетаноламіна) в розчині, концентрації баластних домішок на поверхні розділу фаз  $A_p$ , констант швидкості реакцій  $r_o$  і  $r_n$ .



Питома поверхня контакту фаз а в абсорберах з барботером та механічним пристроєм визначається за формулою [2]:

$$a = 1,44(\varepsilon_N^{0,6} \cdot \rho_p^{0,2} / \sigma_p^{0,6}) \left( \frac{W_r}{u_0} \right)^{0,5}$$

З формули зрозуміло що площа міжфазної поверхні залежить від властивостей розчину МЕА,  $\varepsilon_M$  питомої дисипації механічної енергії, що вводиться в апарат перемішуючим пристроєм, співвідношення швидкостей  $W_r$  газу та  $u_0$  спливання бульбашок газу, що визначається за формулою [2]:

$$u_0 = 1,5 \left[ \sigma_p g (\rho_p - \rho_g) / \rho_p^2 \right]^{0,25}$$

Розрахунок коефіцієнта масовіддачі при фізичній абсорбції виконується за критеріальними рівняннями виду:

$$Sh = f(Re, Sc)$$

Конкретний вид критеріального рівняння обирається в залежності від конструкції абсорбера. Для апаратів з барботером та механічним перемішуючим пристроєм в літературі пропонують критеріальне рівняння [2]:

$$Sh = 0,33 \left( \frac{n \cdot d_m \cdot d_o}{v_p} \right)^{0,6} (Sc)^{0,5}$$

Діаметр бульбашок  $d_o$  і коефіцієнт масовіддачі  $\beta_p$  — для апаратів з барботером та механічним перемішуючим пристроєм знаходять за формулами [2]:

$$d_o = 4,15(\sigma_p^3 / \rho_p \varepsilon_N^2)^{0,2} \cdot \varphi_z^{0,5} + 0,0009,$$

$$\beta_p = \frac{Sh \cdot D_{CO_2}}{d_o}$$

Коефіцієнт прискорення  $\Phi$  залежить від значень кінетичного  $R$ , стехіометричного  $M$  та дифузійного  $\theta$  параметрів, які знаходять з рівнянь [3]:

$$R = \sqrt{\frac{2}{n+1} \cdot r_n \cdot B_0^\beta \cdot D_{pCO_2} \cdot A_p^{\alpha-1} / \beta_p};$$

де  $n=2$ ;  $\beta=1$ ;  $\alpha=1$ .

$$M = \frac{B_0}{n \cdot A_p};$$

$$\theta = \frac{D_{MEA}}{D_{pCO_2}};$$

$$\Phi = \frac{2(M\sqrt{\theta} + 1)}{1 + \sqrt{1 + 4(M\sqrt{\theta} / R^2)}}$$

Згідно даним наведеним в літературних джерелах поглинання вуглекислого газу водними розчинами моноетаноламіну при помірних ступенях карбонізації і гідродинамічному режиму швидкість оберненої хімічної реакції є незначною, а константу прямої реакції  $r_n$  можна знайти за формулою [3]:

$$\lg r_n = 11,07 - 2140 / T;$$

Концентрацію вуглекислого газу в біогазі  $A_z$  та рівноважну концентрацію вуглекислого газу в рідкій фазі  $A_p$  знаходять за формулами [4]:

$$A_z = \frac{y_z \cdot P \cdot T_0}{22,4 \cdot P_0 \cdot T};$$

$$A_p = \frac{A_z}{m_1};$$

Для визначення константи фазової рівноваги  $m_1$  з поправкою на іону силу водного розчину моноетаноламіну в [4] запропонована формула:

$$m_1 = \frac{m}{1 - (K_z^+ + \sum K^- z^+ + \sum K^+ z^-) \cdot B_0^{0,75}};$$

де:

$$m = m_{px} \frac{M_p}{\rho_p RT};$$

$m_{px}$  — константа фазової рівноваги для водних розчинів кПа;

$M_p$  — мольна маса розчину МЕА, кг/кмоль.

Для кількісної оцінки процесів масообміну в абсорберах з барботером та механічним перемішуючим пристроєм вибраний абсорбер з номінальним об'ємом  $V_n = 3,2 \text{ м}^3$ , діаметром  $D = 1,2 \text{ м}$ , діаметром шестилопатевою турбінної мішалки  $d_m = 0,32 \text{ м}$ . Витрати біогазу  $500 \text{ м}^3/\text{год}$ , вміст вуглекислого газу в газовій фазі на вході в абсорбер  $40 \%$ . Частота обертів мішалки  $n = 2,67 \text{ с}^{-1}$ . За запропонованими формулами виконані розрахунки коефіцієнтів масовіддачі при хемосорбції вуглекислого газу розчинами моноетаноламіну для значень концентрацій моноетаноламіну в розчині абсорбенту та температур процесу наведених в таблиці:

Таблиця 1

Вихідні дані розрахунків

Варіант №	Концентрація розчину МЕА, %	Температура процесу $t$ , °C
1	15	30
2	15	40
3	15	50
4	20	30
5	20	40
6	20	50
7	30	30
8	30	40
9	30	50

В результаті розрахунку встановлено, що об'ємні коефіцієнти масовіддачі при хемосорбції вуглекислого газу розчинами моноетаноламіну практично не залежать від концентрацій моноетаноламіну в розчині абсорбенту та в незначній мірі залежить від температури процесу. Для  $15 \%$ -ного розчину моноетаноламіну розрахункові об'ємні коефіцієнти

масовіддачі становлять близько  $0,6 \text{ c}^{-1}$  і  $0,65 \text{ c}^{-1}$  при температурах процесу  $30^\circ\text{C}$  і  $50^\circ\text{C}$  відповідно. Збільшення концентрації моноетаноламіну призводить до збільшення коефіцієнта динамічної в'язкості і зменшення коефіцієнтів дифузії, а також впливає на поверхневий натяг абсорбента, що призводить до погіршення барботажу газової фази крізь рідину і зменшення міжфазної поверхні.

Аналіз результатів розрахунків об'ємних коефіцієнтів масовіддачі при 15 % концентрації моноетаноламіну в розчині абсорбенту в абсорбері з барботером та механічним перемішуючим пристроєм свідчать про те, що при порівняно низьких витратах біогазу можна забезпечити вилучення вуглекислого газу за рахунок ефективного гідродинамічного режим роботи в апараті і створення розвиненої міжфазної поверхні.

#### Література

1. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] / учеб. В 2-х частях // Ю. И. Дытнерский. — М.: Химия, 1995.
2. Соколов В. М. Аппаратура микробиологической промышленности [Текст] / В. М. Соколов, М. А. Яблокова. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд — е. 1988. — 278 с.
3. Семенова Т. А. Очистка технологических газов [Текст] / Т. А. Семенова, И. Л. Лейтес, Ю. В. Аксельрод, М. И. Маркина, С. П. Сергеев, Е. Н. Харьковская — М.: «Химия». — 1977. — 488 с.
4. Кузнецов А. А. Расчеты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов: Справочное пособие. А. А. Кузнецов, Е. Н. Судаков. — М.: «Химия». — 1983. — 224 с.

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»**  
**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»**  
**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ИНТЕРНАУКА»**

Сборник научных статей

№ 9 (49)

1 том

Глава редакционной коллегии — д.э.н., профессор *Каминская Т.Г.*

Киев 2018

**Издано в авторской редакции**

---

Учредитель/Издатель ООО «Финансовая Рада Украины»  
Адрес: Украина, г. Киев, ул. Павловская, 22, оф. 12  
Контактный телефон: +38(067) 401-8435  
E-mail: editor@inter-nauka.com  
www.inter-nauka.com

Подписано в печать 30.05.2018. Формат 60×84/8  
Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookAS.  
Условно-печатных листов 11,39. Тираж 100. Заказ № 398.  
Цена договорная. Напечатано с готового оригинал-макета.

Напечатано в издательстве  
ООО «Центр учебной литературы»  
ул. Лаврская, 20 г. Киев  
Свидетельство о внесении субъекта издательского дела  
в государственный реестр издателей, изготовителей и распространителей  
издательской продукции ДК No 2458 от 30.03.2006 г.