

ISSN 2520-2057

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»

№ 5 (45) / 2018



**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

№ 5(45)

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; Российский 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 «Юридические науки»:

Член редакционной коллегии: **Аристова Ирина Васильевна** — доктор юридических наук, профессор (Сумы, Украина)

Член редакционной коллегии: **Бондаренко Игорь Иванович** — доктор юридических наук, профессор (Братислава, Словацкая Республика)

Член редакционной коллегии: **Галушко Валентин Васильевич** — доктор юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Гиренко Инна Владимировна** — доктор юридических наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Глушков Валерий Александрович** — доктор юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Головкин Александр Николаевич** — доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Украины (Харьков, Украина)

Член редакционной коллегии: **Грохольский Владимир Людвигович** — доктор юридических наук, профессор (Одесса, Украина)

Член редакционной коллегии: **Мустафазаде Айтен Инглаб** — доктор юридических наук, профессор, директор Института права и прав человека Национальной Академии Наук Азербайджана, депутат Милли Меджлиса Азербайджанской Республики (Азербайджан)

Член редакционной коллегии: **Иманлы Магомед Наги** — доктор юридических наук, профессор (Азербайджан)

Член редакционной коллегии: **Калужный Ростислав Андреевич** — доктор юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Клемпарский Николай Николаевич** — доктор юридических наук, профессор (Кривой Рог, Украина)

Член редакционной коллегии: **Лоредана Джани Агуире** — доктор права, профессор (Итальянская Республика)

Член редакционной коллегии: **Лоренцмайер Штефан** — доктор юридических наук, профессор (Аугсбург, Федеративная Республика Германия)

Член редакционной коллегии: **Макарова Тамара Ивановна** — доктор юридических наук, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Член редакционной коллегии: **Мельничук Ольга Федоровна** — доктор юридических наук, доцент (Винница, Украина)

Член редакционной коллегии: **Овчарук Сергей Станиславович** — доктор юридических наук (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Омельчук Василий Андреевич** — доктор юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Остапенко Алексей Иванович** — доктор юридических наук, профессор (Львов, Украина)

Член редакционной коллегии: **Пивовар Юрий Игоревич** — доктор философии в сфере права, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Позняков Спартак Петрович** — доктор юридических наук, доцент (Ирпень, Украина)

Член редакционной коллегии: **Светличный Александр Петрович** — доктор юридических наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Сидор Виктор Дмитриевич** — доктор юридических наук, профессор (Черновцы, Украина)

Член редакционной коллегии: **Таранова Татьяна Сергеевна** — доктор юридических наук, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Член редакционной коллегии: **Мушенко Виктор Васильевич** — кандидат юридических наук, доцент (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Олейник Анатолий Ефимович** — кандидат юридических наук, профессор (Киев, Украина)

Член редакционной коллегии: **Фунта Растислав** — кандидат юридических наук, доцент (Сладкови-чово, Словацкая Республика)

Член редакционной коллегии: **Химич Ольга Николаевна** — кандидат юридических наук (Киев, Украина)

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

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)

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: **Щуров 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: **Добержанский 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: **Сенотрусова 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

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Дегтяр Андрій Олегович
ІНСТИТУЦІЙНИЙ ПІДХІД У ДОСЛІДЖЕННІ ВЗАЄМОДІЇ ДЕРЖАВИ ТА БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ 9

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Зайченко Наталія Іванівна
ІДЕЯ «ПРОСВІТНИЦЬКОГО РЕГЕНЕРАЦІОНІЗМУ» В ІСПАНСЬКОМУ ПЕДАГОГІЧНОМУ
ДИСКУРСІ НА РУБЕЖІ ХІХ–ХХ СТ..... 15

Лимарєва Юлія Миколаївна, Хатулева Вікторія Олександрівна
МОТИВАЦІЯ ЯК ОСНОВА ОРГАНІЗАЦІЇ СВІДОМОГО НАВЧАННЯ 18

СОЦИАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Павленко Вікторія Вадимівна
РЕПРЕЗЕНТАЦІЯ ПОДІЙ У СИРІЇ В БРИТАНСЬКОМУ ВОЄННОМУ МЕДІАДИСКУРСІ 22

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Kazlouski Anton
LANDMARK-BASED IMAGE REGISTRATION USING A PLAIN OBJECT MODEL IN REMOTE
SENSING TASKS 24

Niemirich Oleksandra, Kuzmin Oleg, Vasheka Oksana, Zychuk Tetyana
DEVELOPMENT OF COMPLEX QUANTITY ASSESSMENT METHOD OF BUTTER QUALITY 27

**Аббасгулиев Айдын Сахим оглы, Меджидова Севиндж Агаверди кызы,
Худавердиева Махаббат, Пашаева Айгюн Эльшан кызы**
ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ
С НЕЧЕТКИМИ ЗНАЧЕНИЯМИ..... 36

Бишко Микита Андрійович, Зубрій Олег Григорович
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТУЖНОСТІ У РОТОРНОМУ ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ..... 39

Бойко Галина Владимировна
ВЛИЯНИЕ ПОДВЕСА ГИРОСКОПА НА ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛУЧА 43

Бродкевич Володимир Михайлович, Ремесло Вячеслав Якович КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ: НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ТА НЕЙРОКОМП'ЮТЕРИ ЯК ОСНОВА ВІДТВОРЕННЯ ПРОЦЕСУ МИСЛЕННЯ	47
Гулієнко Сергій Валерійович, Симан Іван Володимирович ЗАБРУДНЕННЯ МЕМБРАН ТА МЕТОДИ ЇХ РЕГЕНЕРАЦІЇ: КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД	51
Карачун Володимир Володимирович ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАРБОТУВАННЯ РОБОЧОЇ СУМІШІ ШЛЯХОМ ШТУЧНОГО ФОРМУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СПІРАЛІ ПЕРИФЕРІЇ	57
Кузьмін Олег Володимирович, Ліпко Катерина Вікторівна, Очеретна Альона Василівна, Дідоша Анна Іванівна РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КРЕМІВ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	60
Мельник Вікторія Миколаївна ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ПЕРЕМІШУВАННЯ РОБОЧОЇ РІДИНИ В АПАРАТІ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ	69
Орлова Марія Миколаївна, Багінський Євгеній Сергійович МОДИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМУ БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В МЕРЕЖАХ LTE/LTE-A...72	72
Салавеліс Алла Дмитриевна, Павловский Сергей Николаевич МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО СЫРЬЯ	77
Самченко Тарас Васильович АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛЯХ	80
Середюк Марія Дмитрівна, Григорський Станіслав Ярославович ВПЛИВ ПЕРЕМІЧОК НА РЕЖИМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВОНИТКОВИХ НАФТОПРОВІДІВ	86
Чеберда Владислав Олександрович, Степанюк Андрій Романович МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА.....	92

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Богатирчук Анатолій Степанович, Гузенко Світлана Володимирівна ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ В ОРТОТРОПНІЙ ЦИЛІНДРИЧНІЙ ОБОЛОНЦІ З ОТВОРАМИ.....	95
--	-----------

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кондаурова Христина Вадимівна СПЕЦИФІКА ГРАМАТИЧНИХ ТА СТИЛІСТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОВИ ПРАВА ЛАТИНСЬКОМОВНИХ ЗАКОНОДАВЧИХ ДОКУМЕНТІВ	98
--	-----------

Дегтяр Андрій Олегович

*доктор наук з державного управління, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України,
завідувач кафедри менеджменту і адміністрування
Харківська державна академія культури Міністерства культури України*

Дегтярь Андрей Олегович

*доктор наук государственного управления, профессор,
Заслуженный деятель науки и техники Украины,
заведующий кафедрой менеджмента и администрирования
Харьковская государственная академия культуры
Министерства культуры Украины*

Diehtiar Andriy

*Doctor of Public Administration, Full Professor,
Head of Department of Management and Administration
Kharkiv State Academy of Culture of the Ministry of Culture of Ukraine*

ІНСТИТУЦІЙНИЙ ПІДХІД У ДОСЛІДЖЕННІ ВЗАЄМОДІЇ ДЕРЖАВИ ТА БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА В УКРАИНЕ

INSTITUTIONAL APPROACH IN THE STUDY OF THE INTERACTION BETWEEN GOVERNMENT AND BUSINESS IN UKRAINE

Анотація. У статті було проаналізовано основні інститути взаємодії влади і бізнесу. Проведено теоретичний аналіз взаємодії інститутів влади і бізнесу, таких як державно-приватне партнерство, лобіювання та соціальна відповідальність бізнесу. Була запропонована власна класифікація зазначених інститутів на основі характеру їх впливу на бізнес. Були виділені контролюючі, стимулюють і забезпечують інститути взаємодії бізнесу і влади. Надано пропозиції стосовно удосконалення взаємодії влади і бізнесу.

Ключові слова: держава, бізнес, державно-приватне партнерство, лобіювання, соціальна відповідальність бізнесу, інституційний підхід.

Аннотация. В статье были проанализированы основные институты взаимодействия власти и бизнеса. Проведен теоретический анализ взаимодействия институтов власти и бизнеса, таких как государственно-частное партнерство, лоббирование и социальная ответственность бизнеса. Была предложена собственная классификация указанных институтов на основе характера их влияния на бизнес. Были выделены контролирующие, стимулирующие и обеспечивающие институты взаимодействия бизнеса и власти. Даны предложения по совершенствованию взаимодействия власти и бизнеса.

Ключевые слова: государство, бизнес, государственно-частное партнерство, лоббирование, социальная ответственность бизнеса, институциональный подход.

Summary. The article analyzes the main institutions of interaction between authorities and business. Theoretical analysis of the interaction of government institutions and business such as public-private partnerships, lobbying and social responsibility of business. Has offered his own classification of these institutions are based on the nature of their impact on the business. Were allocated to the controlling, stimulating and ensuring the institutions of interaction between business and authorities. The proposal for improving the interaction of government and business.

Key words: government, business, public-private partnerships, lobbying, social responsibility, institutional approach.

Постановка проблеми. З набуттям незалежності Україна обрала для себе нову економічну модель, засновану на ринкових засадах, свободі конкуренції і приватному підприємництві. У той період в Україні активно зароджувалося підприємництво, повсюдно ринок освоював малий і середній бізнес, з'явився великий бізнес, заснований на уламках радянських підприємств і трудових колективів. З розвитком у нашій країні приватного бізнесу, назріло питання організації ефективної взаємодії державних структур з представниками бізнесу, з одного боку, була необхідна регламентація комерції державою, яка охороняла б інтереси суспільства, громадян, а з іншого боку бізнесу, де найчастіше існували власні інтереси, пов'язані зі збільшенням фінансового прибутку. Перетин інтересів держави і комерційних структур призводило до конфлікту інтересів, які не йшли на користь, як самій державі, так і бізнесу, тому пошук оптимальної моделі взаємодії влади і бізнесу, яка враховувала б інтереси суспільства, залишається актуальним завданням у сучасній Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковим підходам у дослідженні взаємодії держави та бізнесу присвячено чимало робіт як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Розробкою теоретичних засад взаємодії держави та бізнесу займалися такі дослідники, як О. Азарян [14], Д. Виговський [2], Б. Винницький [6], В. Геєць [3], О. Гоголя [4], Л. Гриценко [5], І. Іншин [1], А. Колот [9], І. Кудінова [4], М. Лендъел [6], В. Нестерович [8], Б. Онищук [6], П. Сегварі [6], В. Шаповал [10] та ін. Віддаючи належне їх науковим напрацюванням з цієї проблематики, слід зауважити, що дослідження в напрямку взаємодії держави та бізнесу мають загальнонауковий сенс і носять більш описовий характер. Однією з причин такої спрямованості досліджень є відсутність дієвого, науково обґрунтованого підходу і методу, який би враховував комплексну природу взаємодії держави та бізнесу.

Формулювання цілей статті. Ціллю даної статті є з'ясування сутності, основних параметрів та інституційних форми взаємодії держави і бізнесу в сучасному суспільстві, а також надання пропозицій з удосконалення даного процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. За твердженням багатьох вчених, існуючий в сучасній Україні механізм взаємодії влади і підприємництва все більше тяжіє до неокорпоративістської моделі. В ній держава виступає домінуючим суб'єктом політичних взаємодій основних груп інтересів. В цілому модель взаємодії, що склалася адекватним чином вписується в існуючу управлінську структуру суспільства, сприяючи протіканню конфліктів інтересів влади і бізнесу в інституційних рамках. Однак зворотним боком корпоративізму можуть стати концентрація власності і посилення неформальних практик при узгодженні інтересів. Результатом цьо-

го стає зміна соціального контракту влади і бізнесу, включення останнього в систему бюрократичних інститутів.

В результаті між владою і бізнесом в сучасній Україні сформувався яскраво виражений вертикальний тип контракту, що володіє наступними характерними особливостями:

- взаємодія має асиметричний вид, де спочатку закладено нерівноправність права та обов'язки обох сторін (права мають, головним чином, представники держави, а обов'язки прив'язані до представників бізнесу);
- періодичне розмивання правил гри і нечітке закріплення прав власності, викликаючи простір для маніпуляцій в залежності від поточної ситуації;
- непрозорість і незахищеність прав власності створюють умови для маніпулювання державного рівня контролю, а також підтримки того чи іншого бізнесу із застосуванням виборчих стимулів і виборчого притягнення до відповідальності. Все це посилюється асиметрією інформації, якою володіють взаємодіючі сторони, відсутністю надійних механізмів контролю діяльності держави і труднощами консолідації суспільства, що в більшості своїй дорожить знайденою стабільністю [1, с. 25].

Депресивний стан світової економіки в цілому та економіки України зокрема змушує шукати механізми активізації економічного розвитку. В Україні останні роки намітилася тенденція зміщення центру управління розвитком з державного рівня на місцевий.

Теоретичне дослідження існуючих методологічних підходів до управління регіональним розвитком дозволило виявити серед них найбільш значущі. Такими підходами є: системний, інституціональний і маркетинговий.

Системний підхід передбачає вивчення об'єкта на двох рівнях:

- об'єкт управління розглядається як елемент більш широкої системи;
- об'єкт управління — як система, що складається зі сукупності елементів.

Застосування системного підходу дозволяє проаналізувати об'єкт управління не тільки як сукупність елементів, а також їх властивості та зв'язки, що дозволяє визначити найбільш «проблемні» елементи регіону з метою їх вдосконалення.

Маркетинговий підхід дозволяє досліджувати об'єкт управління з позиції адаптації об'єкта управління до споживчого попиту. В рамках маркетингового підходу можна виявити споживчі переваги, що пред'являються до об'єкта управління і визначити необхідні інструменти щодо його вдосконалення.

Інституціональний підхід характеризується дослідженням місця об'єкта управління в системі регіональних інститутів. Він дозволяє розкрити

характер взаємодії об'єкта управління з інститутами та виявити напрями їх вдосконалення.

На інституціональному підході зупинимося більш докладно. В останнє десятиліття зазначений підхід почав займати домінуюче положення в сучасних економічних дослідженнях [3, с. 36].

В сучасній Україні недостатньо розвинені інституційні структури. Це перешкоджає і влади, і бізнесу чітко визначати порядок взаємодії, приймати необхідні заходи для вирішення конфліктних ситуацій, розуміти взаємні інтереси і спільно працювати в режимі консультацій. При цьому стає очевидним, що необхідна інша, більш гнучка модель взаємодії влади і ділового співтовариства, що активно відстоює свої організовані інтереси.

Кроки держави щодо створення сприятливого підприємницького клімату та залученню інвесторів в економіку України розглядаються як фактори, що обмежують етатичні тенденції, і надають бізнес-структурам можливість реалізовувати свої проекти. З іншого боку, без «делікатного» стримування з боку держави групи інтересів будуть заважати досягненню загального блага. Конфлікти між цими групами можуть розростатися і приймати деструктивні форми. Для того, щоб цього уникнути, бізнес і влада повинні вибудовувати взаємини через визнану один одним систему інститутів.

Інституціоналізація взаємодії влади, бізнесу та суспільства може бути успішною при використанні технологій, спрямованих на відкрите обговорення проблем сторонами.

Приклади конструктивної взаємодії влади та бізнесу в Україні вказують на необхідність впровадження діалогових механізмів у процес політичної комунікації. З допомогою конвенціональних моделей взаємодії можливе досягнення істотного зниження конфліктності та рівня соціально-політичної напруженості. Дані моделі дозволяють грамотно управляти конфліктом, включають у роботу з його дозволу інститути громадянського суспільства, надають можливість знайти деструктивні явища. Але, на жаль, використання конвенціональних практик поки що має місце лише в рамках конкретних одиничних ситуацій, діалогові механізми в якості основних моделей вирішення конфлікту поки що не знайшли широкого застосування.

Аналізу особливостей взаємодії влади і бізнесу дає можливість виділити такі інститути та їх взаємодії: державно-приватне партнерство, корпоративна соціальна відповідальність і лобіювання

Державно-приватне партнерство регіональної влади та бізнесу являє собою інституціональний і організаційний альянс між владою і бізнесом в цілях вирішення проблем і реалізації локальних або національних проектів. Цей інститут взаємодії є широко дослідженими як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі. Державно-приватне партнерство у світовій практиці розуміється, з од-

ного боку, як система відносин держави і бізнесу, побудована у контрактній формі, з іншого боку це проекти на об'єктах державної власності.

Ряд вчених звертають увагу на такі характеристики притаманні інституту державно-приватного партнерства: по-перше, держава однозначно має переваги в прийнятті рішень щодо партнерських відносин з бізнесом; по-друге, держава є ініціатором більшості угод у рамках зазначеного інституту [7, с. 36].

Реалізація державно-приватного партнерства передбачає участь бізнесу в проектах, пов'язаних з удосконаленням інфраструктури, насамперед соціальної і транспортної. Сферами взаємодії держави та бізнесу в рамках партнерства в розвинених країнах переважає соціальна інфраструктура (охорона здоров'я, освіта, культура та ін.), а в країнах — транспортна (автодороги, порти, аеропорти, трубопровідний транспорт та ін.) [6, с. 64].

Соціальна відповідальність бізнесу (корпоративна соціальна відповідальність) у контексті інституційного підходу відображає готовність підприємців брати участь у рішенні соціальних проблем суспільства на добровільній основі. У вітчизняному науковому середовищі можна виділити два підходи до дослідження зазначеного явища. Основна маса робіт, присвячених дослідженню соціальної відповідальності бізнесу носить описовий характер і включає приклади практичної реалізації. У той же час ряд робіт містять рекомендації про формалізацію принципів соціальної відповідальності і розширення державної участі в даному процесі.

Соціальна відповідальність бізнесу розглядається як економічна, соціальна, правова і політична категорія. Що дозволяє розглядати її як можливість збільшити вигоду для бізнесу, як інструмент вирішення соціальних проблем, як законність здійснення діяльності та показник ефективності державного управління. Ряд дослідників розширює даний список і поповнює його такими видами соціальної відповідальності як екологічна, громадянська, соціально-культурна і соціально-трудова [4, с. 64].

Соціальна відповідальність класифікується за різними критеріями — суб'єктам ініціювання, спрямованістю її заходів і т.д. Відповідно виділяють: добровільну і примусову соціальну відповідальність, внутрішню і зовнішню соціальну відповідальність.

Вищезазначені інститути взаємодії розкривають сутність формальних та неформальних взаємовідносин, що виникають між владою і бізнесом. Аналізуючи зазначені інститути, вітчизняні дослідники, як правило, акцентують свою увагу на одному з них. У той же час зустрічається інша точка зору. Так, В. Шаповал досліджуючи економічні основи соціальної відповідальності бізнесу, вказує на близькість проаналізованих інститутів та їх зрощування в процесі практичної взаємодії влади і бізнесу [10, с. 25].

Ряд дослідників інакше оцінюють характер їх взаємовідносин. В роботі А. Колота соціальна

відповідальність бізнесу розглядається як інститут державно-приватного партнерства [9, с. 85]. Вважаємо, що дана точка зору не правомірна, так як кожне з представлених явищ може бути розглянуто як сукупність формальних і неформальних відносин, що складаються в процесі реалізації, тобто є інститутами.

Лобіювання як інститут взаємодії влади і бізнесу поки не отримав такого широкого розповсюдження в українській дійсності як державно-приватне партнерство, ні в теорії, ні в практиці діяльності підприємств. Практика лобізму виникла в розвинених країнах, де дослідженню даної проблеми приділялася належна увага. Тому всі вітчизняні дослідження та підходи до даного явища спираються на досвід, накопичений зарубіжними дослідниками.

Проаналізувавши широке коло юридичних та наукових джерел, присвячених вивченню лобізму, потрібно відзначити, що найбільш повно і закінчено трактування «лобізму» представлено у «Британській енциклопедії», де лобізм розглядається, як будь-яка спроба індивіда чи груп приватних інтересів впливати на рішення представників політичного істеблішменту, у первісному значенні — це зусилля по впливу на голосування законодавців з того чи іншого питання, як правило, поза межами законодавчих органів. Лобіювання в різних формах існує у будь-якій політичній системі [11]. В енциклопедичній статті вказуються форми лобіювання, характерні для США, як класичний взірець легалізованого лобізму: 1) представники виборців, які чинять тиск на депутатів у законодавчих зборах; 2) державні службовці, з якими в приватному порядку можна обговорити хвилюючі питання; 3) винагорода кандидатів від організацій і груп, їх висунення на важливі посади; 4) участь у роботі комісій, дорадчих органів при законодавчих зборах і відомствах; 5) організація розсилки листів та/або телефонних дзвінків за встановленим планом; 6) кампанії з інформування громадськості.

Зазначимо, що в контексті дослідження лобістської діяльності зустрічаються два терміни: «лобізм» і «лобіювання». В. Нестерович вказує на те, що поняття «лобізм» використовується в широкому та вузькому розумінні [8, с. 61]. У широкому розумінні воно означає реалізацію права кожного громадянина звертатися з клопотанням до свого уряду, а також вираз і просування інтересів груп населення у всіх гілках влади, що формують та реалізують державну політику. У більш вузькому сенсі під лобізмом розуміється сукупність методів і технологій впливу різних груп інтересів на органи влади.

У різних своїх національних зразках, лобізм поширений і в країнах, таких як Великобританія, Канада, Франція, Японія, широко поставлена діяльність лобістів у неофіційній столиці Європейського союзу — Брюсселі. У всіх перерахованих країнах існують законодавчі рамки, які регламентують лобістську діяльність, і в кожній країні є своя власна

історія з формування державної та громадської позицій по відношенню до лобізму, від повної заборони та осуду даної діяльності, до абсолютної легалізації.

Вітчизняні вчені досліджують лобізм в контексті політичного аспекту, забуваючи при цьому про найважливішу економічну і управлінську складову даного явища, що лобіювання як раз і є однією з сучасних функцій цілеспрямованого впливу на об'єкти управління (ресурси, включаючи інноваційні), що дозволяє цивілізованим шляхом погоджувати інтереси між бізнесом, суспільством і державою [2, с. 43].

Зазначимо, що в українській практиці лобіювання дуже часто пов'язане з таким явищем, як корупція. Вважаємо, що лобіювання як інститут взаємодії влади і бізнесу може будуватися як на формальних, так і неформальних відносинах, до числа яких і може бути віднесена корупція.

Активне застосування державою регулятивних заходів по відношенню до різних видів економічної діяльності, змушує великий бізнес в штаті своїх компаній організовувати структури по роботі з органами державної влади, найчастіше цей вид діяльності носить назву «GR» від англійського аналога «Government Relation».

На сучасному етапі взаємодії влади і бізнесу виявилася закономірна особливість, щоденна постійна робота щодо взаємодії співробітників комерційних структур з представниками державних органів влади, GR діяльність. Ця форма діяльності співробітників компанії забезпечує управління регулятивними ризиками в цілях скорочення їх наслідків для самої компанії і для підтримки комфортних відносин між комерційною структурою і представниками державних відомств.

Л. Гриценко відзначає наступні завдання, які вирішує в компанії структура по взаємодії з органами державної влади, що займається регулятивними ризиками: виявлення ризиків; оцінка суттєвості і потенційних загроз, що формуються ризиками; визначення джерел ризиків і сфер діяльності, які вони зачіпають; надання рекомендацій щодо вибору стратегії зменшення ймовірності настання події ризику для прийняття управлінського рішення; розвиток діяльності з управління ризиками з метою мінімізації їх наслідків у разі їх настання [5, с. 73].

Бізнес зацікавлений у легальних механізмах лобіювання своїх інтересів перед владою, в організації відкритих майданчиків для ведення конструктивного діалогу на експертному рівні. Напівлегальні методи просування бізнес-інтересів, властиві першим етапам взаємодії бізнесу і влади в сучасній Україні. Державою останнім часом взято активний курс на боротьбу з корупцією в середовищі чиновників, і незаконні методи лобіювання бізнесу обіцяють значні репутаційні та штрафні витрати, ніж вигода від неконвенціонально вирішеного питання.

На новому етапі становлення економіки України інноваційним шляхом розвитку, в умовах завдань

формування соціальної правової держави назріла необхідність створення в сучасній Україні повноцінного інституту лобізму, що відповідає ментальності і соціокультурним особливостям українців. Українська модель лобізму має увібрати в себе найкращі світові практики організації даної діяльності, але при цьому вона повинна відповідати актуальним завданням розвитку вітчизняної економіки, ефективно представляти інтереси бізнесу з першочерговим урахуванням вигоди для громадян країни.

Для організації інституту лобізму в сучасній Україні необхідно створення таких важливих елементів:

- 1) законодавча база (передусім — Закон України «Про діяльність лобістів»), що регулює діяльність лобістів, встановлює законодавчі рамки для лобістської діяльності, прописує природу лобізму;
- 2) постійно діючі відкриті експертні дорадчі майданчики у державних і місцевих органах влади, де формуються законопроекти і затверджуються закони, для комунікації представників влади та лобістів;
- 3) спеціальний інформаційний ресурс, який би інформував лобістів про нормотворчі плани влади, де розміщувався б реєстр лобістських фірм і лобістів, надавав би повну інформацію громадськості ким лобіювався той чи інший закон і який результат на виході був отриманий;
- 4) реєстр містить дані про лобістські організації і лобістів, які повинні бути зареєстровані в Міністерстві юстиції України. Після реєстрації лобісти наділяються статусом і повноваженнями на представництво інтересів конкретних комерційних структур, інформацію про фірми роботодавців лобісти в обов'язковому порядку вказують у вищезгаданому реєстрі.
- 5) професійні освітні установи, навчальні програми, які здійснювали б ексклюзивну підготовку фахівців з ведення лобістської діяльності, як для вітчизняного ринку праці, так і для зовнішнього.

Вкрай важливим фактором для розвитку повноцінного інституту лобізму в сучасній Україні є зміцнення ролі та збільшення самостійності законодавчої гілки влади, як на державному рівні, так

і в регіонах. Основне місце роботи лобістів у всьому світі знаходиться в законодавчих зборах, члени та співробітники цих органів влади є основними контрагентами лобістських організацій. Лобістам в Україні в даний час найчастіше доводиться взаємодіяти з питань нормотворчості з чиновниками з галузевих відомств, з співробітниками виконавчої гілки влади, ніж із законодавчою.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок. Інституціональний підхід дозволяє розглядати взаємодію влади і бізнесу в дещо іншому ключі порівняно з неокласичною економікою. Дослідження взаємодії інститутів влади і бізнесу дозволило виділити ряд особливостей.

В результаті аналізу особливостей взаємодії влади і бізнесу можливо виділити такі інститути та їх взаємодії: державно-приватне партнерство, корпоративна соціальна відповідальність і лобіювання.

Державно-приватне партнерство є вигідним для всіх сторін: держава має можливість вирішення актуальних проблем в умовах обмеженого бюджету, бізнес — зниження ризиків при реалізації інвестиційних програм.

Соціальна відповідальність бізнесу розглядається як економічна, соціальна, правова і політична категорія. Що дозволяє розглядати її як можливість збільшити вигоду для бізнесу, як інструмент вирішення соціальних проблем, як законність здійснення діяльності та показник ефективності державного управління.

Створення в сучасній Україні інституту лобізму сприятиме виведенню лобістської діяльності з маргінального стану, зможе підвищити якість законів, прийнятих Верховною радою України, оскільки деякі з них будуть проходити через фільтр критики та пропозицій експертів та професійних лобістів. Також повноцінно працюючий інститут лобізму буде приховано протидіяти корупції у сфері прийняття державних рішень і в цілому зможе стати ефективним інструментом в справі допомоги владі розвитку економіки України. Ефективність інституту лобізму полягає в пошуку балансу державних та бізнесових інтересів, де пріоритет, безумовно відданий на користь обліку інтересу громадян нашої країни.

Література

1. Азарян О. М. Управління взаємодією держави та бізнесу в системі економічної безпеки: монограф. / О. М. Азарян, І. Л. Іншин. — Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2012. — 244 с.
2. Виговський Д. Суть лобізму як категорії політичної науки / Д. Виговський // Українська національна ідея: реалії та перспективи розвитку. — № 20. — 2016. — С. 42–48.
3. Геєць В. М. Суспільство, держава, економіка: феноменологія взаємодії та розвитку / В. М. Геєць; НАН України; Ін-т еко-ню та прогнозув. НАН України. — К., 2009. — 864 с.
4. Гоголя О. П. Соціальна відповідальність бізнесу: монограф. / О. П. Гоголя, І. П. Кудінова; Каб. Міністрів України, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. — Ніжин: Лисенко М. М., 2011. — 175 с.
5. Гриценко Л. Л. Взаємодія держави і бізнесу в контексті реалізації державної інвестиційної політики: монограф. / Л. Л. Гриценко. — Суми: Університетська книга, 2015. — 327 с.

6. Досвід та перспективи впровадження державно-приватних партнерств в Україні та за кордоном / Б. Винницький, М. Лендшел, Б. Онищук, П. Сегварі. — К.: «К.І.С.», 2008. — 146 с.
7. Заскалкін А. С. Теоретико-методологічні основи взаємодії держави і приватного сектора у вирішенні суспільно значущих завдань / А. С. Заскалкін // Теорія та практика державного управління. — 2015. — Вип. 3. — С. 70–76.
8. Нестерович В. Ф. Конституційно-правові засади інституту лобіювання: зарубіжний досвід та перспективи для України: монограф. / В. Ф. Нестерович; МВС України, Луган. держ. ун-т внутр. справ ім. Е. О. Дідоренка. — Луганськ: РВВ ЛДУВС ім. Е. О. Дідоренка, 2010. — 752 с.
9. Соціальна відповідальність: теорія і практика розвитку: монограф. / [А. М. Колот та ін.]; [за наук. ред. д-ра екон. наук, проф. А. М. Колота]; Держ. вищ. навч. закл. «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана», Наук. парк, Ін-т соц.-труд. відносин. — К.: КНЕУ, 2012. — 501 с.
10. Шаповал В. М. Соціальна відповідальність бізнесу в структурі управління економікою: монограф. / В. М. Шаповал; ДВНЗ «Нац. гірн. ун-т». — Д.: Держ. ВНЗ «НГУ», 2011. — 356 с.
11. Lobbying [Electronic resource] / Encyclopedia Britannica — Mode of access: <https://www.britannica.com/topic/lobbying>.

УДК 37.01

Зайченко Наталія Іванівна

*доктор педагогічних наук,
професор кафедри загальної та прикладної психології
Інститут екології економіки і права*

Зайченко Наталия Ивановна

*доктор педагогических наук,
профессор кафедры общей и прикладной психологии
Институт экологии экономики и права*

Zaichenko Nataliia

*Doctor of Pedagogical Sciences
Institute for Ecology Economy and Law*

ІДЕЯ «ПРОСВІТНИЦЬКОГО РЕГЕНЕРАЦІОНІЗМУ» В ІСПАНЬКОМУ ПЕДАГОГІЧНОМУ ДИСКУРСІ НА РУБЕЖІ XIX–XX СТ.

ИДЕЯ «ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОГО РЕГЕНЕРАЦИОНИЗМА» В ИСПАНСКОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВВ.

IDEA OF «EDUCATIONAL REGENERATION» IN THE SPANISH PEDAGOGICAL DISCOURSE AT THE TURN OF THE 19TH AND 20TH CENTURIES

Анотація. Статтю присвячено вивченню значення і змістового наповнення ідеї «просвітницького регенераціонізму» в іспанському педагогічному дискурсі на рубежі XIX – XX ст. Визначено, що іспанські педагоги вбачали в народному просвітництві, розбудові загальної освіти на демократичних засадах фундаментальні умови оновлення і переродження рідної країни, яка переживала наприкінці XIX століття значний занепад.

Ключові слова: «просвітницький регенераціонізм», іспанський педагогічний дискурс, іспанські педагоги, народне просвітництво, загальна освіта.

Аннотация. Статья посвящена изучению значения и содержательного наполнения идеи «просветительского регенерационизма» в испанском педагогическом дискурсе на рубеже XIX – XX вв. Определено, что испанские педагоги усматривали в народном просветительстве, внедрении общего образования на демократических основаниях фундаментальные условия обновления и перерождения родной страны, переживавшей в конце XIX века значительный упадок.

Ключевые слова: «просветительский регенерационизм», испанский педагогический дискурс, испанские педагоги, народное просветительство, общее образование.

Summary. The article is the result of studying problem of meaning and contents of idea of «educational regeneration» in the Spanish pedagogical discourse at the turn of the 19th and 20th centuries. It is determined that some Spanish educators saw in national enlightenment and extension of general education on democratic basis the fundamental conditions for motherland renewal and regeneration.

Key words: «educational regeneration», the Spanish pedagogical discourse, Spanish educators, national enlightenment, general education.

Постановка проблеми. Історичний досвід суспільно-інтелектуального руху — «регенераціонізму» — в Іспанії наприкінці XIX — на початку XX ст. втілював значні особистісні духовно-моральні пошуки, прагнення громад і спільнот досягти ідеалів соціальної справедливості, солідарності, рівності. Колізії суспільного життя

тогочасної Іспанії виکارбувалися в філософському світоспогляданні й відбилися в педагогічному дискурсі. Іспанські педагоги — теоретики і практики — обґрунтовували ідею «просвітницького регенераціонізму», виходячи з розуміння того, що народне просвітництво та й загалом організація громадського життя на демократичних засадах —

то є базові умови не тільки для подолання «катастрофічного» становища, в якому опинилася держава наприкінці XIX ст., але й для її потужного прогресивного цивілізованого поступу в світовому просторі. Саме із загальною освітою й народним просвітництвом пов'язувалися сподівання іспанських інтелектуалів на оновлення рідної країни, на її відродження й головним чином — *переродження* під силою стрімливого колективного духу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історичні аспекти розвитку педагогіки в Іспанії на рубежі XIX–XX ст. знайшли відображення в працях іспанських учених Б. Делгадо Кріадо (B. Delgado Criado), А. Капітана Діаса (A. Capitan Diaz), О. Негріна Фахардо (O. Negrin Fajardo), Х.-Л. Геренї (J.-L. Guereña), М. Пуельеса Бенітеса (M. Puelles Benitez) та багатьох інших.

Мета статті — визначити, в чому полягає ідея «просвітницького регенераціонізму», розвинута в іспанському педагогічному дискурсі на рубежі XIX–XX ст.

Виклад основного матеріалу. У промові видатного іспанського політичного діяча Н. Сальмерона (Nicolas Salmeron y Alonso) «Республіка і національна освіта» (1895 р.) пролунали такі прекрасні слова: «немає в реальності в житті народу, який вийшов з варварства, якоїсь мети, якої б він волів понад мету просвітництва, бо це те елементарне, та основа, на якій постають усі суспільні цілі» [1, с. 1].

Славетна іспанська просвітителька М. Карбонель Санчес (Maria Carbonell y Sanchez), виступаючи на зібранні наукового товариства у Валенсії 27 травня 1899 року, зазначила, що «всі ми прагнемо до радикального перетворення, всі бажаємо нової Батьківщини, фенікса, який воскресає з власного попелу. Саме ті, хто шукають цих результатів у дослідженні складних проблем, які містяться у вихованні, йдуть істинним й добрим шляхом» [2, с. 408].

А. Лопес Муньос (Antonio Lopez Munoz) порівняв регенераціонізм з «відблиском перших променів світла в свідомості Іспанії, оповитої чорними тінями національного болю», й це світло є «світлом істини, прогресу, культури, визволення для нашої улюбленої і нещасної іспанської Батьківщини». Ця праця інтелектуального оновлення, просвітництва задля славного прийдешнього переповнена натхненням почуттів любові та справедливості, й вона не може бути працею тільки однієї людини, а має стати працею всього народу [3, с. 1].

У статті «Про національну освіту» (1897 р.) іспанський педагог Х. Унья (J. Una) стверджував, що «великі хвилі модерного прогресу накочуються з різних сторін на Іспанію», проте освітня політика має бути виваженою, адже іспанський народ, маючи величну історію, гідний славетної долі в щасливому майбутньому, має зберегти власне національне існування. Головним завданням освіти в пробудженні свідомості народу є «виховання національного духу,

наших значних прагнень у розбудові людської цивілізації і досягнення прогресу Вітчизни» [4, с. 82–83]. Розв'язання цього завдання залежатиме не стільки від наявності й функціонування різних освітніх установ — університетів, інститутів, шкіл, — скільки від натхнення самого народу з його твердою волею і палким бажанням досягти величності й досконалості [4, с. 83].

Учитель муніципальних шкіл у Севільї А. Мартінес Діас (Antonio Martinez y Diaz) піднесено проголосував про те, що «місія возвеличувати й оновлювати Батьківщину — в руках Учителя, це йому потрібно добиватися, щоб всі його учні вигравіювали в своїх серцях і душах святу любов до Іспанії, яка вкриває всіх нас своїм дивовижним, прекрасним небом, як благословення матір оберігає всіх іспанців» [5, с. 18].

Інший шкільний учитель Е. Гільяр (Eduardo Guillar) зазначав у своїй публікації «Світська школа» (1903 р.), що «найтяжча хвороба нашого народу — неучтво. Немає проти неї іншого засобу, як той, про який прохав Гете, помираючи, — *більше світла!* — і той, що здобувається за допомогою світської школи... в ній формуються багаті, величні, могутні народи, навчаючись індивідуальному й суспільному життю, підготовляючись належним чином на сучасних педагогічних засадах» [6, с. 3].

Іспанський публіцист Б. де Ечегарай (Bonifacio de Echegaray) відмічав, що, починаючи з 1898 року, набули нової принципової ролі в суспільстві два поняття — «катастрофа» й «оновлення». Перше пов'язане з «болісним пробудженням від сну про марнолюбство Батьківщини, яка вела нас на відважні пригоди, що надало дивного поштовху легендарним і славним традиціям», а друге — це своєрідна декларація про «прагнення до реставрації, яке засяяло в душі спільноти під загрозою смерті від напористості могутніх ворогів» [7, с. 1]. Освіта — одна з базових засад відродження Іспанії. Проблема виховання надто складна, вона не може розв'язуватися виключно змінами у викладанні, «необхідно закладати в нижніх душах дітей ідеї про порядок, мир, моральність, дисципліну, й усе це зберігається в досвіді іспанських шкіл», — настоював автор у статті «Модель для Іспанії» (1903 р.) [7, с. 1].

Подібні думки висловлював у публікації «Проблема освіти в Іспанії» (1904 р.) інший автор А. Морільо (Antonio Morillo). Так, він писав, що «для єднання всіх необхідні освіта й виховання, божественні факели, повсякчасні маяки людського духу, вічні полюси, до яких мають, як магнітна стрілка, тяжіти народи після всіляких їхніх відхилень» [8, с. 35].

Визначний іспанський педагог, правознавець, соціолог А. Посада (Adolfo Posada) відстоював ідею поширення культури в усьому іспанському суспільстві за допомогою національної освіти й просвітництва народу, однак вважав це надто складним завданням, оскільки «неписьменність здобула дуже міцної підтримки в традиції нашого народу» [9, с. 59].

За глибоким переконанням А. Посади, всі живі сили народу необхідно долучити до боротьби за нове життя, і в цій боротьбі виховання стане «єдиним порятунком, єдиним засобом зламати невидимі кайдани» [9, с. 66]. Саме тепер, палко проголошував педагог, настав час «колективної діяльності в Іспанії» задля розквіту національної освіти. Ця колективна діяльність народу має бути рішуче й розумно підтримана правлячою владою. Вкрай важливим є сьогодні об'єднання народних зусиль у справі «педагогічної політики» [9, с. 66–67].

Іспанський педагог Е. Масіас (Epifanio Macias) обґрунтовував значення соціальної педагогіки як невід'ємної складової регенераціонізму та модернізації Іспанії. «Теперішня Іспанія не лише відчуває нестачу просвітництва і культури в порівнянні з іншими народами, але й, що найтяжче, не має ні волі, ні засобів для досягнення цих вершин. Коли ми бажаємо йти в єдності з державами культурної Європи, тоді уряди, яким ввірено керувати народом на шляху справедливості й добра, мають проповідувати про чудодійний хрестовий похід, в якому й поважні, і прості, й багаті, й бідні — всі ми одностайно, натхненні почуттям любові аби врятувати Батьківщину, визволимося в незвичайній битві та піднімемо тріумфально і переможно стяг свободи, майстерно вишитий руками цивілізації та прогресу», — натхненно закликав педагог [10, с. 67]. Єдиним шляхом для іспанського народу вийти з темряви й безкультур'я є просвітництво, спрямування «всієї енергії нації на поширення світла наук і мистецтв», бо інакше «іспанська нація прийде до найжахливішого з усіх катаклізмів — «до руїни й смерті» [10, с. 67].

У статті «Іспанська освіта» (1908 р.) славний іспанський філософ Х. дель Перохо (Jose del Perojo)

зауважував, що піклуватися про прогрес освіти не є для Іспанії просто виконанням обов'язку, що властиво для всіх сучасних держав, адже саме від розквіту освіти залежатиме покращення життя прийдешніх поколінь. Для Іспанії проблема освіти — це «проблема життя і смерті, тому що освіта, тільки освіта, може стримати спадний курс, яким рішуче йде народ від певного часу. Для Іспанії це проблема відродження, воскресіння. Це проблема спасіння» [11, с. 5].

Видатний просвітителю вважав, що XIX століття залишиться для іспанців «часом агонії, жахливим віком четвертування, роз'єднання, часом переважання особистісних й індивідуальних інтересів, сторіччям тиші в сфері освіти», проте, він невмолимо вірив у те, що «безсумнівно, існує щось, схоже на глас колективної душі народів», бо нині підноситься колективна душа народу, щоб протистояти невіглатству [11, с. 5].

Висновки. Освіта — це вселенська скарбниця людського духу, боротьба за всезагальну освіту в усіх народів — це історичний крок до визволення та свободи. В найтяжчі часи історії своєї Вітчизни на рубежі XIX — XX ст. іспанські інтелектуали рішуче виступили за право народу бути освіченим, йти прогресивним шляхом й передати прийдешнім поколінням нескорену, живу, величну Іспанію. Ідея «просвітницького регенераціонізму» передбачала значну демократизацію суспільно-політичного життя, в ній — коренилися майбутні паростки нового іспанського громадянського суспільства, в ній — вбачалася передумова створіння цивілізованого буття нації і подальшого її поступу, й, нарешті, ця висока ідея спрямовувала до пробудження розуму — найвагомішого мірила людяності.

Література

1. La Republica y la educacion nacional. Maravilloso discurso de Salmeron / Las Dominicales. Del libre pensamiento. — Madrid. — Viernes, 31 de mayo de 1895. — № 668. — P. 1.
2. Carbonell y Sanchez, M. Accion reciproca de la idea y del sentimiento en la regeneracion de un pueblo / Maria Carbonell y Sanchez // La Escuela Moderna. — 1899, junio. — № 99, ano IX. — P. 401–412.
3. Lopez Munoz, A. La reforma de la ensenanza / Antonio Lopez Munoz // Heraldo de Madrid. — Lunes 5 de junio de 1899. — № 3.129, ano X. — P. 1.
4. Una, J. De la educacion nacional / J. Una // La Escuela Moderna. — 1897. — № 71, febrero. — P. 81–91.
5. Martinez y Diaz, A. La educacion y el Estado / Antonio Martinez y Diaz // La Escuela Moderna. — 1902, enero. — № 130, ano XII. — P. 5–24.
6. Guillar, E. La escuela laica / Eduardo Guillar // Las Dominicales. Semanario Libre pensador (Madrid). — Viernes 30 de julio de 1903. — № 127, ano III. — P. 3.
7. Echegaray, B. Un modelo para Espana / Bonifacio de Echegaray // La Epoca. — 30 de julio de 1903. — № 19.084, ano LIV. — P. 1.
8. Morillo, A. El problema de la educacion en Espana / Antonio Morillo // Revista Contemporanea. — 15 de Julio de 1904. — № 651, ano XXX. — P. 35–48.
9. Posada, A. Politica pedagogica / Adolfo Posada // La Espana Moderna. — 1900. — № 7. — P. 58–76.
10. Macias, E. Pedagogia social / Epifanio Macias // La Escuela Moderna. — 1910. — № 1, enero. — P. 66–67.
11. Perojo, J. La educacion espanola / Jose del Perojo // Nuevo Mundo (Madrid). — Jueves 19 de marzo de 1908. — № 741, ano XV. — P. 5.

УДК 37.022

Лимарєва Юлія Миколаївна

*кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»*

Лымарева Юлия Николаевна

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики
ГБУЗ «Донбасский государственный педагогический университет»*

Lymareva Yuliya

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Donbas State Pedagogical University*

Хатулева Вікторія Олександрівна

*студентка
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»*

Хатулева Виктория Александровна

*студентка
ГБУЗ «Донбасский государственный педагогический университет»*

Khatuleva Victoria

*Student of the
Donbas State Pedagogical University*

МОТИВАЦІЯ ЯК ОСНОВА ОРГАНІЗАЦІЇ СВІДОМОГО НАВЧАННЯ

МОТИВАЦИЯ КАК ОСНОВА СОЗНАТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

MOTIVATION AS A BASIS OF ORGANIZATION OF CONDUCTIVE EDUCATION

Анотація. У статті розкрито роль мотивації в навчально-виховному процесі, дані її види та форми, представлені основні складові мотивації і механізм їх взаємодії з метою організації процесу свідомого навчання. З огляду на природність фізики як науки, її змісту та методичного арсеналу вона здатна бути потужним засобом у формуванні здатності особистості до свідомого навчання та використання набутих навичок у неперервній освіті впродовж життя. Яскравість явищ природи зацікавлює особистість та спонукає до подальшого спостереження навколишнього світу, накопичення спектру схожих явищ, розумовій обробці отриманої інформації. Можливість відтворення або моделювання явищ та проведення експерименту мотивує до практичної навчальної діяльності. Спостереження та досліди, будучи основними методами наукового пізнання забезпечують не лише мотивацію до вивчення фізики, як шкільної дисципліни. У такий спосіб засобами фізики здійснюється загальний розвиток та становлення школяра як особистості. При цьому завдання учителя полягає у тому, щоб створити таку атмосферу навчання, яка мотивуватиме особистість на позашкільну самоосвіту та самовдосконалення.

Ключові слова: свідомість, мотивація, мотив, пізнавальна діяльність, активність, самостійність.

Аннотация. В статье раскрыта роль мотивации в учебно-воспитательном процессе, данные ее виды и формы, представлены основные составляющие мотивации и механизм их взаимодействия с целью организации процесса сознательного обучения. Учитывая естественность физики как науки, ее содержания и методического арсенала она способна быть мощным средством в формировании способности личности к сознательному обучению и использования приобретенных навыков в непрерывном образовании в течение жизни. Яркость явлений природы привлекает личность и побуждает к дальнейшему наблюдения окружающего мира, накопления спектра похожих явлений, умственной обработке полученной информации. Возможность воспроизведения или моделирования явлений и проведения эксперимента мотивирует к практической учебной деятельности. Наблюдения и опыты, являясь основными методами научного познания обеспечивают не только мотивацию к изучению физики, как школьной дисциплины. Таким образом средствами физики осуществляется общее развитие и становление школьника как личности. При этом задача учителя состоит в том, чтобы создать такую атмосферу обучения, мотивировать личность на внешкольное самообразование и самосовершенствование.

Ключевые слова: сознание, мотивация, мотив, познавательная деятельность, активность, самостоятельность.

Summary. The article reveals the role of motivation in the educational process, data on its types and forms, presents the main components of motivation and the mechanism of their interaction in order to organize the process of conscious learning. The content of physics as a science, its content and methodical arsenal can be a powerful tool in shaping the individual's ability to consciously learn and use acquired skills in lifelong education. Natural phenomena are interested in the personality and encourage the further observation of the surrounding world, the accumulation of a spectrum of similar phenomena, and the mental processing of the information received. Ability to reproduce or simulate phenomena and conduct an experiment motivates practical training activities. Observations and experiments, being the main methods of scientific knowledge, provide not only the motivation to study physics as a school discipline. In this way, the means of physics are the general development and formation of the student as a person. In this case, the task of the teacher is to create an atmosphere of learning that will motivate the person for extracurricular self-education and self-improvement.

Key words: consciousness, motivation, motive, cognitive activity, activity, autonomy.

Постановка проблеми. Проблема мотивації не є новою, але на даному етапі розвитку науки і освіти досягла своєї кульмінації. Бажання вчитися і отримувати усвідомлені знання втратило свою актуальність. Аналіз останніх досліджень, бесід з практикуючими вчителями загальноосвітніх шкіл, відповідей школярів на питання опитувальника, дозволяють відзначити низький або недостатній рівень мотивації до навчання. Значна частина школярів взагалі не ставить перед собою ніяких цілей стосовно власної освіти. Все це свідчить про те, що перед сучасними педагогами гостро стоїть проблема створення спеціальної методики формування свідомо вмотивованої особистості.

Аналіз актуальних досліджень. В сучасній літературі чимало досліджень, присвячених зазначеній проблемі. В більшості дослідження обмежується актуальністю проблеми та важливістю винайдення універсальних методів мотивації особистості до навчальної діяльності. Інші джерела подають практичний досвід мотивації для конкретних навчальних ситуацій. Нажаль, відсутні дослідження щодо загального підходу до винайдення методів формування стійкої свідомої мотивації навчання особистості.

Мета статті. Тому, метою статті ставимо дослідити основні точки на які спирається мотивація і її місце в організації свідомого навчання, показати у який спосіб засобами фізики може реалізовуватися мотивація до подальшої самоосвіти та самовдосконалення особистості.

Виклад основного матеріалу. Для професійної освіти мотивація навчально-пізнавальної діяльності — це спроби особистості досягти певного рівня розвитку в професійній діяльності, в основі якої лежать глибокі, потужні і різноманітні професійні та професійно-орієнтовані знання, вміння і навички. У свою чергу, ця потреба викликає певний інтерес, поштовх, дає сенс навчально-пізнавальної діяльності майбутнього фахівця [3, с. 203].

Метою нового змісту освіти є переорієнтація навчання на гуманізацію, створення необхідних умов для самореалізації людини як особистості. Генеральну лінію вдосконалення освіти становить індивідуалізація, диференціація, гуманізація і само-

виховання, які лежать в основі організації свідомого самонавчання особистості [1].

Під самоосвітою розуміють процес отримання знань з ініціативи самої особистості у зручний для неї час і який контролюється самою особистістю. Таким чином, виникає необхідність в організації екстреної допомоги викладачеві. Першим кроком до вирішення цієї проблеми є вирішення проблеми мотивації навчальної діяльності. Кожен педагог погодиться, що саме мотивація є відправною точкою в діяльності. Ще більшого значення вона набуває коли мова йде про самоосвітню діяльність. Говорячи про педагогічну діяльність, доцільно усвідомити що є найбільш важливим у педагогічній діяльності: мотивація навчання або навчання мотивації? Безумовно, друге є підставою першого: не володіючи чимось, не можна його використовувати.

Реалізація в навчальному процесі принципу наступності навчання забезпечує неперервність мотивації. Так, підставою для закріплення вивченого матеріалу і мотивацією до вивчення подальшого буде повсякденне життя, а не високі матерії.

Виділяють п'ять основних методів мотивації:

- матеріальну винагороду;
- співучасть;
- підвищення особистого авторитету;
- підвищення соціального авторитету;
- емотивні методи.

Спочатку педагог використовує зовнішню форму мотивації: певні дії спрямовані на те, щоб долучити до співпраці. Слід акцентувати увагу на тому, що мотивувати необхідно дією, а не заклик до дії. Мотивація являє собою безліч психічних процесів і ефектів, що лежать в основі здібностей людини визначати ставлення до очікуваних наслідків і обраним напрямом і зменшувати витрати енергії.

Кінцевою метою мотивації в діяльності вчителя є формування внутрішньої мотивації учнів, яка представляє собою справжні бажання і потреби, які змушують діяти. Самомотивація — це вищий рівень мотивації, який виходить з внутрішніх стимулів людини.

Стабільна мотивація визначається такими рисами:

- спрямована на самовдосконалення;

- приносить задоволення від подолання чергової вершини;
- кожне досягнення є стимулом до подолання наступної перешкоди;
- супроводжується самозадоволенням;
- стійка самоосвітня пізнавальна діяльність.

Таким чином, розумовий розвиток характеризується і тим, що відображається в свідомості, і ще в більшій мірі, як відбувається це відображення. Паралельно з інтелектуальною готовністю особистості до активної діяльності необхідно акцентувати увагу на діяльнісний характер відносин суб'єкта по відношенню до об'єкта пізнання [4, с. 40].

Проблема пізнавальної активності — одна з основних у педагогіці і педагогічній психології, вона включає кілька складових: мотиваційну сферу, навчання мисленню, розвиток пізнавальних інтересів, формування самостійності, визначення розумових здібностей, а також придбання таких якостей як спостережливість, цілеспрямованість, відповідальність [3, с. 202].

Розрізняють активність: внутрішню (розумову) і зовнішню (моторну), причому важливі обидва компоненти.

Головними ознаками пізнавальної активності є:

- творча спрямованість;
- інтелектуальна спрямованість;
- творча самостійність [2, с. 143–144].

Сучасна освіта націлюється на розвиток і формування соціально зрілої, працьовитої, творчої особистості, професіонала, мобільного на ринку праці, здатного до адаптації і максимальної реалізації власного творчого потенціалу. Досягти цього можна за допомогою широкого впровадження нових інформаційних технологій, побудованих на принципах гуманістичного підходу, особистісно-орієнтованої освіти, здатних зберегти цінність кожної особистості в умовах функціонування навчального закладу [5, с. 229].

Внутрішні мотиви навчально-пізнавальної діяльності щодо структури навчальних мотивів можна класифікувати на дві групи: пізнавальні мотиви і мотиви досягнення. В основі перших лежить інтерес, других — прагнення до успіху. Для других пізнавальна діяльність є засобом досягнення мети, а для перших — сама діяльність є метою. Тому, можна стверджувати, що пізнавальною є така мотивація, при якій нові знання збігаються з метою пізнавальної діяльності, а мотивація досягнення — з мотивацією, при якій діяльність є засобом досягнення мети, яка знаходиться поза пізнавальною діяльністю. Тобто, мотивацію досягнення необхідно підпорядкувати мотивації пізнавальній, яка самостійно визначає напрямки і рівень активності людини [6, с. 20].

Головною метою у навчальному процесі має бути не отримання оцінок (мотивація досягнення), а засвоєна система міцних, різноманітних знань, умінь і навичок, всебічний і гармонійний розвиток влас-

ної особистості. Наявність пізнавальної мотивації забезпечує поступове просування вперед, оскільки відбувається зміщення зовнішнього мотиву на мету певного етапу професійної підготовки [3, с. 205].

Прийоми розвитку пізнавальних мотивів можна розділити на дві групи:

- 1) зацікавленість змістом навчального матеріалу — новизна повідомлення, приклади їх художньої літератури, використання екологічного спрямування матеріалу, історичні факти, факти з життя вчених, інформація про розкриття можливостей людини і ін.
- 2) зацікавленість процесом навчання — використання роздаткового матеріалу і технічних засобів навчання, комп'ютерної техніки, демонстраційного експерименту та інших засобів наочності, залучення до ігрової діяльності, проблемне навчання і т. ін.

Завдання педагога, спираючись на формулу успіху Е. Бравермана, — правильно організувати використання прийомів різних груп і їх взаємозв'язок

$$Y = M + (PI + UI + ZI + VI) + CZ$$

де: Y — успіх;

M — мотивація;

PI — пошук інформації;

UI — усвідомлення інформації;

ZI — запам'ятовування інформації;

VI — використання інформації;

CZ — систематичність занять [6, с. 166–167].

Будучи фундаментальною наукою про природу, фізика має потужний арсенал засобів формування мотивованої особистості. Безумовно, що це є спостереження та дослід. Організоване у такий спосіб навчання задовольняє основні вимоги природного розвитку особистості: природність, наочність та практичний діяльнісний підхід.

При цьому під **природністю** розуміють:

- природний розвиток учня: відповідність вікових та розумових можливостей;
- опора на спостереження природних явищ, як базових у вивченні навколишнього світу;
- фундаментальність природних законів: неупливовість людини на перебіг природних явищ;
- нескінченна пізнаваність природи;
- універсальність природних законів для різнобічного вивчення та дослідження природи.

Наочність навчання:

- забезпечує підсвідоме сприйняття інформації;
- сприяє цілісному сприйняттю інформації;
- дає можливість максимально точного відтворення.

Практичність матеріалу:

- сприяє усвідомленню необхідності вивчення;
- переконання у доцільності обраних методів вивчення;
- урізноманітнення підходів до вивчення (різні аспекти).

Діяльнісний підхід забезпечує:

- наочність навчання;

- розумне сприйняття;
- невідомість мотивації;
- необхідність урахування різнобічності явища одночасно;
- підсвідоме засвоєння.

Беручи до уваги активність старшокласників не слід забувати той факт, що лівова доля у їхній мотивації належить профорієнтаційній роботі. Усвідомлення такими школярами своєї власної подальшої сфери діяльності значною мірою спрощує формування в них стійкої мотивації.

Висновки. Мистецтво мотивації — унікальний інструмент в руках педагога, але використовувати його необхідно постійно не тільки для того щоб не дати «згаснути вогнику зацікавленості», а й для того щоб самовдосконалюватися. Кожен вчиться у того середовища і того оточення, в якому знаходиться.

Неможливо розвинути мотивацію, можна лише сприяти цьому розвитку. Апарат фізики як науки та навчальної дисципліни дає можливість досягти максимально можливого рівня стійкої мотивації навчання особистості. В процесі заняття кожен повинен бути максимально активний. Незважаючи на безліч методів, способів і форм навчання, вони не можуть бути корисні одночасно. Для ефективної побудови процесу навчання необхідно орієнтуватися на індивідуальність особистості, організовувати планованість і систематичність діяльності.

Зважаючи на вище зазначене, перспективи подальших розвідок бачимо в дослідженні ефективності методів мотивації, встановленні дидактичної значущості та методичної доцільності їх використання на різних етапах навчального процесу з фізики.

Література

1. Кирхлер Э., Родлер К. Мотивация в организациях. — Харьков: Гуманитарный центр, — 2003. — 12 с.
2. Кузьмінський А. І., Омеляненко В. Л. Педагогіка: Підручник. — К.: Знання-Прес, 2003. — 418 с.
3. Педагогіка і психологія професійної освіти: результати досліджень і перспективи: Збірник наукових праць / За ред. І. А. Зазюна та Н. Г. Ничкало. — Київ, 2003. — с. 202–209.
4. Подласый И. П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов: В 2 кн. — М.: Гуманит. изд. центр. ВЛАДОС, 1999. — Кн.1—576 с: ил.
5. Харламов И. Ф. Педагогика: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М: Высш. шк., 1990. — 562 с.
6. Шарко В. Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект / Посібник для вчителів і студентів. — К., 2005. — с. 164–167.

Павленко Вікторія Вадимівна*кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри масової та міжнародної комунікації
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара***Павленко Виктория Вадимовна***кандидат филологических наук, доцент,
доцент кафедры массовой и международной коммуникации
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара***Pavlenko Viktoriia***Candidate of Philological Sciences, Docent,
Docent (Associate Professor) of the Mass and International Communication Department
Oles Honchar Dnipro National University***РЕПРЕЗЕНТАЦІЯ ПОДІЙ У СИРІЇ В БРИТАНСЬКОМУ
ВОЄННОМУ МЕДІАДИСКУРСІ****РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ СОБЫТИЙ В СИРИИ В БРИТАНСКОМ
ВОЕННОМ МЕДИАДИСКУРСЕ****THE REPRESENTATION OF SYRIAN EVENTS
IN BRITISH WAR MEDIA DISCOURSE**

Анотація. У статті розглядаються особливості репрезентації сучасних подій у Сирії в британському воєнному медіадискурсі. Визначаються концепти, які характеризують ситуацію в Сирії в період з грудня 2017 р. по лютий 2018 р. Зазначається зміна акценту із повідомлень про суто бойові дії на опис почуттів звичайних людей, які опинились у центрі озброєного конфлікту. Доводиться зв'язок семантичного наповнення та функціонування концептів у воєнному медіадискурсі із загостренням ситуації.

Ключові слова: воєнний медіадискурс, концепт, контекст, контекстуальна модель.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности репрезентации современных событий в Сирии в британском военном медиадискурсе. Определяются концепты, которые характеризуют ситуацию в Сирии в период с декабря 2017 г. по февраль 2018 г. Отмечается смена акцента с сообщений только о боевых действиях на описание чувств обычных людей, которые оказались в центре вооруженного конфликта. Доказывается связь семантического наполнения и функционирования концептов в военном медиадискурсе с обострением ситуации.

Ключевые слова: военный медиадискурс, концепт, контекст, контекстуальная модель.

Summary. The article deals with the peculiarities of representation modern Syrian events in British war media discourse. The concepts which characterize the situation in Syria from December 2017 till February 2018 are defined. The author emphasizes points out the change in emphasis from the reports only about warfare to the description of people's feelings who found themselves in the center of armed conflict. The link between concept semantic meaning and its functioning in war media discourse is proved to be connected with the worsening of the situation.

Key words: war media discourse, concept, context, context model.

Вступ. У другій половині ХХ ст. значної популярності набувають дослідження різних типів дискурсу, що пов'язано із бурхливим розвитком відносно молодій науки — дискурсології. Теоретичну базу з дискурсології закладено в роботах Т. ван Дейка, Д. Матесон, М. Телбот, М. Макарова, В. Борботько, Є. Кожемякіна, К. Серажим, Л. Су-

прун, М. Бутиріної та ін. Однак воєнний медіадискурс залишився поза увагою вчених. Утім його ґрунтовне дослідження, на нашу думку, уможливило б розробку не лише механізмів правильного декодування певної воєнної події одержувачем повідомлення, але й підходів до формування адекватної картини світу в умовах конфлікту.

Постановка завдання та методи дослідження. Головна мета статті — проаналізувати особливості подання новин про події в Сирії у британському воєнному медіадискурсі. Зрозуміло, що в межах однієї статті неможливо здійснити ґрунтовний аналіз усіх новин цієї тематики в британському воєнному медіадискурсі, тому автор зосередилась лише на публікаціях *The Guardian* (грудень 2017 р. — лютий 2018 р.). За метод дослідження обрано контент-аналіз.

Результати дослідження. Воєнний медіадискурс не є інституційним типом дискурсу. Це означає, що відправник повідомлення не виступає як представник «військового» соціального інституту, а отже і формує медіа повідомлення інакше, з огляду на те, що одержувач цього повідомлення — людина необізнана у воєнній специфіці. Крім того, відправник повідомлення повинен враховувати і той факт, що він і одержувач повідомлення від самого початку мають різні контексти для сприйняття певної воєнної події. Тобто, відправник знаходиться у центрі воєнної події, а одержувач — зазвичай, далеко від неї. Для того, щоб одержувач вірно декодував воєнну подію, відправнику необхідно володіти механізмом побудови повідомлення на основі максимального зближення їх контекстів.

Спочатку події в Сирії представлені в британському воєнному медіадискурсі досить нейтральними концептами «unrest», «protest», «revolution» («заворушення», «протест», «революція», весна 2011 р.). Репрезентація цих подій формує уявлення реципієнта про них, як про справедливі дії громадян проти існуючого жорстокого режиму президента Башара. Але через деякий час ситуація загострюється і на перший план у повідомленнях виходять бойові дії.

Аналіз публікацій *The Guardian* за грудень 2017 р. — лютий 2018 р. показав, що всі події подаються із підсиленою конотативною окрасою: «blatant crimes», «hell on earth», «miserable situation», «atrocities of war», «flagrant war crimes», «the massacre of the 21st century», «abhorrent situation», «relentless bombing» («жахливі злочини», «ад на землі», «сумна ситуація», «звірство війни», «страшні воєнні злочини», «різня 21-го сторіччя», «огидна ситуація», «безжалісне бомбардування») [1].

Якщо в 2011–2014 рр. у центрі повідомлень були воєнні дії, то зараз велика увага приділяється не лише опису суто бойових дій, але й почуттям звичайних людей, які опинились в цій ситуації, їх побуту на тлі війни (частину їжі доставляють контрабандою; у людей немає грошей на їжу і опалення; приголомшлива ціна на хліб: «...a basic portion of bread costing a staggering 85 times as much as in Damascus 10 miles away» — «мінімально потрібна порція хліба має приголомшливу ціну у 85 разів більшу ніж у Дамаску, який знаходиться за 10 миль» [1]). Оцінка подій, що відбуваються, подається через висловлювання різних людей: торговця з Думи,

який тулиться із родиною в руїнах його магазину; колишнього повстанця, який розчарувався в обіцянках і жалкує, що не загинув разом із своїми товаришами; матері чотирьох дітей, яких нічим годувати — всі ці люди майже зневірилися у будь-якому поліпшенні, навпаки, вони вважають, що «what comes next will be worse than yesterday» — «те що буде завтра, буде гірше за вчора» [1]. Підсилюють жахливість ситуації і висловлювання лікарів з Міжнародного Червоного Хресту, які наголошують на тому, що поранені жертви вмирають лише тому, що своєчасно не отримують допомоги через постійне бомбардування; багато людей страждають від недоїдання, тому що не можуть вийти із укриття: «Just a cup of water or a piece of bread may cost a man his life because he is under attack from missiles» — «Навіть чашка води та шматочок хліба можуть коштувати людині життя, тому що вона знаходиться під ударами ракет» [1]. Такий прийом дозволяє відправнику повідомлення застосувати комунікаційні механізми максимального зближення контекстів відправника і одержувача воєнного повідомлення, майже помістити реципієнта у контекст воєнної події та вербалізувати контекстуальну модель «the Syrian and Russian governments meant to harm the civilian population» («російський та сирійський уряд мають намір знищити мирних мешканців») [1]. Змінюється і семантичне наповнення деяких концептів. Найяскравіший приклад — концепт «massacre» («різня»), який на початку конфлікту пов'язувався виключно із бойовими діями, у лютому 2018 р. характеризує вже загальний стан подій. Тобто, не лише бойові дії, але й ситуація загалом (знедолені люди, зруйновані будинки, виснажена країна, яку розривають на частки) являє собою «the massacre of the 21st century». Концепт «malnutrition» («нестача їжі»; «неправильне харчування через неадекватне чи незбалансоване прийняття поживних речовин» [2]) у мирній ситуації все ж таки не має такої жахливої окраси, як у воєнному медіадискурсі, де він характеризує усю безвихідь ситуації для людей, які змушені ховатись в руїнах і страждати від голоду і спраги.

Висновки. Отже, дослідження репрезентації подій у Сирії з грудня 2017 р. по лютий 2018 р. показало, що в британському воєнному медіадискурсі на перший план, окрім бойових дій, виходить передача почуттів і жахливого стану людей, які опинились у центрі озброєного конфлікту. Це допомагає відправнику повідомлення сприяти формуванню у одержувача воєнного повідомлення певної контекстуальної моделі і правильного декодуванню подій, що відбуваються. Семантичне наповнення деяких концептів змінюється в воєнному медіадискурсі залежно від загострення ситуації. Подальше вивчення цих семантичних змін у концептах дозволить розробити механізми правильного декодування контекстуальної моделі війни реципієнтом.

Література

1. The Guardian. (2018) Retrieved from: <https://www.theguardian.com> (in English).
2. Webster Dictionary. (2018) Retrieved from: <https://www.merriam-webster.com/dictionary> (in English).

Kazlouski Anton
Master of Technical Sciences

LANDMARK-BASED IMAGE REGISTRATION USING A PLAIN OBJECT MODEL IN REMOTE SENSING TASKS

Summary. Development of automated remote sensing image registration algorithm has become a major concern to researchers in the field of image processing. A novel landmark-based remote sensing image registration algorithm is presented in this paper. It relates to the developed by the author plain object detection and recognition algorithms. The mathematical model of elementary and plain objects of an image based on the contour analysis is considered. The analytical solution, which allows the analysis of a specific image object, is obtained.

Key words: the vertex, contour analysis, image registration.

Introduction. Development of automated remote sensing image registration technique has become a major concern to researchers in the field of image processing. The recent advances in the working out of remote sensing systems, hardware, and software make possible the practical use of various automated information systems aimed to support decision-making activities. The techniques for processing remote sensing data are increasingly used in scientific and applied researches in the various fields of human activity. In this regard one of the most important tasks of geographic information systems is the development of techniques for registration of images covering the same area of the Earth's surface. By establishing those techniques, researchers mainly focused on using ready-made commercial software products that have multi functionality and provide many opportunities for processing remote sensing data. In this case, emphasis is placed on the use of automated image registration techniques. This is caused mainly by the necessity of processing regularly received remote sensing data. Operator participation in processing of large volumes of data introduces subjectivity into the results, which entails decrease their reliability and that in turn leads to increases in the operating costs of image processing systems. Therefore, the development of an automated remote sensing image registration technique is relevant in scientific and practical terms.

Image registration is a problem often encountered in many application areas like, for example, astro- and geophysics, computer vision, medicine and remote sensing [1, 2]. Here, we focus on remote sensing applications. Typical remote sensing tasks include monitoring of air pollution, deforestation and others.

Researchers have collected a wealth of valuable material on the problem of image registration. Unfortunately,

no unified treatment for image registration has been yet established [3]. Therefore, each application area has developed its own algorithms. The primary modern desktop applications for geographic information system professionals are: Gvsig [4], Quantum GIS [4], GRASS [5] and ArcGIS [6]. They perform remote sensing image registration in manual mode. Meeting the challenge of automated remote sensing image registration should be built in conjunction with answers on other image processing puzzles. Image registration is closely related to the problems of image segmentation and object detection and recognition, thus applying solution of one issue to the others.

Image segmentation is one of the fundamental tasks in image processing. Despite numerous algorithms have been established for image segmentation, there is no general theory yet. Therefore, image segmentation is of current scientific and practical interest.

The aim of this study is the development of automated remote sensing image registration algorithm. Its distinguishing feature is the use of the vertex of a plain object as a landmark. The mathematical model of elementary and plain objects of an image developed by the author has been given.

Contour Analysis-Based Mathematical Model of Elementary and Plain Objects of an Image

The task of image segmentation is to subdivide an image into its constituent parts [7, 8]. It is ill-posed since the solution is not singular. A problem is well-posed in the sense of Hadamard if it has a solution, the solution is unique and depends continuously on the data; otherwise it is called ill-posed [3, 9].

An image I is a continuous mapping $f: \Omega \rightarrow \mathbf{R}$, $\Omega \subset \mathbf{R}^2$, where f is compactly supported. An object O of an image I is a domain: $\Omega \subset \mathbf{R}^2$. Let $k \in \mathbf{N}$ and $k > 0$. A contour Γ of an image I is a connected set in Ω :

$\Gamma = \{a_i\}$. A finite contour Γ_Λ of an image I is a closed interval in Ω : $\Gamma_\Lambda = [a_0, a_{k-1}]$. A closed contour Γ_Ω of an image I is a closed interval in Ω , the endpoints of which are the same: $\Gamma_\Omega = [a_0, a_{k-1}]$, $a_0 = a_{k-1}$.

A closed contour Γ_Ω is equivalent to a corresponding object O boundary: $\Gamma_\Omega \Leftrightarrow O$. The problem of contour detection is well set out in [11, 12].

Definition 1. Let an image I be given. Moreover, let X be a set of all closed contours of an image I and O be an object of the image I . Under a closed contours decomposition set Y of the object O is understood to mean a subset X' of the set X . Here, X' is a set of all closed contours of the object O .

Definition 2. Let an image I be given. Moreover, let X be a set of all closed contours of the image I , O be an object of the image I and Y be a closed contours decomposition set of the object O . Then the object O is an elementary object *el* of the image I , if:

- 1) the cardinality of the set Y is equal to one: $q = 1$;
- 2) the set Y does not intersect with set Y_i of any other object O_i of the image I : $Y \cap Y_i = \emptyset$.

Definition 3. Let an image I be given. Moreover, let X be a set of all closed contours of the image I , O be an object of the image I and Y be a closed contours decomposition set of the object O . Then the object O is a plain object *pl* of the image I , if the cardinality of the set Y is equal to one: $q = 1$.

In addressing a significant number of urgent scientific and technical problems analysis of a finite contour Γ_Λ is required. This is basically due to processing of an image object having a size which is near to a size of a sensor element, i.e. one or several pixels. In this case, the finite contour Γ_Λ is assumed to be closed Γ_Ω : $\Gamma_\Lambda \Leftrightarrow O$.

A small-sized plain object *sspl* is a plain object *pl* the perimeter of which does not exceed k pixels. It can be considered an example of a model of an image I noise.

Note the task of decomposition of a contour Γ into sets of finite Γ_Λ and closed Γ_Ω contours, which is the basis of plain object detection issue. It is not discussed in this study, see, e.g., [11, 12] for details.

Landmark-Based Remote Sensing Image Registration Algorithm Using Plain Object Model

Image registration is of the central challenging problem in image processing today. Let us be given two images a reference R and a template T , which have taken, in particular, from different devices, at different times. The task is to determine a suitable transformation such that a transformed version of a template image T is similar to another one. The aim of image registration is to remove the artificial differences introduced, for example, by movement, but to retain the real differences due to the variations of the different objects [2, 3]. The general image registration problem reads as follows.

Problem 1. Given two images R and T : $\Omega \rightarrow \mathbf{R}$, $\Omega \subset \mathbf{R}^2$ find a mapping $y: \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}^2$ and a mapping $g: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$, such that the reference R and a deformed template $g \circ T_y(x)$ images are similar, where $T_y(x) := T \circ y(x) = T(y(x))$.

The problem (1) is ill-posed. A direct approach is not possible. Regularization of the problem is well set out in [3].

Landmark-based image registration [1–6] is the major approach to register remote sensing data today. Techniques for automatization are well set out in [1, 13]. Here, we consider the application of the vertex as a landmark. The usage of it in comparison to other types of landmarks has several advantages. The vertex has the geometric meaning and is invariant under projective mapping, except for the case when an angle is converted into the angle of 0, π or 2π rad. Also, the vertex represents coordinates of one pixel. It is more efficient in comparison with the representation of other geometric landmarks (e.g., curves). Therefore, it is easier to establish correspondence between different datasets of vertices. It worth to mention that there is a lack of invariance under projective mapping in all vertex detection algorithms are known in literature [14]. Consequently, the developed by the author remote sensing image registration algorithm consists of the following steps:

1. The vertex detection.
2. Conjugate vertices pair detection.
3. Image registration.

The vertices are determined straight with the help of the vertex detection algorithm [14] or in conjunction with conjugate plain objects (the plain object detection and recognition algorithms [12, 15]). The advantage of the developed by the author vertex detection algorithm [14] is that it is invariant to projective distortion compared to competing algorithms [14]. Besides, it is at the heart of the plain object detection and recognition algorithms [12, 15]. Therefore, the algorithms [12, 14, 15] complement each other and are invariant under projective mapping. Also, the usage of conjugate plain objects minimizes the datasets of vertices.

All the rest steps of the algorithm are well set out in [1–3, 13].

The main drawback is the mapping y , because it is fully determined by the choice of the vertices. In case when it is not satisfying, an improvement in obtained results can be achieved only by adding or removing vertices. Therefore, operator participation is required.

Conclusion. This study proposed the developed by the author landmark-based remote sensing image registration algorithm. It is based on the use of the vertex as a landmark and relates to the plain object detection and recognition algorithms. The examined mathematical models of elementary and plain objects of an image lead to analytical solution of the problem of analysis of a specific image object.

References

1. Moigne J. L., Netanyahu N. S., Eastman R. D., Image registration for remote sensing, Cambridge University Press, Cambridge (2011).
2. Modersitzki J., Numerical Methods for Image Registration, Oxford University Press, Oxford (2004).
3. Modersitzki J., FAIR: Flexible Algorithms for Image Registration, SIAM, Philadelphia (2009).
4. Free Gis Software: Postgis, Ilwis, Quantum Gis, Grass Gis, Gvsig, Geoda, Whitebox Geospatial Analysis Tools, Mapbender, Jump Gis, General Books, Memphis (2010).
5. Neteler M., Mitasova H., Open Source GIS: A Grass GIS Approach, 3rd ed. Springer, New York (2008).
6. Keranen K., Malone L., Instructional Guide for The ArcGIS Book, ESRI Press (2016).
7. Gonzalez R. C., Woods R. E., Digital image processing, 2nd ed. Prentice Hall, New-Jersey (2002).
8. Kazlouski A. M., “Contour analysis-based elementary and plain objects in image processing mathematical models [in Russian]”, International scientific journal, No. 3, 75–77 (2016). DOI:10.21267/IN.2016.3.1107.
9. Tikhonov A. N., Arsenin V. Y., Solutions of Ill-Posed Problems, Wiley, New York (1977).
10. Canny J., “Computational Approach to Edge Detection”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 8, No. 6, 679–698 (1986).
11. Kazlouski A. M., “Influence of Canny algorithm parameters on a plain object detection results in remote sensing tasks [in Russian]”, 26th International Scientific Conference of Eurasian Scientific Association. Current issues of the development of science in the world. Moscow, 45–47, (April 2017).
12. Kazlouski A. M., “Plain object detection and recognition algorithms [in Russian]”, 10th International Scientific Conference of Eurasian Scientific Association. Effective researches of modernity. Moscow, 58–61 (October 2015).
13. Rohr K., Landmark-based image analysis: Using Geometric and Intensity Models, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2001).
14. Kazlouski A. M., “Vertex detection algorithm in image processing based on binary image contour approximation [in Russian]”, International scientific journal, No. 9, 63–73 (2016). DOI:10.21267/IN.2016.9.3288.
15. Kazlouski A. M., “Plain object recognition algorithm in image processing based on stochastic geometry [in Russian]”, International scientific journal, No. 11, 70–73 (2016). DOI:10.21267/IN.2016.11.3860.

Niemirich Oleksandra

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies*

Kuzmin Oleg

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies*

Vasheka Oksana

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies*

Zychuk Tetyana

*Student of the
National University of Food Technologies*

DEVELOPMENT OF COMPLEX QUANTITY ASSESSMENT METHOD OF BUTTER QUALITY

Summary. The purpose of the work is the scientific enrichment of sweet butter mixtures with polyphenolic compounds from vegetable raw materials, namely, cherry and ginger powder. The method of evaluation of the organoleptic, physicochemical, microbiological parameters, toxic elements, radionuclide content, mycotoxin content, pesticide content and nutrient content (proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins) of the sweet butter mixture using the Harrington desirability function is developed.

Key words: butter, enrichment, emulsion, cherry.

Introduction. Human health is determined by its food status, that is, the degree of security of the body necessity, primarily essential nutrients and energy. After all, health can be preserved only if full satisfaction of physiological needs in energy and nutritional habits.

Unbalanced nutrition is one of the important reasons for the increase in the number of chronic pathological conditions. Nutrition should not only satisfy the physiological needs of the human body in nutrients and energy, but also provide it with all the necessary spectrum of micro-ingredients that contribute to the prevention of alimentary-dependent diseases [1–4].

Having gotten acquainted with scientists' literary data analysis, we saw what innovations were carried out with indicators of food products quality [5–8] and about world problems [9–11], we observed how the butter mixture and butter pasta were enriched by scientists at the National University of Food Technology. It is enrichment with plant micronutrients [12–14], study of the structural elements of the enriched butter mixture by the microstructural method [15], research of the butter mixture enriched by biogenous complex of plant micronutrients enriched the butter mixture with a complex of natural micronutrients, which was mixed by specially prepared suspensions of additives: pepper

powder 4%, sesame seeds — 20%. Enriched butter mixture is characterized by high taste properties. It has got pure creamy taste and a smell with a pleasant taste of sesame and some salty taste, a light yellow-orange colour, a homogeneous, plastic consistency and a dry surface at the cut, indicating the highly dispersed distribution of the components in the structure of the product [16–18].

Substantiation of theoretical preconditions of formula composition creation of butter mixtures [7–8] made it possible to understand content and importance of biologically active substances providing of the population, polyphenolic compounds and to determine its value in the Ukrainian population livelihood. It allows it to be used in the confectionery industry to lubricate biscuit half-finished products [19].

This product can be produced at the existing equipment factories, as well as at the health and medical establishments.

A new type of butter has also been developed. It was added bud cryopowder of the blackberries. The bud cryopowder of the blackberries contains different molecular weight compounds. Cryopowder contains up to 10% polysaccharides. They may produce gel in the water phase of plasma. "Vesniane" butter was produced, using cryopowder from the blackberry

buds. It is characterized by commonly curative and immunomodulating properties. It positively affects on the immune system state, hydrocarbon and lipid exchange [20].

Enriched butter with banana and zucchini powder allows you to get the product not only with therapeutic and prophylactic properties, but also with improved consistency. Banana powder contains components that are able to bind strontium and cesium. It prevents their absorption in the gastrointestinal tract, but also eliminates radioactive species which are circulating in the bloodstream. In addition, the banana powder contains carbohydrates, pectin substances, vitamins, micro-elements, amino acids, organic acids, polyphenolic compounds, ascorbic acid, and others.

It was investigated the possibility of the improving of the butter mineral composition due to the use of seaweed laminaria. It was set the product mineral composition. They have anti-mutagenic and radioprotective effects, as well as different anti-inflammatory and immunomodulatory activity [21].

The butter enrichment technology with carrot powder was gotten by the cold spray drying method. The enrichment technology may be developed by adding of specially prepared suspension of carrot powder into the butter composition during its homogenization [22]. Previous studies of suspension microstructure of carrot powder gotten by cryogenic, convective and cold spray drying showed differences in their microstructure due to the method of obtaining an additive.

The additive addition improves the butter organoleptic properties, reduces the liquid fat amount, increases its thermal stability and hardness.

It was established that nano additives using adds to the formation of a granular structure in butter, with a more subtle distribution of plasma in it, both at micro and nano levels. New types nanostructures research of products has shown that the additives addition leads to the structural elements crushing of butter up to 1–100 nm [23–25].

The applied research results on the new types development of butter with vegetable additives of functional direction, proved the valuable properties enhancement of butter by enriching its biologically active substances plant raw material and pushed us to improve the new model of prescription composition to create a sweet butter mixture with vegetable ingredients of cherry and ginger powder, which is an actual development of technological fat-containing culinary products with plant raw materials.

We enrich the butter with the cherry and ginger powder vegetable ingredients, polyphenolic compounds, potassium, calcium, magnesium, copper, zinc, sulfur, pectin substances, glucose, fructose, vitamins A, C, PP, P, B₂, folic acid.

The most valuable component in the composition can be called melatonin. It is a hormone synthesized by the brain pineal gland (an epiphysis), also called the

youth hormone. The cherry also includes a very important substance such as oxycumarin, which helps to normalize the blood curvature. This berry also contains a large amount of iron. Therefore, it is recommended for people with anemia [26].

Cherry strengthens the immune system, provokes the process of eliminating toxins from the body, gives an antiseptic effect, promotes the atherosclerosis prevention, and due to the high content of pectin, it also prevents the anemia development.

Scientists managed to conduct an experiment in which it was proved that cherry juice kills some bacteria in almost 60 minutes, while other bacteria and viruses are killed even faster.

Cherry reduces the risk of heart attacks. It is good for anemia and contributes increase of hemoglobin level. If cherries are eaten regularly, blood clotting is normalized.

The purpose of the article is to develop the technology of sweetener butter with vegetable ingredients of cherry and ginger powder enriched with calcium and iron, as well as macro and microelements. Having enriched the recipe with dried herbal ingredients, namely powdered cherry and ginger drying, we investigated these additives effect on the production process and the quality of the finished butter mixture obtaining a stable emulsion of a nutritional system of improved nutritional value. The mixture can be an independent product, as well as finishing semi-finished product.

Research main results. Cherries are considered particularly useful in anemia because they contain hematopoietic elements such as iron, copper, cobalt and vitamins C, B, B₆, as well as potassium, calcium, magnesium, phosphorus, sodium, and others.

Dried milled ginger is an excellent supplement to cream or butter for those women who are bore or who struggle with cellulite. Ginger is a very strong antioxidant, it calms down the nervous system, improves memory, strengthens immunity, helps to cope with stress, increases visual acuity, attention concentration, helps to recover from flu, colds, is a great tonic remedy.

Ginger root contains a sufficient amount of vitamins B (B₆, B₁, B₉, B₅, B₂), as well as vitamins A and C. Besides, it is rich in calcium, magnesium, phosphorus, contains silicon, chromium, choline, zinc, asparagine, manganese — lysine, phenylalanine, threonine, methionine, etc., which are synthesized by the body in very small quantities and must come from food; olein, caprine, nicotine and linoleic acids, essential oils that give it a spicy and tart flavor.

The cherry powder was obtained from 1 kg of product containing approximately 2,1 kg of juice with a brix of 14 ° and contains fruit dry matter (30%), maltodextrin (from corn) (69%), flavor of almonds bitter (less than 1%).

Having gotten a sweet butter mixture with herbal ingredients, we can see how rich the butter mixture is with vitamins and micro and macro elements.

The butter is selected for enrichment is the object. Conducted by a series of laboratory studies and found that supplements from cherry and ginger powders are appropriate to be introduced as a concentrating element.

In comparison with the control of butter base cream sample, the organoleptic characteristics of the finished butter mixture with the addition of cherry and ginger powders are changing for better.

Organoleptic assessment results of the butter mixture quality with the addition of cherry and ginger powders provide the basis for continuing of the chosen direction in scientific research. Particularly it is necessary to study the additives effect on the whipping process and whipped mass.

Adding powders is somewhat different from control. With excessive addition of powder, the mass becomes more delicate, has a pleasant taste and sourness of cherry powder and ginger refreshing breath, changes the butter consistency and improves the nutritional value of the finished product.

Materials and methods. As a result, the purpose of the work is to develop a method for quantitative assessment of the butter semi-finished product quality with the cherry powder addition as an additional source of easily digestible calcium, potassium and iron, taking into account the requirements of regulatory documentation. With the help of a complex quality index, it is must be to determine the best conditions for adding a powder to a sweet butter mixture.

On the basis of the theoretical and methodological basis of qualimetry, we have developed a method for assessing a sweet butter mixture quality. The absolute values of quality indices expressed in different units can not be directly reduced to a total integrated index without transforming them into a common measurement scale.

In accordance with the principles of qualimetry, the value of the unit quality and product quality as a whole should be evaluated by comparison with the basic or standard values. This estimate is of dimensionless magnitude [27–29].

There are different ways to get grades. The most promising method is based on the application of the dimensionless Harrington scale, which has useful and important properties such as monotony, continuity, smoothness, adequacy, efficiency and statistical sensitivity. To convert the absolute values of product quality indicators to their unbiased assessment, it is rational to apply the exponential dependence, which is based on Harrington's desirable scale (1):

$$D_i = \exp[-\exp(-Y_i)], \quad (1)$$

where Y_i — coded value of the quality indicator.

This scale assumes 5 intervals (fig. 1), in general range of the scale from 1,00 to 0,00: 1,00...0,80 is very good (excellent); 0,80...0,63 — good; 0,63...0,37 is satisfactory; 0,37...0,20 is bad; 0,20...0,00 is very bad.

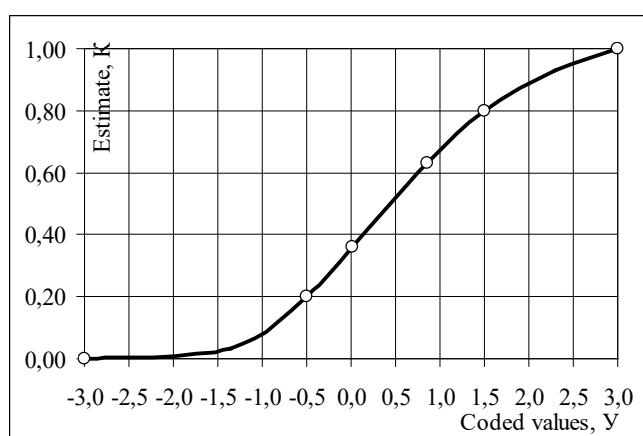


Fig. 1. Schedule for determining the ratings of standardized quality indicators

We are going to consider the structure of a complex index of quality semi finished butter.

In fig. 2 it is presented the hierarchical structure of normalized and non-standardized quality indicators of the main components.

According to National Standards of Ukraine 4399–2005 it is included normalized organoleptic parameters, physical and chemical parameters, microbiological parameters, toxic elements, radionuclides, mycotoxins, pesticides. Unnormalized nutritional indexes include proteins, fats, carbohydrates, minerals, and vitamins.

Coded and corresponded to them absolute indexes of property indicators are located on the abscissa axis, the value of relative indicators are located on the ordinates axis. According to normative documents, zero encoded index corresponds to the permissible indicator for the absolute value of the index for properties with a relative index of 0,37.

According to State Standards of Ukraine 4399–2005, organoleptic indicators include condition and odor; consistency and appearance; colour; packaging and labeling.

Physico-chemical indicators include weight fraction of fat; weight fraction of salt; weight fraction of vitamin A; weight fraction of beta-carotene; weight fraction of annatto extract; titrated acidity; pH of the plasma; acidity of the fat phase; butter temperature.

The microbiological indicators include: the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (MAFAnM), number of conventional units, in 1 g of product; number of bacteria in the E. coli group (BGEc), per 1 g of product; Staphylococcus aureus in 0,1 g of product; yeast, number of conventional units, in 1 g of product, mold fungi, number of conventional units, in 1 g of product; pathogenic microorganisms, particularly Salmonella; Listeria manocytogenes. Toxic indicators include: lead, arsenic, hydrargyrum, cadmium, cuprum, zinc and iron.

Food indicators include: proteins, fats, carbohydrates, vitamins, minerals. Radionuclides include:

Cs¹³⁷; Sr⁹⁰. Mycotoxins, antibiotics and pesticides must not exceed the levels.

Substantiation of nodal values (table 1) — is made taking into account the requirements for butter in accordance with State Standard of Ukraine 4399:2005. The normalized values are presented in the form of a relative index $K_i=0,37$ and are highlighted in bold.

By the reference value of R_s (with an estimate of 1,0) the average theoretical value of these indicators is obtained. The interval of the indicator values is

between 1,00 and 0,37, as well as between 0,37 and 0,00 was selected of ensuring the uniformity of the scale, as well as for practical and logical reasons are given in (table 1).

For this research, the values of indicators with an estimate below 0,37 (which do not correspond to normative documents the requirements) do not represent scientific interest.

To calculate the complex quality assessment we used an arithmetic mean weighted value (2):

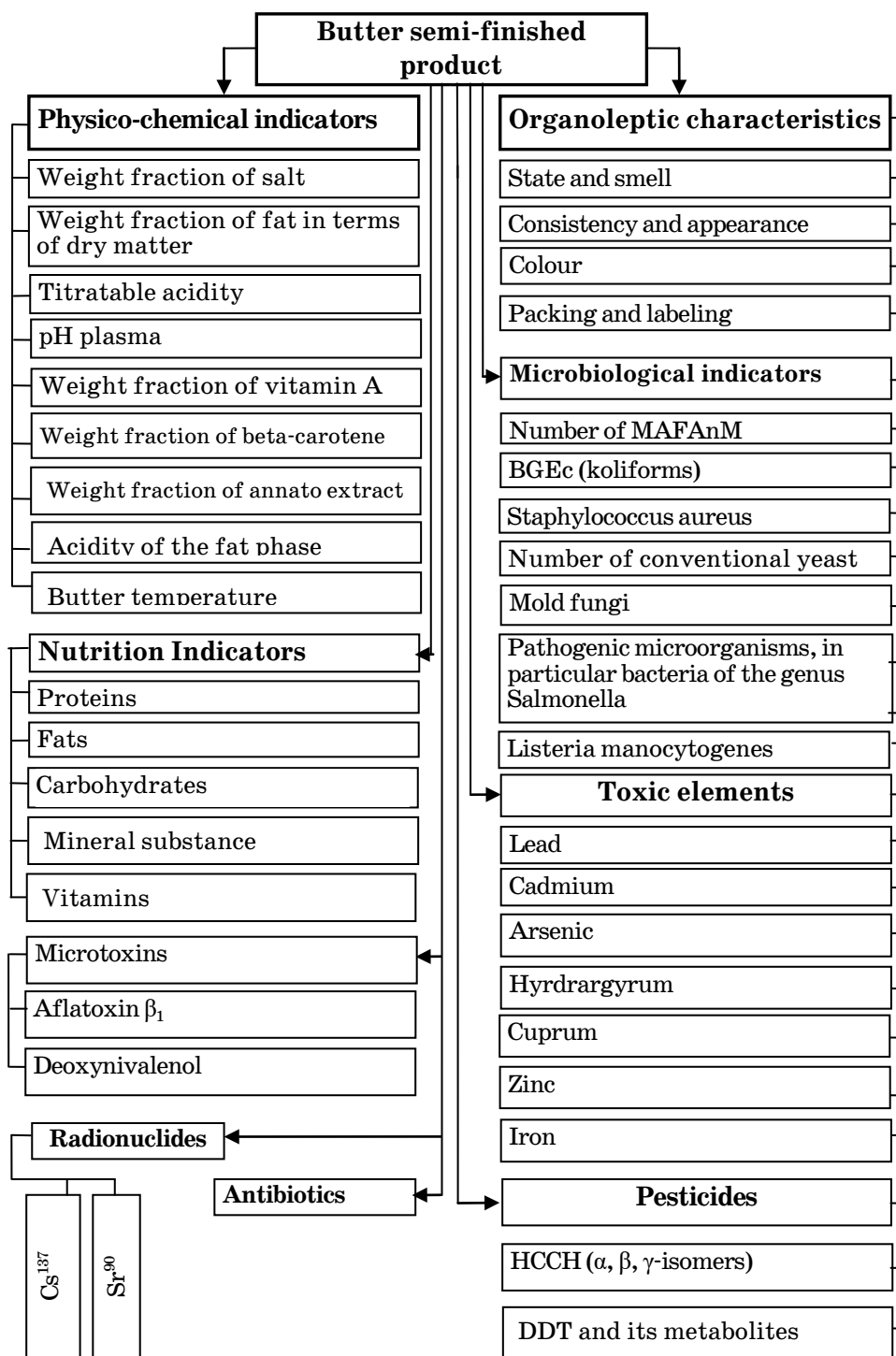


Fig. 2. Hierarchical structure of butter semi-finished product

Table 1

Scale of butter nodal values

Name, unit of measurement	Estimate Ki					
	1,00	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
	Coded meaning Y					
	3,00	1,50	0,85	0,00	-0,50	-3,00
1	2	3	4	5	6	7
Organoleptic characteristics						
Taste and smell	10	8	6,0	4,0	2	0,1
Consistency and appearance	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,1
Colour	2,0	1,7	1,2	1,0	0,5	0,1
Packing and labeling	3,0	2,7	2,2	2,0	1,5	0,1
Physico-chemical indicators						
Weight fraction of salt	0,1	0,4	0,7	1,0	25	50
Weight fraction of fat in terms of dry matter	100	85,0	72,5	61,5	55	50
Titrated acidity	15	23	26	55	65	80
PH of plasma	9,0	6,25	6,12	4,5	4	3
Weight fraction of vitamin A	4	6	8	10	12	14
Weight fraction of beta-carotene	0,5	1	2	3	6	9
Weight fraction of annato extract	0,1	4,8	8,9	10	15	20
Acidity of the fat phase	0,5	1	1,5	2,5	3	5
Butter temperature	0,1	4	6	10	25	40
Microbiological indicators						
Number of MAFAnM	0	1*10 ³	5*10 ⁵	1*10 ⁵	1*10 ⁸	1*10 ¹⁰
BGEc (koliforms)	-	-	-	0	0,1	0,2
Staphylococcus aureus in 1,0 gr of product	-	-	-	0	1	10
Pathogenic microorganisms, particularly bacteria of the genus Salmonella	-	-	-	0	35	45
Yeast KUO, no more than 1 g of product	1	20	30	50	60	80
Mold fungi, in 1 gr of product	1	20	30	50	60	80
Listeria manocytoenes	-	-	-	0	26	28
Toxic elements						
Lead, ppm wt	0,0	0,04	0,6	0,1	1,0	3,0
Cadmium, ppm wt	0,0	0,01	0,02	0,03	1,7	1,9
Arsenic, ppm wt	0,0	0,03	0,07	0,10	0,15	0,25
Hydrargyrum, ppm wt	0,0	0,001	0,02	0,03	0,4	1
Cuprum, ppm wt	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	1,5
Zinc, ppm wt	0,0	0,2	0,3	5,0	0,7	0,9
Iron, ppm wt	0,1	0,3	0,7	1,5	2	2,5
Radionuclides						
Cs ¹³⁷	40	60	80	100	110	120
Sr ⁹⁰	5	10	15	20	25	30
Food indicators						
Proteins, in 100 gr of product	1,5	0,8	0,7	0,5	0,2	0,1
	1,5	2,0	2,3	2,5	3,0	3,5
Fats in 100 gr of product	75	72,5	61,5	52	49	40
	75	78	79,2	82,5	88	90
Carbohydrates in 100 gr of product	1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,1
	1	1,3	1,7	15,3	16	20
Calcium in 100 gr of product mg	23	20	18	13	10	7
	23	24	29	34	36	39

Continuation of table 1

Potassium in 100 gr of product, mg	24	23	22	20	17	15
	24	25	28	30	33	36
Sodium in 100 gr of product, mg	100	16	15	10	8	5
	100	250	400	600	650	700
Mangan in 100 gr of product, mg	1	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1
	1	1,2	1,3	1,5	3	5
Phosphorus in 100 gr of product, mg	27	26	20	16	10	7
	27	30	35	45	47	50
Iron in 100 gr of product, mg	210	200	170	140	130	120
	210	240	250	270	280	290
Vitamin A in 100 gr of product, mg	0,42	0,40	0,35	0,22	0,18	0,15
	0,42	0,43	0,45	0,59	0,60	1,0
Vitamin B ₂ in 100 gr of product, mg	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,02
	0,10	0,11	0,12	0,13	0,18	0,20
Vitamin C in 100 gr of product, mg	0,17	0,16	0,15	0,14	0,10	0,05
	0,17	0,18	0,19	0,20	0,25	0,30
	27	30	35	45	47	50
Iron in 100 gr of product, mg	210	200	170	140	130	120
	210	240	250	270	280	290
Vitamin A in 100 gr of product, mg	0,42	0,40	0,35	0,22	0,18	0,15
	0,42	0,43	0,45	0,59	0,60	1,0
Vitamin B ₂ in 100 gr of product, mg	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,02
	0,10	0,11	0,12	0,13	0,18	0,20
Vitamin C in 100 gr of product, mg	0,17	0,16	0,15	0,14	0,10	0,05
	0,17	0,18	0,19	0,20	0,25	0,30

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i, \quad (2)$$

where K_i is an estimation of the unit indicator;
 m_i is a coefficient of weight of the indicator;
 n is- number of indicators to be taken into account.

We need to follow the condition:

$$\sum m_{ij} = 1. \quad (3)$$

One of the options for determining weight coefficients (table 2) is an expert method based on the use of generalized experience and experts' intuition.

Table 2

**Weight coefficient determination
of butter quality indicators**

Name of indicators	Weightiness
Organoleptic characteristics	$m_1=0,4$
Physico-chemical indicators	$m_2=0,2$
Microbiological indicators	$m_3=0,1$
Toxic elements	$m_4=0,1$
Radionuclides	$m_5=0,1$
Nutrition indicators	$m_6=0,1$
Σ of energy substances	$\Sigma M=1,0$

An expert is a specialist competent in solving this problem. Expert's competence in relation to the research object is called professional competence, and according to the expert judgment methodology of the investigated problem is an expert competence. The expert should be impartial and objective in estimating the research object.

Among expert methods, the most suitable for determining the weight coefficients are: the method of preferences, the method of ranks, the method of pairwise comparison and the Delphi method.

The most widespread method is the method of benefits, which reduces to the fact that experts number the weight of all indicators in order of their advantage so that the most important of them would receive weight at number 1, the next on importance is number 2, and so on. Then experts carry out the calculation of the average arithmetic value for each indicator, taking into account the opinion of all experts are given in (table 3–8).

When using the rank method, experts evaluate the importance of each indicator in a predefined scale of relative importance in the range from 0 to 1. Weight coefficients are based on estimates made by all experts for each indicator in their totality.

Table 3

**Weight coefficient determination
of organoleptic parameters**

Name of indicator	Weightiness
Taste and smell	$m_{1-1}=0,25$
Consistency and appearance	$m_{1-2}=0,25$
Colour	$m_{1-3}=0,25$
Packing and labeling	$m_{1-4}=0,25$
Σ of organoleptic parameters	$\Sigma M_1=1,0$

Table 4

**Weight coefficient determination
of physico-chemical indicators**

Name of indicator	Weightiness
Weight fraction of salt	$m_{2-1}=0,1$
Weight fraction of fat in terms of dry matter	$m_{2-2}=0,1$
Titrated acidity	$m_{2-3}=0,1$
PH of plasma	$m_{2-4}=0,1$
Weight fraction of vitamin A	$m_{2-5}=0,1$
Weight fraction of beta-carotene	$m_{2-6}=0,1$
Weight fraction of annatto extract	$m_{2-7}=0,1$
Fat phase acidity	$m_{2-8}=0,2$
Butter temperature	$m_{2-9}=0,1$
Σ of physico-chemical indicators	$\Sigma M_2=1,0$

Table 5

Weight coefficient determination of radionuclides

Name of the indicator	Weightiness
CS^{137}	$m_{5-1}=0,5$
Sr^{90}	$m_{5-2}=0,5$
Σ of radionuclides	$\Sigma M_5=1,0$

Table 6

**Weight coefficient determination
of microbiological indicators**

Name of the indicator	Weightiness
Number of MAPAnM	$m_{3-1}=0,1$
BGEc (koliforms)	$m_{3-2}=0,2$
Staphylococcus aureus in 1,0 gr of product	$m_{3-3}=0,1$
Pathogenic microorganisms, in particular bacteria of the genus Salmonella	$m_{3-4}=0,2$
Yeast KUO, no more than 1 g of product	$m_{3-5}=0,1$
Mold fungi, in 1 g of product	$m_{3-6}=0,2$
Listeria manocyto genes	$m_{3-7}=0,1$
Σ of microbiological indicators	$\Sigma M_3=1,0$

Table 7

**Weight coefficient determination
of toxic elements**

Name of the indicator	Weightiness
Lead	$m_{4-1}=0,2$
Cadmium	$m_{4-2}=0,1$
Arsenic	$m_{4-3}=0,2$
Hydrargyrum	$m_{4-4}=0,1$
Cuprum	$m_{4-5}=0,2$
Zinc	$m_{4-6}=0,1$
Iron	$m_{4-7}=0,1$
Σ of toxic elements	$\Sigma M_4=1,0$

Table 8

**Weight coefficient determination
of food indicators**

Name of the indicator	Weightiness
Proteins in 100 g of product	$m_{6-1}=0,08$
Fats in 100 g of product	$m_{6-2}=0,18$
Carbohydrates in 100 g of product	$m_{6-3}=0,05$
Calcium in 100 g of product	$m_{6-4}=0,02$
Potassium in 100 g of product	$m_{6-5}=0,03$
Sodium in 100 g of product	$m_{6-6}=0,09$
Mangan in 100 g of product	$m_{6-7}=0,09$
Phosphorus in 100 g of product	$m_{6-8}=0,18$
Iron in 100 g of product	$m_{6-9}=0,05$
Vitamin A in 100 g of product	$m_{6-10}=0,08$
Vitamin B ₂ in 100 g of product	$m_{6-11}=0,06$
Vitamin C in 100 g of product	$m_{6-12}=0,09$
Σ of food indicators	$\Sigma M_6=1,0$

Conclusions. Evaluation method of the organoleptic, physicochemical, microbiological parameters, toxic, radionuclide, mycotoxin, pesticide and nutrient elements (proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins) of the sweet butter mixture using the Harrington desirability function is developed in the report. For a quantitative characteristic of the generalized optimization parameter, a comprehensive quality indicator, based on the principles of qualimetry was proposed, allows to estimate the quality of the product. It was developed the hierarchical structures of the object complex index, qualities studied in the work of making powders process from cherries and ginger.

References

1. Kuzmin O. Qualimetric assessment of diets / Kuzmin O., Levkun K., Riznyk A. // *Ukrainian Food Journal*. — Kyiv: NUFT, 2017. — № 6 (1). — pp. 46–60. (DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-1-7).
2. Топольник В.Г. Розробка методу кількісної оцінки якості активного вугілля для обробки водно-спиртової рідини в лікєро-горілчаному виробництві / В.Г. Топольник, О.В. Кузьмін // *Вісник ДонДУЕТ*. — 2005. — № 1 (25). — Технічні науки. — С. 46–50.
3. Кузьмін О.В. Розробка методу кількісної оцінки якості води для лікєро-горілчаного виробництва / Кузьмін О.В. // *Вісник ДонДУЕТ*. — 2004. — № 1 (21). — Технічні науки. — С. 71–75.
4. Кількісна оцінка якості готельного продукту: монографія / [В.Г. Топольник, А.П. Бутова, І.В. Кошавка та ін.]; ред.: В.Г. Топольник. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. — 207 с.
5. Розробка методу комплексної кількісної оцінки якості бісквітних напівфабрикатів / [Кузьмін О.В., Комарницький Р.В., Губеня В.О., Дочинець І.В.] // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — К.: НУХТ, 2017. — 23 (2). — С. 191–199.
6. Топольник В.Г. Комплексна кількісна оцінка якості горілки, виготовленої на спиртах різного класу / В.Г. Топольник, О.В. Кузьмін // *Вісник ДонДУЕТ*. — 2009. — № 1 (41). — Технічні науки. — С. 135–140.
7. Kuzmin O. Eduction of equilibrium state in vodkas by means of ^1H NMR spectroscopy / O. Kuzmin, V. Topol'nik, V. Myronchuk // *Ukrainian journal of food science*. — Kyiv: NUFT, 2014. — № 2 (2). — pp. 220–228.
8. Топольник В.Г. Розробка методу кількісної оцінки якості спирту в лікєро-горілчаному виробництві / В.Г. Топольник, Н.Б. Федорова, О.В. Кузьмін // *Вісник ДонДУЕТ*. — 2006. — № 1(29). — Технічні науки. — С. 111–118.
9. Kuzmin O. The change of the hydroxyl protons in aqueous alcoholic mixtures under the process of making vodkas / O. Kuzmin, S. Sujkov, V. Topol'nik. // *The advanced science journal*. — Special issue in China, December, 2013. — pp. 15–27.
10. Топольник В.Г. Залежність показників якості технологічної води в лікєро-горілчаному виробництві від пори року / В.Г. Топольник, О.В. Кузьмін, А.Р. Баятян // *Вісник ДонДУЕТ*. — 2007. — № 1 (33). — Технічні науки. — С. 138–143.
11. Ринок продовольчих товарів України: Реалії та перспективи: монографія в 2 т. / кол. авт. О.О. Шубін, О.М. Азарян та ін., за наук. ред. О.О. Шубіна, М-во освіти і науки, Донец. нац. Ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. — Донецьк. [ДонНУЕТ], 2010 — Т. 1. — 520 с.
12. Rashevskaya T.O. The Technology of Butters' enriching with carrots' Powder / Rashevskaya T., Vasheka O. // *Food Process Engineering in a Changing World: 11-th International Congress on Engineering and Food, 22–26 May 2011*. — Athens, 2011. — Vol. III. — pp. 2023–2024.
13. The role of Water Phase in Formation of Microstructure of Butter with Red Beet Powder Additive / [T.A. Rashevskaya, I.S. Gulyi, N.A. Pryadko et al] // *Water management in the desing and Distribution of Quality Foods: International Symposium*. — Helsinki, 1998. — pp. 202–203.
14. Kiokias S. Dietary supplementation with a natural carotenoid mixture decreases oxidative stress / S. Kiokias, M.H. Gordon // *European Journal of Clinical Nutrition*. — 2003. — № 57. — pp. 1135–1140.
15. The role of Water Phase in Formation of Microstructure of Butter with Red Beet Powder Additive / [Rashevskaya T.A., I.S. Gulyi, N.A. Pryadko et al] // *Water management in the desing and Distribution of Quality Foods: 7 International Symposium: 23–25 May 1998*. — Helsinki, 1998. — ISOPOW 7. — pp. 202–203.
16. Ramsay S.A. Variety of fruit and vegetables is related to preschoolers' overall diet quality / S.A. Ramsay, L.H. Shriver, C.A. Taylor // *Preventive Medicine Reports*. — 2017. — 5. — pp. 112–117.
17. Higher Diet Quality in Adolescence and Dietary Improvements Are Related to Less Weight Gain During the Transition From Adolescence to Adulthood / [T. Hu, D.R. Jacobs Jr, N.I. Larson et al] // *The Journal of Pediatrics*. — 2016. — 178, pp. 188–193.
18. Sleep quality and duration in relation to memory in the elderly: Initial results from the Hellenic Longitudinal Investigation of Aging and Diet / [A. Tsapanou, Y. Gu, D.M. O'Shea et al] // *Neurobiology of Learning and Memory*. — 2017. — 141, pp. 217–225.
19. Diet quality is associated with mental health, social support, and neighborhood factors among Veterans / [K.D. Hoerster, S. Wilson, K.M. Nelson et al] // *Eating Behaviors*. — 2016. — 23, pp. 168–173.
20. Rashevskaya T.O. The Technology of Butters' enriching with carrots' Powder / T. Rashevskaya, O. Vasheka // *Food Process Engineering in a Changing World: 11-th International Congress on Engineering and Food, 22–26 May 2011: Congress Proceedings*. — Athens, 2011. — Vol. III. — pp. 2023–2024.
21. Niemirich A. Technology of emulsion sauces using zucchini powder / A. Niemirich, O. Novosad // *The second north and east european congress on food*. — Kyiv, Ukraine, 2013. — p. 145.
22. Kuzmin O. Eduction of unsteady equilibrium in vodkas by means of ^1H NMR spectroscopy / O. Kuzmin, V. Topol'nik // *The advanced science journal*. — United States. Torrance, 2014. — 10. — pp. 43–46. (DOI: 10.15550/ASJ.2014.10.043).
23. Finely dispersed spicy-aromatic and carotene containing raw materials as surfactants for oil in water emulsion / [G. Liavynets, T. Ishchenko, A. Havrysh et al] // *Ukrainian Journal of Food Science*, 2015. — 3(1). — p. 60–69.

-
24. Progress in research of food technologies based on dried food materials / [M.I. Pohozhykh, V.V. Yevlash, O.V. Niemirich et al] // NEEFood — 2013: The second north and east european congress on food, 2013. — p. 146.
25. Effects of the water desalting by reverse osmosis on the process of formation of water-alcohol mixtures.¹H NMR spectroscopy studies / [O. Kuzmin, S. Suikov, O. Niemirich et al // Ukrainian Food Journal. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 6, Issue 2. — pp. 239–257.
26. Kiokias S. Dietary supplementation with a natural carotenoid mixture decreases oxidative stress / S. Kiokias, M. H. Gordon // European Journal of Clinical Nutrition. — 2003. — № 57. — pp. 1135–1140.
27. Топольник В.Г. Квалиметрия в ресторанном хозяйстве: монография / В.Г. Топольник, А.С. Ратушный. — Донецк: ДонНУЭТ, 2008. — 243 с.
28. Azgaldov G.G. The ABC of Qualimetry: Toolkit for measuring the immeasurable / Azgaldov G.G., Kostin A.V., Padilla Omiste A.E. — Ridero, 2015. — 167 p.
29. Improvement technologies of aqueous-alcoholic infusions for the production of syrups / [Kuzmin O., Kovalchuk Y., Velychko V., Romanchenko N.] // Ukrainian Journal of Food Science. — Kyiv: NUFT, 2016. — Volume 4, Issue 2. — pp. 258–275. (DOI: 10.24263/2310-1008-2016-4-2-8).

УДК 51-7:612.16

Аббасгулиев Айдын Сахим оглы

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры Приборостроительной инженерии

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Abbasguliev Aydin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Instrument Making Engineering

Azerbaijan State Oil and Industry University

Меджидова Севиндж Агаверди кызы

ассистент кафедры Приборостроительной инженерии

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Medzhidova Sevinj

Assistant of the of the Department of Instrument Making Engineering

Azerbaijan State Oil and Industry University

Худавердиева Махаббат

дисертант кафедры Приборостроительной инженерии

Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности

Khudaverdiyeva Mahabbat

Dissertator of the Department of Instrument Making Engineering

of Azerbaijan State Oil and Industry University

Пашаева Айгюн Эльшан кызы

магистр, выпускница магистратуры при

Азербайджанском государственном университете нефти и промышленности

Pashayeva Aygun

Master, Master's Graduate of

Azerbaijan State Oil and Industry University

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С НЕЧЕТКИМИ ЗНАЧЕНИЯМИ

ABOUT AN ALGORITHM CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF RANDOM VARIABLES WITH INDISTINCT VALUES

Аннотация. Статья посвящена построению лингвистического алгоритма вычисления характеристик случайных величин с нечеткими значениями. Проводится анализ полученных результатов. Даются рекомендации по применению предлагаемого алгоритма моделирования.

Ключевые слова: случайные числа, нечеткий алгоритм, математическое ожидание, дисперсия, средно – квадратическое отклонения.

Summary. The article is devoted to constructing of a linguistic algorithm calculations of characteristics of random variables with indistinct values. The analysis of the received results is carried out. Recommendations about application of the offered modeling algorithm are made.

Key words: random variables, indistinct algorithm, mathematical expectation, variance (dispersion), mean square deviation.

Численные характеристики занимают важное место в анализе результатов исследований. Когда численные характеристики свои значения берут из нечеткого множества [1], очень важно использовать алгоритм примерного рассуждения. Это связано с тем, что в семантике обычной разговорной речи есть некоторые элементы нечеткого понятия. Значит, при логическом выводе из заданных рассуждений и в полученных результатах должны учитывать нечеткие множества [2]. Надо отметить, что создание правил для таких выводов различно. С этой целью надо использовать логические системы со многими значениями.

Разработка правил условных логических выводов охватывает следующие предложения:

if $x = A$, then $y = B$, else C .

Т.к. переменные лингвистического характера, они должны иметь следующую структуру: имя лингвистического переменного, терм-множество лингвистических переменных, квантификаторы (синтаксические правила для создания новых термов), семантические правила для построения функции принадлежности универсального множества.

Известно, что для показа математического описания объекта и процессов используются случайные числа. Это объясняется тем, что без проведения в процессах и событиях опытов, а также без исследования инцидентов, определения их характеристик невозможно.

Известно, что для отражения важных характеристик случайных чисел используются такие математические понятия, как математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение и метод моментов [3]. В нашем случае, полученные значения случайных чисел являются нечеткими числами. Актуальность такого подхода заключается в том, что до сих пор не исследованы случайные числа с нечеткими значениями.

Таким образом, рассмотрим первичный вариант алгоритма вычисления характеристик случайных чисел с нечеткими значениями. Для простоты случайных чисел обозначим через W :

If A then для W вычислить математическое ожидание else

If B then для W вычислить дисперсию else

If C then для W вычислить среднее квадратичное отклонение.

А сейчас комментируем множества A , B , и C .

A — это такое множество случайных чисел, где математическое ожидание определяется следующим образом:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (1)$$

Другими словами, математическое ожидание случайного числа равно сумме произведения всевозможных значений случайного числа на соответствующую вероятность.

B — это такое множество случайных чисел, где дисперсия определяется следующей формулой:

$$D(X) = \sum_{i=1}^n (x_i - M(X))^2 * p_i \quad (2)$$

Формула (2) дает возможность понять суть дисперсии. Дисперсия — это разбросанные значения случайного числа вокруг своего математического ожидания.

C — это такое множество случайных чисел, где среднее квадратичное отклонение определяется следующей формулой:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(X)} \quad (3)$$

Для подтверждения вышеуказанных рассмотрим решение конкретной задачи [4]. Пусть X и Y случайные числа и они подчиняются следующим законам распределения:

$$X \in [-1; 0; 1; 4]$$

$$P(x) \in [0.3; 0.15; 0.3; 0.25]$$

$$Y \in [-10; 5; 10; 0]$$

$$P(y) \in [0.4; 0.2; 0.4; 0]$$

1. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение этих случайных чисел.

2. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение для этих случайных чисел с нечеткими значениями.

3. Сравнить полученные значения первого пункта с полученными значениями второго пункта.

Применяя формулу (1) получаем:

$$M(x) = 1 \text{ и } M(y) = 1.$$

С помощью формулы (2) получаем:

$$D(x) = 3.6 \text{ и } D(y) = 55.2.$$

Наконец применение формулы (3) дает следующий результат:

$$\sigma(x) = \sqrt{3.6} = 1.8973 \text{ и } \sigma(y) = \sqrt{55.2} = 7.4296.$$

Другими словами:

$$1 < \sigma(x) < 2 \text{ и } 7 < \sigma(y) < 8.$$

А сейчас рассмотрим на случайные величины X и Y с нечеткими значениями. Для этого сначала вычислим их функции принадлежности. Потому, что в теории нечетких множеств характеристическая функция называется функцией принадлежности и его значение определяет степень принадлежности числа к нечеткому множеству:

$$x \in U, \{(x; Mx(x))\}$$

$$Mx: U \rightarrow [0, 1]$$

Таким образом,

$$\mu x(x) = 0, \quad \text{если } x < -1 \text{ и } x > 4,$$

$$\mu x(x) = (x+1):2, \quad \text{если } -1 \leq x \leq 1,$$

$$\mu x(x) = (4-x):3, \quad \text{если } 1 \leq x \leq 4,$$

$$\mu y(x) = 0, \quad \text{если } x < -10 \text{ и } x > 10,$$

$$\mu y(x) = (x-5):2, \quad \text{если } -10 \leq x \leq 5,$$

$$\mu y(x) = (10-x):2, \quad \text{если } 5 \leq x \leq 10,$$

Тогда:

$$x(x1) = (x+1):2 = x,$$

$$x(x1)=(4-x):3=x.$$

Отсюда: $x1=2x-1$ и $x2=4-3x$

В результате получаем:

$$X = / 2x-1; 4-3x /.$$

С таким же путем для случайной величины Y с нечеткими значениями получаем:

$$Y = / 2x+5; 10-2x /.$$

Предложенный нами алгоритм дает возможность комментировать следующие результаты:

- для вычисления математического ожидания произошедшего случайного события, вероятность не вычисляется. Это создает некоторые неопределенности и в результате точность уменьшается. Если рассмотреть случайные величины, как нечеткие числа и их распределения анализировать не с помощью вероятности, а с помощью функции принадлежности, этот недостаток можно убрать — значения математического ожидания случайных величин X и Y одинаково, их значе-

ния дисперсии и среднего квадратичного отклонения разные.

- значение дисперсии случайной величины X маленькое и мы видим, что его значение находится около своего математического ожидания, т.е. $M(x)=1$.

Наоборот, значение случайной величины Y относительно к $M(Y)$ значительно разбросано. Поэтому, дисперсия $D(Y)$ получает сравнительно большое значение;

- для средне квадратичного отклонения результаты следующие:

$$M(X) < \sigma(X) < D(X),$$

$$M(Y) < \sigma(Y) < D(Y),$$

- для случайных чисел X и Y с нечеткими значениями, результаты вычисления математического ожидания, дисперсии и среднего квадратичного отклонения одинаковы.

Литература

1. Abbasquliyev A. S., İskəndərova T. T. Qeyri-səlis çoxluqların ədədi xarakteristikaları. Heydər Əliyev adına Azərbaycan Ali Hərbi Məktəbi. Elmi əsərlər məcmuəsi, № 2(29), Bakı-2017, səh.72–74.
2. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. — 165 с.
3. Боровков А. А. Числовые характеристики случайных величин; –5-е изд. — М.: Либроком, 2009. — 656 с.
4. Abbasquliev A. Numerical characteristics of random variables with fuzzy values. <http://www/inter-nauka/com/issues/2017/15/3079>.

УДК 664.002.5

Бишко Микита Андрійович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Бышко Никита Андреевич

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Byshko Mykyta

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorskiy Kyiv Polytechnic Institute»

Зубрій Олег Григорович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Зубрий Олег Григорьевич

кандидат технических наук,

доцент кафедры машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Zubriy Oleg

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machines and

Apparatus for Chemical and Oil Refining Production

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorskiy Kyiv Polytechnic Institute»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТУЖНОСТІ У РОТОРНОМУ ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ В РОТОРНОМ ПЛЁНОЧНОМ АППАРАТЕ

RESEARCH WORK OF POWER IN ROTARY FILM APPARATUS

Анотація. Розглянуто вплив зміни фізичних властивостей речовин на потужність, що витрачається на перемішування та розподіл рідини. У роботі представлено результати експериментальних досліджень, що проводились у роторному плівковому апараті з шарнірним кріпленням лопатей. У якості оброблюваних речовин використовувались вода та розчини 20%, 30%, 40%, 50% гліцерину у воді. На основі експериментальних даних отримано узагальнену розрахункову залежність коефіцієнта потужності K_N в залежності від відцентрового критерія Рейнольдса Re_u та плівкового критерію Рейнольдса Re_n .

Ключові слова: роторний плівковий апарат, гідродинаміка, гліцерин, вода, потужність, коефіцієнт потужності.

Аннотация. Рассмотрено влияние изменение физических свойств жидкостей на мощность, которая тратится на перемешивание и распределение жидкости. В работе представлено результаты экспериментальных исследований, которые проводились в роторном пленочном аппарате с шарнирным креплением лопастей. В качестве обрабатываемых жидкостей использовались вода и растворы 20%, 30%, 40%, 50% глицерина в воде. На основании экспериментальных данных получено обобщенную расчетную зависимость коэффициента мощности K_N в зависимости от центробежного критерия Рейнольдса Re_u и пленочного критерия Рейнольдса Re_n .

Ключевые слова: роторный пленочный аппарат, гидродинамика, глицерин, вода, мощность, коэффициент мощности.

Summary. The influence of fluid physical properties on the power that is spent on mixing and distribution of liquid is considered. The paper presents the results of experimental studies, which were carried out in a rotary film apparatus with hinged blades. As the treated liquids, water and solutions of 20%, 30%, 40%, 50% glycerol in water were used. On the basis of the obtained experimental data, the power factor was calculated depending on the centrifugal and film Reynolds criterias.

Key words: rotary film apparatus, hydrodynamics, glycerin, water, power, power factor.

Постановка проблеми. Через складність течії рідини в роторному плівковому апараті складно створити теоретичну модель яка б адекватно описувала гідродинаміку, тепло та масообмін та інші процеси, що не дозволяє провести достатньо точний розрахунок роторного апарата. Використовуються спрощені моделі [7], значним досягненням є розгляд явищ переносу в уявленнях напівемпіричної теорії турбулентного переносу [5], але в більшості випадків пропонується експериментально визначати окремі величини, наприклад коефіцієнт тепловіддачі [6]. Однією з гідродинамічних величин РПА є потужність, яка витрачається на розподілення, перемішування рідини лопатями ротора, подолання сил тертя в ущільненнях, опорах на ін. [1]. Потужність є важливою характеристикою роторного плівкового апарата для вибору приводу і крім того може бути використана для опису процесів переносу в плівці рідини [2].

Мета статті. Головною метою цієї роботи є експериментальне дослідження витрат потужності із врахуванням впливу швидкості обертання, витрат рідини та її фізичних властивостей в роторному плівковому апараті з шарнірним кріпленням лопатей та узагальнення результатів дослідів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження потужності проводилися на експериментальній скляній установці роторного плівкового апарата з шарнірним кріпленням фторопластових лопатей (рис. 1).

Установка складається з наступних основних вузлів: скляного роторного плівкового апарата 1 з оболонню 2, ротора 3 з приводом 4 і торцевим ущільненням 5. На роторі 3 шарнірно прикріплені фторопластові лопаті.

Початковий розчин подається в ємність 6 і далі в роторний плівковий апарат 1, де лопатями ротора 3 розподіляється по внутрішній поверхні та перемішується в тонкому шарі. Температурний режим регулюється за допомогою термостата. Оброблений розчин стікає в приймальну і зливну ємності 7 і 8.

В якості робочої рідини для проведення дослідження на лабораторній установці використовувалась вода та розчини 20%, 30%, 40% та 50% гліцерину у воді.

У попередніх роботах були визначені витрати енергії на подолання тертя в ущільненнях та опорах валу.

В наступному викладенні аналізується потужність, яка витрачається лише на розподілення та перемішування рідини.

Результати дослідження показано у вигляді залежності потужності від кутової швидкості на рис. 2.

Як видно з рис. 2 кутова швидкість показує значний вплив на величину потужності. Також був оцінений вплив витрат рідини на потужність.

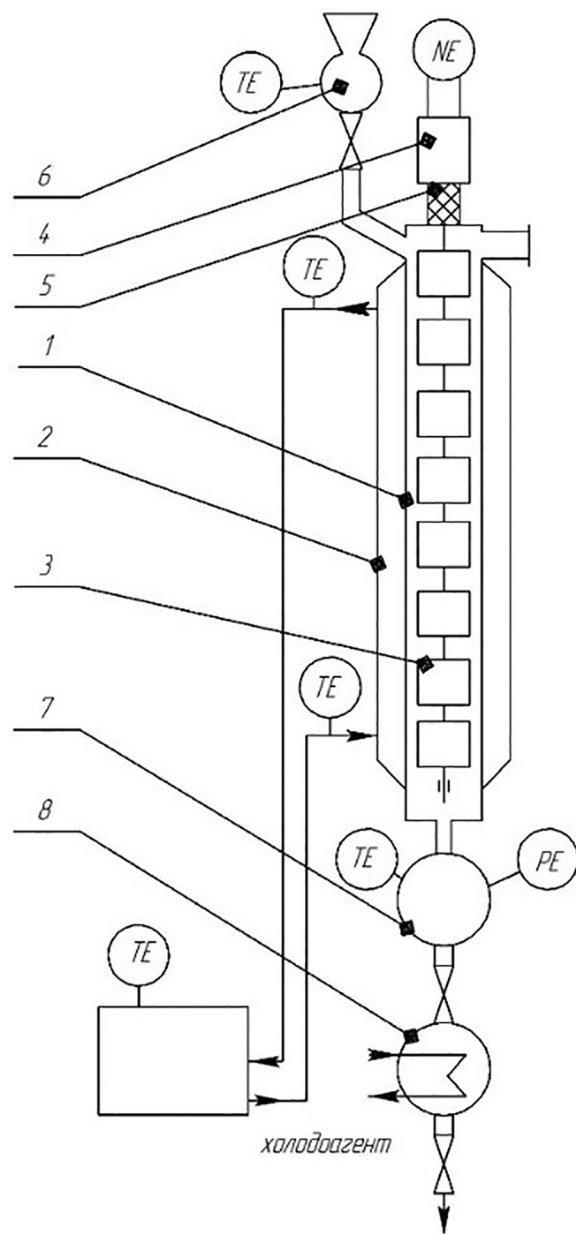


Рис. 1. Схема дослідної установки:
1 — роторний плівковий апарат; 2 — теплообмінна оболоння; 3 — шарнірний ротор; 4 — привод;
5 — ущільнення; 6 — напірний бак; 7 — приймальна ємність; 8 — зливна ємність

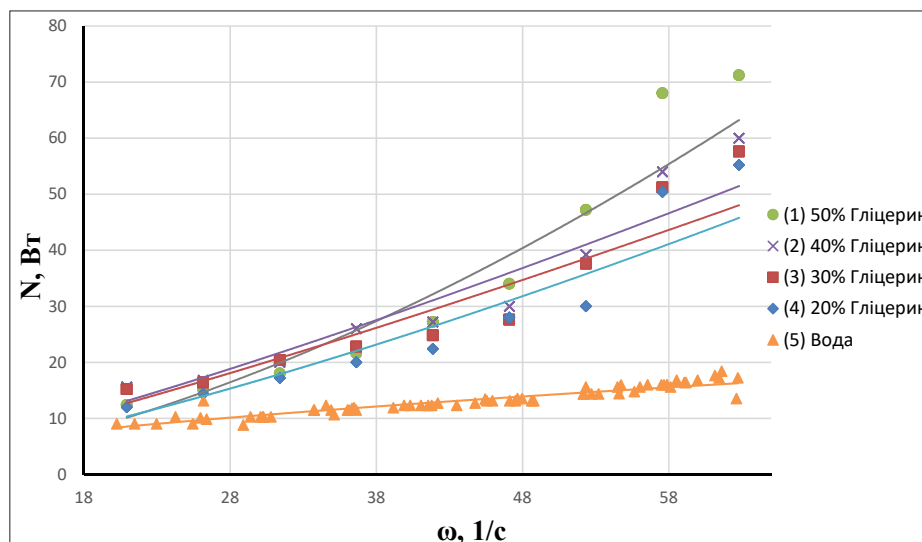


Рис. 2. Залежність потужності N від кутової швидкості ω для 50% гліцерину (1), 40% гліцерину (2), 30% гліцерину (3), 20% гліцерину (4) та води (5)

За результатами проведених досліджень та за літературними даними [3], запропоновано узагальнююче рівняння у вигляді:

$$K_N = A \cdot \text{Re}_c^\alpha \cdot \text{Re}_{pl}^\beta, \quad (1)$$

де $K_N = \frac{N}{\omega^3 \cdot \rho \cdot D^4 \cdot h}$ — коефіцієнт потужності [5],

$$\text{Re}_u = \frac{\omega D^2}{\nu} \text{ — відцентровий критерій Рейнольдса,}$$

$$\text{Re}_{pl} = \frac{4\Gamma}{\nu} \text{ — плівковий критерій Рейнольдса.}$$

В наведених формулах: N — потужність на перемищення рідини в апараті, ω — кутова швидкість, ρ — густина рідини, D — діаметр апарата, h — висота робочої поверхні апарата, ν — коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\Gamma = \frac{V}{\pi D}$ — густина зрошення поверхні апарата [4], V — витрати рідини.

Використовуючи логарифмічну систему координат, рис. 3, було знайдено область зміни виду залежності величини K_N від критерію $\text{Re}_u = 8000$. В літературі ця область зазвичай оцінюється як критична і характеризує зміну режиму течії рідини (перехід до турбулентного режиму течії). За [8] $\text{Re}_u = 4000 - 5000$ для апарата з жорстким кріпленням лопатей).

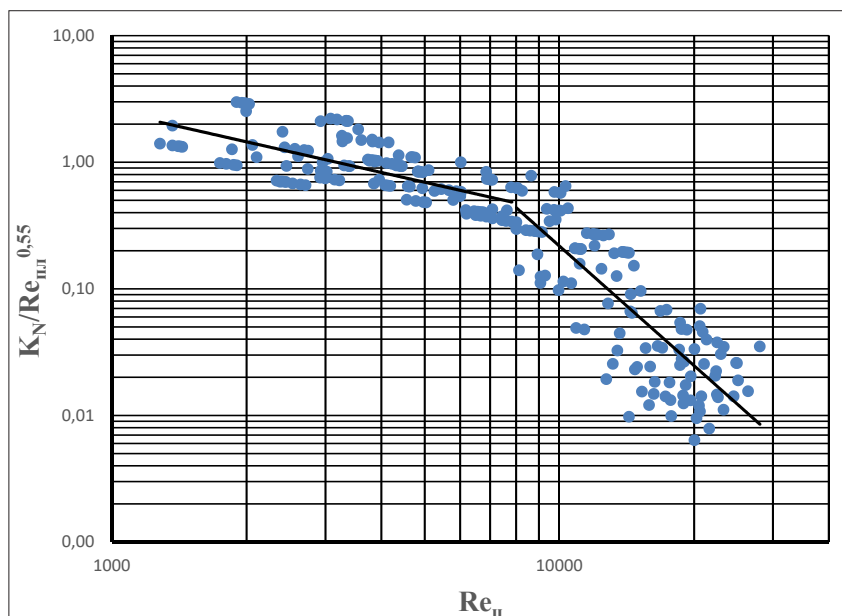
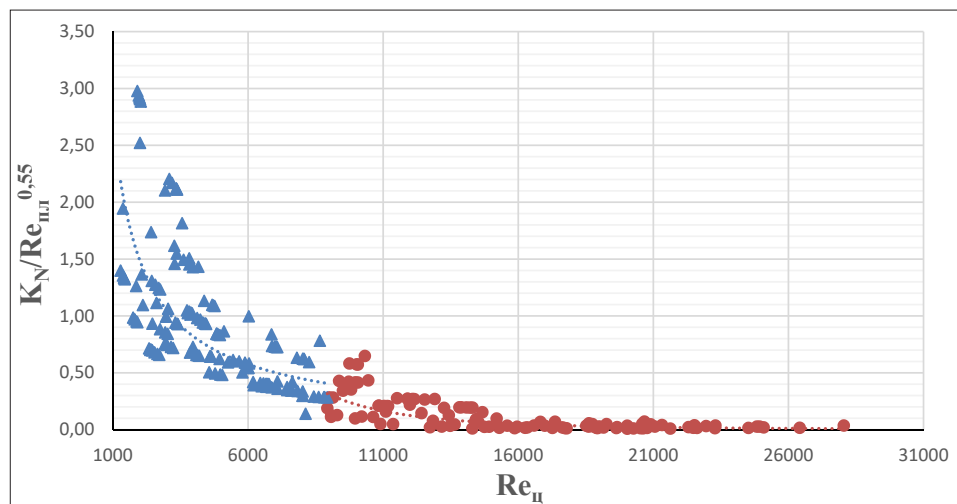


Рис. 3. Залежність коефіцієнта потужності K_N від відцентрового критерію Re_u в логарифмічній системі координат

Рис. 4. Залежність коефіцієнта потужності K_N від відцентрового критерію Re_{ψ}

На основі отриманих результатів експерименту була встановлена залежність коефіцієнта потужності від відцентрового критерію Рейнольдса при постійних величинах $Re_{пл}$ (рис. 4).

Як видно з графіка відцентровий критерій Рейнольдса має значний вплив і оцінюється як $K_N \sim Re_{\psi}^{-3,3}$ при $Re_{\psi} > 8000$ та $K_N \sim Re_{\psi}^{-0,86}$ при $Re_{\psi} < 8000$.

Окремо була встановлена залежність коефіцієнта потужності від критерію Рейнольдса плівкового і оцінено як $K_N \sim Re_{пл}^{0,55}$.

Залежності визначення коефіцієнта потужності у визначених діапазонах мають вигляд:

$$K_N = 1,495 \cdot 10^{12} \cdot Re_{\psi}^{-3,3} \cdot Re_{пл}^{0,55} \quad (2)$$

$$K_N = 1060 \cdot Re_{\psi}^{-0,86} \cdot Re_{пл}^{0,55} \quad (3)$$

Залежність (2) справедлива для заданих діапазонів $160 < Re_{пл} < 2300$ та $8000 < Re_{\psi} < 31000$.

Залежність (3) справедлива для в заданих діапазонів $300 < Re_{пл} < 400$ та $1500 < Re_{\psi} < 8000$.

А також була запропоноване узагальнююче рівняння у вигляді:

$$K_N = 1,02 \cdot 10^6 \cdot Re_{\psi}^{-1,86} \cdot Re_{пл}^{0,55}.$$

Висновки і пропозиції. Проведені експериментальні дослідження витрат потужності в роторно-плівковому апараті з шарнірним кріпленням лопатей. За результатами досліджень встановлена залежність коефіцієнта потужності від критерію Рейнольдса відцентрового. Отримані результати можуть бути використанні для подальшого дослідження роторно-плівкових апаратів з шарнірним кріпленням лопатей.

Література

1. Антипов С. Т. Машины и аппараты пищевых производств, учеб. для вузов. В 2 кн. / С. Т. Антипов, И. Т. Крегов, А. Н. Остриков др.; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: КолосС, 2009. — Кн. 1610 с.
2. Василюк И. М., Сабуров А. Г. Роторные пленочные аппараты в пищевой промышленности. — М.: Агропромиздат, 1989. — 136 с.
3. Олевский, В. М. Роторные пленочные тепло-и массообменные аппараты / В. М. Олевский, В. Р. Ручинский. — М.: Химия, 1977.
4. Воронцов Е. Г. Теплообмен в жидкостных пленках / Е. Г. Воронцов, Ю. М. Тананайко. — К.: Техника, 1972. — 196 с.
5. Соколов В. Н. Аппаратура микробиологической промышленности / В. Н. Соколов, М. А. Яблокова. — Л.: Машиностроение, 1988. — 278 с.
6. Рябовол Е. Н., Юдина А. А., Зинченко М. Г., Анохин Г. А. Исследование процесса теплопередачи в роторно-пленочном аппарате при концентрировании томатного сока. ХФ ПАТ «Укрнефтехимпроект», Харьков ISSN2079-0821. Вісник НТУ «ХП». — 2014. — № 27.
7. Ащеулов А. С., Исследование кинетики потоков в роторно-пленочном выпарном аппарате. ФГБОУ ВО, ISSN2074-9414. Техника и технология пищевых производств. — 2016. — Т. 42. — № 3.
8. Марченко А. Н., Соляник О. Н. Расход мощности на привод ротора тонкопленочного роторного аппарата / Химическая промышленность Украины № 6, 1967. — С. 26.

УДК 636.631.223.018

Бойко Галина Владимировна

кандидат технических наук, ученый секретарь

Отдела ученого секретаря КПИ им. Игоря Сикорского

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Boiko Galina

Candidate of Technical Sciences, Academic Secretary of the

Scientific Secretary Department Kyiv Polytechnic Institute

named after Igor Sikorsky

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ВЛИЯНИЕ ПОДВЕСА ГИРОСКОПА НА ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛУЧА

INFLUENCE OF THE GYROSCOPE SUSPENSION ON THE ACTION OF ULTRASONIC BEAM

Аннотация. Раскрыт механизм появления акустической погрешности инерциального сенсора с поплавковым жидкостатическим подвесом. Проведен сравнительный анализ реализаций выходного сигнала датчика ДУСУ2 при выключенном гироскопе. Определена средняя величина «сдвига нуля» от волнового совпадения продольной волны.

Ключевые слова: гироскоп, акустическая погрешность, ультразвуковой луч.

Summary. The mechanism of the appearance of the acoustic error of an inertial sensor with a float liquid-liquid suspension is disclosed. A comparative analysis of the realizations of the output signal of the DUSU2 sensor with the gyroaggregate turned off. The average value of the «zero shift» from the wave coincidence of the longitudinal wave is determined.

Key words: gyroscope, acoustic error, ultrasonic beam.

Введение. Инжектируемая в окружающую среду энергия ракетных двигателей той своей частью, которая реализуется в виде проникающего акустического излучения, будет оказывать негативное влияние на приборы и системы навигационных комплексов ухудшая их паспортные характеристики, а равно и понижая тактико-технические характеристики оборонной техники в целом. Причиной этих изменений является генерируемая в механических системах приборов, или в чувствительных элементах систем коррекции, акустическая вибрация. Как оказалось, многие перспективные решения в этом случае не только не выполняют своего предназначения, но и вредят. В частности, это в полной мере относится к многофазным системам с жидкофазными элементами, которые служат прекрасным проводником звуковых волн. Причем опасность проникающего акустического поля обусловлена его пространственным характером, в отличие от кинематического или силового, проходящего внутри приборов через опоры.

Анализ состояния исследований изучаемой проблемы. Поплавковые гироскопы, нашедшие широ-

кое применение в инерциальных навигационных системах (ИНС), в полной мере подвержены тем нежелательным внешним воздействиям, о которых речь шла выше. Особенно опасна акустическая вибрация элементов подвеса для интегрирующего гироскопа, так как в этом случае погрешность прибора неизменно растет. Если поплавковый гироскоп сам выступает в роли чувствительного элемента, например, в трехосной гиросtabilизированной платформе, его погрешность (уходы) приведет к дрейфу ГСП относительно всех трех осей стабилизации [1, 2, 3].

Описание природы этого явления и построение расчетных моделей шло от простого к сложному. Вначале исследовалась динамика элементной базы подвеса гироскопа — пластин и оболочек — бесконечных по протяженности [4, 5, 6]. Затем рассматривались пластины конечных размеров [7] и перемещение абсолютно твердого цилиндра под действием акустической волны (речь шла о движении поплавка гироскопа) [8], плоско-параллельные пластины, соединенные упругой связью [9], напряженно-деформированное состояние поверхности поплавка

[10], действие на фрагменты поверхности поплавок акустической нагрузки [11], струнного подвеса [12], и, наконец, изучалась динамика многофазного подвеса гироскопа [13]. Это были первые результаты анализа природы явления и описывали они собственно акустическую вибрацию поверхности какого-либо элемента, либо их сочетаний.

Комплексное изучение погрешностей гироскопических приборов в акустических полях началось позднее. В 1999 году появляются первые работы, посвященные ошибкам гировертикалей при старте РН [14], затем — погрешностям курсоуказания ракет-носителей и многомерным задачам упругости подвеса поплавкового гироскопа в акустических полях [15], а также динамике сложных гироскопических систем — трехосным гиростабилизированным платформам [16], влиянию анизотропности жидкофазной части подвеса на погрешность поплавкового гироскопа [17, 18]. Расчетные схемы постепенно усложнялись и позволяли все глубже вскрывать природу возникновения дополнительных погрешностей гироскопов.

Качественно новый уровень приобрели эти исследования когда стали строиться расчетные модели с учетом одновременного действия двух внешних возмущающих факторов — кинематического (угловое движение корпуса летательного аппарата) и проникающего акустического излучения, имеющего пространственный характер [19]. По сути дела, такой подход оправдан и в плане более точного соответствия натурным условиям. Уже первые расчеты подтвердили соответствие теоретических и экспериментальных исследований на примере серийно выпускаемых промышленностью приборов класса ДУСУ, предназначенных для использования в летательных аппаратах длительного действия [20]. Как оказалось, в механических системах с носителями кинетического момента наличие переносного движения (качки корпуса РН) приводит к возникновению дополнительных гироскопических моментов, являющихся еще одним источником погрешностей измерений. Это проявляется в возникновении «ложной» угловой скорости во входном сигнале прибора.

Постановка задачи исследований. Проанализируем подробно влияние радиальных (в плоскости шпангоута) волн оболочечной части корпуса гироскопического датчика угловых скоростей класса ДУСУ и распространяющихся по параллели (окружных) упругих волн под действием проникающего ультразвукового излучения на возникновение *энергетической активности поддерживающей жидкости* в эксплуатационных условиях гиперзвукового полета. Генерируемая в корпусе ДУСУ радиальная волна и волна, бегущая вдоль параллели его внутренней поверхности, будут излучать в жидкостатическую часть подвеса гироскопа звуковые волны. Они, кроме всего прочего, будут служить причиной появления каустических поверхностей.

Цель исследований. С целью подтверждения аналитических прогнозов на предмет проявления резонансных особенностей подвеса в поле ультразвукового луча, была проведена оценка погрешности прибора при облучении его ультразвуковым лучом частоты 42 кГц. Речь идет о создании резонансной обстановки продольной (окружной) волной.

Методы исследований. В системах управления ракетами-носителями (РН), крылатыми ракетами, гиперзвуковыми ЛА широкое применение нашли, так называемые, поплавковые гироскопы, конструктивно лишенные основных недостатков «сухих» приборов — значительных по величине (и, главное, непостоянных) моментов сил сухого трения на выходной оси, а также недопустимо высокой чувствительности к ударным и вибрационным воздействиям, особенно нежелательных для интегрирующих гироскопов. Отличительной особенностью поплавковых модификаций стало наличие погруженной в тяжелую фторорганическую (удельный вес $1,9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-3}$) или хлорорганическую (удельный вес $2,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-3}$) жидкость подвижной части прибора. Гиromотор располагается в герметичном, заполненном гелием или водородом, цилиндрическом поплавке, который продольными цапфами устанавливается в наружном, также герметичном, коаксиальном круговом цилиндре, выполняющем роль корпуса прибора. Опоры подвижной части в некоторых случаях выполняются на камнях.

Такое техническое решение характерно для целого ряда конструкций. Плавающие приборы, в отличие от поплавковых, не имеют остаточного веса.

Зазор между цилиндрической частью кожуха и корпусом весьма мал и составляет приблизительно 0,2 мм в радиальном направлении. Большая вязкость жидкости и малая величина рабочего зазора позволяют обеспечить требуемый коэффициент демпфирования в интегрирующем гироскопе.

Все дальнейшие рассуждения будем строить ориентируясь на конкретную техническую реали-



Рис. 1. Ультразвуковая установка, модель 3560

зацию серийно выпускаемого авиационной промышленностью поплавкового прибора. Например, на гироскопический датчик угловых скоростей, унифицированный, класса ДУСУ2-30В, предназначенный для использования в летательных аппаратах длительного действия.

По принципу действия прибор является инерциальным, то есть не нуждается в связи с внешней средой. Динамические свойства датчика описываются колебательным звеном. По техническому исполнению ДУСУ представляет собой многофазную (полиагрегатную) структуру. По своему целевому назначению — служит измерителем угловой скорости гиперзвукового ЛА. Диапазон измерений угловых скоростей составляет $\pm 30 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$. Порог чувствительности датчика ДУСУ2-30В около $0,45 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$.

Тестирование датчика угловых скоростей на функциональную способность проводилось на ультразвуковой установке **MINI ULTRASONIC CLEANER MODEL 3560** (рис. 1). Генерирование ультразвукового пучка обеспечивается пьезокерамической пластиной, что создает возможности для воспроизведения практически безградиентного вдоль линии фронта излучения.

Соответствие датчика угловых скоростей унифицированного ДУСУ2-30В на функциональную готовность проводилось облучением оболочечной части корпуса прибора достаточно широким звуковым пучком (рис. 2).

Датчик погружался, согласно требованиям на эксплуатацию ультразвуковой установки **MINI ULTRASONIC CLEANER MODEL 3560**, в наполненную водой ванночку и жестко фиксировался на штативе с помощью крепежа. Выходной сигнал прибора записывался измерительной аппаратурой для двух режимов — при выключенном гиросагрегате и при включенном гиросомоторе.

Результаты исследований. Сравнительный анализ реализаций выходного сигнала датчика дает возможность установить степень влияния ультразвукового луча, собственно, на полиагрегатный подвес



Рис. 2. Испытательный стенд: а) внешний вид; б) генератор плоской волны ультразвукового излучения

гироскопа в виде «сдвига нуля» и очертить динамику ее развития во времени при гиперзвуковом полете. Датчик ДУСУ устанавливался на штативе таким образом, чтобы поворотом корпуса прибора относительно своей оси на фиксированный угол φ можно было бы выяснить наиболее опасное направление действия проникающего акустического излучения при летной эксплуатации.

Как и предполагалось, при угле падения звуковой волны $\theta = 5^\circ 03'$ продольная волна формирует резонанс совпадения в жидкостатической части подвеса и «сдвиг нуля» (в долях угловой скорости) прибора достигает $0,32 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$. Для сравнения, на рис. 3 представлены графики «сдвига нуля» прибора в трех режимах: $\theta = 0^\circ$ (ультразвуковая волна падает перпендикулярно на поверхность корпуса); $\theta = 5^\circ 03'$ (продольная волна создает резонансную ситуацию); $\theta = 10^\circ 37'$ (изгибная волна создает резонансную ситуацию).

Очевидно, что средняя величина «сдвига нуля» от волнового совпадения продольной волны составляет около $0,2 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$ (рис. 3, кривая 2). Волновое совпадение изгибной волны с ультразвуковым лучом оказывает гораздо большее влияние на выходной сигнал ДУСУ (рис. 3, кривая 3). Средняя величина составляет около $0,48 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$, максимальная — достигает $0,65 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$.

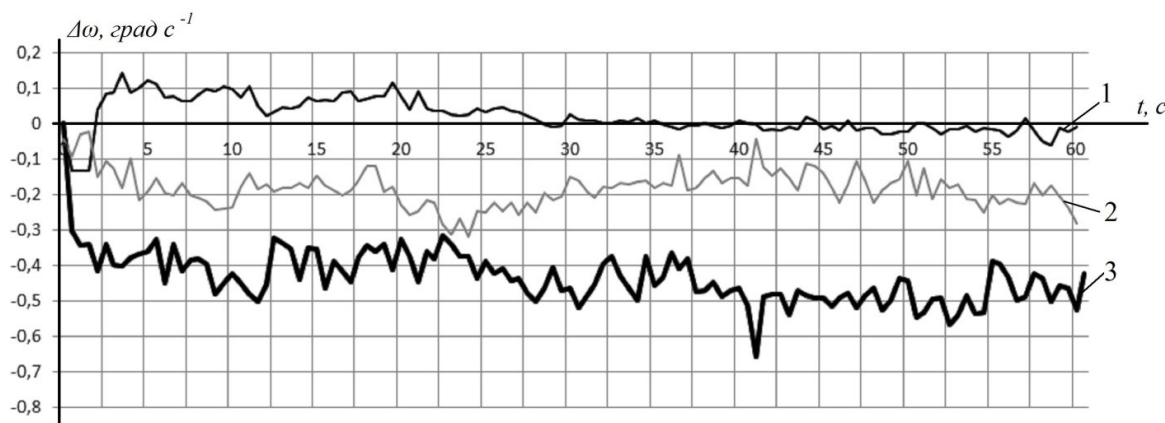


Рис. 3. Выходной сигнал ДУСУ при $\varphi = 0^\circ$: 1 — $\theta = 0^\circ$; 2 — $\theta = 5^\circ 03'$; 3 — $\theta = 10^\circ 37'$

Вывод. Проведенная стендовая полунатурная аттестация серийно выпускаемого авиационной промышленностью двухстепенного поплавкового гироскопа класса ДУСУ2-30В дает возможность

сказать, что при выключенном гироскопе гироскопа реагирует на действие ультразвукового луча в виде «сдвига нуля» на величину, значительно превышающую пороговое значение.

Литература

1. Мельник, В.Н. О влиянии проникающего акустического излучения на чувствительные элементы гиросtabilизированной платформы [Текст] / В.Н. Мельник, В.В. Карачун // Прикл. механика. — 2004. — Т. 40, № 10. — С. 122–130.
2. Koshljakov, V.N. The some Aspects of Flaigt Safety in Conditions Penetrate Acoustic Radiation [Текст] / V.N. Koshljakov, V.V. Karachun, V.N. Mel'nik, V.G. Saverchenko, V. Kh. Balanin. // «Aviation in the XXI-st Century»: The World Congress, Kyiv, Ukraine, National Aviation University, September 14–16, 2003. — P. 2.37–2.40.
3. Melnik, V.N. Some Aspects of the Gyroscopic Stabilization in Acoustic fields [Текст] / V.N. Melnik, V.V. Karachun // Int. Appl. Mech. — 2002. — Т. 38, № 1. — P. 74–80.
4. Карачун, В.В. Задачі супроводу та маскування рухомих об'єктів [Текст]: моногр. / В.В. Карачун, В.М. Мельник; Нац. техн. ун-т України «КПІ». — К.: «Корнейчук», 2012. — 128 с.
5. Бойко, Г.В. Резонанс волнового совпадения в условиях гиперзвукового полета [Текст] / Г.В. Бойко // Космічна наука і технологія. — 2014. — Т. 20, № 3(88). — С. 28–33.
6. Карачун, В.В. Підводний об'єкт як плоска перешкода акустичному випромінюванню [Текст] / В.В. Карачун, В.М. Мельник «AKTUALNI VYMOZENOSTI VEDY-2009»: MATERIALY V MEZINARODNI VEDECKO- PRAKTICKA KONFERENCE, Praha, 27.06.-05.07.2009. Dil 13. — Str. 14–17.
7. Карачун, В.В. Об особенностях акустического нагружения пластин конечных размеров [Текст] / В.В. Карачун // Проблемы прочности. — 1990, № 10. — С. 93–96.
8. Карачун, В.В. О перемещении абсолютно твердой оболочки под воздействием внешней акустической волны давления [Текст] / В.В. Карачун, В.С. Мартыненко // ДАН УССР. Сер. А. — 1991, № 3. — С. 42–45.
9. Карачун, В.В. Об одномерных изгибных колебаниях двухслойной пластины в поле избыточного давления [Текст] / В.В. Карачун // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Сер. Приборостроение. — 1986. — Вып. 16. — С. 8–9.
10. Мельник, В.М. Двовимірна задача пружної деформації поверхні оболонки внаслідок дифракції зовнішніх звукових хвиль на щілині [Текст] / В.М. Мельник, В.В. Карачун // Вісник ЖДТУ/ Технічні науки. — 2009, № 4(51). — С. 57–62.
11. Мельник, В.Н. Усилия и моменты на краях выпуклой оболочки [Текст] / В.Н. Мельник, В.В. Карачун // Авіаційно-космічна техніка і технологія. — 2009, № 8/65. — С. 7–11.
12. Карачун, В.В. Дротяні елементи приладів в акустичному середовищі [Текст]: моногр. / В.В. Карачун, Н.А. Кубрак; НТУУ «КПІ». — К.: «Корнійчук», 2001. — 160 с.
13. Мельник, В.Н. Нелинейные колебания в полиагрегатном подвесе гироскопа [Текст]: моногр. / В.Н. Мельник, В.В. Карачун; НТУУ «КПІ». — К.: «Корнейчук», 2008. — 104 с.
14. Карачун, В.В. О погрешности построения вертикали при старте носителей [Текст] / В.В. Карачун, Е.Р. Потапова, В.Н. Мельник // Космічна наука і технологія. — 2000. — Т. 5, № 3–4. — С. 58–61.
15. Карачун, В.В. Многомерные задачи упругости подвеса поплавкового гироскопа [Текст] / В.В. Карачун, В.Н. Мельник, В.Г. Лозовик // Космічна наука і технологія. — 2000. — Т. 6, № 2/3. — С. 92–97.
16. Мельник, В.Н. Некоторые аспекты гироскопической стабилизации в акустических полях [Текст] / В.Н. Мельник, В.В. Карачун // Прикл. механика. — 2002, Т. 38, № 1. — С. 95–101.
17. Мельник, В.М. Вплив анізотропності рідиннофазної частини підвісу на похибку інтегруючого гіроскопа [Текст] / В.М. Мельник // Вісник НТУУ «КПІ». ПРИЛАДОВУДУВАННЯ. — 2003. — Вип. 25. — С. 94–97.
18. Мельник, В.М. Нелінійні коливання рухомої частини поплавкового гіроскопа внаслідок неоднорідності рідиннофазної частини підвісу [Текст] / В.М. Мельник // Доповіді Нац. акад. наук України. — 2003, № 8. — С. 54–58.
19. V. V. Karachun, V. N. Mel'nick, I. Korobiichuk, M. Nowicki, R. Szewczyk, S. Kobzar The Additional Error of Inertial Sensors Induced by Hypersonic Flight Conditions // Sensors — 2016, 16 (3), 299; doi: 10.3390/916030299.
20. Карачун В.В., Мельник В.Н. Возникновение резонанса в акустической среде подвеса поплавкового гироскопа // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2016. — № 1/7 (79). — С. 39–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.59892.

УДК 622. 276.53

Бродкевич Володимир Михайлович

кандидат економічних наук,

доцент кафедри інформаційно-технічних та природничих дисциплін

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

Бродкевич Владимир Михайлович

кандидат экономических наук,

доцент кафедры информационно-технических и естественно-научных дисциплин

Киевский кооперативный институт бизнеса и права

Brodkevych Volodymyr

PhD of Economy, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of

Information Technology Natural Sciences

Kyiv Cooperative Institute of Business and Law

Ремесло Вячеслав Якович

кандидат військових наук, доцент,

доцент кафедри інформаційно-технічних та природничих дисциплін

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

Ремесло Вячеслав Якович

кандидат военных наук, доцент,

доцент кафедры информационно-технических

и естественно-научных дисциплин

Киевский кооперативный институт бизнеса и права

Remeslo Viacheslav

PhD of Military Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of

Information Technology and Natural Sciences

Kyiv Cooperative Institute of Business and Law

КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ: НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ТА НЕЙРОКОМП'ЮТЕРИ ЯК ОСНОВА ВІДТВОРЕННЯ ПРОЦЕСУ МИСЛЕННЯ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ КАК ОСНОВА ОТОБРАЖЕНИЯ ПРОЦЕССА МЫШЛЕНИЯ

COMPUTER ENGINEERING: NEURAL NETWORK AND NEURAL COMPUTERS LIKE A BASIC OF THE THINKING PROUCES DISPLYING

Анотація. Перші спроби технічного відтворення процесу мислення шляхом створення моделі штучної нейронної мережі були зроблені вченими в середині 40-х років 20-го століття. З появою комп'ютерної техніки ця проблема набула особливої актуальності. Продовжується пошук її адекватного розв'язання шляхом створення штучних нейронних мереж, які здатні моделювати основні властивості природних нейронів. У статті викладено в скороченому вигляді основні аспекти сучасного стану даної проблеми, що може стати корисним для студентів, аспірантів та фахівців інженерного профілю в плані поглиблення знань в напрямку вивчення та удосконалення нейронних мереж.

Ключові слова: процес мислення, комп'ютерна техніка, штучні нейронні мережі.

Аннотация. Первые попытки технического воспроизведения процесса мышления путем создания модели искусственной нейронной сети были осуществлены учеными в середине 40-х годов 20-го века. С появлением компьютерной техники

эта проблема приобрела особую актуальность. Продолжается поиск ее адекватного решения путем создания искусственных нейронных сетей, которые способны моделировать основные свойства природных нейронов. В статье изложены в сокращенном виде основные аспекты современного состояния данной проблемы, что может быть полезным для студентов, аспирантов и специалистов инженерного профиля в плане углубления знаний в направлении изучения нейронных сетей.

Ключевые слова: процесс мышления, компьютерная техника, искусственные нейронные сети.

Summary. The first attempts of technical reproduction process of thinking by creating artificial neural network models have been made by scientists in the mid-40 years of the 20th century.

With the advent of computer technology, this problem has acquired a special urgency. Continues to search for its adequate solution by creating artificial neural networks that are able to simulate basic properties of natural neurons.

The article outlined in abbreviated form the key aspects of the current state of the problem, which can be useful for students, researchers and professionals of the engineering profile, in terms of deepening knowledge in the direction of the study of neural networks.

Key words: thinking, artificial neural network, computer technology.

Процес всебічного вивчення мозку людини триває вже декілька сотень років. Як відомо, основу структури мозку являють нейрони (нервові клітини). З появою комп'ютерної техніки вчені почали активно піднімати питання щодо технічного відтворення процесу мислення.

Перші спроби були зроблені в середині 40-х років 20-го століття нейрофізіологом Маккалохом та математиком Піттсом, які описали роботу штучних нейронів і запропонували створити модель штучної нейромережі на електричних схемах. В 1956 р Дартмутський дослідний проект штучного інтелекту забезпечив підйом досліджень нейронних мереж, який на той час зосередився на двох напрямках: промислове застосування систем штучного інтелекту (експертні системи) та моделювання роботи мозку [1].

В 1958 р Джон фон Нейман (*John von Neumann*) запропонував імітацію простих функцій нейронів з використанням телеграфної передачі або вакуумних трубок. Почалася робота над перцептроном. Одношаровий перцептрон був збудований реально і вважається класичною нейромережею.

На той час перцептрон використовувався у класифікації множини вхідних сигналів у одному з двох класів. На жаль, одношаровий перцептрон був обмеженим і зазнав критики у 1969 р, у книзі Марвіна Мінскі (*Marvin Minsky*) та Сеймура Пейперта (*Seymour Papert*) «Перцептрони» [1].

Так наступні модифікації штучних нейромереж (багатошарові) лягли в основу інтелектуальних систем, що дозволило з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, здійснення прогнозів, оптимізації, поліпшити параметри асоціативної пам'яті та керування. Природний аналог доводить, що множина проблем, які поки що не підвладні розв'язуванню наявними комп'ютерами, можуть бути ефективно вирішені блоками нейромереж.

Дослідження показали, що мозок людини має багато якостей, що відсутні в сучасних комп'ютерах з архітектурою фон Неймана.

До них відносяться:

- розподілене представлення інформації і паралельні обчислення;

- здатність до навчання і здатність до узагальнення;
- адаптивність;
- толерантність до помилок;
- низьке енергоспоживання [1].

До речі, в лексиці розробників та користувачів нейромереж присутні слова, що дуже відмінні від традиційної обробки даних, зокрема: «вести себе», «реагувати», «самоорганізовувати», «навчати», «узагальнювати», «забувати» і т.д.

Однак, був період, коли вченим прийшлося пережити важкий період припинення основного фінансування науково-дослідних заходів. І цей період спаду продовжувався до 80-х років.

В середині 90-х р відновлення інтересу спричинило декілька подій. Так, Джон Хопфілд (*John Hopfield*) подав статтю до національної Академії наук США. Підхід Хопфілда створював докорінно нові підходи до моделювання.

Одночасно у Кіото (Японія) відбулась Об'єднана американсько-японська конференція по нейронних мережах, які оголосили досягненням п'ятої генерації. Американські періодичні видання висвітлили цю подію, акцентуючи увагу на тому, що США можуть залишитись позаду партнерів. Це в свою чергу викликало реакцію уряду до збільшення фінансування в галузі нейромереж.

З 1985 р Американський інститут фізики розпочав щорічні зустрічі фахівців під гаслом «Нейронні мережі для обчислень».

У 1990 р Департамент програм інноваційних досліджень захисту малого бізнесу назвав 16 основних та 13 допоміжних тем, де було доцільним та можливим використання нейронних мереж.

Сьогодні обговорення нейронних мереж та перспективи їх сучасного застосування відбуваються досить широко. На даний час більшість розробок нейронних мереж в принципі є працюючими, але можуть існувати окремі процесорні обмеження. У зв'язку з цим дослідження спрямовані на програмні та апаратні реалізації нейромереж продовжуються [1].

Кампанії працюють над створенням трьох типів нейрочипів: цифрових, аналогових та оптичних, що обіцяють мати реалізацію у близькому майбутньому [1, 3].

Точна робота мозку людини — до сих пір поки є таємницею. Проте окремі аспекти цього дивовижного природного процесора відомі. Базовим елементом мозку людини є специфічні клітини, відомі як нейрони, що здатні запам'ятовувати, думати і застосовувати попередній досвід до кожної дії, що докорінно відрізняє їх від решти клітин тіла.

Кора головного мозку людини є доволі протяжною, утвореною нейронами товщиною від 2 до 3 мм із площею близько 2200 см^2 , що вдвічі перевищує площу поверхні стандартної клавіатури. Кора головного мозку містить близько 10^{11} нейронів, що приблизно дорівнює числу зірок Чумацького шляху. Кожен нейрон зв'язаний з іншими нейронами. Сумарна кількість таких зв'язків може досягати 10^3 – 10^4 одиниць. Загалом мозок людини містить приблизно від 10^{14} до 10^{15} взаємозв'язків [1, 2].

Індивідуальний нейрон є складним біологічним об'єктом, має свої складові підсистеми та механізми керування і передає інформацію через велику кількість електрохімічних зв'язків. В природі налічується біля сотні різних класів нейронів. Штучні ж нейромережі моделюють лише найголовніші елементи складного мозку, що надихає науковців та розробників до нових шляхів розв'язування даної проблеми.

Біологічний нейрон

Нейрон (нервова клітина) складається з тіла клітини — соми (*soma*), двох типів зовнішніх деревоподібних відгалужень: аксона (*axon*) і дендритів (*dendrites*). Тіло клітини вміщує ядро (*nucleus*), що містить інформацію про властивості нейрону, і плазму, яка продукує необхідні для нейрону матеріали. Нейрон отримує сигнали (імпульси) від інших нейронів через дендрити (приймачі) і передає сигнали згенеровані тілом клітини вздовж аксона (передавача), що наприкінці розгалужується на волокна (*strands*). На закінченнях волокон знаходяться синапси (*synapses*) [2].

Синапс є функціональним вузлом між двома нейронами (волокно аксона одного нейрона і дендрит іншого). Коли імпульс досягає синаптичного закінчення, продукуються хімічні речовини, названі нейротрансмітерами. Нейротрансмітери проходять через синаптичну щілину, збуджуючи або загальмовуючи, в залежності від типу синапсу, здатність нейрона-приймача генерувати електричні імпульси. Результативність синапсу налаштовується сигналами, що проходять через нього, тому синапси навчаються в залежності від активності процесів, у яких вони приймають участь. Останні експериментальні дослідження доводять, що біологічні нейрони структурно складніші, ніж це спрощене схематичне пояснення, і значно складніші, ніж існуючі штучні нейрони, які є елементами сучасних штучних нейронних мереж. Оскільки нейрофізіологія надає науковцям розширене розуміння дії нейронів, а технологія обчислень постійно вдосконалюється, розробники мереж мають необмежений простір діяльності для вдосконалення моделей біологічного мозку [1, 2].

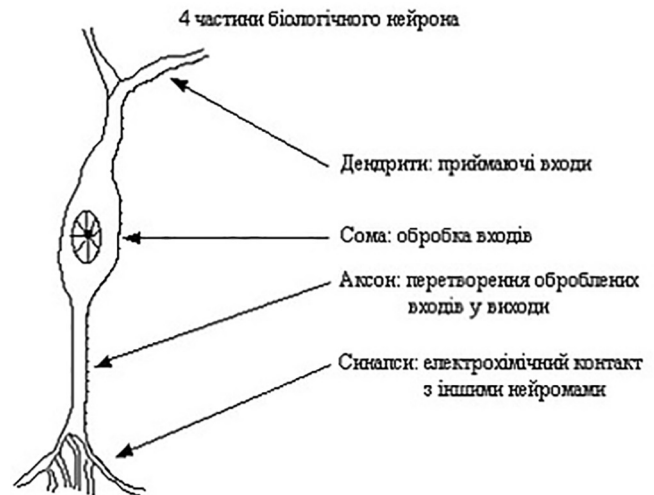


Рис. 1. Схема біологічного нейрона [2]

Штучний нейрон

Базовий модуль нейронних мереж, так званий штучний нейрон, моделює чотири основні функції природного нейрона (рис. 2).

Штучні нейронні мережі, або конективістські системи — це обчислювальні системи, наповнені біологічними нейронними мережами, що складають мозок тварин.

Вхідні сигнали x_n , що зважені ваговими коефіцієнтами з'єднання w_n , додаються, проходять через передатну функцію, генерують результуючий сигнал і виводяться.

Модифіковані входи передаються на функцію сумування, яка переважно тільки сумує добутки. Проте можна обрати багато різних операцій, такі як середнє, найбільше, найменше тощо, які могли б продукувати деяку кількість різних значень. Окрім того, більшість комерційних програм дозволяють інженерам-програмістам створювати власні функції сумування за допомогою підпрограм.

В існуючих нейромережах в якості передатних функцій можуть бути використані сигмоїда, синус, гіперболічний тангенс та ін. Приклад того, як працює передатна функція, показано на рис. 3.

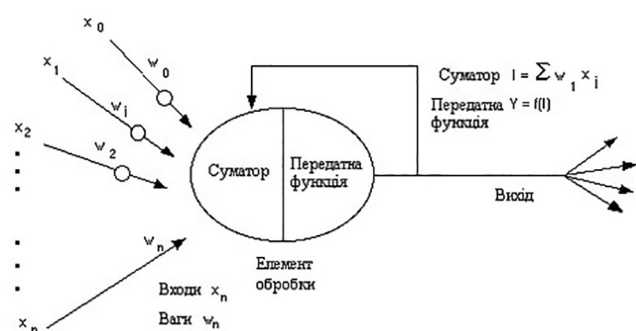


Рис. 2. Базовий штучний нейрон



Рис. 3. Сигмоїдна передатна функція

Після обробки сигналу, нейрон на виході має результат передатної функції, який надходить на входи інших нейронів або до зовнішнього з'єднання, як це передбачається структурою нейромережі.

Всі штучні нейромережі конструюються з базового формуючого блоку — штучного нейрону. Існуючі різноманітності і фундаментальні відмінності не заважають, а навпаки сприяють більш повній реалізації мистецтва талановитих фахівців у розробці ефективних нейромереж.

Штучні нейронні мережі

Інший напрямок створення і використання нейромереж стосується нескінченної кількості зв'язків, що знаходяться в них і пов'язують окремі нейрони. Групування у мозку людини відбувається так, що інформація обробляється динамічним, інтерактивним та самоорганізуючим шляхом. Біологічні нейронні мережі створені природою у тривимірному просторі з мікроскопічних компонент і здатні до різноманітних з'єднань. Однак, для створеної людиною штучної мережі існують фізичні обмеження.

Існуючі на даний час нейромережі є групуванням штучних нейронів. Це групування обумовлено створенням з'єднаних між собою прошарків.

На рис. 4 показана типова структура штучних нейромереж. Хоча існують мережі, які містять лише один прошарок, або навіть один елемент, більшість застосувань вимагають мережу, яка містить як мінімум три нормальних типи прошарків — вхідний, прихований та вихідний [1, 2]. Прошарок вхідних

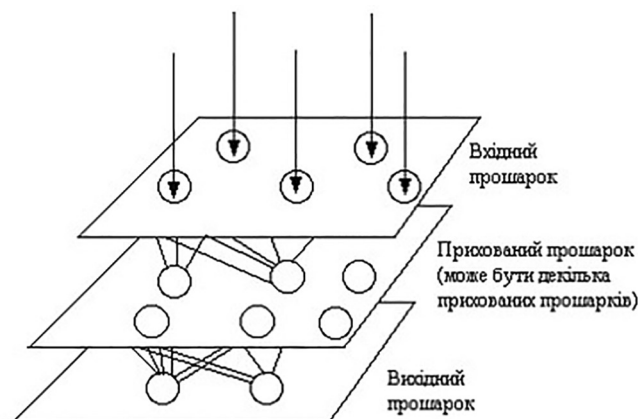


Рис. 4. Діаграма простої нейронної мережі

нейронів отримує дані або з вхідних файлів, або безпосередньо з електронних датчиків. Вихідний прошарок передає інформацію безпосередньо до зовнішнього середовища, до вторинного комп'ютерного процесу, або до інших пристроїв.

Між цими двома прошарками може бути багато прихованих прошарків, які містять багато нейронів у різноманітних зв'язаних структурах. Входи та виходи кожного з прихованих нейронів спрямовані до інших нейронів. Напрямок зв'язку від одного нейрону до іншого є важливим аспектом нейромереж [1, 2].

У більшості мереж кожен нейрон прихованого прошарку отримує сигнали від всіх нейронів попереднього прошарку та звичайно від нейронів вхідного прошарку. Після виконання операцій над сигналами, нейрон передає оброблений сигнал зі свого виходу на вхід всіх нейронів наступних прошарків, забезпечуючи шлях передачі вперед (*feedforward*) на вихід мережі.

При наявності зворотного зв'язку, вихід нейронів прошарку скеровується до нейронів попереднього прошарку. Треба зазначити, що шлях, яким нейрони з'єднуються між собою, має значний вплив на роботу мережі. Більшість пакетів професійної розробки програмного забезпечення дозволяють користувачу додавати, вилучати та керувати з'єднаннями як завгодно [1, 2].

Постійно корегуючи параметри, зазначені зв'язки можна робити як збуджуючими так і гальмуючими, що значно впливатиме на основні параметри і ефективність роботи нейромережі в цілому.

Література

1. Основи теорії проектування нейронних мереж. Тимошук П. В., Лобур М. В. Навчальний посібник. Львів. Видавництво Львівська політехніка. — 2007. — 328 с.
2. Вікіпедія: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.
3. Оптика сьогодні. <http://opticstoday.com/katalog-statej/>.
4. General-purpose technique sheds light on inner workings of neural nets trained to process language. Larry Hardes-ty | MIT News Office, September 8, 2017.

УДК 628.16.081

Гулієнко Сергій Валерійович

*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри
машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Гулиенко Сергей Валериевич

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры
машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Hulienko Serhii

*Candidate of Engineering Science (PhD in Engineering),
Senior Lecturer of Department of
Machines and Apparatus of Chemical and Petroleum Industries
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Симан Іван Володимирович

*магістрант кафедри машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Симан Иван Владимирович

*магистрант кафедры машин и аппаратов химических
и нефтеперерабатывающих производств
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Syman Ivan

*Master Degree Student of Department of Machines and Apparatus of
Chemical and Petroleum Industries of the
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

ЗАБРУДНЕННЯ МЕМБРАН ТА МЕТОДИ ЇХ РЕГЕНЕРАЦІЇ: КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД

ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕМБРАН И МЕТОДЫ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ: КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

MEMBRANE FOULING AND METHODS OF ITS REGENERATION: A CRITICAL REVIEW

Анотація. Проведено огляд джерел літератури щодо процесів мембранного розділення водних розчинів і визначено основні проблеми їх розвитку. Відмічено, що найбільший негативний вплив на роботу мембранних установок чинять явища концентраційної поляризації та забруднення на поверхні мембран. Проведено огляд методів регенерації мембранних модулів та визначені напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: мембранне розділення, концентраційна поляризація, опір, регенерація, осади.

Аннотация. Проведен обзор источников литературы о процессах мембранного разделения водных растворов и определены основные проблемы их развития. Отмечено, что наибольшее негативное влияние на работу мембранных установок оказывают явления концентрационной поляризации и загрязнения на поверхности мембран. Проведен обзор методов регенерации мембранных модулей и определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: мембранное разделение, концентрационная поляризация, сопротивление, регенерация, осадок.

Summary. The review about literature sources about membrane separation processes of water solutions was carried out and main problems in its development were determined. It was pointed out that main negative effect on membrane plants performance is influenced by phenomena of concentration polarization and fouling on membrane surface. The methods of membrane units regeneration was reviewed and directions of future researches were determined.

Key words: membrane separation, concentration polarization, resistance, regeneration fouling, sludge.

Вступ. Сьогодні у всьому світі мембранні методи очищення стічних вод вже не викликають сумнівів у своїй ефективності і конкурентоспроможності. Безліч закордонних компаній виробляють різноманітні мембрани, мембранні модулі і установки очищення природної і стічної води на їх основі.

Мембранні технології належать до категорії ресурсозберігаючих технологій, застосування яких дозволяє підвищити якість стічних вод, що скидаються, понизити кількість викидів забруднюючих речовин у водойми і мінімізувати забруднення природних вод за рахунок можливості повторного використання очищених стічних вод в замкнутих системах водопостачання.

Широке використання мембранных методів у багатьох промислових процесах можливе завдяки тому, що властивості мембран можуть бути адаптовані до технічних вимог, задоволення яких потрібне для успішного проведення цих процесів [1–8].

Класифікація мембран. Мембрани, що використовуються в різних мембранных процесах, можна класифікувати за різними ознаками.

Найбільш простою являється класифікація усіх мембран на природні (біологічні) і синтетичні, які, у свою чергу, підрозділяються на різні підкласи, виходячи з властивостей матеріалу [9].

Мембранні методи розділення відрізняються типами використовуваних мембран, рушійними силами, що підтримують процеси розділення, а також сферами їх застосування [5].

Найбільше поширення отримали мембранні процеси, що протікають під дією тиску (баромембранні процеси).

Мембрани, що використовуються в цих процесах, залежно від розмірів пор і відповідно розмірів затримуваних часток, можна розділити на 4 типи: зворотноосмотичні, нанофільтраційні, ультрафільтраційні і мікрофільтраційні [10].

Зворотноосмотичні мембрани за селективними властивостями найбільш селективні і ефективні по коефіцієнту розділення розчинів. У них найменші пори. Крім того, існують теорії, які розглядають зворотноосмотичні мембрани як не пористі. Середній відсоток затримання зворотноосмотичними мембранами 97–99% усіх розчинених речовин [11]. Вони

використовуються в харчовій промисловості, фармацевтиці, в системах комунального господарства, а також у багатьох виробничих процесах, де є потреба в отриманні води, підвищеної якості. Як правило, вони є фінішним етапом очищення природної і стічної води [12].

Для реалізації процесів мембранного розділення використовується декілька типів апаратів, особливості застосування яких наведені в спеціалізованій літературі [13–16].

Забруднення мембран. В процесі зворотного осмосу з часом відбувається забруднення мембран осіданнями зважених часток і погано розчинних сполук. Це призводить до зниження питомої продуктивності мембранної поверхні. Причиною цього являється виникнення біля поверхні мембрани, з напірного боку, концентраційного поляризаційного шару, що перешкоджає проходженню фільтрату крізь мембрану [17]. Механічні і колоїдні частки в таких умовах мають тенденцію до укрупнення і утворення агрегатів, які можуть відкладатися на мембрані, блокуючи її. Неконтрольований процес накопичення таких осадів при неправильній експлуатації установки може швидко привести до безповоротного погіршення характеристик мембранных апаратів [18, 19].

Зокрема, як показано в роботі [19] зниження продуктивності мембранных установок на 95–97% визначається забрудненням поверхні мембран і лише на 3–5% ущільненням їх капілярно-порової структури. Найбільш розповсюджені типи осадів, як показано в роботах [18, 19] — мінеральні осадки, гідроксиди металів, колоїдні плівки органічного та біологічного походження, які можуть локалізуватися в різних частинах мембранної установки [20]. Причини забруднення мембран визначаються фізико-хімічними та поверхневими властивостями самої мембрани та частинок забруднюючої фази. В деяких роботах відмічається комплексний склад забруднень в промислових зворотноосмотичних установках.

Однією з головних причин забруднення мембран є формування на їх поверхні карбонатних осадків, утворення яких визначається умовами рівноваги, інтенсивністю масообміну при кристалізації, а також наявністю домішок [19].

У випадку полімерних мембран, на ступінь забруднення впливають властивості мембран, в першу чергу морфологія полімеру та гідрофільність поверхні. Зокрема, встановлено, що гідрофобні мембрани в меншій мірі схильні до забруднення, що дозволяє зменшити вплив забруднення за рахунок модифікації мембран [18].

Щоб зменшити швидкість забруднення, розчини, що розділяються, перед поданням в мембранний апарат піддають попередній обробці: проводять коагуляцію з подальшим осадженням, фільтрування на піщаному фільтрі, а потім на мікрофільтрі, підкисляють розчин, щоб запобігти випаданню солей жорсткості і так далі. Проте, рано чи пізно виникає необхідність очищення мембрани від забруднень [14]. Якщо попередня обробка стоку була високоефективною (за вартістю — порівнянною із зворотним осмосом), то очищення мембрани можна проводити раз на місяць і навіть ще рідше, в інших випадках (коли окрім фільтрів нічого не застосовується) це може бути один раз в тиждень [18]. Про необхідність очищення мембрани можна судити по зниженню продуктивності або зростанню гідравлічного опору модулів. Наприклад, рулонні модулі рекомендується очищати, коли їх продуктивність знижується на 20% або перепад тиску в напірному каналі модуля зростає в 1,5 рази в порівнянні з первинним значенням [21]. Проте, у ряді випадків, при порушенні регламентних термінів очищення мембранних модулів, з концентраційного поляризаційного шару на поверхню мембрани випадає осад, що закриває пори. У цих випадках видалення його дуже затратне [22].

Методи регенерації мембран. Розрізняють такі групи методів регенерації мембран [23, 24]: механічні, гідродинамічні, фізичні, хімічні й комбіновані, що включають частково прийоми перших чотирьох методів.

Механічні методи регенерації мембран можуть бути використані тільки в тих випадках, коли відклади (осади) мають низьку адгезію до поверхні мембрани й мають гелеподібну або пухку структуру, а самі мембрани, як правило, трубчастого типу. Сутність механічних методів полягає в тому, що разом із потоком рідини в напірний канал мембранного апарата вводять еластичні губчасті полімерні кулі, які зчищають забруднення, що утворюються. Обов'язковою умовою використання таких куль є те, що їх діаметр повинен бути суттєво більшим (у 1,1–4 рази) діаметра трубки, всередині якої вони рухаються [10].

При утворенні відкладів, які мають значну спорідненість із поверхнею мембрани, використання суто механічного методу їх очищення не є ефективним. У таких випадках використовуються, як правило, комбінування механічного очищення із хімічним (кислоти, луги, ПАР тощо) [10].

Незважаючи на очевидну простоту й ефективність механічних методів очищення, вони мають

ряд суттєвих обмежень і недоліків. Зокрема, як вже було зазначено, вони можуть бути застосовані лише в апаратах трубчастого й, в окремих випадках, плоскокамерного типу [14], тобто не використовуються в апаратах зворотного осмосу, які мають іншу конструкцію.

Іншим способом, який полегшує використання механічних методів очищення мембран, слід вважати застосування намивних шарів або динамічних мембран шляхом введення в розчин, що розділяється, дисперсних добавок. При цьому легко видаляються з поверхні мембрани забруднений рухливий динамічний шар із наступним нанесенням нового шару (реформування мембран) [25].

Гідродинамічні способи очищення включають в себе змив із напірного каналу концентраційного поляризаційного шару сильним струменем води, газорідною емульсією, пульсуючим потоком, зворотне промивання пермеатом. Сюди ж відноситься спосіб, який полягає в різкому скиданні тиску, що застосовується у деяких типах мембранних апаратів. При цьому мембрана розширюється і одночасно виникає осмотичний потік зі сторони пермеату, що приводить до відшарування забруднень від мембрани. Після цього вони вимиваються із апарату сильним потоком води в напірному каналі. На практиці найбільше розповсюдження отримав спосіб, який полягає в промиванні напірного каналу модулів сильним струменем води. Це найпростіший спосіб серед гідродинамічних способів очистки. Промивна вода, в якості якої часто використовується сам розчин який розділяється, з більшою швидкістю прокачується через мембранні апарати при низькому тиску. Чим більше швидкість, тим краще. Обмеженням являється тільки допустимий перепад тиску для модуля, який може стать занадто великим через гідравлічний опір. Для рулонних модулів допустима величина перепаду тиску в напірному каналі порядку 0,2 МПа [26].

Подача в напірний канал газорідної емульсії по ефективності може бути вище чим промивка сильним струменем, але складніше в організації і дорожче, тому і рідко використовується на практиці. При подачі в напірний канал пульсуючого потоку виникають гідравлічні удари, які сприяють відшаруванню осадів від мембрани [22]. Цей спосіб прийнятний в таких конструкціях апаратів зворотного осмосу, де мембрана, підкладка і опора, яка протидіє тиску, міцно зв'язані одне з іншим і утворюють одне ціле. В іншому разі мембрана швидко вийде з ладу.

При зворотній промивці пермеат насосом подається під мембрану, проходить через неї у напрямку, протилежному звичайному, і надходить в напірний канал. Завдяки цьому видаляються забруднення із пор мембрани і відшаровуються осади, які перекривають пори. Цей спосіб можна використати також тільки в таких конструкціях, де мембрана, підкладка і опора утворюють єдине ціле [27].

У порівнянні з хімічними методами очистки гідродинамічні простіші і дешевші. На жаль, з їх допомогою можна видалити тільки концентраційний поляризаційний шар, який не зв'язаний з мембраною [28].

Сутність фізичних методів регенерації полягає у впливі на мембрани електричних та магнітних полів, ультразвуку, п'єзоелектричної вібрації, а також при проведенні мембранного процесу в умовах дії відцентрових сил [23]. У наш час фізичні методи очистки перебувають у стадії експериментальних досліджень.

Також відомі хімічні методи регенерації мембран [23, 28]. Ефективність хімічних методів очищення мембран залежить від ряду факторів: типу і хімічної стійкості мембран, типу і структури забруднень, складу миючого розчину й умов регенерації.

Як компоненти миючих розчинів використовуються різні класи речовин: мінеральні та органічні кислоти, альдегіди, луги, ПАР, ензими, солі фосфорних кислот, гідроген пероксид тощо. Слід відзначити, що як і конкретні методи регенерації, так і склад миючих засобів практично завжди є предметом патентування і в науковій літературі не публікуються. Аналіз доступних патентних даних, вміщених у науково-технічній літературі [23], дає можливість згрупувати склади миючих засобів відповідно до класів забруднювачів.

Так, для видалення щільних мінеральних відкладів як основні компоненти миючих розчинів використовують органічні та мінеральні кислоти (щавлева, лимонна, хлоридна, сульфатна), які розчиняють солі кальцію і феруму. Складніше видалити силікати, оксиди і гідроксиди металів, для чого використовують розчини із вмістом фосфатна кислоти, натрій або амоній флуоридів і ПАР (аніонних та нейногенних) [29].

Для регенерації хімічними методами можуть використовуватися як традиційні хімічні реагенти, так і спеціально розроблені хімічні препарати. При цьому ефективність різних типів реагентів виявляється різною залежно від виду забруднень. Для окремих видів осаду більш ефективним виявляються лужні розчини, тоді в інших випадках ефективнішими є кислі розчини, чи ферметні препарати. В деяких випадках більш ефективними виявляються комбінації промивних розчинів. При виборі промивного агента та його концентрації необхідно враховувати хімічну стійкість мембран, оскільки реакція між матеріалом мембрани та промивним агентом призводить до руйнування активного шару мембрани. Крім того, до порушень структури мембрани може призвести затримка у проведенні хімічного промивання через мікробіологічну активність. Було запропоновано ряд комплексних підходів, що включають злагодження роботи системи попередньої обробки та промивання, а також порядок проведення процедур промивання з вилученням окремих компонентів шару забруднень [14].

Регенерацію мембран рекомендується проводити у два етапи: очищення мембран реагентами від забруднень і обробка їх спеціальними реагентами, що забезпечують остаточне відновлення характеристик мембран. До складу останніх входять полімери (полівініловий спирт, кополімер вінілацетату з малеїновим ангідридом тощо) [23]. Двохстадійну регенерацію мембран проводять у циркуляційному режимі.

Накопичений багаторічний досвід щодо хімічної регенерації різних мембран дозволив фірмам-розробникам рекомендувати визначені за складом хімічні реагенти й рецептури їх виготовлення для видалення забруднень різних типів. Прикладом можуть бути рекомендації фірми «Дюпон» (США) щодо хімічної регенерації поліамідних мембран В10 [29, 30].

При проектуванні установок зворотного осмосу способи попередньої очистки оброблюваного розчину і методи очистки мембран від забруднень повинні вибиратись в такій сукупності, щоб забезпечити мінімальну вартість процесу розділення. Якщо зекономити на передочищенні то обов'язково отримаємо збільшення затрат на промивання мембран. Перші промислові установки зворотного осмосу експлуатувались взагалі без попередньої очистки початкового розчину, в результаті чого повністю виходили з ладу на протязі декількох тижнів (способи очистки мембран від забруднень тоді ще мало були вивчені).

В наш час вважається, що оптимальні затрати на попередню очистку повинні складати на менше 40–60% від всіх затрат на розділення вхідного стоку з використанням зворотного осмосу [31].

Якщо промислові установки зворотного осмосу укомплектовані апаратами попередньої очистки і хімічні очистки мембран проводяться з періодичністю, яка рекомендована виробником установки, строк служби зворотноосмотичних мембран може складати 3–4 роки [26]. Для захисту мембран від відкладень різних забруднювачів використовують спеціальну речовину — антискалант. Антискалант вводять у воду, що подається на осмос в незначній кількості (біля 5 грам на 1 м³). Він потрапляє разом з водою на осмос і утворює на поверхні зворотноосмотичних мембран тонку плівку з яскраво вираженими антиадгезивними якостями. Забруднювачі потрапляють на цю плівку, ковзають по ній під дією водного потоку, що проходить через мембрану і не можуть закріпитись на поверхні мембран. Це дозволяє використовувати осмос на антискаланті на протязі більш довгого часу без проведення хімічних очисток. Антискалант не отруйний, він складається із суміші високомолекулярних органічних кислот. В пермеат він не потрапляє, так як не може пройти через зворотноосмотичну мембрану [18].

У роботі [14] було розроблено спосіб регенерації рулонованих зворотноосмотичних і нанофільтраційних мембранних модулів для підготовки питної та технологічної води шляхом застосування темпера-

турної кавітації, що зумовлює суттєве збільшення терміну їх роботи без порушення якісних характеристик води. Експериментально встановлено, що при тиску $P = 0,005\text{--}0,009$ МПа і температурі насичення до 45°C відбувається ефективне видалення осаду з поверхні мембрани без порушення функціональних властивостей мембран у рулонованих модулях. Теоретично доведено та експериментально підтверджено, що при застосуванні температурної кавітації досягається відновлення продуктивності зворотноосмотичних мембран до 92% від початкової продуктивності при значеннях $Re = 15\text{--}25$ і зменшенні в 1,5 рази тривалості процесу в порівнянні з традиційними способами промивання. Запропонований спосіб дозволяє відновити до 92% питомої продуктивності зворотноосмотичних мембранних модулів типу ТФС при зменшенні їх продуктивності до 40%, що в 2 рази перевищує існуючий критичний поріг, при якому можливе ефективне відновлення за існуючими технологіями. Окрім того було запропоновано інтенсифікувати процес шляхом підвищення тиску. В такому разі буде відбуватися стискання парових бульбашок, оновлення поверхні масообміну та колоїдне подрібнення частинок осаду. Для перевірки даної гіпотези були проведені експериментальні дослідження з використанням різних мембранних модулів та характеристик періодичності циклів підвищення тиску (кількість циклів, тривалість промивання при тиску насичення, кількість промивного розчину, який подавався при підвищеного тиску).

Крім того було доведено, що для випадку періодичного підвищення тиску величина коефіцієнта регенерації більша в 1,6 рази, порівняно з режимом промивання під розрідженням. Отже, одержані результати свідчать про ефективність періодичного підвищення тиску в промивній камері вище тиску насичення для інтенсифікації процесу видалення осаду за рахунок турбулізації пограничного шару та оновлення поверхні контакту фаз, підтверджуються за результатами планування експерименту.

Висновки

1. Мембранні методи підготовки води є одними з найефективніших, що обумовило їх поширення в промислових установках.
2. Основною проблемою при експлуатації мембранних установок є явище концентраційної поляризації та утворення осадів на поверхні мембрани.
3. Існуючі методи регенерації дозволяють зменшити негативні наслідки утворення осадів, однак мають обмежену ефективність.
4. В попередній роботі [14] запропоновано метод регенерації мембранних модулів з використанням температурної кавітації.
5. Також в попередній роботі [14] було встановлено, що використання режиму пульсацій тиску підвищує ефективність проведення процесу. Однак не було визначено параметри пульсації та їх вплив на ефективність регенерації, що обумовлює актуальність подальших досліджень в цьому напрямку.

Література

1. Свитцов А. А. Мембранные технологии в России / The Chemical Journal // Химический журнал. — 2010. — № 10. — С. 22-26.
2. Баландина А. Г., Хангильдин Р. И., Ибрагимов И. Г., Мартяшева В. А. Развитие мембранных технологий и возможность их применения для очистки сточных вод предприятий химии и нефтехимии / Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». — 2015. — № 5. — С. 336-370.
3. Kilgus M., Gepert V., Dinges N., Merten C., Eigenberger G., Schiestel T. Palladium coated ceramic hollow fibre membranes for hydrogen separation. Desalination. — 2006. — pp. 95-96.
4. Тимашев С. Ф. Физикохимия мембранных процессов. М.: Химия, 1980. — 232 с.
5. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. Пер. с англ. М.: Мир, 1999. — 513 с.
6. Хванг С. Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения. Пер. с англ. М.: Химия, 1981. — 464 с.
7. Андрианов А. П. Исследование и оптимизация работы установок очистки воды методом ультрафильтрации: автореф. дис... М.: МГСУ. — 2003. — 22 с.
8. Тверской В. А. Мембранные процессы разделения. Полимерные мембраны. М.: МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2008. — 59 с.
9. Орлов Н. С. Ультра- и микрофильтрация. Теоретические основы. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1990. — 174 с.
10. Дитнерский Ю. И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. М.: Химия, 1986. — 272 с.
11. Свитцов А. А. Введение в мембранные технологии. М.: ДеЛи принт, 2007. — 280 с.
12. Хохрякова Е. А., Резник Я. Е. Водоподготовка / Под ред. д.т.н. С. Е. Беликова. — Москва: Издательский Дом «Аква-Терм», 2007. — С. 100-112. — 240 с.
13. Волков С. В., Шахов С. В., Антипов С. Т. Аппарат для ультрафильтрации и обратного осмоса (Патент SU1807883).
14. Гулієнко С. В. Дисертація на здобуття наукового ступеня к. т. н. Процес регенерації рулонованих мембранних модулів. Київ.: НТУУ «КПІ». — 2016.
15. Baker R. W. Membrane technology and applications. — 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

16. Porter M. Handbook of industrial membrane technology. — Wastwood, New Jersey: Noyes publications. — 619 p.
17. Дытнерский Ю. И., Кочаров Р. Г., До Ван Дай. Некоторые закономерности процесса разделения бинарных растворов неорганических солей обратным осмосом. Теоретические основы химической технологии, 1975. Т. 9. № 1. — 26 с.
18. Орестов Є. О., Мітченко Т. Є. Фізикохімічні основи дії інгібіторів фоулінгу мембран зворотного осмосу та шляхи їх оптимального використання / Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. 2013. № 2(12). С. 3–17.
19. Федоренко В. И. Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса / Серия Критические технологии. Мембраны. — 2003. — № 2. — С. 23–30.
20. Первов А. Г., Андрианов А. П., Телитченко Э. А. Влияние биогического загрязнения на работу обратноосмотических и ультрафильтрационных элементов / Серия Критические технологии. Мембраны. — 2004. — № 1. — С. 3–18.
21. Кочаров Р. Г. Основы технологического расчета мембранных аппаратов для разделения жидких смесей. Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева. — 1982. — Вып. 122. — 39–51 с.
22. Духин С. С., Кочаров Р. Г., Гутиеррес Л. Э. Р. Расчет селективности мембран при обратноосмотическом разделении многокомпонентных растворов электролитов с учетом межфазного скачка потенциала / Химия и технология воды, 1987, т. 9, № 2. — 99–103 с.
23. Ісаєв С. Д., Брик М. Т. Запобігання забрудненню і регенерація мембран, що використовуються в процесах водоочистки. Наукові записки. Том 21. Біологія та екологія. — 2003. — С. 50–58.
24. Gun T. Desalination. — 1989. — V. 71. — P. 325.
25. Garth S, Ron T. Food Technol. — 1991. — V.45. — P. 98.
26. Ладыгин К. В. Ультразвуковая очистка обратноосмотических мембран при обезвреживании фильтрата полигонов твердых бытовых отходов. Диссертация на соискание ученой степени к. т. н. Московский государственный машиностроительный университет. Москва. — 2015. — 98 с.
27. Дытнерский Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. — М.: «Химия», 1978. — С. 176, 168. — 352 с.
28. Карелин Ф. Н. Обессоливание воды обратным осмосом. М: Стройиздат, 1988.
29. Кавицкая А. А. Химия и технология воды. — 1990. — Т. 12. — С. 875.
30. Ebrahim S., Malik A. Desalination. — 1987. — V.66. — P. 201.
31. Кретов И. Т., Антипов С. Т., Шахов С. В., Ключников А. И. Черемушкина И. В., Рязанов А. Н. Мембранный аппарат с погружным фильтрующим элементом (Патент RU2148427).

УДК 636.631.223.018

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 ЕФЕКТИВНОСТІ БАРБОТУВАННЯ РОБОЧОЇ СУМІШІ ШЛЯХОМ ШТУЧНОГО ФОРМУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СПІРАЛІ ПЕРИФЕРІЇ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАРБОТИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПУТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СПИРАЛИ ПЕРИФЕРИИ

INCREASE OF EFFICIENCY OF BARBOTING OF WORKING LIQUID BY ARTIFICIAL FORMATION OF CYLINDRICAL SPIRAL OF PERIPHERY

Анотація. Вивчається можливість підвищення продуктивності і якості культивування мікроорганізмів в рідинних середовищах при виготовленні біологічно-активних речовин та вакцин. Пропонується штучне барботування робочої рідини у газліфтному барботажному апараті для забезпечення перемішування у всьому об'ємі апарату за допомогою циліндричної спіралі.

Ключові слова: робоча суміш, газліфтний барботажный апарат, гвинтова перегородка.

Аннотация. Изучается возможность повышения производительности и качества культивирования микроорганизмов в жидких средах при изготовлении биологически активных веществ и вакцин. Предлагается искусственное барботирование рабочей жидкости в газлифтном барботажном аппарате для обеспечения перемешивания во всем объеме аппарата с помощью цилиндрической спирали.

Ключевые слова: рабочая смесь, газлифтный барботажный аппарат, винтовая перегородка.

Summary. The possibility of increasing the productivity and quality of cultivating microorganisms in liquid media in the manufacture of biologically active substances and vaccines is explored. An artificial bubbling of the working fluid in a gas lift bubble device is proposed to ensure mixing in the entire volume of the apparatus with the help of a cylindrical spiral.

Key words: working mixture, gas lift bubble device, screw partition.

Вступ. Рослинні клітини, які мають клітинну стінку, та культури живої клітини тварин і людини, які її не мають, відповідно вирощуються на обладнанні зі своїми специфічними, відкоректованими апаратними особливостями біотехнологічних процесів. Звідси, або швидкохідні меха-

нічні засоби масообміну, або навпаки — тихохідні, без наявних комплектуючих великої протяжності, фрикційних та зубчатих пар, муфт тощо.

Ефективність роботи біореакторів окреслюється багатьма показниками. Але основними з них слід вважати якісні характеристики процесів масообміну

і аерації. Технічні рішення особливостей конструкцій біотехнологічного обладнання підвладні, таким чином, одній меті — виключенню ризику виникнення градієнтних проявів цих складових у поліагрегатній структурі. Розв’язання проблеми слугує підґрунтям росту якісних показників технологічного процесу.

Важливу роль в біологічних системах відіграє тепло- і масопередача крізь поверхні розділу фаз. Загалом, ці процеси відповідають класичним законам, однак часто не відповідають звичайним уявленням [1].

Фахівцям з біохімічної технології іноді випадає уповільнювати чи припиняти процеси, в яких приймають участь живі організми, а деколи — прискорювати їх. Так, в багатьох випадках культивування мікроорганізмів трапляється руйнувати всі побічні мікроби щоб забезпечити оптимальні умови росту обраного виду.

В процесі хіміко-технологічних операцій перетворення зазнають речовини, які мають свої, притаманні тільки їм, фізико-хімічні властивості. Багатогранна також і сама природа їх взаємодії.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Пропонуємо технічне рішення відноситься до біотехнології, а саме до газліфтних барботажних апаратів і може бути використане для вирощування мікроорганізмів та виробництва біологічно активних речовин.

Відома конструкція газліфтного барботажного апарату (ГБА) для вирощування мікроорганізмів, який містить циліндричний корпус з технологічними патрубками і розміщеними в його порожнині проникаючими поперечними перегородками, розташовані зовні корпусу циркуляційні труби і дисковий аератор [2].

Недолік цієї конструкції є відносно великі габарити та матеріалоемність, внаслідок зовнішнього розташування циркуляційних труб.

Відома також конструкція ГБА, яка містить вертикально розташований корпус з технологічними патрубками і розміщену в порожнині корпусу циркуляційну трубу з зовнішньою поперечною гвинтовою перегородкою [3].

Основний недолік полягає у відносно низькій продуктивності внаслідок пасивного перемішування (масообміну), обумовленого незмінними площами поперечних перерізів потоків, а отже, і незмінними швидкостями переміщення в них робочої рідини по їх довжині та відсутності перетікання часток її об’ємів через стінку перегородки [4].

Мета та задачі дослідження. За мету обрано пошук шляхів інтенсифікації процесу перемішування, що прискорює ріст мікроорганізмів і слугує зростанню продуктивності.

В основу пропонованої технічної реалізації поставлена задача підвищення продуктивності ГБА, в якому шляхом зміни форми циркуляційної труби

та її перегородки забезпечується зміна швидкостей переміщення потоків робочої рідини по їх довжині з одночасним перетіканням їх часток через гвинтову перегородку.

Опис конструкції. Поставлена задача вирішується тим, що в ГБА, який містить вертикально розташований циліндричний корпус з технологічними патрубками і розміщену в порожнині корпусу циркуляційну трубу з зовнішньою гвинтовою перегородкою, а циркуляційна труба виконана в формі зрізаного конуса, більша основа якого розташована над дном корпусу, а її гвинтова перегородка має перфоровану поверхню (форму).

Надання циркуляційній трубі форми зрізаного конуса, на відміну від циліндричної форми, та виконання гвинтової перегородки перфорованою, замість суцільної, забезпечують переміщення робочої рідини в потоках із змінними швидкостями по їх довжині та додаткове переміщення через перфораційні отвори перегородки, а це інтенсифікує процес перемішування, а, отже, прискорює ріст мікроорганізмів і приводить до зростання продуктивності.

На рис. 1 схематично зображений ГБА, загальний вигляд; на рис. 2 — переріз А-А на рис. 1.

ГБА містить вертикально розташований циліндричний корпус 1 з патрубком 2 для введення живильної рідини і посівного матеріалу (робоча рідина), патрубок 3 для видалення культуральної рідини та патрубок 4 для відведення відпрацьованого газу. В порожнині корпусу 1 вздовж його осі встановлена циркуляційна труба 5 з зовнішньою гвинтовою перегородкою 6 та розміщений під нею аератор 7.

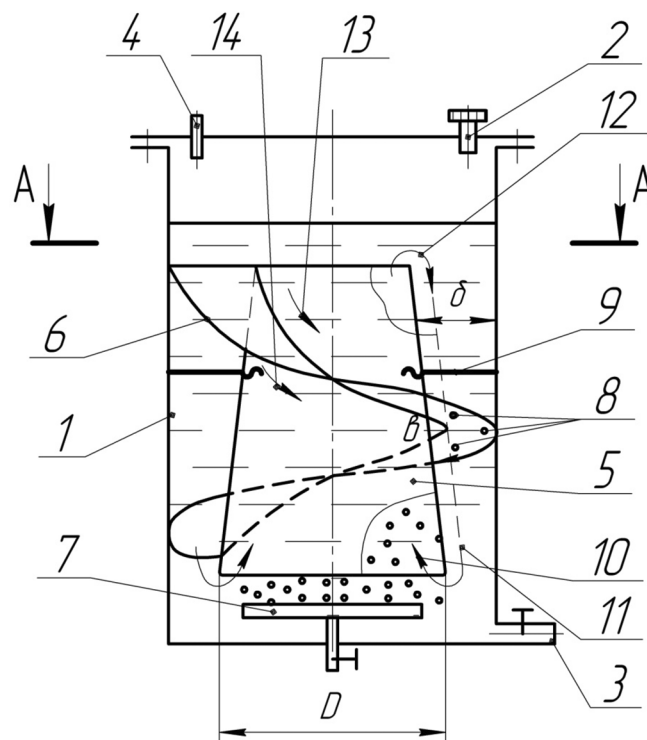


Рис. 1. Газліфтний барботажний апарат

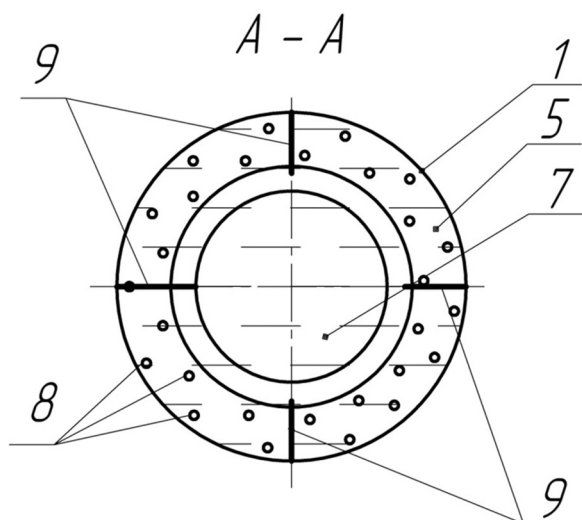


Рис. 2. Переріз А-А на рис. 1 газліфтного барботажного апарату

Циркуляційна труба 5 виконана у вигляді зрізаного конуса, більша основа якого діаметром D розташована над дном корпусу 1, а гвинтова перегородка 6 виконана перфорованою отворами 8. Від зміщень в корпусі 1 циркуляційна труба 5 зафіксована, наприклад, радіально вгвинченими шпильками 9, або іншим відомим способом (не показано).

Працює ГБА наступним чином.

У попередньо простерилізований корпус 1 крізь патрубок 2 вводять робочу рідину, після чого в аератор 7 подають стиснений газ (повітря), який у вигляді численних бульбашок 10 надходить в трубу 5 і утворює з робочою рідиною рідинноповітряну суміш, яка набагато легша від робочої рідини, що знаходиться в зазорі « δ » між трубою 5 і корпусом 1. Різна щільність (питома вага) робочої рідини в середині циркуляційної труби і навколо неї породжує висотну циркуляцію 11 рідинного середовища в корпусі 1. Циркуляція робочої рідини відбувається до тих пір, доки повітря надходить в циркуляційну трубу. Відпрацьоване повітря через патрубок 4 видаляється в навколишнє середовище.

При циркуляції робоча рідина, яка потоком 12 виходить з труби 5 поділяється гвинтовою перегородкою 6 на потоки 13, 14 і по зазорам « δ » рухається вниз в коловому і осьовому напрямках, що приводить до її перемішування. При цьому, робоча рідина частково перетікає через отвори 8 перфорації в перегородці 6 з потоку 13 в потік 14 та, внаслідок конічної форми труби 5, змінює швидкість руху в потоках, що викликає її додаткове, перемішування, а, отже, і інтенсифікацію масообміну. Іntenсифікація масообміну в робочій рідині прискорює ріст мікроорганізмів і приводить до зростання продуктивності.

Література

1. Karachun V. V., Trivailo M. S., Mel'nick V. N. Mass-Exchange and Aeration in Bioreactors. — К.: «ПП Корнійчук», 2012. — 128 р.
2. Газлифтный барботажный аппарат: А.с. 1774654 Российская федерация, МПК 5. C12M1/04 / Б. А. Литманс, Е. Л. Листов, С. В. Кан и др. (РФ). — № 4888334/13; заявл. 04.12.90; опубл. 15.10.94., Бюл. 18. — 1 с.
3. Газлифтный барботажный аппарат: А.С. 1708829 СССР, МПК5, C12M1/04 / Ю. Г. Куляшев, В. И. Горячкин, С. П. Уткин и др. (СССР). — № 4612860; заявл. 01.12.1988; опубл. 30.01.92., Бюл. 4. — 1 с.
4. Мельник В. М., Тривайло М. С., Карачун В. В. Газліфтний барботажний апарат для вирощування мікроорганізмів / Materiały VII międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Nauka, i inowacja-2011», 07–15 października 2011 roku. Vol. 14. Chemia i chemiczne technologie. — Przemysł, Nauka i studia, 2011. — S. 32–34.

УДК 330.341.1:663.837.1+663.812:664.68

Кузьмін Олег Володимирович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національний університет харчових технологій

Кузьмин Олег Владимирович

кандидат технических наук,

доцент кафедры технологии ресторанной и аюрведической продукции

Национальный университет пищевых технологий

Kuzmin Oleg

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

National University of Food Technologies

Ліпко Катерина Вікторівна

студент

Національного університету харчових технологій

Липко Екатерина Викторовна

студент

Национального университета пищевых технологий

Lipko Katerina

Student of the

National University of Food Technologies

Очеретна Альона Василівна

студент

Національного університету харчових технологій

Очеретная Алена Васильевна

студент

Национального университета пищевых технологий

Ocheretna Alona

Student of the

National University of Food Technologies

Дідоша Анна Іванівна

студент

Національного університету харчових технологій

Дидоша Анна Ивановна

студент

Национального университета пищевых технологий

Didosha Anna

Student of the

National University of Food Technologies

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КРЕМІВ
ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КРЕМОВ
ДЛЯ ЗАВЕДЕНИЙ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY
OF CREAM FOR RESTAURANTS**

Анотація. Досліджено антиоксидантну активність рослинної сировини для технології кремів у закладах ресторанно-го господарства.

Ключові слова: водно-спиртовий настій, антиоксидантна здатність, окисно-відновний потенціал, крем, кондитерський виріб.

Аннотация. Исследована антиоксидантная активность растительного сырья для технологии кремов в заведениях ресторанного хозяйства.

Ключевые слова: водно-спиртовой настой, антиоксидантная способность, окислительно-восстановительный потенциал, крем, кондитерское изделие.

Summary. The antioxidant activity of plant raw materials in the technology of cream for restaurants.

Key words: water-alcohol infusion, antioxidant ability, redox potential, cream, pastry.

Вступ. На сьогодні ринок кондитерських виробів в Україні розширюється з кожним днем за кількістю та асортиментом [1]. З'являється велика кількість нових різновидів кондитерських виробів оздоровчого і функціонального призначення [1–4], тому сучасний споживач надає особливе значення наслідкам, пов'язаним із вживанням кондитерських виробів. Адже відомо, що ця група продуктів містить велику кількість жирів та вуглеводів, є досить калорійною, та в невеликій кількості задовольняє організм необхідними у добовому раціоні речовинами [3]. Тому створення кондитерських виробів, що у меншій мірі мають шкідливий вплив на організм, постійно підтримується для задоволення бажань покупця.

Широкий асортимент кондитерських виробів базується на використанні різноманітної сировини, яка є заміниками вже існуючої, але з кориснішими властивостями [2, 4]. З одного боку, це надає продукту функціональних властивостей, з іншого — в різній мірі змінюються смакові показники звичної споживачу рецептури виробу [5]. Отже стає **актуальним питанням** пошуку ключових моментів впливу продукту на організм і їх вирішення з мінімальним впливом на його органолептичні показники.

Основним інструментом, що забезпечує життєдіяльність будь-якого організму та регулює співвідношення кількості енергії на підтримку гомеостазу (відносної динамічної постійності складу і властивостей внутрішнього середовища і стійкості основних фізіологічних функцій організму) та витрачається на регенерацію клітин організму, є зміна швидкості окисно-відновних реакцій (ОВР) [6–9]. Ця швидкість залежить від концентрацій і співвідношення окислених і відновлених форм речовин [7–10] в організмі, в тому числі речовин, що надходять з їжею та напоями. Тому одним з найбільш значущих чинників регулювання параметрів ОВР [11–14] є окисно-відновний потенціал (ОВП) [4, 15, 16].

В кондитерському виробництві один із шляхів впливу на антиоксидантні властивості виробу — це екстрагування рослинних компонентів у спиртовмісну сировину, а саме — креми, сиропи для просочування виробів. Отже креми та сиропи для

просочування мають не тільки виконувати свою основну технологічну функцію — зволожувати та поліпшувати органолептичні показники кондитерських виробів, а також повинні збагачувати готовий продукт корисними для організму людини речовинами та надавати бажаних властивостей.

Це можливо за рахунок введення до рецептури рослинних настоїв, які готують настоюванням рослинної сировини (як ароматичної, так і неароматичної) на основі водно-спиртової сировини. Завдяки екстрагуванню рослинної сировини у спиртовмісну сировину, відбувається збагачення останньої корисними речовинами (вітамінами, мінеральними речовинами, органічними кислотами, поліфенольними сполуками), що призводить до підвищення антиоксидантних властивостей розчину.

Окрім того рослинна сировина є сезонним продуктом, а водно-спиртове середовище зберігає усі корисні речовини, що екстрагуються з рослин (вітаміни, мінеральні речовини, органічні кислоти, поліфенольні сполуки) та мають високі показники енергії відновлення, а завдяки чому високі антиоксидантні властивості, відбувається підвищення строків реалізації готової продукції.

Тому **метою роботи** є наукове обґрунтування та вдосконалення рецептури оздоблювального напівфабрикату — крему для просочування кондитерських виробів, для надання їм функціональних та оздоровчих властивостей.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- теоретично обґрунтувати перспективність використання рослинних настоїв у виробництві оздоблювальних напівфабрикатів — кремів для просочування кондитерських виробів;
- дослідження антиокислювальної активності настоїв з рослинної сировини на водно-спиртовій сировині;
- визначення найбільш перспективних джерел природних антиоксидантів для використання у технології крему для просочування в кондитерській промисловості;
- визначення раціональних пропорцій крему для просочування кондитерських виробів;

– розроблення складу крему для просочування кондитерських виробів.

Об'єктом дослідження є характеристики і показники якості водно-спиртових настоїв з рослинної сировини, кремів для просочування: органолептичні показники (колір, запах, смак); фізико-хімічні показники (рівень рН, ОВП).

Предметом дослідження є водно-спиртовий розчин (контроль); водно-спиртові настої з рослинної сировини: цедри апельсину, лимону, помело, мандарину, грейпфруту; креми для просочування.

Для приготування настоїв застосовували водно-спиртовий розчин з об'ємною часткою етилового спирту — 40% за ДСТУ 4256-2003; рослинну сировину — згідно з чинною нормативною документацією, яка дозволена до використання у кондитерському

виробництві центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України. Використання іншої сировини та допоміжних матеріалів можливо, згідно з чинною нормативною документацією, яка дозволена для використання центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

У кондитерському виробництві креми — це оздоблювальні напівфабрикати, призначенні для зволоження та покращення смакових властивостей кондитерських виробів.

Сировина, що використовувалась для виготовлення об'єктів досліджень, відповідала вимогам діючої нормативної документації (табл. 1–3).

Горілки — спиртні напої міцністю 37,5–56%, отримані спеціальним обробленням адсорбентом водно-спиртового розчину з додаванням інгредієн-

Таблиця 1

Органолептичні показники якості та нормативні документи на сировину

Сировина	Органолептичні показники якості			Нормативні документи
	Зовнішній вигляд та консистенція	Смак та запах	Колір	
Цукор білий	Сипкий, без грудочок	Солодкий без сторонніх запахів і присмаку	Білий, чистий без плям	ДСТУ 4623-2006
Яйця курячі	Цільні	Властивий яйцю без стороннього присмаку і запаху	Світлий білок, жовтий жовток	ДСТУ 5028:2008
Борошно пшеничне	Сипка, без грудочок	Чистий, без сторонніх запахів і присмаку	Білий чистий	ДСТУ 46.004-99
Молоко (пастеризоване)	Рідке, без грудочок	Вершковий запах та молочний смак	Білий чистий	ДСТУ 2661:2010.

Таблиця 2

Органолептичні показники горілки

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх домішок та осаду
Колір	Безбарвна рідина
Смак та аромат	Характерні для горілки без стороннього присмаку та аромату, в горілках особливих дозволено злегка відчутний характерний аромат

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники горілки

Назва показника	Значення
Міцність, %	37,5–56,0
Лужність	1,0–3,5
Масова концентрація (МК) альдегідів у перерахунку на октальний альдегід у безводному спирті (БС), мг/дм ³ , не більше	8,0
МК сивушного масла у перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) у БС, мг/дм ³ , не більше	2,0
МК сивушного масла у перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) у БС, мг/дм ³ , не більше	3,0
МК естерів у перерахунку на октово-етиловий естер у БС, мг/дм ³ , не більше	3,5
Об'ємна частка метанолу у перерахунку на БС, % не більше	0,005

тів або без них, з наступним фільтрування (ДСТУ 4256-2003).

Настой повинні відповідати вимогам ДСТУ 4705:2006 (табл. 4–5) та їх потрібно виготовляти згідно з технологічною інструкцією та регламентом з дотриманням державних санітарних норм та правил, які затверджені згідно з установленим порядком центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України.

Таблиця 4

Органолептичні показники настоїв

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора без осаду та сторонніх домішок рідина, допустима опалесценція, яка зникає після фільтрації
Колір, смак, аромат	Властиві рослинній сировині, з якої вони виготовлені, без стороннього присмаку та запаху

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники настоїв

Назва показника	Значення
Об'ємна частка етилового спирту, %	20,0–90,0
Масова частка ефірної олії, %	0,0–15,0
МК загального екстракту, г/100 см ³	0,1–20,0

Матеріали і методи. На першому етапі рослинну сировину подрібнювали до розмірів 3х3 мм, поміщали наважку 4 г в скляні флакони, заливали 100 мл спиртовмісного розчинника з об'ємною часткою спирту 40%. Флакони закривали кришками, по-

міщали в сухоповітряний термостат на 48 год. при температурі 40 °С. Отримані настої охолоджували до температури 20 °С та фільтрували.

Показник активної кислотності рН вимірювали на рН-метрі «рН-150 МИ» з комбінованим скляним електродом ЭСК-10603. ОВП вимірювали в режимі виміру потенціалу з комбінованим редоксметричним платиновим електродом ЕРП-105 (рис. 1).

Для неактивованих неорганічних розчинів у рівноважному стані справедлива формула, що зв'язує показники рівень рН і ОВП [7]:

$$ОВП_{\min} = 660 - 60 \cdot pH, \text{ мВ}, \quad (1)$$

де $ОВП_{\min}$ — мінімальне теоретично очікуване значення ОВП;

pH — активна кислотність досліджуваного розчину.

Набуті значення $ОВП_{\min}$ порівнювали з фактичним вимірами $ОВП_{\text{факт}}$ розчину. Зрушення ОВП у бік відновних значень — енергію відновлення (ЕВ) визначали за формулою:

$$ЕВ = ОВП_{\min} - ОВП_{\text{факт}}, \text{ мВ}, \quad (2)$$

де $ЕВ$ — зрушення ОВП у бік відновних значень (відновна здатність);

$ОВП_{\min}$ — мінімальне теоретично очікуване значення ОВП;

$ОВП_{\text{факт}}$ — фактичний виміряний ОВП.

Величина рН знаходиться в межах від 1 до 14, якщо у воді понижений вміст вільних іонів водню ($pH > 7$) в порівнянні з іонами OH^- , те вода матиме лужну реакцію, а при підвищеному вмісту іонів



Рис. 1. Експериментальне дослідження водно-спиртових настоїв за фізико-хімічними показниками: рівнем рН та ОВП

H^+ ($pH < 7$) — кислу. У випадках, коли вода — нейтральна, тоді $pH = 7$.

ОВП — показником біологічної активності розчинів [8], який характеризує в рідкому середовищі відхилення від іонного балансу вільних електронів [9, 17–19].

Зміна концентрації вільних електронів призводить до зміни її електронного заряду і відповідно ОВП [8]. Якщо ОВП позитивний, то це вказує на окислювальну здатність розчину, а негативний — на відновну [9]. Тим самим, величина ОВП дозволяє оцінити енергетику процесів, тобто активність іонів у ОВР [11, 14, 20–22].

При редоксметрії (вимірі на платиновому електроді відносно хлорсрібного електрода порівняння) ОВП внутрішнього середовища організму здорової людини має значення менше нуля ($-100 \dots -200$ мВ). При цьому ОВП питної води із мережі міського водопостачання в залежності від місця водозабору, пори року, системи водопідготовки (окрім електрохімічної активації), завжди більше нуля ($+100 \dots +400$ мВ) [10, 23].

Вказані відмінності ОВП внутрішнього середовища організму людини і питної води означають, що активність електронів у внутрішньому середовищі організму набагато вища, ніж активність електронів в питній воді. При цьому в організмі відбувається необхідна зміна ОВП питної води за рахунок витрати електричної енергії клітинних мембран, тобто енергії самого високого рівня, енергії, яка фактично є кінцевим продуктом біохімічного ланцюга трансформації поживних речовин. Кількість енергії, що витрачається організмом на досягнення біологічної сумісності води, пропорційна її кількості і різниці ОВП води і внутрішнього середовища організму [10].

Окрім питної води людина споживає водні та водно-спиртові розчини, продукти харчування, ОВП яких має позитивне значення. При потраплянні таких продуктів в тканини організму відбувається віднімання електронів від клітин і тканин, які на 80–90% складаються з води. В результаті біологічної структури організму (клітинні мембрани, органіди клітин, нуклеїнові кислоти та ін.) піддаються окисному руйнуванню, організм зношується, старіє, життєво-важливі органи втрачають свою функцію.

Коли водні розчини або продукти харчування з негативним ОВП, близьким до значень ОВП внутрішнього середовища організму людини, потрапляють в організм, то електрична енергія клітинних мембран не витрачається на корекцію активності електронів цих водних розчинів або продуктів харчування, тому продукти негайно засвоюються, оскільки мають біологічну сумісність по цьому параметру.

Якщо водні розчини або продукти харчування мають ОВП більш негативний, ніж ОВП внутрішнього середовища організму, то вони підживлюють його цією енергією, яка використовується клітинами як енергетичний резерв антиоксидантного захисту

організму від несприятливого впливу зовнішнього середовища [10].

Отже, для того щоб організм людини оптимальним чином використовував в обмінних процесах водно-спиртові розчини та продукти харчування, значення ОВП повинні відповідати значенням ОВП внутрішнього середовища організму, або мати більш негативні значення.

Другий етап — приготування крему. Для приготування заварного крему цукор-пісок розтирали з яйцем, після чого додавали борошно, отриману масу розводили молоком та уварювали до щільності $1,22\text{--}1,25$ кг/дм³ при постійному помішуванні для уникнення утворення грудочок у кремі. Отриманий крем охолоджували до температури 20°C та змішували з рослинним водно-спиртовим настоєм. В результаті отримували в'язкий білий крем вологістю 45–50% з тонами рослинної сировини, що екстрагувалися в настої. За результатами досліджень проводили дегустаційну оцінку та визначали найоптимальніший склад рецептури крему з додавання рослинних настоїв.

Енергетичну цінність розраховували на основі фактичного вмісту в продуктах білків, жирів, вуглеводів, приймаючи енергетичну цінність 1 г білка — 4,0 кКал, 1 г жиру — 9,0 кКал, 1 г вуглеводів — 4,0 кКал.

Результати. Для дослідження обрано 5 зразків з рослинної сировини — цедри: лимону, грейпфрута, мандарину, апельсину, помело, які оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл. 6–7).

Визначали показники окисно-відновної здатності рослинних водно-спиртових настоїв, результати наведені у табл. 7 та представлено на рис. 2.

Контрольний зразок при $t = 18^\circ\text{C}$ має значення $pH = 8,27$, $ОВП_{\min} = 163,8$ мВ, $ОВП_{\text{факт}} = 187,0$ мВ, $ЕВ = -23,2$ мВ. Органолептичні властивості контролю: колір — прозорий; аромат — спиртовий; смак — пекучий із синтетичним післясмаком.

Рівень pH для водно-спиртових рослинних настоїв має значення від 6,21 (настій цедри апельсину) до 7,01 (настій цедри лимону), тобто настої мають слабколужні реакції.

Мінімальне теоретично очікуване значення окислювально-відновного потенціалу $ОВП_{\min}$ для рослинних настоїв має значення від 239,4 мВ (настій цедри лимону), до 287,4 мВ (настій цедри апельсину), а фактичний виміряний окислювально-відновний потенціал розчину $ОВП_{\text{факт}}$ від 15 мВ (настій цедри помело) до 194 мВ (настій цедри лимону). При цьому, мінімальна величина відновної здатності (ЕВ) дорівнює 45,4 мВ та характерна для настою цедри лимону, а найбільше значення 242,4 мВ має водно-спиртовий настій цедри помело. Отже досліджувану рослинну сировину, в залежності від антиокислювальної активності можна розділити на такі групи:

— настої з низькою активністю (0–100 мВ) — 1 зразок (20%) — настій цедри лимону;

Таблиця 6

Органолептичні показники досліджуваних зразків

№ п/п	Найменування	Колір	Запах	Смак	Оцінка, бал
0.	Горілка (контроль)	прозорий	спиртовий	пекучий, синтетичний післясмак	9,610
1.	Настій цедри грейпфруту	прозорий, світло-солом'яний	спиртовий, слабкий запах цитрусу	м'який, терпкий	9,620
2.	Настій цедри апельсину	прозорий, світло-жовтий	слабкий запах спирту, свіжий	м'який, солодкуватий	9,650
3.	Настій цедри лимону	блід-жовтий	слабкий запах спирту, лимонний	м'який, солодкуватий, смак лимону	9,630
4.	Настій цедри помело	прозорий, світло-солом'яний	спиртовий, цитрусовий	м'який, солодкуватий	9,640
5.	Настій цедри мандарину	прозорий, світло-жовтий	слабкий запах спирту, мандариновий	м'який, солодкуватий	9,640

Таблиця 7

Показники окисно-відновної здатності рослинних водно-спиртових настоїв при $t=18^\circ\text{C}$

Сировина	pH	ОВП _{мін}	ОВП _{факт}	ЕВ
Горілка 40% .об. (контроль)	8,27	163,8	187	-23,2
Настій грейпфруту (цедра) 40% .об	6,43	274,2	43	231,2
Настій апельсину (цедра) 40% .об	6,21	287,4	67	220,4
Настій лимону (цедра) 40% .об	7,01	239,4	194	45,4
Настій помело (цедра) 40% .об	6,71	257,4	15	242,4
Настій мандарину (цедра) 40% .об	6,64	261,6	139	122,6

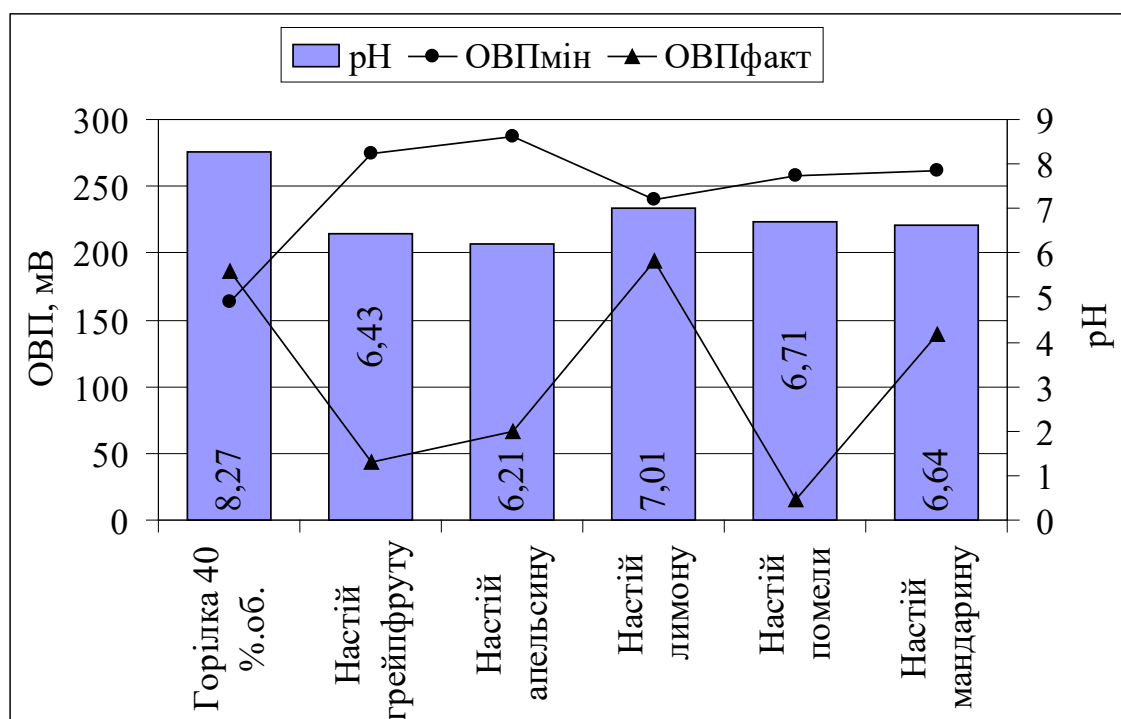


Рис. 2. Графічна залежність фізико-хімічних показників рослинних водно-спиртових настоїв

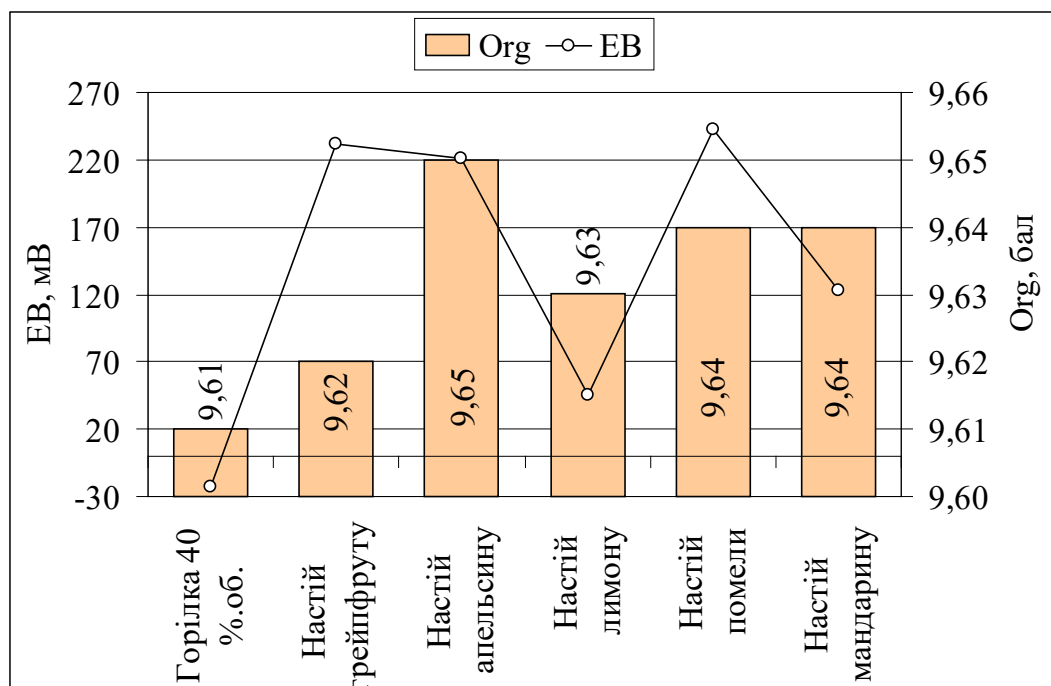


Рис. 3. Графічна залежність органолептичних показників та енергії відновлення рослинних водно-спиртових настоїв

- настої з середньою активністю (100–200 мВ) — 1 зразок (20%) — настій цедри мандарину;
- настої з високою активністю (від 200 мВ та більше) — 3 зразків (60%), серед яких настій цедри апельсину, грейпфруту та помело.

Графічна залежність органолептичних показників рослинних настоїв та їх енергії відновлення (антиоксидантна здатність) зображена на рис. 3.

Настой рослинної сировини містять у своєму складі найважливіші мікронутрієнти, що забезпечує сильні антиоксидантні властивості. Поліфенольні речовини зміцнюють кровоносні судини, тому крем з додаванням водно-спиртових настоїв можуть бути рекомендовані для раціонів харчування осіб з серцевою недостатністю. Антиоксидантні властивості продукту також підвищуються за рахунок поліфенольних сполук.

Отже, настій з цедри помело показав найбільше значення антиокислювальної здатності. При цьому отримав відносно високі оцінки за органолептичними показниками та може бути рекомендований для технології оздоблювальних напівфабрикатів у кондитерському виробництві за рецептурою № 78, при масовому співвідношенні компонентів.

Недоліками даного складу інгредієнтів є: задане значення ОВП, який повинен змінювати швидкість і напрям ОВП в організмі; передбачувані (стандартні) органолептичні показники.

Основним завданням було створення крему для просочування кондитерських виробів при додаванні рослинного водно-спиртового настою, що дозволить підвищити окисно-відновні властивості продукту, що сприятиме підвищенню імунітету організму людини, покращуватиме обмін речовин, позитивно впливатиме на

серцево-судинну систему, окрім цього забезпечуватиме готові вироби покращеними споживчими властивостями та дозволить збільшити строки гарантійної реалізації.

В якості прототипу використовували рецептуру кондитерського виробу тістечка «Наполеон». Зразки представлені у порційному вигляді. Для цього: виготовляли заварний крем, який додатково змішували з водно-спиртовими настоями за масою 20 г, що складає 13% від маси крему. За рецептурою випікали коржі, які змащували та пропитували кремом та настоювали впродовж певного часу (рис. 4).

Тістечка оцінювали за органолептичними показниками (табл. 8).



Рис. 4. Зразки для оцінювання органолептичних показників тістечка

Таблиця 8

Органолептичні показники досліджуваних зразків

№ п/п	Найменування настою в кремі	Колір	Запах	Смак	Оцінка, бал
1.	Настій цедри грейпфруту	білий, блідо-жовтий	вершковий	молочний	8,0
2.	Настій цедри апельсину	білий, блідо-жовтий	вершковий, слабкий апельсиновий	молочний, апельсиновий	9,0
3.	Настій цедри лимону	білий, блідо-жовтий	вершковий, слабкий лимонний	молочний, лимонний	9,0
4.	Настій цедри помело	білий, блідо-жовтий	вершковий	молочний	8,0
5.	Настій цедри мандарину	білий, блідо-жовтий	вершковий, мандариновий	молочний, мандариновий	9,0

Рецептурний склад крему № 78 представлено у табл. 9.

Таблиця 9

Рецептурний склад крему № 78 для просочування

Сировина	Вміст, мас. %
Цукор-пісок	10
Борошно пшеничне	22
Молоко пастеризоване	40
Яйця	15
Настій з рослинної сировини	13

Після цього, готували крем на основі рецептури № 78 з різним співвідношенням компонентів, які відрізняється від класичної рецептури тим, що до крему додавали настоянки з цедри помело.

Для цього підготовлювали зразки крему з різним масовим співвідношенням рослинного настою, спостерігали його консистенцію та зовнішній вигляд кондитерського виробу (табл. 10).

Таблиця 10

Масове співвідношення настою помело до загальної кількості крему

№ п/п	Найменування	Масове співвідношення настою, г/100 г	Вміст, мас. %
1.	Зразок № 1	10	10
2.	Зразок № 2	20	20
3.	Зразок № 3	30	30
4.	Зразок № 4	40	40

Після проведення дегустаційної оцінки кондитерських виробів зроблено висновок, що для їх просочування доцільно використовувати настої з цедри помело з масовою часткою 10% та 20% по відношенню до крему. Смак та зовнішній вигляд — приємний до споживання, крем для оздоблювання — густий без грудочок, без зайвого запаху та смаку.

При масовій частки настою з рослинної сировини більше 20% (30–40%) виявлено недоліки:

крем — у дуже рідкому стані та драглистому виді; коржі — розм'якли після насичення. Можна зробити висновок, що кондитерський виріб не можна реалізовувати до споживача, так як він має низькі органолептичні показники.

Отже, запропоновано склад крему для просочування кондитерських виробів завдяки додаванню до рецептури рослинного водно-спиртового настою, що дозволяє підвищити окисно-відновні властивості готового продукту, покращити споживчі властивості та збільшити строк гарантійної реалізації.

Висновки. Проаналізовано рецептурний склад крему для просочування кондитерських виробів в закладах ресторанного господарства і сучасні напрямки підвищення їх харчової цінності. Досліджено основні технологічні властивості настоїв для просочування кондитерських виробів, вивчено вплив дозувань настоїв на властивості модельних систем. Визначено показники окисно-відновної здатності рослинних водно-спиртових настоїв. Визначено оптимальне дозування настоїв для крему в рецептурному складі кондитерського виробу. Сукупність всіх інгредієнтів настоїв для просочування дозволяє одержати універсальний оздоблювальний напівфабрикат з особливою рецептурою, підвищеною харчовою цінністю, смаковими властивостями та багатofункціональністю, який можна використовувати в якості крему.

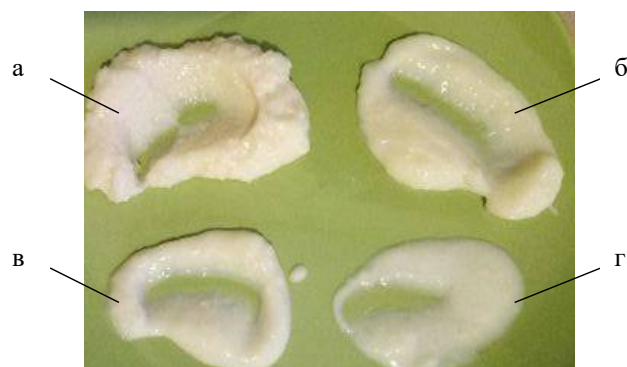


Рис. 5. Визначення консистенції крему при масовому співвідношенні настою: а — 10%; б — 20%; в — 30%; г — 40%

Література

1. Ринок продовольчих товарів України: Реалії та перспективи: монографія в 2 т. / кол. авт. О.О. Шубін, О.М. Азарян та ін., за наук. ред. О.О. Шубіна, М-во освіти і науки, Донец. нац. Ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. — Донецьк. [ДонНУЕТ], 2010 — Т. 1. — 520 с.
2. Dietrich I. Comprehensive evaluation of the hot sweet souffle dessert quality / Dietrich I., Kuzmin O., Mikhailenko V. // *Ukrainian Journal of Food Science*. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 5, Issue 1. — pp. 92–102. (DOI: 10.24263/2310-1008-2017-5-1-12).
3. Improvement technologies of aqueous-alcoholic infusions for the production of syrups / [Kuzmin O., Kovalchuk Y., Velychko V., Romanchenko N.] // *Ukrainian Journal of Food Science*. — Kyiv: NUFT, 2016. — Volume 4, Issue 2. — pp. 258–275. (DOI: 10.24263/2310-1008-2016-4-2-8).
4. Розробка інноваційної технології страв із збалансованим амінокислотним скором / [Мищенко К.І., Кузьмін О.В., Романченко Н.М., Мурзін А.В.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 2 (42). — С. 69–73.
5. Kuzmin O. Qualimetric assessment of diets / Kuzmin O., Levkun K., Riznyk A. // *Ukrainian Food Journal*. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 6, Issue 1. — pp. 46–60. (DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-1-7).
6. Бахир В.М. Электрохимическая активация / Бахир В.М. — М.: ВНИИИМТ, 1992. — 2 ч. — 657 с.
7. Прилуцкий В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. — М.: ВНИИИМТ, 1997. — 228 с.
8. Леонов Б.И. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды: [монография] / Леонов Б.И., Прилуцкий В.И., Бахир В.М. — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 244 с.
9. Бахир В.М.. Медико-технические системы и технологии для синтеза электрохимически активированных растворов / Бахир В.М. — М., ВНИИИМТ, 1998. — 66 с.
10. Бахир В.М. Современные технические электрохимические системы для обеззараживания, очистки и активирования воды. — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 84 с.
11. Кузьмін О.В. Встановлення релаксації у водно-спиртових системах у процесі електрохімічної активації питної води / Кузьмін О.В., Суйков С.Ю. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — К.: НУХТ, 2017. — т. 23, № 5, ч. 2. — С. 229–238. (DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-29).
12. Kuzmin O. Effects of the water desalting by reverse osmosis on the process of formation of water-alcohol mixtures. 1H NMR spectroscopy studies / Kuzmin O., Suikov S., Niemirich O., Dietrich I., Sylka I. // *Ukrainian Food Journal*. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 6, Issue 2. — pp. 239–257. (DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-2-6).
13. Kuzmin O. Identification of equilibrium state of hydroxyl protons in vodkas by 1H NMR spectroscopy / Kuzmin O., Suikov S., Koretska I., Matiyashchuk O., Poliovyk V. // *Ukrainian Food Journal*. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 6, Issue 2. — pp. 314–336. (DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-1-12).
14. Kuzmin O. Eduction of transitional equilibrium in vodkas by means of 1H NMR spectroscopy / O. Kuzmin, V. Topol'nik // *The advanced science journal*. — United States. Torrance, 2014. — Issue 12. — pp. 61–64. (DOI: 10.15550/ASJ.2014.12.061).
15. Kuzmin O. Eduction of equilibrium state in vodkas by means of 1H NMR spectroscopy / O. Kuzmin, V. Topol'nik, V. Myronchuk // *Ukrainian journal of food science*. — Kyiv: NUFT, 2014. — Volume 2. Issue 2. — pp. 220–228.
16. Kuzmin O. 1H NMR analysis of the aqueous-alcoholic mixtures, prepared in demineralized by reverse osmosis water / O. Kuzmin, V. Topol'nik, A. Fatiukha, G. Volkova // *The advanced science journal*. — Special issue for China, 2014. — Issue 8, 2014. — pp. 235–240. (DOI: 10.15550/ASJ.2014.08.235).
17. Kuzmin O. Eduction of unsteady equilibrium in vodkas by means of 1H NMR spectroscopy / O. Kuzmin, V. Topol'nik // *The advanced science journal*. — United States. Torrance, 2014. — Issue 10. — pp. 43–46. (DOI: 10.15550/ASJ.2014.10.043).
18. Kuzmin O. 1H NMR analysis of the aqueous-alcoholic mixtures, prepared with softened water using Na-cationization / O. Kuzmin, V. Topol'nik, A. Fatiukha, G. Volkova // *The advanced science journal*. — United States. Torrance, 2014. — Issue 7, 2014. — pp. 9–14. (DOI: 10.15550/ASJ.2014.07.009).
19. Kuzmin O. The change of the hydroxyl protons in aqueous alcoholic mixtures under the process of making vodkas / O. Kuzmin, S. Sujkov, V. Topol'nik. // *The advanced science journal*. — Special issue in China, December, 2013. — pp. 15–27.
20. Кількісна оцінка якості готельного продукту: монографія / [В.Г. Топольник, А.П. Бутова, І.В. Коцавка та ін.]; ред.: В.Г. Топольник; ДонНУЕТ. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. — 207 с.
21. Кузьмін О.В. Усовершенствование процессов производства алкогольной продукции: монография / О.В. Кузьмин. — Донецк: ДонНУЕТ, 2014. — 488 с.
22. Кузьмін О.В. Водка: технология, качество, инновации: [монография] / О.В. Кузьмин, В.Г. Топольник, А.Н. Ловягин, В.В. Кузьмин. — Донецк: ДонНУЕТ, 2011. — 307 с.
23. Топольник В.Г. Комплексна кількісна оцінка якості горілки, виготовленої на спиртах різного класу / В.Г. Топольник, О.В. Кузьмін // Вісник ДонДУЕТ. — 2009. — № 1 (41). — Технічні науки. — С. 135–140.

УДК 636.631.223.018

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 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»

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ПЕРЕМІШУВАННЯ РОБОЧОЇ РІДИНИ В АПАРАТІ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В АППАРАТАХ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

INCREASING INTENSITY OF MIXTURE OF WORK LIQUID IN DEVICES FOR CULTIVATION OF MICROORGANISMS

Анотація. Вивчається можливість підвищення інтенсивності перемішування робочої рідини та рівномірність розподілу в ній живильних речовин при виготовленні біологічно-активних речовин і вакцин. Пропонується штучне барботування робочої рідини по довжині ємностей у апараті для культивування клітин за допомогою похило встановлених циліндрів барабана.

Ключові слова: робоча суміш, апарат для культивування мікроорганізмів, циліндри барабана.

Аннотация. Изучается возможность повышения интенсивности перемешивания рабочей жидкости и равномерность распределения в ней питательных веществ при изготовлении биологически активных веществ и вакцин. Предлагается искусственное барботирование рабочей жидкости по длине емкости в аппарате для культивирования клеток с помощью наклонно установленных цилиндров барабана.

Ключевые слова: рабочая смесь, аппарат для культивирования микроорганизмов, цилиндры барабана.

Summary. The possibility of increasing the intensity of mixing the working fluid and the uniform distribution of nutrients in it in the manufacture of biologically active substances and vaccines is studied. The artificial bubbling of the working fluid along the length of the containers in the apparatus for cell cultivation with the help of sloping drum cylinders is proposed.

Key words: working mixture, apparatus for cultivating microorganisms, drum cylinders.

Вступ. Біореактори складають основу біотехнологічного виробництва. Маса апаратів, що використовуються, наприклад, в мікробній біотехнології різна, і вимоги тут визначаються здебільшого економічними міркуваннями. Ефективність роботи біореакторів визначається, перш за все, необхідною інтенсивністю перемішування [1]. Пе-

ремішуючі пристрої служать для збереження рівномірного температурного поля по всьому об'єму апарату, своєчасного підведення продуктів харчування до клітин і відводу від них продуктів метаболізму, а також інтенсифікації масопередачі кисню. Для створення в біореакторі умов «повного відображення», щоб уникнути утворення обертового

контур, який різко знижує інтенсивність перемішування, в апараті встановлюють відбивні перегородки.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Пропонуємо технічне рішення відноситься до мікробіології і може бути використана для культивування мікроорганізмів в рідинних середовищах при виготовленні біологічно-активних речовин і вакцин.

Відомий пристрій для культивування мікроорганізмів (ПКМ) в рідинному середовищі, який містить похило встановлений на рамі з можливістю обертання навколо своєї осі барабан у вигляді дистанційно розташованих паралельних стрижнів, які з'єднані між собою спільним диском (платформою), вільно розміщені між стрижнями ємності з робочою рідиною і привод [2].

Недолік цього апарату полягає в підвищених віброактивності і шумі, внаслідок вільного розташування між стрижнями ємностей для робочої рідини.

Відомий також апарат для культивування мікроорганізмів, який містить горизонтально встановлений на рамі з можливістю обертання навколо своєї осі барабан у вигляді рівномірно розташованих по колу пустотілих циліндрів, які з'єднані між собою спільним днищем (матчиною), нерухомо розміщені в циліндрах ємності для робочої рідини, елементи фіксації ємностей і привод [3].

Недолік такого апарату для культивування мікроорганізмів полягає в низькій ефективності перемішування робочої рідини, що приводить до зниження продуктивності культивування.

Зазначений недолік обумовлений відсутністю переміщення робочої рідини по довжині ємностей в процесі культивування.

Мета досліджень. За мету обрано пошук шляхів підвищення інтенсивності перемішування шляхом зміни розташування циліндрів барабана, що слугує росту продуктивності.

Опис конструкції. Поставлена задача вирішується тим, що в апараті для культивування мікроорганізмів, який містить горизонтально встановлений на рамі з можливістю обертання навколо своєї осі барабан у вигляді рівномірно розташованих по колу і з'єднаних між собою спільним днищем (матчиною) циліндрів, розміщені в циліндрах ємності для робочої рідини і привод, а циліндри барабана розташовані похило до його осі.

Похиле розташування циліндрів барабана, забезпечує додаткове переміщення робочої рідини по довжині ємностей, що інтенсифікує її перемішування і слугує росту продуктивності.

На рис. 1 схематично зображений пропонуємі апарат для культивування мікроорганізмів, загальний вигляд; на рис. 2 — вигляд по стрілці А на рис. 1.

Апарат для культивування мікроорганізмів містить горизонтально встановлений на рамі 1 з можливістю обертання навколо своєї осі 0-0 барабан 2 у вигляді рівномірно розташованих по колу і з'єднаних між собою спільним днищем 3 циліндрів 4 і 5, які розташовані похило під кутом α до осі барабана. Барабан 2 днищем 3 приєднаний до обертаючого від приводу 6 вала 7. В порожнині циліндрів 4, 5 розміщені ємності 8 і 9 для робочої рідини 10. Ємності

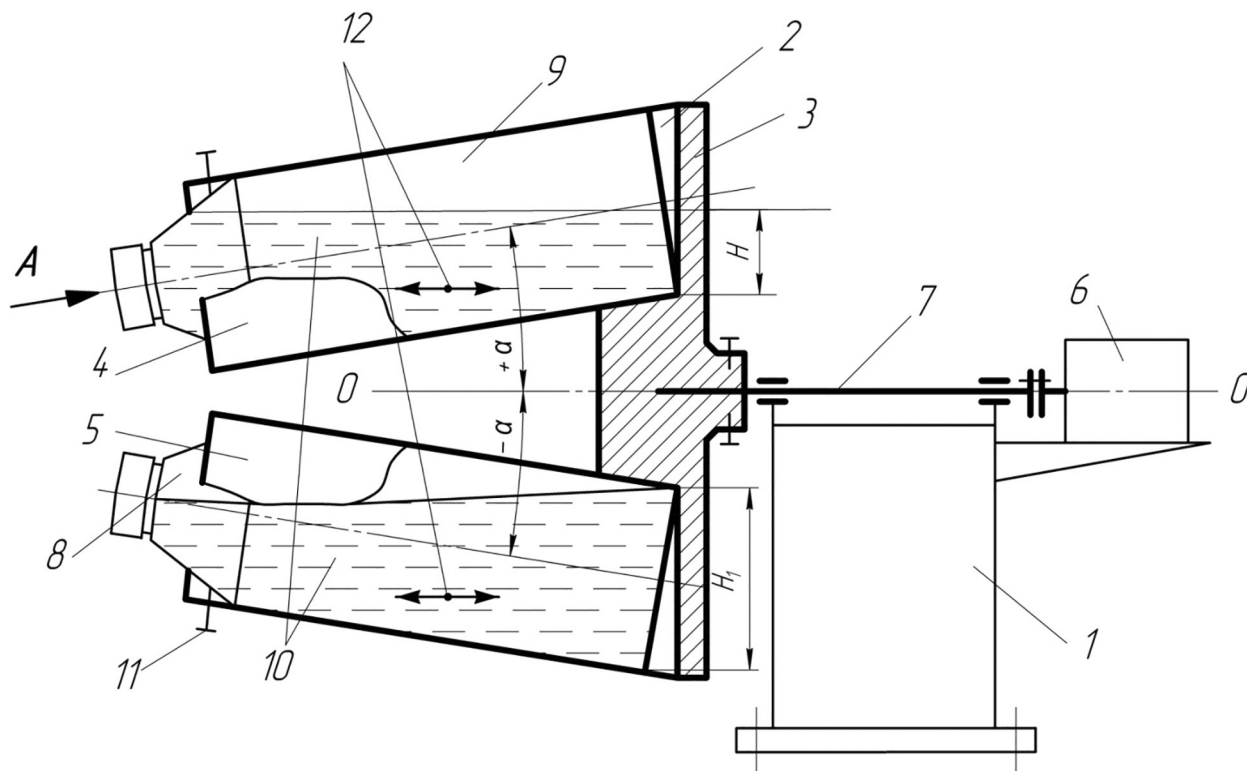


Рис. 1

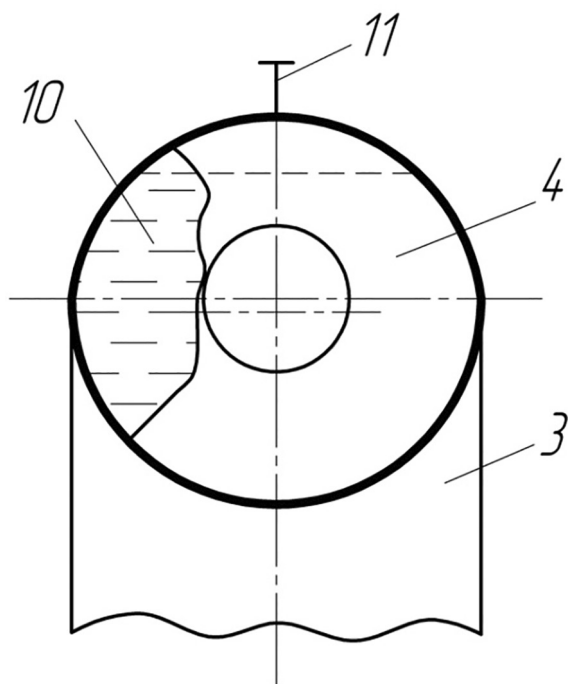


Рис. 2

8, 9 зафіксовані від радіальних і осьових зміщень елементами фіксації 11.

Показаний на рис. барабан 2 може мати більшу кількість циліндрів та іншу відому форму днища.

Працює апарат для культивування мікроорганізмів наступним чином.

Після заправки простерилізованих ємностей 8, 9 необхідною робочою рідиною 10 (живильна

рідина та посівні матеріали) і газом, їх поміщають в циліндри 4, 5 барабана 2, закріплюють фіксуючими елементами 11 від зміщень і вмикають привод 6, внаслідок чого барабан 2 разом з ємностями 8, 9 приходять в обертний рух. При обертанні відбувається перетікання робочої рідини по стінках ємностей 8, 9 в коловому напрямку, що викликає її перемішування. При цьому, внаслідок похилого розташування циліндрів 4, 5, а отже і ємностей 8, 9, в них виникає додаткове осьове переміщення 12 робочої рідини 10, спричинене періодичною зміною напрямків кутів нахилу з додатного на від'ємний і навпаки.

Так, наприклад, при повороті барабана 2 на 180° ємність 9 переміститься з верхнього положення в нижнє, а кут нахилу її до осі барабана зміниться з додатного (+) на від'ємний (-). Зазначена зміна напрямку кутів нахилу обумовить перетікання робочої рідини в ємності 9 від її лівого до правого торця із збільшенням рівня біля правого торця з H на H_1 . Аналогічно відбувається осьове переміщення робочої рідини в ємності 8.

При подальшому обертанні барабана 2 осьове переміщення робочої рідини в ємностях 8, 9 періодично повторюється.

Переміщення робочої рідини по довжині ємностей інтенсифікує перемішування як самої рідини, так і контактуючого з нею газу.

Зростання інтенсивності перемішування робочої рідини підвищує рівномірність розподілу в ній живильних речовин, а це прискорює життєдіяльність мікроорганізмів і слугує росту продуктивності.

Література

1. Karachun V. V., Trivailo M. S., Mel'nick V. N. Mass-Exchange and Aeration in Bioreactors. — К.: «ПП Корнійчук», 2012. — 128 р.
2. Самойлов Ю. К., Пивоваров В. И., Иванов В. А., Алексеев А. В. Устройство для культивирования микроорганизмов. А.с. № 1731801. МПК C12M 1/10. Заявл. 22.05.1990, номер заявки 4844876/13. Опубл. 07.05.1992 г., бюл. № 17.
3. Сенько Е. Ф., Лукина В. А. Устройство для культивирования клеточных и вирусных культур. А.С. № 499293. МПК: C12B1/10. Заявл. 04.06.1974, номер заявки 2032252. Опубл. 15.01.1976, бюл. № 2.

УДК 004.62

Орлова Марія Миколаївна

кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Орлова Мария Николаевна

кандидат технических наук, доцент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Orlova Mariia

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Багінський Євгеній Сергійович

магістрант

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Багинский Евгений Сергеевич

магистрант

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Bahinskiy Yevhenii

Graduating Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

МОДИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМУ БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В МЕРЕЖАХ LTE/LTE-A

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В СЕТЯХ LTE/LTE-A

MODIFICATION OF LOAD BALANCE ALGORITHM FOR LTE/LTE-A NETWORKS

Анотація. В даній роботі описані існуючі підходи до балансування навантаження в стільникових мережах LTE/LTE-A. Також був запропонований метод кластеризації для оптимізації цих підходів.

Ключові слова: LTE, балансування навантаження, алгоритм кластеризації.

Аннотация. В данной работе описаны существующие подходы балансировки нагрузки в сотовых сетях LTE/LTE-A. Также был предложен метод кластеризации для оптимизации этих подходов.

Ключевые слова: LTE, балансировка нагрузки, алгоритм кластеризации.

Summary. This paper describes a study of existing approaches to the technology of load balancing in cellular LTE/LTE-A networks. Clustering method was proposed as an optimization for mentioned purpose.

Key words: LTE, load balancing, clustering algorithm.

Вступ. Протягом кількох останніх десятиліть розвиток бездротових технологій невпинно зростає. Нещодавне впровадження високопродуктивних мобільних пристроїв ще більше посилило попит абонентів на високу пропускну спроможність. Поточні стільникові пристрої потребують ручної конфігурації та керування мережами, що є трудомістким і схильним до помилок, внаслідок експоненціально зростаючої кількості мобільних користувачів та вузлів. Це призводить до впровадження самоорганізаційних можливостей для управління мережею з мінімальним залученням людини. Таким чином, підвищується якість обслуговування (QoS) для кінцевого користувача, а також зменшуються експлуатаційні та технічні витрати для постачальників послуг зв'язку. Самоорганізовані стільникові мережі включають в себе сукупність функцій для автоматичного налаштування, оптимізації та обслуговування стільникових мереж. Оскільки кінцеві мобільні користувачі продовжують використовувати мережеві ресурси при переміщенні з однієї базової станції до іншої, навантаження на трафік у комірці не залишається постійним.

Таким чином, балансування навантаження, як частина самоорганізованого мережевого рішення, є однією з найбільш активних і перспективних напрямків досліджень у стільникових мережах. Це передбачає перенесення навантаження з перевантажених комірок у сусідні комірки з вільними ресурсами для більш збалансованого розподілу навантажень.

Механізм балансування навантаження. На сьогодні 4G — це набір бездротових стандартів, що реалізуються за допомогою різних конкуруючих технологій, до яких можна віднести Long-Term Evolution (LTE) і LTE-Advanced. LTE та LTE-A підтримують IP (Інтернет-протокол) на основі пакету комутаційної системи зв'язку з передачею багатонесучих OFDM (метод поєднання кількох потоків даних в один спільний простір) та інших частотних областей схем, які пропонують високі швидкості передачі даних і мають можливість збільшуватися за допомогою антенних масивів MIMO (Multiple Input Multiple Output), щоб уникнути втрат при великих кількостях даних, що передаються.

Навантаження на базову станцію вимірюється з точки зору використання різних ресурсів, враховуючи їх обмеження. Це:

1. Загальна потужність передачі.
2. Отримана потужність.
3. Втручання в комірку.
4. Пропускна спроможність базової станції у вхідній/вихідній лінії зв'язку.

5. Підвищення рівня блокування;
6. Частота відмов у передачі.

Методи балансування навантаження можуть базуватися на режимі очікування або на активному режимі користування.

Балансування навантаження активного режиму

Активний режим балансування навантаження дозволяє пристроям користувачів мати збалансоване навантаження по всіх базових станціях, щоб знизити загальний рівень завантаження окремої станції. Перевагою активного балансування навантаження є те, що система має прямий механізм вимірювання та визначення вимог до трафіку кожного користувача та умов радіозв'язку, перш ніж приймати рішення про балансування навантаження. Тому з планувальником та інтерфейсами з інших базовими станціями (X2 інтерфейс для внутрішнього LTE та/або інтерфейсу S1 для інтер-RAT) можна балансувати навантаженням при передачі повідомлень. Код передачі зі збалансованим навантаженням додається до повідомлення, щоб базова станція могла контролювати надходження.

Балансування навантаження в режимі очікування

Балансування навантаження в режимі очікування складніше реалізувати, оскільки eNB не може виявити користувачів режиму простою. eNB стає відомо про користувача лише тоді, коли він стає активним або коли область відстеження користувача змінюється, і повідомлення відправляється на UE. Можливим рішенням для переадресації в цьому стані для системи може бути коригування параметрів переадресації базових станцій для користувачів з простим на основі поточної активності користувачів, оскільки в LTE балансування міжчастотного навантаження у режимі очікування здійснюється за допомогою процедури повторного вибору базової станції. Системні параметри, які контролюють переадресацію викликів базової станції та параметри частоти каналу оператора передані до UE в Системних інформаційних блоках (SIBs).

Трафік у режимі реального часу призводить до збільшення навантаження на базову станцію, тому вона може налаштувати параметри повторного вибору для того, щоб користувачі обирали сусідню станцію або ініціювати переадресацію на базову станцію, на якій більше доступних ресурсів. Неточна ініціалізація цих параметрів може привести до розриву зони покриття.

Так класичні підходи до балансування навантаження наступні:

- 1) На основі географічного положення з використанням динамічного призначення каналів: у цій схемі перевантажена базова станція використовує канали з інших менш завантажених сусідніх станцій. Ця схема широко використовувалася в комутаційному каналі GSM систем, де сусідні станції використовують різні частотні канали. У випадку LTE і LTE-A радіо-інтерфейс базується на OFDMA, де запозичення каналу неможливе через перешкоди всередині станцій. Отже, цей метод не застосовується в LTE/LTE-A.

2) Балансування навантаження на базі покриття. Цей метод залежить від механізмів зміни ефективної площі покриття базової станції відповідно до зміни навантаження. Наступні методи можуть бути використані для балансування:

- 1) модифікація пілот-сигналу;
- 2) нахил антени;
- 3) змінення параметру хендовера (НО).

При адаптації потужності, за допомогою схеми модифікації потужності пілот-сигналу покриття базових станцій зменшується (або розширюється), зменшуючи (або підвищуючи) пілотну потужність. Це має кілька недоліків, для перевантаженої станції це зменшує потужність, яка може погіршити покриття. Для низько завантажених сусідніх станцій необхідна більша потужність передачі, і тому можуть знадобитися підсилювачі потужності.

Другий підхід базується на антенах базових станцій, які динамічно змінюють розміри та форми покриття стільникового зв'язку відповідно до розподілу навантаження. Цей підхід обмежений наявністю дистанційних контролерів (RET). Окрім цих двох методів, є гібридні підходи, які включають як зміну нахилу антени так і модифікацію потужності сигналу. Метод на основі зміни параметру хендовера був найбільш широко вивчений в контексті LTE/LTE-A, і це є однією з найперспективніших технік завдяки її гнучкості та ефективності у складних стільникових мережах.

Балансування навантаження на базі параметрів хендовера спрямовано на пошук оптимального значення НО між перевантаженим eNB і цільовим eNB.

Більшість із вищезазначених методів балансування навантаження були розроблені для стільникових мереж без вимог QoS (Quality of Service), і тому лише деякі можуть бути застосовані в мережах LTE, яка покликана обслуговувати користувачів з певними вимогами QoS. Далі у всіх існуючих рішеннях успішне використання методу балансування навантаження залежить від наявності низько навантажених суміжних сусідніх базових станцій, які зможуть легко взяти на себе навантаження з перевантажених станцій. Однак можливі випадки в LTE, коли сусідні станції можуть не мати достатньої потужності. Крім того, в LTE-A HetNets (гетерогенні мережі — мережі, в яких об'єднуються комірки різних розмірів) навантаження трафіку має бути збалансованим серед станцій, що мають різний розмір максимальної потужності передачі та інші відмінні показники продуктивності; отже, необхідно впроваджувати нові підходи для балансування навантаження в мережах LTE-A.

Деякі методи, що розглядаються на сьогодні для балансування навантаження в стільникових мережах LTE-A наступні.

Динамічний підхід до балансу навантаження, запропонований в [1], поєднує в собі традиційні стільникові технології та технології бездротової мережі для забезпечення економічно ефективного рішення для сильно завантажених мереж. Спеціаль-

ні ретрансляційні станції (ARS) використовуються для передачі сигналів. Таким чином використання ARS-навантаження переноситься з перевантаженої станції в неперевантажену.

Основною проблемою з вищезазначеними класичними схемами балансування навантаження є виникнення ірраціонального балансування навантаження, що спричиняє проблему «пінг-понг». Тобто навантаження буде повернене до вихідної станції за короткий проміжок часу. Для подолання цієї проблеми необхідно оптимізувати методологію аналізу управління ресурсами для самоорганізованого бездротового стільникового зв'язку. Крім того, це збільшує використання ресурсів в мережі, навіть якщо eNB відрізняються алгоритмами для балансування навантаження.

Адаптивний нейро-нечіткий підхід. В [2] було запропоноване використання м'якого підходу до обчислення динамічного розподілу навантаження на основі QoS. Для досягнення балансування навантаження використовуються три основні показники ефективності, а саме кількість задоволених користувачів, віртуальне навантаження та індекс розподілу.

Інший підхід, що базується на комунікації D2D (Device-to-Device), був запропонований в [3], який пропонує забезпечити ефективне управління трафіком у багаторівневих станціях відповідно до їхнього трафіку в реальному часі.

В даній роботі ми пропонуємо алгоритм на основі кластеризації, який був адаптований з [4] шляхом застосування його для LTE-A мереж.

Опис алгоритму кластеризації. Запропонований алгоритм є розподіленим, оскільки він виконується у кожній перевантаженій станції та контролюється з головної станції. Вхідні параметри для цього алгоритму — поточне навантаження кожної сусідньої станції, а також поточний запас хенодевра.

Алгоритм працює таким чином: спочатку кожна мобільна станція повідомляє про свої параметри обслуговуючій станції j . Ці виміри включають SNIR (відношення сигналу до шуму та інтерференції) вимірювання сусідніх станцій, а також обслуговуючої станції. У будь-який час і для будь-якої станції у системі, якщо відношення заблокованих викликів до загальної кількості прийнятих викликів більше певного значення QoS тоді станція вважається перевантаженою, і REQ_Load_Balance повідомлення надсилається головної станції.

Після цього головною станцією буде відправлене Load_Balance_Res повідомлення для виклику алгоритму на перевантаженій станції і в той же час ця станція додається до списку станцій для оновлення. Цей процес необхідний перед запуском алгоритму в будь-якій станції, для того щоб дана станція була виключена із пошуку для запобігання нескінченного циклу в системі. Проте, недоліком цього буде додаткова сигналізація, відповідно додаткові витрати між станціями, тому що кожна перевантажена станція

спробує змістити перевантаження на сусідні, коли перевантажена більше ніж одна сусідня станція.

Після цього перевантажена станція запитує навантаження кожної сусідньої клітинки в списку. Це відображає поточне навантаження станцій. Кожна станція з навантаженням менше, ніж визначене буде додана до списку тих, яким буде призначено частину навантаження інших сусідніх перевантажених станцій. Таким чином є параметр для розрізнення перевантажених і неперевантажених станцій. Цей параметр є достатнім для виконання роботи, оскільки алгоритм буде рекурсивно вибирати наступну перевантажену станцію та виключати повністю завантажені станції. Функція відображення використовується для оновлення параметру перевантажених станцій.

Алгоритм не є складним з точки зору реалізації, складність може бути в реалізації процесу обміну значеннями навантаження. Така додаткова сигналізація залежить тільки від кількості сусідніх базових станцій і коефіцієнту періодичності. Описаний алгоритм зазначений на рис. 1.

Аналіз алгоритму кластеризації. Розглянемо площину покриття C , яка складається з n станцій: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ та множину мобільних пристроїв $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$. $M_{i,j}$ — мобільний пристрій i , підключений до базової станції C_j . Отримана потужність на пристрої i від станції j :

$$P_{rM_{i,j}} = \frac{P_t G_{i,j}}{L_{i,j}} \quad (1)$$

де P_{tj} — потужність, надана станцією j ; $G_{i,j}$ — потужність, отримана станцією i ;

$L_{i,j} = l' d_{i,j}^{\alpha} \gamma$, де l' — константа частоти; $d_{i,j}$ — відстань між i та j ; α — витрати на шляху; γ — коефіцієнт ефекту затухання.

Вимірний сигнал з перешкодами та шумом:

$$SINR_{M_{i,j}} = \frac{P_{rM_{i,j}}}{I_{i,j} + N} \quad (2)$$

де N — шум, а $I_{i,j}$ визначається як

$$I_{i,j} = \sum_{p \neq j} X(j,p) \rho_p P_{rM_{i,j}} \quad (3)$$

де $X(j,p)$ визначається як

$$X(j,p) = 1,$$

якщо j, p використовують спільний діапазон частот; 0 — в іншому випадку

$$X(j,p) = \begin{cases} 1, & \text{коли } j, p \text{ використовують один бенд} \\ 0, & \text{коли } j, p \text{ використовують різні бенди} \end{cases} \quad (4)$$

де ρ_p — загрузка ресурсів, які використовуються.

Нехай відстані $M_{i,j}$ як об'єкт в просторі, розміри якого обмежуються списком сусідніх базових станцій та обслуговуючої станції:

$$M_{(i,j)} = f(SINR_{i,1}, \dots, SINR_{i,k}, SINR_{i,j}) \quad (5)$$

де $\{1, \dots, k\}$ — довжина списку сусідніх станцій. Таким чином C_j — об'єкт в просторі такого ж розміру.

$$C_{(j)} = f(SINR_1, \dots, SINR_k, SINR_j) \quad (6)$$

Припускаємо, що якщо станція вимірює отриману від сусідів потужність, вона є центроїдом класу. Тоді евклідова відстань між $M_{i,j}$ та C_j :

Мобільна станція повідомляє свої вимірювання обслуговуючому станції j за допомогою (5)

Обслуговуюча станція j виявляє перевантаження, використовуючи (11), і відправляє повідомлення Req_Load_Balance.

Головна станція додає станцію j до списку на оновлення і відповідає відправивши Load_Balance_Res.

Для кожної станції j (перевантажена станція), виконується функція кластеризації для визначення частини трафіку, який перегружає станцію з обмеженням (10)

Для кожної станції i сусідньої для j , де $i = 1 \dots k$ виконується оновлення (i, j) використовуючи (12) для зменшення зони покриття, яка залежить від доступності ресурсів сусідів

$i = i + 1$

Головна станція інформується повідомленням Update_Balance_Fin та видаляє j зі списку на оновлення

$j = j + 1$

Рис. 1. Алгоритм балансування навантаження на основі кластеризації

$$X_{mi,j} = |D_{M(i,j)} - D_{C(j)}| \quad (7)$$

Алгоритм кластеризації виконується рекурсивно. Навантаження в кожній перевантаженій станції зіставляється з кластером, а потім це відображення використовується для налаштувати параметру хендоверу з кожною сусідньою коміркою. Загальне навантаження перевантаженої станції визначається як

$$L_{C_j} = \sum_{K=1}^2 S_K \quad (8)$$

де S_1 — перший розмір кластеру, дані з якого будуть передані на іншій станції. S_2 — розмір кластеру з нормальною завантаженістю C_j , причому

$$S_2 \leq L_{th} \quad (9)$$

де L_{th} — визначена межа завантаженості для кожної станції.

Обчислення розмірності одного кластера визначає розмір іншого. Для цього необхідно відсортувати станції відповідно до їх евклідових відстаней від перевантаженої станції і додавати ресурси для кожної станції, поки не буде досягнене максимальне порогове навантаження. Ця відстань позначатиме точку перетину між двома кластерами.

Розмір кластера S_1 може бути обмежений сумою всіх наявних ресурсів у сусідніх станціях:

$$S_1 \leq \sum_{i=1}^k (1 - L_i) \quad (10)$$

де L_i — обчислена навантаженість сусідньої станції i .

Рівняння (10) потрібне, щоб попередити нескінченний цикл між станціями під час виконання алгоритму.

Перед виконанням алгоритму, необхідно виявити перевантажені клітини. В даній роботі для цього використовується наступна нерівність:

$$CBR \leq B_{th} \quad (11)$$

де CBR — заблоковані запити / загальна кількість отриманих запитів; B_{th} — попередньо визначений QoS поріг. В даній роботі приймаємо $B_{th} = 2\%$.

Параметр хендоверу (НМ) між перевантаженою станцією j та сусідньою станцією i визначається як:

$$NM(j, i) = NM_{def} + (NM_{def} - NM_{max})S_{j,i} \quad (12)$$

Експериментальні результати. Для оцінки запропонованого алгоритму була розроблена модель LTE на базі Opnet Modular 16. У сценарії моделювання ми порівнюємо продуктивність запропонованої система з запропонованим алгоритмом балансування навантаження і баз нього. Продуктивність вимірюється в термінах CBR. Таким чином CBR знизився майже до нуля для перевантажених станцій. Наприклад, до того, без алгоритму, CBR в станціях 1, 2 і 3 становив 6%, 9% та 10% відповідно, тобто 8% в середньому. Це значення було зменшене майже до 1%, після впровадження алгоритму.

Однією з найважливіших функцій будь-якого алгоритму балансування навантаження — це швидка адаптація до динамічної зміни в навантаженні в перевантажених станціях, що приводить до зменшення CBR.

Висновки. Умови роботи в стільниковій мережі різняться залежно від попиту абонентів, що може стати причиною несподіваного навантаження на певні мережеві ресурси з раптовим збільшенням використання мобільних даних. Балансування навантаження виконується для вивантаження надлишку трафіку на низько завантажені базові станції.

У даній роботі адаптований алгоритм балансування навантаження на основі методу кластеризації для мережі LTE. Результати показують зменшення відсотка відхилених викликів (CBR) на 80%. Розподіл навантаження перевантаженої клітини між сусідніми станціями виконується лише за один крок, який значно зменшує накладні витрати ресурсів в мало навантажених станціях.

Література

2. Куао К. Балансування навантаження через реле в бездротових системах наступного покоління / К. Куао, Х. Ву, О. Тонгуз; Proc. IEEE Mobile Ad-hoc Networking & Computing, 2000. — 149–150 с.
3. Адерамі А. «Адаптивна система нейро-нечітких висновків для балансу динамічного навантаження в 3GPP LTE» / А. Адерамі, К. Лука; Міжнародний журнал поглиблених досліджень в галузі штучного інтелекту 1.1, 2012. — 11–16 с.
4. Лиу Д. Зв'язок пристрою з пристроєм забезпечує ефективне балансування навантаження в сучасних мережах LTE / Д. Лиу, Ю. Кавамото, Х. Нішіяма; Wireless Communications, IEEE, vol.21, no.2, 2014. — 57, 65 с.
5. Альтрад О. Балансування навантаження методом кластеризації / First A. Author, O. Altrad; Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT), Volume 3, Issue 2, 2013. — 50–56 с.

УДК 664.68:577.112.82-021.146.4

Салавелис Алла Дмитриевна

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технологии ресторанного и оздоровительного питания»
Одесская национальная академия пищевых технологий

Salavelis Alla

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of «Technologies of Restaurant and Health Feed»
Odessa National Academy of Food Technologies

Павловский Сергей Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов»
Одесская национальная академия пищевых технологий

Pavlovski Sergey

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of «Technology of Bread, Confectionery,
Pasta and Food Concentrates»
Odessa National Academy of Food Technologies

МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО СЫРЬЯ FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS WITH THE USE OF GLUTEN FREE RAW MATERIALS

Аннотация. Исследована возможность использования рисового- амарантовой смеси в качестве безглютенового сырья при производстве мучных кондитерских изделий из кексового теста.

Ключевые слова: безглютеновое сырье, мучные кондитерские изделия, структурно-механические свойства

Summary. The possibility of using a mixture of rice and amaranth flour which is free of gluten and may be raw material for the production of flour confectionery products is investigated.

Key words: free from gluten, a rice and amaranth flour, flour confectionery product.

Постановка проблемы. Мучные кондитерские изделия — одна из самых популярных категорий кондитерской продукции среди всех групп населения. Именно поэтому сделать их доступными для всех — одна из приоритетных задач современной пищевой индустрии. Существует категория потребителей, которые из-за врожденных генетических особенностей организма не могут употреблять изделия из пшеничной муки — это больные целиакией [1]. Целиакия — непереносимость растительных белков глинадинов (проламинов и глютелинов) некоторых злаковых культур, таких как пшеница, овес, рожь, ячмень. Вред глютена проявляется в том, что он препятствует правильной работе тонкого кишечника, расщеплению и усвоению нутриентов пищевых продуктов [2]. Согласно

действующих международных стандартов содержание глютена в продукте не должно превышать 20 мг/1кг, что позволяет отнести продукт к безглютеновым. Несмотря на то, что, согласно статистическим исследованиям, людей, восприимчивых к глютену не более 1%, они нуждаются в безопасных продуктах питания, так как вынуждены пожизненно соблюдать безглютеновую диету.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ последних исследований и публикаций показал, что современная пищевая промышленность активно работает в этом направлении, создавая и выпуская большой ассортимент безглютеновой продукции и заинтересована в расширении этого ассортимента. Особенности производства такой продукции изложены в трудах Магомедова Г. О., Олейниковой Я. М.,

Шилиной Н. М., Милуковой А. А. [3, 4]. Медицинская проблема глютена научно раскрыта в многочисленных работах зарубежных ученых [5, 6, 7], изучивших последствия воздействия глютена на пищеварительную систему и мозговую деятельность человека. Установлен рост числа людей, чувствительных к глютену, страдающих целиакией и аутоиммунной реакцией на пшеницу, что связано с достижениями селекционеров по изменению состава пшеничного зерна путем увеличения в них содержание глютена [8]. Все эти тенденции привели к расширению спроса на безглютеновые изделия, которые не только полезны для здоровья, но и помогают бороться с избыточным весом.

Цель исследований. Целью исследований является разработка рецептуры и технологии новых видов низкоглютеновых кексов путем частичной замены пшеничной муки на безглютеновую рисово-амарантовую мучную смесь. В ходе исследований изучали влияние этой композитной смеси из рисовой и амарантовой муки на физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов и готовых кексов.

Изложение основного материала. Кексы — сдобные изделия с большим содержанием масла, меланжа и сахара. Каждая рецептурная составляющая влияет на структурно-механические свойства полуфабрикатов, качество готовых изделий и технологию приготовления. Известно два основных способа приготовления кексового теста:

1-й способ — смешивание размягченного масла с сахаром и меланжем, сбивание смеси 15–20 мин с последующим добавлением муки в смеси с химическими разрыхлителями. При этом способе тесто максимально насыщается воздухом, получается легкий, пышный и объемный кекс.

2-й способ — предварительное сбивание яиц с сахаром, добавление полученной смеси в размягченное масло и перемешивание, последующее добавление разрыхлителей и муки. Такой способ препятствует интенсивному насыщению теста воздухом, но способствует лучшему распределению жира в тесте и получению мелкопористой структуры готового кекса.

Рецептурный состав теста влияет на его структурно-механические свойства и на качество готовых изделий. Известно, что при замесе теста происходят физико-химические процессы: гидратация частичек муки, растворение сахара, набухание коллоидов муки, коагуляция набухших белковых мицелл [9]. Поэтому рецептурный состав и способ замеса регулирует процессы формирования теста и позволяет получить тесто с заданными упруго-пластично-вязкими свойствами.

Кексовое тесто — это многокомпонентная структурированная система. Из-за большого содержания жира кексовое тесто трудно сохраняет пористую структуру и объем, которые зависят от дисперсности жира в эмульсии и степени аэрирования масс. В ходе эксперимента изучали влияние вводимой рисово-амаранто-

вой смеси на структурно-механические свойства теста. Известно, что структура кексового теста представляет собой эмульсию жира в аэрированной водной фазе. Для сохранения структурно-механических характеристик кексового полуфабриката и готового изделия необходимо правильно выбрать способ его получения. Учитывая особенности химического состава вводимой рисово-амарантовой смеси как заменителя пшеничной муки в качестве структурного приоритета выбрали второй способ приготовления, который способствует улучшить распределение жира и получить мелкопористое готовое изделие за счет предварительного сбивания яично-сахарной смеси. Кроме того, 50% замена пшеничной муки на рисово-амарантовую смесь позволила получить изделие с низким содержанием глютена.

Выпеченный кекс выдерживали 1 час при комнатной температуре для укрепления структуры мякиша, затем определяли его удельный объем, пористость, сжимаемость на пенетрометре, влажность, органолептические показатели. В ходе эксперимента установлено, что в изделиях с рисово-амарантовой мукой увеличилась влажность и плотность мякиша, незначительно снизился удельный объем. Уплотнение теста и увеличение его влажности при введении рисово-амарантовой смеси предупреждает разрушение теста при механическом воздействии. Увеличение вязкости и плотности тестовой массы свидетельствует о лучшем распределении жира в тестовой заготовке, что влияет на формирование структуры готового изделия за счет меньшего расширения пузырьков воздуха при выпечке. Это обусловлено тем, что более прочный пленочный каркас теста с добавкой препятствует выделению газа из пузырьков наружу, увеличивая число пор мелкого размера по всему объему тестовой заготовки и, как следствие, увеличивая сжимаемость мякиша в готовом изделии. Таким образом, вводимая добавка усиливает прочность пленочного каркаса, замедляет диффузию воздуха из теста и повышает его устойчивость к разрушению. Плотность смеси возрастает за счет активного набухания рисово-амарантовой смеси и увеличения влажности системы. Добавка благодаря своему химическому составу проявила некоторые стабилизирующие свойства, а именно взаимодействуя с белками яиц, повысила прочность оболочек воздушных пузырьков. Межмолекулярное взаимодействие яичных белков и компонентов рисово-амарантовой муки способствует повышению прочности межфазного слоя. В результате этого становится возможным интенсивное насыщение системы воздухом, которая при выпечке закрепляется в мелкопористый тонкостенный мякиш.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования позволили получить кексовое изделие с низким содержанием глютена за счет частичной замены пшеничной муки на композитную смесь из рисово-амарантовой муки и сохранить структурно-механические свойства полуфабриката и готового изделия.

Литература

1. Максимова Е. А. Секреты производства безглютеновых продуктов высокого качества / Е. А. Максимова // Хлебопечение / кондитерская сфера — 2015. — № 35(62) — С. 55–56.
2. Рославцева Е. А. Непереносимость глютена [Электронный ресурс] / Научный Центра Здоровья Детей РАМ — Режим доступа: <http://agluten.narod.ru/statia.htm>
3. Магомедов Г. О., Олейникова А. Я. Мучные композитные безглютеновые смеси / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова // Хлебопродукты — 2014. — № 2 — С. 46–48.
4. Шилина Н. М. Безглютеновая диета: проблемы лабораторного контроля [Электронный ресурс] / Н. М. Шилина, А. А. Милюкова, И. А. Смирнов, И. Я. Конь // Материалы XII Конгресса детских гастроэнтерологов России (ГУ НИИ питания РАМН — М, 2005 г. — Режим доступа: <http://agluten.narod.ru/statia.htm>.
5. Valdes I. New generation of sandwich / I. Valdes // ELISA for gluten determination: Innovative approach to low-level gluten determination in foods using a novel enzyme-linked immunosorbent assay protocol (European Journal of Gastroenterology&Hepatology, 2003). — 2003. — № 15 (5): — P. 465–474.
6. David Perlmutter, Kristin Loberg. GRAIN BRAIN THE SURPRISING TRUTH ABOUT WHEAT, CARBS, AND SUGAR — YOUR BRAIN'S SILENT KILLERS / P. David, L. Kristin, D. Perlmutter // This edition published by arrangement with Little, Brown, and Company, New York, USA. All rights reserved. — 2013. — P. 240.
7. Dalla Pellegrina C. Effects of wheat germ agglutinin on human gastrointestinal epithelium: insights from an experimental model of immune/epithelial cell interaction. / C. Dalla Pellegrina, O. Perbellini, M. T. Scupoli, C. Tomelleri, C. Zanetti, G. Zoccatelli, M. Fusi, Peruffo, A. Rizzi, R. Chignola // Toxicol Appl Pharmacol. — 2009. — Jun 1, № 237(2) — P. 53–146.
8. Ludvigsson JF, Montgomery SM, Ekbom A, Brandt L, Granath F. Small-intestinal histopathology and mortality risk in celiac disease / J. F. Ludvigsson, S. M. Montgomery, A. Ekbom, L Brandt L, F Granath // JAMA. — 2009 — Sep 16, № 302(11) — P. 8–1171.
9. Маршалкин Г. А. Технология кондитерских изделий / Г. А. Маршалкин. — М.: Пищ. пр-ть, 1978. — 232 с.
10. Матвеева Т. В., Корячкина С. Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина // Научные основы, технологии, рецептуры — СПб.: ГИОРД — 2016. — 360 с.

References

1. Maksymova E. A. Sekrety proyzvodstva bez-hlyutenovykh produktov vysokoho kachestva / E. A. Maksymova // Khlebopechenye / kondyterskaya sfera — 2015. — № 35(62) — S. 55–56.
2. Roslavitseva E. A. Neperenosymost' hlyutena [Elektronnyy resurs] / Nauchnyy Tsentra Zdorov'ya Detey RAM — Rezhym dostupa: <http://agluten.narod.ru/statia.htm>
3. Mahomedov H. O., Oleynikova A. Ya. Muchnye kompozytnye bez-hlyutenovye smesy / H. O. Mahomedov, A. Ya. Oleynikova // Khleboprodukty — 2014. — № 2 — S. 46–48.
4. Shylyna N. M. Bez-hlyutenovaya dyeta: problemy laboratornoho kontrolya [Elektronnyy resurs] / N. M. Shylyna, A. A. Mylyukova, Y. A. Smyrnov, Y. Ya. Kon' // Materyaly XII Konhressa det'skykh gastroenterologov Rossyy (HU NYY pytanyya RAMN — M, 2005. — Rezhym dostupa: <http://agluten.narod.ru/statia.htm>.
5. Valdes I. New generation of sandwich / I. Valdes // ELISA for gluten determination: Innovative approach to low-level gluten determination in foods using a novel enzyme-linked immunosorbent assay protocol (European Journal of Gastroenterology&Hepatology, 2003). — 2003. — № 15 (5): — P. 465–474.
6. David Perlmutter, Kristin Loberg. GRAIN BRAIN THE SURPRISING TRUTH ABOUT WHEAT, CARBS, AND SUGAR — YOUR BRAIN'S SILENT KILLERS / P. David, L. Kristin, D. Perlmutter // This edition published by arrangement with Little, Brown, and Company, New York, USA. All rights reserved. — 2013. — P. 240.
7. Dalla Pellegrina C. Effects of wheat germ agglutinin on human gastrointestinal epithelium: insights from an experimental model of immune/epithelial cell interaction. / C. Dalla Pellegrina, O. Perbellini, M. T. Scupoli, C. Tomelleri, C. Zanetti, G. Zoccatelli, M. Fusi, Peruffo, A. Rizzi, R. Chignola. // Toxicol Appl Pharmacol. — 2009. — Jun 1, № 237(2) — P. 53–146.
8. Ludvigsson JF, Montgomery SM, Ekbom A, Brandt L, Granath F. Small-intestinal histopathology and mortality risk in celiac disease / J. F. Ludvigsson, S. M. Montgomery, A. Ekbom, L Brandt L, F Granath. // JAMA. — 2009 — Sep 16, № 302(11) — P. 8–1171.
9. Marshalkyn H. A. Tekhnolohyya kondyterskykh yzdelyy / H. A. Marshalkyn. — М.: Pyshch. pr-t', 1978. — 232 s.
10. Matveeva T. V. Koryachkina S. Ya. Muchnye kondyterskiye yzdelya funktsional'noho naznacheniya / T. V. Matveeva, S. Ya. Koryachkina. // Nauchnye osnovy, tekhnolohyy, retseptury — SPb.: HYORD — 2016. — 360 s.

УДК 614.841.415

Самченко Тарас Васильович

*науковий співробітник відділу речовин і матеріалів науково-випробувального центру
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

Самченко Тарас Васильевич

*научный сотрудник отдела веществ и материалов научно-испытательного центра
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

Samchenko Taras

*Researcher of the Department of Substances and
Materials of the Scientific and Testing Center
Ukrainian Civil Protection Research Institute*

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛЯХ

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОМАСООБМЕНА ПРИ ПОЖАРЕ В КАБЕЛЬНЫХ ТУННЕЛЯХ

HEAT EXCHANGING MATHEMATICAL MODELS OF FIRE IN CABLE TUNNELS ANALYSIS

Анотація. У даній роботі проаналізовано методи математичного моделювання та засоби обчислювальної газогідродинаміки, а також переваги їх використання при вивченні впливу пожежного навантаження та конструктивних характеристик кабельних тунелів на температурний режим пожежі.

Проведено аналіз сучасних програмних комплексів CFD та доцільність їх використання під час дослідження пожеж у кабельних тунелях. Описано основні методи вирішення повної системи рівнянь Нав'є-Стокса, що закладаються в алгоритм програмних комплексів.

Для проведення обчислювального експерименту запропоновано застосовувати комп'ютерну систему Fire Dynamic Simulator 6.2. та показано її переваги перед іншими програмними комплексами.

Ключові слова: кабельний тунель, температурний режим пожежі, повна система рівнянь Нав'є-Стокса, математичне моделювання.

Аннотация. В данной работе проанализированы методы математического моделирования и средства вычислительной газогидродинамики, а также преимущества их использования при изучении влияния пожарной нагрузки и конструктивных характеристик кабельных тоннелей на температурный режим пожара.

Проведен анализ современных программных комплексов CFD и целесообразность их использования при исследовании пожаров в кабельных тоннелях. Описаны основные методы решения полной системы уравнений Навье-Стокса, закладываются в алгоритм программных комплексов.

Для проведения вычислительного эксперимента предложено применять компьютерную систему Fire Dynamic Simulator 6.2. и показано ее преимущества перед другими программными комплексами.

Ключевые слова: кабельный тоннель, температурный режим пожара, полная система уравнений Навье-Стокса, математическое моделирование.

Summary. In this paper, the methods of mathematical modeling and means of computational gas hydrodynamics are analyzed, as well as the advantages of their use in studying the impact of fire load and structural characteristics of cable tunnels on the temperature regime of the fire.

The analysis of modern software CFD complexes and the feasibility of their use in the investigation of fires in cable tunnels has been carried out. The methods for solving the complete Navier – Stokes equation system laid down in the algorithm of software complexes are described.

For the computing experiment, it is proposed to use the computer system Fire Dynamic Simulator 6.2. and shows its advantages over other software systems.

Key words: cable tunnel, temperature mode of fire, Navier – Stokes equations system, mathematical modeling.

Постановка проблеми. Незважаючи на значні успіхи у вирішенні завдань щодо підвищення пожежної безпеки кабельної продукції в даний час існує безліч проблемних питань. Кабельна продукція та будівельні конструкції кабельних тунелів повинні відповідати вимогам по ряду показників пожежної безпеки, які встановлені окремими відомчими нормами і правилами для кабелів спеціального призначення. Горіння електричних кабелів супроводжується виділенням значної кількості тепла, яке визначається питомою теплою згоряння матеріалів ізоляції, захисних оболонок кабелів і масою цих матеріалів, що містяться в одиниці довжини кабелю. Як показали досліді зі спалювання потоків кабелів в умовах кабельного тунелю температура в зоні горіння кабелів з ізоляцією з поліетилену або з паперовою просоченою ізоляцією досягає 1000–1200 °С. При цьому спостерігається виділення значного обсягу чорного диму і інших газоподібних продуктів, що призводить до зниження видимості і ускладнює дії персоналу з гасіння пожежі та евакуації людей.

Дослідження температурного режиму пожежі є актуальним питанням, так як в кабельні тунелі відрізняються геометричною конфігурацією, видом кабелів, що прокладені у них, пожежним навантаженням та аеродинамічними характеристиками. Це може привести до того, що температурний режим пожежі у таких тунелях може відрізнитись як від стандартного так і між собою. У такому разі не можна гарантувати відповідність меж вогнестійкості випробовуваних конструкцій чинним нормативам. У цьому випадку може істотно знизиться безпеку людей і матеріальних цінностей під час пожеж у кабельних тунелях.

Для того щоб не проводити дорогі випробування по вивченню даного питання, існує можливість здійснити такі дослідження на основі результатів обчислювальних експериментів. Сучасне програмне забезпечення з моделювання теплових процесів засобами комп'ютерної газодинаміки (CFD), дозволяє врахувати всі необхідні параметри досліджуваних процесів і вивчити вплив геометричних і конструктивних характеристик печі для випробувань залізобетонних конструкцій на якість одержуваних даних.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Ройтман В. М. у роботі [1] запропонував температурний режим пожежі режим пожежі у спорудах підземного типу, зокрема тунелях. Динаміка розвитку пожежі досліджувалась у роботах як українських [2–4] так і зарубіжних вчених [5–8]. У роботі [5] L. Razdolsky описав різновиди математичних моделей для дослідження динаміки розвитку пожеж, проте у його роботі не досліджено специфіку використання засобів комп'ютерної газогідродинаміки для вивчення пожеж у кабельних тунелях.

Daniel Madrzykowski у 2013 році опублікував роботу [6]. На думку автора дослідження динаміки

розвитку пожеж є надзвичайно важливим не тільки для пожежної науки, а й розроблення нових засобів для попередження і гасіння пожеж. Проте, автор не конкретизував специфіку розвитку пожеж у підземних спорудах.

Роботи [7–8] є дещо застарілими, якщо зважати на темпи розвитку обчислювальної техніки та програмних комплексів CFD.

Щодо українських учених, то Нуянзін О. М. [2] проаналізував математичні моделі тепломасообміну у камерах вогневих печей, а Ковалишин В. В. у своїх дослідженнях [3–4] дослідив динаміку розвитку пожеж у кабельних спорудах та описав зміну температури в зоні горіння без подачі та з подачею інертних газів, але дослідження стосувались лише кабельних тунелів певних геометричних параметрів зі сталим пожежним навантаженням.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Різноманітність конструктивних особливостей кабельних тунелів, їхнього пожежного навантаження, притоку та відтоку газів та інших параметрів зумовлює суттєві відмінності температурних режимів пожежі. Зокрема, сучасна ізоляція кабельної продукції може відрізнитись за пожежно-технічними характеристиками від вивченої вченими [1].

У даній роботі проаналізовано методи математичного моделювання та засоби обчислювальної газогідродинаміки, а також переваги їх використання при вивченні впливу пожежного навантаження та конструктивних характеристик кабельних тунелів на температурний режим пожежі.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є виявлення найбільш ефективного підходу щодо дослідження температурного режиму під час пожежі у кабельних тунелях шляхом аналізу існуючих методів математичного моделювання процесу тепломасообміну та засобів обчислювальної газогідродинаміки.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. Для математичного обчислення процесу тепломасообміну у кабельних тунелях є можливими для використання інтегральні, зонні та польові моделі [2–10]. Інтегральні моделі дають змогу отримати прогноз середніх значень параметрів стану середовища усередині кабельного тунелю. У зонних моделях весь простір поділяють на характерні просторові зони й визначають середні значення параметрів стану середовища в цих зонах для будь-якого моменту часу. Польові або диференціальні моделі тепломасообміну вможливають прогноз просторово-часового розподілу температур і швидкостей газового середовища у тунелі, концентрацій компонентів середовища, тиску та густин у будь-якій точці, температуру на поверхні будівельних конструкцій та кабелів [9–10].

Польові моделі, позначені в зарубіжній літературі аббревіатурою CFD (computational fluid dynamics —

англ. обчислювальна гідродинаміка), є більш потужним та універсальним інструментом, ніж зональні та інтегральні, оскільки ґрунтовані на зовсім іншому принципі. Замість однієї або кількох великих зон у польових моделях виокремлюють численну кількість (зазвичай десятки і сотні тисяч) маленьких контрольних обсягів, не пов'язаних із передбачуваною структурою потоку [8–9]. Для кожного з цих об'ємів за допомогою низки методів розв'язують систему рівнянь у часткових похідних, що виражають принципи локального збереження маси, імпульсу, енергії та інших компонентів. Отже, динаміка розвитку процесів залежить не від апріорних припущень, а лише від результатів розрахунку польових моделей, у яких застосовують повну систему рівнянь Нав'є-Стокса [10].

Згідно з аналізованим підходом, використовують фундаментальні рівняння:

- 1) рівняння руху потоку (рівняння Нав'є-Стокса);
- 2) рівняння нерозривності потоку, що виражене законом збереження матерії;
- 3) рівняння розподілу тепла (рівняння Фур'є-Кіргіфа);
- 4) рівняння стану газу;
- 5) рівняння дифузії, що виражає зміну концентрації реагуючого кисню або іншої газової компоненти за умов руху газового потоку;
- до цього списку, як правило, додають:
- 6) рівняння, що виражає закономірність променистого теплообміну в камері печі;
- 7) рівняння швидкості перебігу хімічної реакції;
- 8) стехіометричні рівності реакцій;
- 9) рівняння руху окремих частинок твердого й рідкого палива з урахуванням гальмівного опору несучого середовища;
- 10) рівність надходження й витрат тепла (енергії) у камері печі.

У звичайному вигляді система рівнянь Нав'є-Стокса складається з двох рівнянь:

- рівняння руху,
- рівняння нерозривності.

Для визначення турбулентної в'язкості застосовують різні варіанти, пов'язані зі способами визначення опосередкованих і флуктуаційних складників величин, що входять до рівняння Нав'є-Стокса. Ці способи визначення турбулентної динамічної в'язкості називають моделями турбулентності. Найбільше поширення має стандартна k - ε модель турбулентності [3–8]. Згідно з цією моделлю, динамічну турбулентну в'язкість визначають за виразом:

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (1)$$

де $C_\mu = 0,09$ — сталий коефіцієнт; ε — швидкість дисипації турбулентної енергії; k — турбулентна енергія.

Для визначення величин ε і k використовують рівняння, які доповнюють систему рівнянь Нав'є-Стокса, що мають вигляд:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) + \mu_t G - \rho \varepsilon \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \nabla(\rho V \varepsilon) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t G - C_2 f_1 \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (3)$$

де G — величина, яку визначають за виразом:

$$G = D_{ij} \frac{\partial V_i}{\partial x_j} \quad (4)$$

де величину D_{ij} визначають як

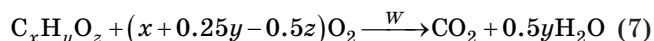
$$D_{ij} = S_{ij} - \frac{2}{3} \left(\nabla \cdot \mathbf{V} + \frac{\rho k}{\mu_t} \right) \delta_{ij} \quad (5)$$

Величину δ_{ij} , яка входить до рівняння (5), визначають як:

$$S_{ij} = \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} \quad (6)$$

Інші параметри, що входять до рівняння (2) і (3), є постійними.

Модель горіння визначають за швидкістю світла й витратами палива, окисника і продуктів згорання. Кількісні співвідношення визначені за узагальненим хімічним рівнянням [4]:



Швидкість реакції W визначають за стехіометричним коефіцієнтом:

$$i_{chem} = \frac{32(x + 0.25y - 0.5z)}{12x + y + 16z} \quad (8)$$

Модель горіння Магнуссена може бути використана як модель горіння, згідно з рекомендаціями для заздалегідь незмішаного палива й окисника.

Швидкість змішування та хімічної реакції горіння в моделі Магнуссена визначають за формулою:

$$W_{mix} = 23.6 \left(\frac{\mu \varepsilon}{\rho k^2} \right)^{0.25} \rho \frac{\varepsilon}{k} \min \left(Y_{C_x H_y O_z}, \frac{Y_{O_2}}{i_{chem}} \right) \quad (9)$$

Використовуються рівняння, що враховують радіаційний теплообмін в газовому середовищі та взаємного теплообміну між середовищем і частками, а також твердим матеріалом. Модель побудована на припущенні, що оптичне середовище ізотропне, процес радіаційного теплопереносу описаний рівнянням:

$$\nabla \left(\frac{1}{\alpha + \beta} \nabla E_r \right) + 3(\alpha E_b - \alpha E_r) = 0 \quad (10)$$

де E_r — густина енергії випромінювання; E_b — рівноважна густина енергії випромінювання, що визначають за рівнянням:

$$\alpha E_b = \alpha_m E_{b,m} + \alpha_p E_{b,p} \quad (11)$$

α — інтегральний за спектром коефіцієнт поглинання:

$$\alpha = \alpha_m + \alpha_p \quad (12)$$

b — інтегральний за спектром коефіцієнт розсіювання:

$$\beta = \beta_m + \beta_p \quad (13)$$

У рівняннях (11)–(13) використовувані величини мають такі позначення:

- a_m, a_p — коефіцієнти поглинання відповідно до газового середовища й часток;
- b_m, b_p — коефіцієнти розсіювання відповідно до газового середовища й часток;
- $E_{b,m}, E_{b,p}$ — рівноважна щільність енергії випромінювання для газової фази та фази часток розсіювання відповідно до газового середовища й часток.

Перераховані величини визначають за формулами:

$$E_{b,m} = \sigma T_m^4 \quad (14)$$

$$\alpha_p E_{b,p} = \frac{1}{\Omega_{cell}} \sigma \varepsilon_p \sum_j \pi r_j^2 N_j T_{pj}^4 \quad (15)$$

$$\alpha_p = \frac{1}{\Omega_{cell}} \varepsilon_p \sum_j \pi r_j^2 N_j \quad (16)$$

$$\beta_p = \frac{1}{\Omega_{cell}} (2 - \varepsilon_p) \sum_j \pi r_j^2 N_j \quad (17)$$

де s — стала Стефана-Больцмана; T_{pj} — температура j -тої частки; N_j — кількість часток у комірці; ε_p — ступінь чорноти часток.

Загалом, наявні математичні моделі та їх чисельна реалізація дають змогу точно й ефективно моделювати процес тепломасопереносу у кабельному тунелі. Унаслідок проведення низки послідовних ітерацій, отримаємо значення аналізованих функцій у певний момент часу. Аналогічним чином розраховують значення для кожного моменту часу.

Об'єм обчислень, що необхідно проводити є дуже великим, тому доцільніше перекласти монотонні ітерації в алгоритм для персонального комп'ютера або кластера [10]. Існує багато спеціалізованих про-

грам (рис. 1) для побудови геометричних моделей конструкцій, розподілу конструкцій на більш дрібні елементи та розрахунку поведінки елемента й конструкції в цілому. Вибір конкретного програмного комплексу залежить від особливостей модельованих процесів, можливостей обчислювальної техніки та користувача.

Серед проаналізованих програм більш прийнятною для побудови математичної моделі кабельного тунелю є «Fire Dynamic Simulator 6.2». По-перше, базовими в ній є рівняння Нав'є — Стокса, що описують рух рідин і газів у широкому діапазоні чисел Рейнольдса. По-друге, система дає змогу побудувати геометрію об'єкта без використання спеціальних CAD-програм. По-третє, система «FDS» уможливорює легке корегування параметрів тунелю та граничних умов. По-четверте, система «FDS» має розвинений апарат візуалізації отриманих результатів. По-п'яте, що є немало важливим в умовах сьогодення — вона є безкоштовною [9].

Висновки

1. Для дослідження впливу технологічних та конструктивних параметрів кабельних тунелів на точність та достовірність результатів випробувань ефективно використовувати математичні моделі засновані на повній системі рівнянь Нав'є — Стокса з врахуванням турбулентного горіння в газоповітряному потоці продуктів горіння.

2. Застосування математичних моделей теплообміну дозволяє визначити температурний режим в кабельному тунелі в залежності від конструктивних характеристик та пожежного навантаження.

3. Для проведення чисельного експерименту ефективно застосовувати комп'ютерну систему Fire Dynamic Simulator 6.2, так як у алгоритмі її роботи закладена система рівнянь Нав'є — Стокса, що описує рух рідин і газів у широкому діапазоні чисел Рейнольда, що є характерним для турбулентного

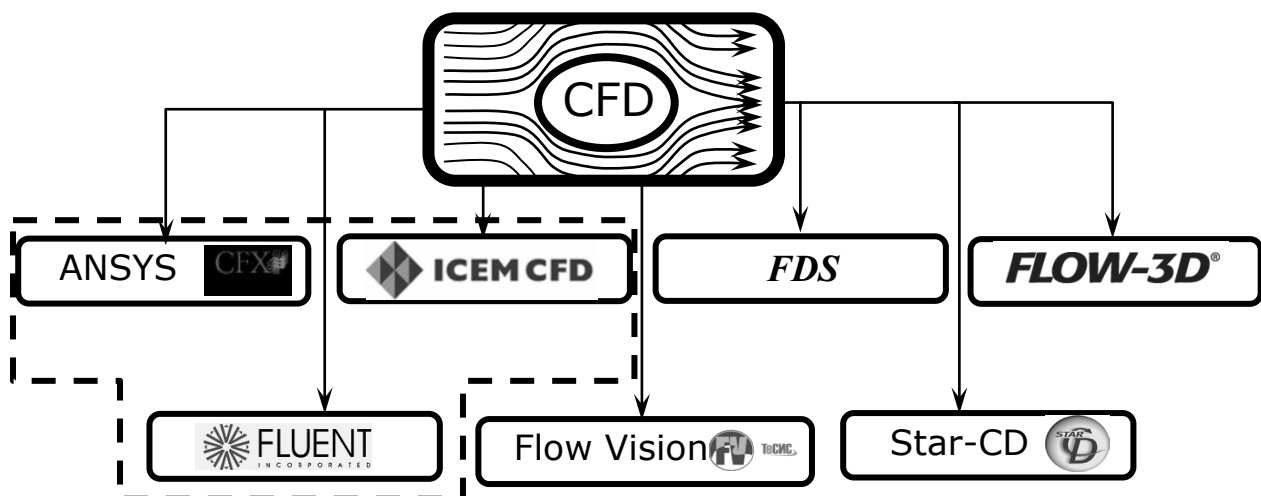


Рис. 1. Сімейство програмних продуктів «CFD», поширених в Україні [10]

Таблиця 1

Характеристики CFD-програм [9–10]

№ з/п	Назва програмного продукту (компанія, розробник)	Короткий опис
1.	«ANSYS CFX» («ANSYS», «Inc» (США)).	Пакет дає змогу розв'язувати широке коло завдань у сфері міцності, тепла, гідрогазодинаміки, електромагнетизму, а також міждисциплінарного аналізу, що об'єднує всі чотири галузі; оптимізувати конструкцію на основі всіх перерахованих типів аналізу.
2.	«ICEM CFD» («ANSYS», «Inc» (США)).	Комплексне розв'язання завдань із генерації розрахункових сіток будь-яких типів, від структурованої багатоблокової до неструктурованої гекса- або тетраедра чи гібридної.
3.	«FLUENT» («ANSYS», «Inc» (США)).	Сучасний програмний комплекс, що допомагає аналізувати широкий спектр промислових завдань, які стосуються динаміки рідини й газу (багатофазних, реагуючих) потоків з урахуванням теплообміну (кондуктивного, конвективного й радіаційного).
4.	«SOFIE» («SP») («Technical Research Institute of Sweden» (Швеція)).	Використання моделей у межах вогневих випробувань має низку застосувань. Гранична умова в моделюваннях — визначення параметрів полум'я. «SP» має одну з найбільших баз даних у Європі та дає підстави для вибору джерела вогню, що буде використане в CFD-моделі.
5.	«STAR-CD» («CD-adapco group» (попередня назва — «Comp. Dynamics Ltd» (США)).	Ефективне паралелізування алгоритму рішення, заснованого на використанні методу кінцевих об'ємів, у поєднанні з унікальними методиками автоматизованого розбиття області течії дають змогу моделювати завдання будь-якого ступеня геометричної складності. Застосовують переважно для моделювання поширення вогню.
6.	«FLOW-3D» («Flow Science Inc» (США)).	Застосовують для точного математичного моделювання процесів гідродинаміки й теплообміну; для розрахунку обмежених і з вільною поверхнею перебігу рідин (турбулентне та ламінарне), гідравлічних ударів, навколзвукowego й надзвукowego перебігу газів, температурних режимів, фільтрації, обтікання твердих тіл довільної конфігурації та перебігу сумішей. Моделювання завдань конвекції, кавітації, кристалізації, плавлення, теплоперенесення й ін. Широко використовують у металургійному виробництві для всіх способів лиття.
7.	«CFD FlowVision» (Тесис (РФ)).	У теоретичній базі системи «FlowVision» розвинено узагальнений підхід, заснований на усереднюванні за часом (усереднювання за Рейнольдсом) повної системи рівнянь Нав'є-Стокса. Для розв'язання системи рівнянь застосовують метод контрольних об'ємів.
8.	Fire Dynamic Simulator (National Institute of Standards and Technology (США)).	Комп'ютерна програма вирішує чисельно велику хвильову імітаційну форму рівнянь Нав'є-Стокса, яка підходить для низькошвидкісного, термічно керованого потоку, з акцентом на димові та теплові переноси енергії під час пожеж, для опису її розвитку. Програма зчитує вхідні параметри з текстового файлу, обчислює чисельне рішення для рівнянь керування та записує до файлів вказані користувачем вихідні дані.

руху продуктів горіння під час пожежі у кабельному тунелі.

Перспективи подальших досліджень. Серед перспектив подальших досліджень слід виділити

можливість створення математичної моделі кабельного тунелю в комп'ютерній системі Fire Dynamic Simulator 6.2. та проведення обчислювального експерименту з використанням створеної моделі.

Література

1. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий / В. М. Ройтман. — М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. — 382 с.
2. Аналіз існуючих математичних моделей тепломасообміну у камерах вогневих печей установок для випробувань на вогнестійкість несучих стін / Нуянзін О. М., Поздеев С. В., Сідней С. О Збірник наукових праць АПБ ім. Героїв Чорнобиля № 18/2014 рік. Серія КВ № 13745-2719.
3. Ковалишин В. В. Моделювання впливу парогазових потоків на пожежу в каналах великої довжини / Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. — Київ: УкрНДЦЗ, 2011. — № 1 (23). — С. 191–199.

4. Ковалишин В. В. Перевірка на адекватність моделювання процесів розвитку і гасіння пожеж в кабельних тунелях (в обмежених об'ємах) / Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. — Київ: УкрНДІПЗ, 2013. — № 1 (27). — С. 38–44.
5. L. Razdolsky. Mathematical Modeling of Fire Dynamics // Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol II WCE2009, July 1–3, 2009, London, U.K.
6. Daniel Madrzykowski. Fire Dynamics: The Science of Fire Fighting // Fire service Journal of Fire Leadership and Management, volume 7, 2013, Fire Protection publications/IFSTA.
7. Razdolsky, L., «Explosion in a High-Rise Building», METROPOLIS&BEYOND Proceedings of the 2005 Structures Congress and the 2005 Forensic Engineering Symposium New York, NY, 2005
8. Razdolsky, L., Petrov, A., Shtessel, E., «Critical conditions of local ignition in a large medium with convective heat transfer» Physics of combustions and explosions, National Academy of Science, 1977.
9. NIST Special Publication 1018–5 «Fire Dynamics Simulator (Version 5)» Technical Reference Guide, 2008 Volume 1: Mathematical Model
10. Методи математичного моделювання теплових процесів при випробуваннях на вогнестійкість залізобетонних будівельних конструкцій / Нуянзін О. М., Некора О. В., Поздєєв С. В. [та ін.] // Монографія. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, — 120 с.

УДК 622.692.4

Середюк Марія Дмитрівна

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри транспорту і зберігання нафти і газу
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Середюк Мария Дмитриевна

*доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Serediuk Mariya

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of Department of Transport and Storage of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Григорський Станіслав Ярославович

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Григорский Станислав Ярославович

*кандидат технических наук,
доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Grygorskyi Stanislav

*PhD, Associate Professor of
Department of Transport and Storage of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

ВПЛИВ ПЕРЕМІЧОК НА РЕЖИМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВОНІТКОВИХ НАФТОПРОВОДІВ

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЫЧЕК НА РЕЖИМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВУХНИТОЧНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

INFLUENCE OF JUMPERS ON THE MODE OF OPERATION OF TWIN OIL PIPELINES

Анотація. Розроблено метод і програмне забезпечення, які дають змогу визначити пропускну здатність, завантаження кожної нитки та питомі витрати електроенергії для двониткового нафтопроводу за наявності відкритих міжниткових перемичок. Встановлено, що відкриття міжниткових перемичок спричинює значні перетоки нафти, що впливає на завантаження та умови експлуатації двониткової нафтопровідної системи.

Ключові слова: магістральний нафтопровід, еквівалентний діаметр, питомі витрати електроенергії, енергоефективність, режим руху рідини.

Аннотация. Разработан метод и программное обеспечение, позволяющие определить пропускную способность, загрузки каждой нитки и удельные расходы электроэнергии для двухниточного нефтепровода при наличии открытых перемычек. Установлено, что открытие перемычек вызывает значительные перетекания нефти, что влияет на загрузку и условия эксплуатации двухниточной нефтепроводной системы.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод, эквивалентный диаметр, удельные расходы электроэнергии, энергоэффективность, режим движения жидкости.

Summary. The method and software that allow determining the volume flow rate, loadings of each thread and energy efficiency for twin oil pipeline in the presence of open jumpers was developed. The opening of the jumpers causes significant oil overflows, which affects the loading and operating conditions of twin oil pipeline system was established.

Key words: main oil pipeline, equivalent diameter, specific energy consumption, energy efficiency, liquid flow regime.

Трубопровідний транспорт є одним із найбільш надійних та економічних технологій переміщення значних обсягів нафти і нафтопродуктів. Сучасні нафтопровідні системи мають, зазвичай, складну геометричну структуру, включаючи наявність паралельних ниток, лупінгів, вставок, відводів, перемичок тощо.

Складна геометрична структура нафтотранспортних систем об'єктивно впливає на їх пропускну здатність та енергоефективність режимів експлуатації. Кожному варіанту схеми роботи лінійної частини складного нафтопроводу відповідають певні значення його пропускну здатності, режимних та енергетичних параметрів. Прогнозування зазначених величин для кожної схеми роботи лінійної частини нафтопроводу має важливе значення як при проектуванні, так і при експлуатації нафтотранспортної системи [1, 2].

У вітчизняній практиці широко використовуються двониткові нафтопроводи, які мають значну протяжність. Підвищення тиску нафти відбувається на нафтоперекачувальних станціях (НПС), які одночасно працюють на дві нитки.

На двониткових магістральних нафтогазопроводах нерідко між нитками передбачаються відносно короткі перемички з діаметром, що забезпечує незначний гідравлічний опір руху нафти.

Вплив відкритих перемичок на режим експлуатації двониткових газопроводів детально досліджений у роботах [3, 4]. Стосовно магістральних нафтопроводів складної геометричної структури це питання не знайшло широкого висвітлення в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених.

Мета роботи: дослідження впливу перемичок на режим експлуатації протяжних двониткових нафтопроводів, НПС яких одночасно працюють на дві нитки.

Мета реалізується через виконання таких завдань:

- розроблення методу гідравлічного розрахунку двониткового нафтопроводу за наявності на ділянках між НПС перемичок з незначним гідравлічним опором;
- створення комп'ютерної програми гідравлічного розрахунку двониткового нафтопроводу за наявності на ділянках між НПС перемичок;
- встановлення закономірностей впливу відкритих перемичок на пропускну здатність та навантаженість ниток двониткових нафтопроводів.

При інженерних розрахунках кільканиткових нафтогазопроводів широко використовується поняття еквівалентного діаметра. Як зазначено у роботах

[2, 7], застосування такого спрощеного підходу до теплогідравлічного розрахунку кільканиткових трубопроводів не завжди правомірно, не забезпечує одержання достовірних результатів.

Насамперед, це стосується трубопровідних систем, що мають перемички між нитками. Гідравлічний розрахунок таких кільканиткових нафтогазопроводів слід виконувати без застосування поняття еквівалентного діаметра.

Як зазначено у роботах [5, 6], на базі універсальної модифікованої формули Колбрука для коефіцієнта гідравлічного опору при турбулентному режимі нами розроблено метод і програмне забезпечення, що дають можливість визначати пропускну здатність та питомі витрати електроенергії для двониткових нафтопроводів із довільної кількості НПС. Ця розробка слугувала основою розроблення аналогічного методу розрахунку стосовно двониткових нафтопровідних систем, що мають міжниткові перемички на ділянках між НПС.

Запропонована методика має такі блоки:

- блок математичного моделювання властивостей нафти та характеристик насосного обладнання НПС;
- блок розрахунку режимних та енергетичних параметрів роботи НПС за певної комбінації працюючих насосних агрегатів;
- блок гідравлічного розрахунку лінійної частини кожної нитки для різних варіантів відкритих і закритих міжниткових перемичок;
- блок ув'язки режиму роботи НПС і прилеглих ділянок нафтопроводу;
- блок визначення питомих витрат електроенергії на транспортування нафти нафтопроводом.

Для найбільш складного випадку, за якого на кожному перегоні між НПС є відкрита міжниткова перемичка, обчислювальний алгоритм для кожної ділянки між НПС передбачав виконання таких операцій. Указували положення кожної перемички на профілі траси нафтопроводу. Фіксували значення витрати нафти в двонитковій системі Q_c . Задавали мінімальну витрату у першій нитці до перемички

$$Q_{10n} = Q_{\min} \cdot \quad (1)$$

Використовуючи формули, наведені нами у [7], обчислювали загальні втрати тиску на ділянці першої нитки до перемички $P_{\text{заз}_{10n}}$ за витрати нафти Q_1

$$P_{\text{заз}_{10n}} = 1,02 \cdot \lambda_{10n} \cdot \frac{h_{10n}}{D_1} \cdot \frac{w_{10n}^2}{2} \cdot \rho + \Delta z_{10n} \cdot \rho \cdot g, \quad (2)$$

де λ_{10n} — коефіцієнт гідравлічного опору для першої нитки нафтопроводу до перемички;

$l_{1\partial n}$ — довжина першої нитки нафтопроводу до перемички;

D_1 — внутрішній діаметр першої нитки нафтопроводу;

$w_{1\partial n}$ — швидкість руху нафти у першій нитці нафтопроводу до перемички;

ρ — розрахункова густина нафти;

$\Delta z_{1\partial n}$ — різниця геодезичних позначок перемички і початку першої нитки нафтопроводу;

g — прискорення сили тяжіння.

Із рівняння матеріального балансу знаходили витрату нафти у другій нитці трубопровідної системи для даної ітерації

$$Q_2 = Q_c - Q_1. \quad (3)$$

Обчислювали загальні втрати тиску на ділянці першої нитки до перемички $P_{\Delta z_{2\partial n}}$ за витрати нафти Q_2

$$P_{\Delta z_{2\partial n}} = 1,02 \cdot \lambda_{2\partial n} \cdot \frac{l_{2\partial n}}{D_2} \cdot \frac{w_{2\partial n}^2}{2} \cdot \rho + \Delta z_{2\partial n} \cdot \rho \cdot g. \quad (4)$$

У формулі (4) індекс «2» засвідчує, що параметр відповідає другій нитці нафтопроводу.

Якщо загальні втрати тиску у другій нитці до перемички перевищували загальні втрати тиску у першій нитці до перемички на величину, більшу за точність обчислень тиску ε

$$P_{\Delta z_{2\partial n}} - P_{\Delta z_{1\partial n}} > \varepsilon, \quad (5)$$

то збільшували витрату нафти у першій нитці з певним кроком ΔQ

$$Q_{1\partial n} = Q_{1\partial n} + \Delta Q. \quad (6)$$

Після закінчення ітерацій за витратою $Q_{1\partial n}$ знаходили витрати нафти у кожній нитці до перемички $Q_{1\partial n}$ і $Q_{2\partial n}$ та значення тиску у нафтопроводі після перемички

$$P_{nn} = P_n - P_{\Delta z_{\partial n}}, \quad (7)$$

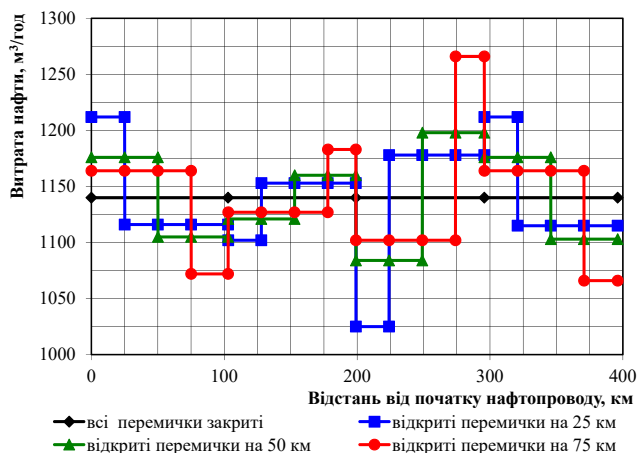


Рис. 1. Зміна витрати нафти по довжині першої нитки нафтопроводу (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

$$P_{\Delta z_{\partial n}} = P_{\Delta z_{1\partial n}} = P_{\Delta z_{2\partial n}}. \quad (8)$$

Далі аналогічно за фіксованої витрати нафти Q_c виконували гідралічний розрахунок другої частини двониткової ділянки нафтопроводу. У результаті знаходили витрати нафти у кожній нитці до перемички Q_{1nn} і Q_{2nn} та значення тиску у нафтопроводі на вході у наступну НПС

$$P_e = P_{nn} - P_{\Delta z_{nn}}, \quad (9)$$

$$P_{\Delta z_{nn}} = P_{\Delta z_{1nn}} = P_{\Delta z_{2nn}}. \quad (10)$$

Усі інші блоки обчислювального алгоритму розрахунку двониткового нафтопроводу за наявності відкритих міжниткових перемичок аналогічні алгоритму визначення пропускної здатності та енергоефективності одноститкового нафтопроводу. Вони детально охарактеризовані у роботах [5–7].

Для апробації запропонованих методу і комп'ютерної програми вибрано двониткову експлуатаційну ділянку нафтопроводу з такими параметрами: кількість НПС — чотири, загальна довжина 396 км, внутрішні діаметри першої нитки $D_1 = 0,514$ м, другої нитки $D_2 = 0,702$ м. Довжини ділянок між НПС приблизно однакові і становлять величину близьку до 100 км. Нафтоперекачувальні станції оснащені насосами марки НМ 3600–230 з різними роторами.

Спочатку визначена пропускна здатність двониткової нафтопровідної системи за закритих міжниткових перемичок. Потім дослідження виконано для випадку, за якого на кожній ділянці нафтопроводу між НПС є відкрита міжниткова перемичка, яка розміщена на 25 км, 50 км і 75 км. Для кожного випадку визначена витрата двониткової системи і витрати нафти у нитках до і після перемички. Результати багатоваріантних розрахунків стосовно першої і другої ниток нафтопроводу показано на рисунках 1 і 2 відповідно.

Аналіз розрахунків засвідчив, що відкриття міжниткових перемичок, які не мають помітного гідралічного опору, не впливає на пропускну здатність

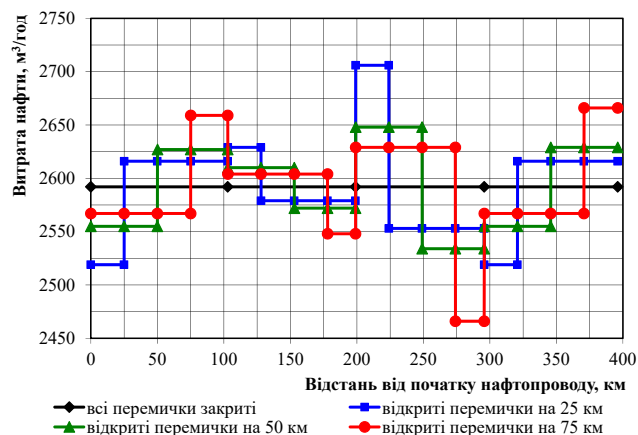


Рис. 2. Зміна витрати нафти по довжині другої нитки нафтопроводу (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

двониткової нафтопровідної системи. У той же час, наявність відкритих перемичок спричинює значні перетоки нафти між нитками як через перемички, так і після трубопровідних комунікацій НПС.

Так, наприклад, при роботі з відкритими міжнитковими перемичками на 25 км кожного із чотирьох перегонів між НПС витрата нафти у першій нитці зменшиться від 1212 м³/год до 1116 м³/год після першої перемички, далі зменшиться від 1116 м³/год до 1102 м³/год після НПС2, зросте до 1153 м³/год після другої перемички, зменшиться до 1025 м³/год після НПС3, знову зросте до 1178 м³/год після третьої перемички, зросте до 1212 м³/год після НПС4 і зменшиться до 1115 м³/год після четвертої перемички.

За наявності відкритих перемичок у першій половині перегонів між НПС максимальні перетоки із першої нитки у другу мають місце після першої і третьої перемичок, а також після НПС3, а максимальні зворотні перетоки із другої нитки у першу мають місце після третьої перемички.

Наявність відкритих перемичок на 50 км ділянки між НПС, тобто, приблизно посередині перегону, спричинює дещо менші перетоки нафти між нитками.

При роботі з відкритими перемичками на 75 км кожного із чотирьох перегонів між НПС, максимальні перетоки із першої нитки у другу мають місце після першої і четвертої перемичок, а також після НПС4, а максимальні зворотні перетоки із другої нитки у першу спостерігаються після третьої перемички.

Визначимо, на скільки зміниться витрата нафти у кожному елементі двониткової нафтопровідної системи після відкриття міжниткових перемичок. За базу порівняння беремо витрату нафти у нитках, визначену при закритих перемичках. Спочатку для кожного місця розташування перемичок знаходимо абсолютну різницю витрат нафти, а потім відносну різницю. Одержані результати для першої і другої ниток нафтопроводу наведено на рисунках 3 і 4.

Із рисунка 3 випливає, що для першої нитки нафтопроводу максимальна різниця витрат нафти

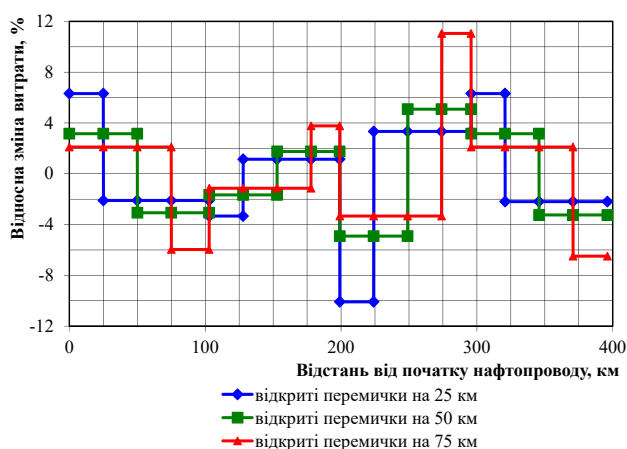


Рис. 3. Відносна зміна витрати нафти по довжині першої нитки нафтопроводу (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

$\delta Q_1 = -10,1$ % відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 25 км перегону між НПС, і $\delta Q_1 = 11,1$ % відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 75 км перегону між НПС.

Із рисунка 4 випливає, що для другої нитки нафтопроводу максимальна різниця витрат нафти $\delta Q_1 = 4,4$ % відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 25 км перегону між НПС, і $\delta Q_1 = -4,9$ % відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 75 км перегону між НПС.

Аналогічні дослідження виконано для випадку, за якого відкритими є перемички на першій і третій ділянках нафтопроводу між НПС. Перемички розміщуємо на 25 км, 50 км і 75 км. Для кожного випадку визначена витрата двониткової системи і витрати нафти у нитках до і після перемички. Аналіз розрахунків підтвердив факт, що відкриття міжниткових перемичок, які не мають помітного гідравлічного опору, не впливає на пропускну здатність двониткової нафтопровідної системи. У той же час, наявність відкритих перемичок спричинює значні перетоки нафти як на відкритих перемичках, так і в трубопровідних комунікаціях НПС.

Наприклад, у випадку розташування відкритих міжниткових перемичок на 25 км першого і третього перегонів витрата нафти у першій нитці після першої перемички зменшиться з 1212 м³/год до 1116 м³/год, після НПС2 зросте до 1140 м³/год, після НПС3 зменшиться до 1025 м³/год, після третьої перемички збільшиться до 1178 м³/год, а після НПС4 повернеться до значення 1140 м³/год.

Для випадку розташування відкритих міжниткових перемичок на 50 км першого і третього перегонів витрата нафти у першій нитці після першої перемички зменшиться з 1176 м³/год до 1105 м³/год, після НПС2 зросте до 1140 м³/год, після НПС3 зменшиться до 1084 м³/год, після третьої перемички збільшиться до 1198 м³/год, а після НПС4 повернеться до значення 1140 м³/год.

У разі розташування відкритих міжниткових перемичок на 75 км першого і третього перегонів

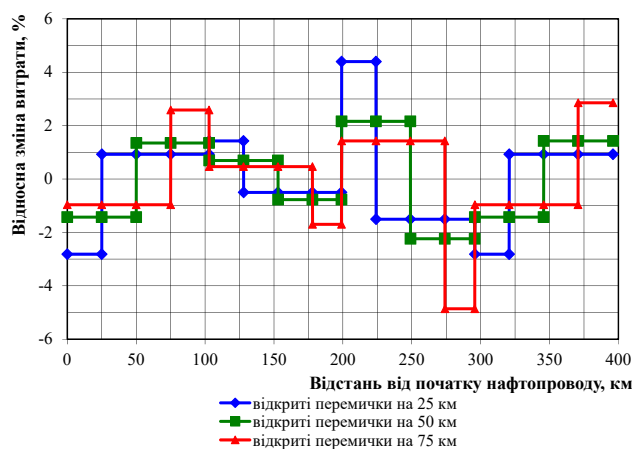


Рис. 4. Відносна зміна витрати нафти по довжині другої нитки нафтопроводу (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

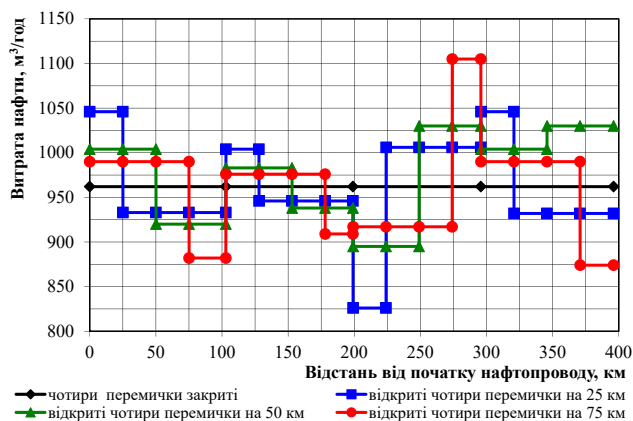


Рис. 5. Зміна витрати нафти по довжині першої нитки нафтопроводу для пересіченого профілю траси (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

витрата нафти у першій нитці після першої перемички зменшиться з 1164 м³/год до 1072 м³/год, після НПС2 зросте до 1140 м³/год, після НПС3 зменшиться до 1102 м³/год, після третьої перемички збільшиться до 1266 м³/год, а після НПС4 повернеться до значення 1140 м³/год.

Для кожного місця розташування перемичок знаходимо абсолютну різницю витрат нафти, а потім відносну різницю, взявши за базу порівняння витрату нафти у нитках при закритих перемичках. Із проведених розрахунків випливає, що для першої нитки нафтопроводу максимальна різниця витрат нафти $\delta Q_1 = -10,1\%$ відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 25 км перегону між НПС, і $\delta Q_1 = 11,1\%$ відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 75 км перегону між НПС.

Для другої нитки нафтопроводу максимальна різниця витрат нафти $\delta Q_2 = 4,4\%$ відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 25 км перегону між НПС, і $\delta Q_2 = -4,9\%$ відповідає випадку розташування відкритих перемичок на 75 км перегону між НПС.

Для дослідження впливу особливостей профілю траси на завантаження ниток двониткового нафтопроводу за наявності на трасі відкритих перемичок нами змінено різницю геодезичних позначок кінця і початку перегону між НПС2 і НПС3 і прийнято значення 250 м, що характерно для гірських умов. Усі інші початкові дані для розрахунків залишено без змін.

За комп'ютерною програмою скориговано пропускну здатність двониткової нафтопровідної системи за закритих перемичок, потім дослідження повторено для випадку наявності на кожній ділянці нафтопроводу між НПС відкритої міжниткової перемички, розміщеної на 25 км, 50 км і 75 км.

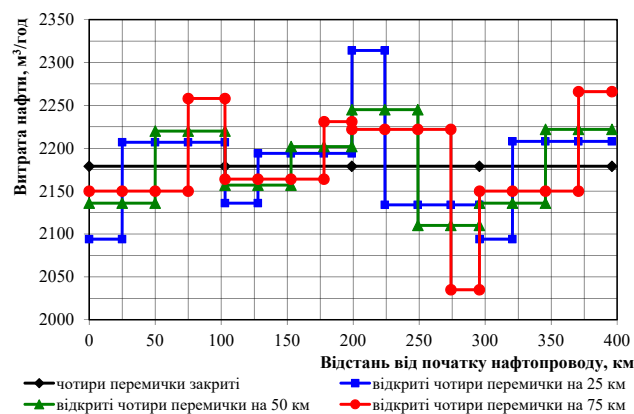


Рис. 6. Зміна витрати нафти по довжині другої нитки нафтопроводу для пересіченого профілю траси (відкриті перемички на кожному перегоні між НПС)

Одержані результати щодо зміни витрати нафти у першій та другій нитках нафтопроводу з пересіченим профілем траси характеризують графіки, зображені на рисунках 5 і 6. Аналіз одержаних залежностей підтверджує вище зроблені висновки щодо впливу відкриття перемичок на режим роботи двониткового нафтопроводу. Додатково встановлено, що особливості профілю траси помітно змінюють завантаження кожної нитки. Так у випадку, що розглядається, відносна зміна завантаження першої нитки варіюється у діапазоні $\pm 15\%$, другої нитки $\pm 6\%$.

Висновки

1. Запропонований метод і програмне забезпечення дають змогу визначити пропускну здатність, завантаження кожної нитки та питомі витрати електроенергії для двониткового нафтопроводу за наявності міжниткових перемичок.

2. Встановлено, що відкриття міжниткових перемичок, які не мають помітного гідравлічного опору, не впливає на пропускну здатність двониткової нафтопровідної системи. У той же час, наявність відкритих перемичок спричинює значні перетоки нафти до 300 м³/год між нитками як через перемички, так і після трубопровідних комунікацій НПС.

3. Для умов рівнинного двониткового нафтопроводу з діаметрами $DN\ 500$ і $DN\ 700$ відносна, стосовно варіанту роботи без відкритих перемичок, максимальна зміна витрати нафти у першій нитці становить $\pm 10\%$, у другій нитці $\pm 5\%$. Для умов нафтопроводу з пересіченим профілем траси максимальна зміна витрати нафти у першій нитці досягає $\pm 15\%$, у другій нитці $\pm 7\%$.

Література

1. Середюк М. Д. Яновський С. Р. Вибір енергоефективних режимів експлуатації нафтотранспортних систем України за їх неповного завантаження / М. Д. Середюк, С. Р. Яновський // Нафтогазова галузь України. — 2017. — № 3. — С. 29–33.
2. Середюк М. Д. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів / М. Д. Середюк, Й. В. Якимів, В. П. Лісафін: [підручник для ВНЗ]. — Івано-Франківськ. 2002. — 517 с.
3. Середюк М. Д. Визначення пропускної здатності кільканиткового газопроводу при роботі з відкритими перемичками на ділянках / М. Д. Середюк, А. І. Ксенич, М. І. Фик // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2006. № 1(13). — С. 75–82.
4. Середюк М. Д. Визначення пропускної здатності кільканиткового газопроводу при роботі з відкритими перемичками на вході і виході КС / М. Д. Середюк, А. І. Ксенич, М. І. Фик // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2006. № 2(14). — С. 110–118.
5. Середюк М. Д. Методика розрахунку режимних та енергетичних параметрів роботи магістральних нафтопроводів / М. Д. Середюк, А. С. Івоняк // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2002. — № 1(2). — С. 50–54.
6. Середюк М. Д. Методика нормування витрат електроенергії на транспортування нафти магістральними нафтопроводами / М. Д. Середюк // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — 2002. — № 2(3). — С. 57–60.
7. Середюк М. Д. Визначення пропускної здатності та енерговитратності двониткових нафтопровідних систем / М. Д. Середюк, С. Я. Григорський // Міжнародний науковий журнал. — 2018. — Т. 1, № 3 (43). — С. 81–87.

УДК 66.045

Чеберда Владислав Олександрович

магістрант

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Чеберда Владислав Александрович

магистрант

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Cheberda Vladyslav

Student 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»

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛОБМІННИКА

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛОБМЕННИКА

MODERNIZATION OF SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER

Анотація. Запропоновано та обґрунтовано теплообмінник установки полімеризації газів виробництва базових компонентів бензину.

Ключові слова: теплообмінник, теплообмінні труби, теплообмін.

Аннотация. Предложено и обосновано теплообменник установки полимеризации газов производства базовых компонентов бензина.

Ключевые слова: теплообменник, теплообменные трубы, теплообмен.

Summary. The heat exchanger of the polymerization plant of gas production of basic components of gasoline is proposed and substantiated.

Key words: heat exchanger, heat exchange pipes, heat exchange.

Постановка проблеми. Теплопередача у теплообміннику залежить від площі поверхні, через яку відбувається передача тепла, та від теплопровідності матеріалу з якого виготовлені труби. Матеріал не змінюється, тому на теплопровідність вплинути не можна. Але якщо збільшити площу поверхні теплообміну, то при тому же коефіцієнті теплопровідності, збільшиться кількість тепла, що передається. Для збільшення площі поверхні теплообміну використовуються теплообмінні труби з параболічними виступами на зовнішній поверхні.

Метою статті є визначення впливу геометричних параметрів теплообмінних труб на ефективність теплообміну.

Виклад основного матеріалу. Метою роботи є визначення впливу геометричних параметрів теплообмінних труб на ефективність теплообміну, зокрема визначення впливу параболічних виступів на зовнішній поверхні теплообмінних труб на інтенсивність проходження процесу теплообміну.

Кожухотрубний теплообмінник, в якому розташовані теплообмінні трубки з параболічними виступами на їх зовнішній поверхні наведено на рисунку 1 [1].

Кожухотрубний теплообмінник працює наступним чином.

Рідина, яку потрібно нагріти (або охолодити), під тиском надходить в камеру подачі. Далі рідина направляється по пучках теплообмінних трубок і повертає в днищі і по іншому трубному пучку надходить в камеру відводу.

В циліндричний кожух, надходить охолоджуючий (або нагріваючий) теплоносіє, котрий омиває теплообмінні пучки із труб, за рахунок чого рідина поступово нагрівається (або охолоджується), проходячи всі пучки теплообмінних трубок, і з потрібною температурою відводиться з апарату.

Запропоноване технічне рішення забезпечує необхідний режим турбулізації потоку в міжтрубному просторі із одночасним збільшенням площі кон-

такту, що забезпечує інтенсифікацію теплообміну, а отже і ефективність при експлуатації теплообмінного апарату.

Із основного рівняння теплопередачі (1) видно, що кількість теплоти, яку можна передати, можна збільшити за рахунок збільшення площі поверхні контакту F або збільшити коефіцієнт теплопередачі K , який розраховується за формулою 2 [2].

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta T, \quad (1)$$

де $\Delta T = t_z - t_x$, t_z, t_x — температура гарячого і холодного теплоносія.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_z} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_x}}, \quad (2)$$

де α_z, α_x — коефіцієнт тепловіддачі від гарячого теплоносія до стінки і від стінки до холодного теплоносія відповідно; δ — товщина стінки; λ — коефіцієнт теплопровідності стінки.

Коефіцієнт теплопередачі K збільшено за рахунок зменшення товщини стінки δ або збільшення площі поверхні F з боку меншого коефіцієнта тепловіддачі. Таким чином теплообмін буде інтенсивнішим, а отже і ефективність використання кожухотрубного теплообмінника вищою.

Площа поверхні стандартних теплообмінних труб:

$$F_1 = 2\pi RLn, \quad (3)$$

де R — радіус труби, L — довжина труби, n — кількість труб.

Площа поверхні теплообмінних труб з параболічними виступами на їх зовнішній поверхні:

$$F_2 = \left(2\pi RL + \frac{2\pi(R+h)L}{a} \right) n \quad (4)$$

Після підстановки F_1 і F_2 в (1) отримаємо відповідно Q_1 і Q_2 . Якщо порівняти F_1 і F_2 , то видно, що $F_1 < F_2$, відповідно $Q_1 < Q_2$, де Q_1 — це кількість

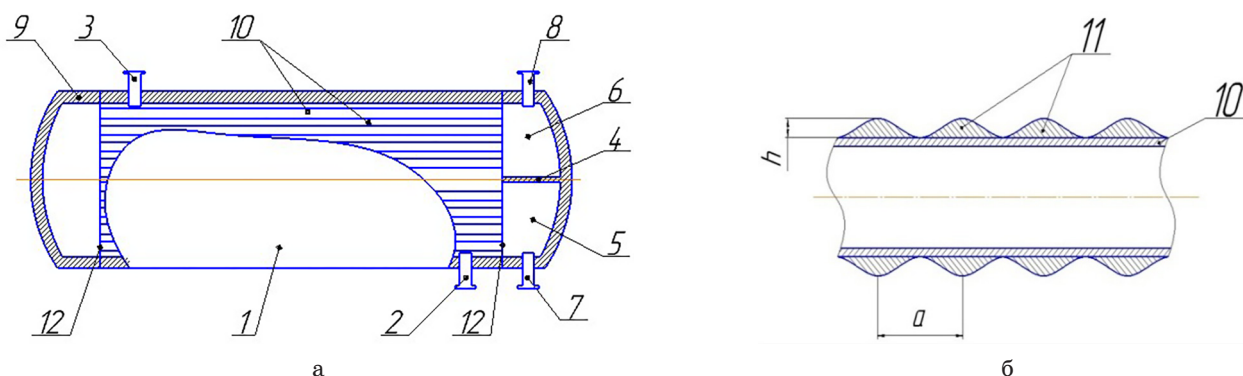


Рис. 1. Кожухотрубний теплообмінник: а) загальна схема; б) схема перерізу теплообмінної труби
1 — циліндричний кожух; 2, 3 — патрубок підведення та відведення продукту;
4 — кришка із перегородкою; 5, 6 — камера подачі та відводу теплоносія;
7, 8 — штуцери підводу та відведення; 9 — днище; 10 — теплообмінні труби;
11 — параболічні виступи; 12 — трубні решітки.

тепла, що можна передати за допомогою стандартних труб, Q_2 — це кількість тепла, що можна передати за допомогою труб за параболічними виступами на зовнішній поверхні.

Висновки. Порівнюючи кількість переданої енергії до модернізації і після отримуємо підвищену ефективність теплообмінника.

Література

1. Заявка 201712290 Кожухотрубний теплообмінник / В.О. Чеберда, А.Р. Степанюк; заявник В.О. Чеберда — № u 201712290; заявл. 12.12.2017.
2. https://studopedia.su/6_21706_osnovne-rivnyannya-teploperedachi-koefitsient-teploperedachi.html від 14.03.2018

УДК 539.3

Богатирчук Анатолій Степанович

кандидат фізико-математичних наук,

доцент кафедри вищої математики ім. проф. Можара В.І.

Національний університет харчових технологій

Богатырчук Анатолий Степанович

кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры высшей математики им. проф. Можара В.И.

Национальный университет пищевых технологий

Bogatyrchuk Anatoliy

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

National University of food technologies

Гузенко Світлана Володимирівна

асистент кафедри вищої математики ім. проф. Можара В.І.

Національний університет харчових технологій

Гузенко Светлана Владимировна

ассистент кафедры высшей математики им. проф. Можара В.И.

Национальный университет пищевых технологий

Guzenko Svitlana

Assistant

National University of food technologies

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ В ОРТОТРОПНІЙ ЦИЛІНДРИЧНІЙ ОБОЛОНЦІ З ОТВОРАМИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ОРТОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ С ОТВЕРСТИЯМИ

DETERMINATION OF THE STRESSED STATE IN ORTHOTROPIC CYLINDRICAL SHELL WITH HOLES

Анотація. Подана методика визначення напружень в ортотропній циліндричній оболонці, послабленої двома круговими отворами на одній напрямній. Використано модель оболонок типу Тимошенка. Застосовано метод скінчених елементів. Досліджено розподіл напружень навколо отворів від зміни зсувної жорсткості матеріалу оболонки.

Ключові слова: ортотропна оболонка з круговими отворами, метод скінчених елементів.

Аннотация. Приведена методика определения напряжения в ортотропной цилиндрической оболочке, ослабленной двумя круговыми отверстиями на одной направляющей. Использована модель оболочек вида Тимошенко. Использован метод конечных элементов. Исследовано распределение напряжения вокруг отверстий от изменения жесткости материала оболочки.

Ключевые слова: ортотропная оболочка с круговым отверстием, метод конечных элементов.

Summary. The method of determination of stresses in orthotropic cylindrical shell with two holes on one guide was given. The shells model of Timoshenko was used. The method of finite elements was used. The strain distribution around the holes on changed of shear stiffness of shell material was investigated.

Key words: orthotropic shell with the circular holes, finite elements method.

Вступ. Інтенсивне впровадження композитних матеріалів потребує розробки розрахункових моделей і методів, що враховують особливості структури і поведінки цих матеріалів. До таких особливостей, як відомо, належать їх ортотропія, шаруватий характер і порівняно низька міцність і жорсткість в напрямках, що не збігаються з напрямками армування. Ці особливості ускладнюють розрахункові моделі. Як елементи конструкцій в різних областях промисловості часто використовуються оболонки з отворами, виготовлені з ортотропних матеріалів. Тому вони потребують вдосконалення та розробки нових методів дослідження напружено-деформованого стану в них.

Методи досліджень. Розглянемо напружений стан циліндричної оболонки із композитного матеріалу, послабленої двома круговими отворами, розміщеними на одній твірній. А криволінійна система координат (α, β) розміщена так, що вісь α збігається з твірною, а вісь β збігається з прямою, що проходить через середину лінії центрів отворів. Оболонка навантажена внутрішнім тиском інтенсивності q_0 .

Виділимо в оболонці окіл Ω , що містить отвори. Як відомо [1, с. 4], зони концентрації напружень навколо отворів мають локальний характер і практично згасають на відстані одного — двох діаметрів цих отворів. Тому припускаємо, що границя Γ околу Ω настільки віддалена від контурів отворів Γ_0 , що зовні неї збурення напружень, спричинених наявністю отворів, практично згасають.

Віднесемо серединну поверхню оболонки до системи криволінійних ортогональних координат (α, β) . В подальшому виходимо з варіаційного рівняння Лагранжа, записаного для околу Ω :

$$\begin{aligned} & \iint_{\Omega} \{ \delta V_0 - (p_1 \delta u_1 + p_2 \delta u_2 + p_n \delta w + m_1 \delta \gamma_1 + m_2 \delta \gamma_2) \} A_1 A_2 d\alpha d\beta - \\ & - \int_{\Gamma_1} (T_{tt}^0 \delta u_t + T_{ts}^0 \delta u_s + T_{th}^0 \delta w + G_{tt}^0 \delta \gamma_t + G_{ts}^0 \delta \gamma_s) d\Gamma = 0, \\ & \delta V = T_1 \delta \varepsilon_1 + T_2 \delta \varepsilon_2 + S_{12} \delta \delta_{12} + G_1 \delta k_1 + G_2 \delta k_2 + \\ & + 2H_{12} \delta k_{12} + Q_1 \delta \varepsilon_{13} + Q_2 \delta \varepsilon_{23} \end{aligned} \quad (1)$$

де V_0 — питома енергія деформації;

$u_1, u_2, w, \gamma_1, \gamma_2$ — узагальнені переміщення серединної поверхні оболонки, через які виражається поле переміщень

$$\begin{aligned} U_1 &= u_1(\alpha, \beta) + z\gamma_1(\alpha, \beta), \\ U_2 &= u_2(\alpha, \beta) + z\gamma_2(\alpha, \beta), \quad (-h/2 \leq z \leq h/2), \\ W &= w(\alpha, \beta). \end{aligned} \quad (2)$$

Геометричні співвідношення між компонентами деформацій і узагальненими переміщеннями мають вигляд

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{v}{AB} \frac{\partial A}{\partial \beta} + k_{\alpha} w, \\ \varepsilon_2 &= \frac{1}{B} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{u}{AB} \frac{\partial B}{\partial \alpha} + k_{\beta} w, \\ \varepsilon_{12} &= \frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{u}{A} \right) + \frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{v}{B} \right) - 2k_{\alpha\beta} w, \\ \varepsilon_{13} &= \gamma_1 + \frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \alpha} + \delta(-k_{\alpha} u + k_{\alpha\beta} v), \\ \varepsilon_{23} &= \gamma_2 + \frac{1}{B} \frac{\partial w}{\partial \beta} + \delta(-k_{\beta} v + k_{\alpha\beta} u), \\ \chi_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial \gamma_1}{\partial \alpha} + \frac{\gamma_2}{AB} \frac{\partial A}{\partial \beta}, \quad \chi_2 = \frac{1}{B} \frac{\partial \gamma_2}{\partial \beta} + \frac{\gamma_1}{AB} \frac{\partial B}{\partial \alpha}, \\ 2\chi_{12} &= \frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{\gamma_1}{A} \right) + \frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{\gamma_2}{B} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Співвідношення пружності для композитної оболонки будуть:

$$\begin{aligned} T_1 &= B_{11}\varepsilon_1 + B_{12}\varepsilon_2 + B_{13}\varepsilon_{12}, \\ T_2 &= B_{22}\varepsilon_2 + B_{12}\varepsilon_1 + B_{23}\varepsilon_{12}, \\ S_{12} &= B_{13}\varepsilon_1 + B_{23}\varepsilon_2 + B_{33}\varepsilon_{12}, \\ G_1 &= D_{11}\chi_1 + D_{12}\chi_2 + D_{13}2\chi_{12}, \\ G_2 &= D_{22}\chi_2 + D_{12}\chi_1 + D_{23}2\chi_{12}, \\ H_{12} &= D_{13}\chi_1 + D_{23}\chi_2 + D_{33}2\chi_{12}, \\ Q_1 &= K_1\varepsilon_{13}, \quad Q_2 = K_2\varepsilon_{23}. \end{aligned} \quad (4)$$

Тут B_{ij}, D_{ij}, K_i — узагальнені жорсткості матеріалу оболонки.

Для ортотропної оболонки вони будуть такими:

$$\begin{aligned} B_{ij} &= c_{ij}h, \quad D_{ij} = \frac{h^3}{12}c_{ij}, \quad K_1 = \mu h G_{13}, \quad K_2 = \mu h G_{23} \\ c_{11} &= \frac{E_1}{1-\nu_1\nu_2}, \quad c_{22} = \frac{E_2}{1-\nu_1\nu_2}, \\ c_{12} &= E_1\nu_2(1-\nu_1\nu_2), \quad c_{13} = c_{23} = 0, \\ c_{33} &= G_{12}, \quad \mu_1 = \mu_2 = \frac{5}{6} \end{aligned}$$

Граничні умови на контурах отворів запишуться у вигляді:

$$\begin{aligned} T_{\rho} &= \frac{q_0 R}{2}(1 - \cos 2\theta), \quad S_{\rho\theta} = \frac{q_0 R}{2} \sin 2\theta, \\ Q &= -\frac{qr}{2}, \quad G_{\rho} = H_{\rho\theta} = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Підставивши (3) в (4), а останнє — в (1) з урахуванням (5), отримаємо варіаційне рівняння відносно змінних $u_1, u_2, w, \gamma_1, \gamma_2$:

$$I(u_1, u_2, w, \gamma_1, \gamma_2) = 0.$$

Для розв'язку задачі застосуємо метод скінчених елементів [2, с. 230]. Розбиваємо область на квадратичні ізопараметричні елементи, що мають по вісім вузлів. На кожному з цих елементів вводимо локальну систему координат (ξ, η) таку, що $|\xi| \leq 1, |\eta| \leq 1$.

Таблиця 1

Коефіцієнти концентрації кільцевих зусиль та моментів

θ	0	$\pi/6$	$2\pi/6$	$3\pi/6$	$4\pi/6$	$5\pi/6$	π
$G_{13}/E_1 = G_{23}/E_1 = 100$ $E_1/E_2 = 0,72, G_{12}/E_1 = 0,11$	$\frac{6,61}{-0,89}$	$\frac{2,51}{0,05}$	$\frac{0,66}{0,12}$	$\frac{0,72}{1,23}$	$\frac{1,31}{1,22}$	$\frac{2,51}{1,42}$	$\frac{10,45}{4,65}$
$G_{13}/E_1 = G_{23}/E_1 = 0,01$ $E_1/E_2 = 0,72, G_{12}/E_1 = 0,11$	$\frac{7,97}{-1,84}$	$\frac{3,52}{0,05}$	$\frac{1,33}{0,81}$	$\frac{0,45}{4,12}$	$\frac{1,22}{0,11}$	$\frac{2,51}{-0,01}$	$\frac{8,60}{-3,90}$

Подана таблиця є розробкою авторів

В результаті відповідних перетворень отримуємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\sum_{n=1}^N (A_i^{1,n} u_1^n + A_i^{2,n} u_2^n + A_i^{3,n} w^n + A_i^{4,n} \gamma_1^n + A_i^{5,n} \gamma_2^n) = B_i \quad (6)$$

$(i = 1, 2, 3, \dots, 5N)$

де N — число вузлів сітки, $u_1^n, \dots, \gamma_2^n$ — шукані переміщення в n -му вузлі області оболонки. Величини $A_i^{k,n}$ визначають матрицю жорсткості. Матриця симетрична і має стрічкову структуру. Ширина стрічки залежить від способу нумерації вузлів. Розбивка області Ω на елементи, інтегрування, формування матриці системи рівнянь (6) і її розв'язок виконуються на комп'ютері за допомогою програми, складеної на мові C++ [3, с. 71].

Як приклад, проведено обчислення для оболонки з такими фізико-геометричними параметрами:

$$r_0/h = 10, \quad r_0/R = 0,16.$$

Припускалось, що оболонка знаходилась під внутрішнім тиском інтенсивності p_0 , а отвори закриті кришками, які передають на контур лише

дію поперечної сили. Внаслідок симетрії відносно осей координат розрахунки проводились для чверті оболонки. Визначався напружено-деформований стан оболонки при фіксованій відстані між отворами l ($l/r_0 = 2,5$), в залежності від параметрів ортотропії обчислювались коефіцієнти концентрації кільцевих зусиль $T_\theta/p_0 R$ (в чисельнику) і максимальних по товщині оболонки кільцевих моментів $6G_\theta/p_0 R h$ (в знаменнику) по контуру отвору в інтервалі від $\theta = 0$ (найбільше віддалена точка контура першого отвору до контура другого отвору) до $\theta = \pi$ (найменше віддалена) з кроком $\pi/6$. Результати розрахунків наведені в табл. 1.

Висновки. В результаті проведених досліджень: розроблено алгоритм знаходження напружено-деформованого стану в циліндричних оболонках з отворами, виготовлених з ортотропного матеріалу, виведені вирази коефіцієнтів для формування матриці системи лінійних алгебраїчних рівнянь, до яких звелась задача, а також складена програма на алгоритмічній мові C++, отримані конкретні числові результати.

Розроблена методика дозволяє обчислювати напружено-деформований стан в довільній точці ортотропної циліндричної оболонки з двома отворами.

Література

1. Гузь, О. М. Концентрація напружень біля отворів в оболонках із композитних матеріалів / О. М. Гузь, І. С. Чернишенко, К. І. Шнеренко // Прикл. механіка. — 2001. — 37, № 2. — С. 3–44.
2. Пелех Б. Л. Слоистые анизотропные пластины и оболочки с концентраторами напряжений / Б. Л. Пелех, В. А. Лазько — Киев: Наук. Думка, 1982. — 296 с.
3. Глинський, Я. М. C++ і C++ Builder. / Я. М. Глинський, В. Є. Анохін, В. А. Ряжська. — Львів, 2003. — 192 с.

Кондаурова Христина Вадимівна

*аспірантка кафедри загального мовознавства,
класичної філології та неоелліністики*

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Кондаурова Кристина Вадимовна

*аспирантка кафедры общего языкознания,
классической филологии и неоеллинистики*

Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

Kondaurova Khrystyna

*Postgraduate Student of Department of General Linguistics
and Classical Philology of the*

Taras Shevchenko National University of Kyiv

СПЕЦИФІКА ГРАМАТИЧНИХ ТА СТИЛІСТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОВИ ПРАВА ЛАТИНСЬКОМОВНИХ ЗАКОНОДАВЧИХ ДОКУМЕНТІВ

СПЕЦИФИКА ГРАММАТИЧЕСКИХ И СТИЛИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЯЗЫКА ПРАВА ЛАТИНСКОЯЗЫЧНЫХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ

SPECIFICITY OF GRAMMATICAL AND STYLISTIC FEATURES OF THE LEGAL LANGUAGE OF THE LATIN LEGISLATIVE DOCUMENT

Анотація. Робота присвячена розгляду та характеристиці основних граматичних та мовностилістичних особливостей мови права, які притаманні латинськомовному законодавчому документі, а саме папській буллі, капітулярію, хартії, едикту, декрету, універсалу та привілею.

Ключові слова: мова права, законодавчий документ, булла, капітулярій, хартія, едикт, декрет, універсал, привілей.

Аннотация. Работа посвящена рассмотрению и характеристике основных грамматических и лингвостилистических особенностей языка права, которые присущи латинским законодательным документам, а именно папской булле, капитулярію, хартии, эдикту, декрету, универсалу и привилегии.

Ключевые слова: язык права, законодательный документ, булла, капитулярій, хартия, эдикт, декрет, универсал, привилегия.

Summary. The work is devoted to the consideration and description of the main grammatical and linguistic features of the legislative language, which are inherent in the Latin legislative document, namely the papal bull, capitularies, charts, edicts, decrees, universals and privilege.

Key words: law language, legislative document, bulla, capitulary, chart, edict, decree, universal, privilege.

Мова права — одна з професійних мов, що виникли на основі літературної національної мови (поряд з мовами медицини, техніки, мистецтва тощо). Вона містить у собі низку відносно самостійних видів: мову законодавства і підзаконних правових актів, мову правозастосовної практики, мову юридичної науки і юридичної освіти, мову

юридичної журналістики та ін. Крім того, предметна специфіка галузей права визначає додаткові особливості кожної з цих підмов, які у свою чергу також підрозділяються на декілька видів — мови цивільного, кримінального, міжнародного права тощо, мови відповідних видів судочинства та ін. [1, с. 67].

Мета дослідження — виявлення граматичних та мовно-стилістичних особливостей мови права латинськомовних законодавчих документів.

Об'єктом є тексти латинськомовних законодавчих документів.

Предметом дослідження виступають граматичні та мовно-стилістичні характеристики латинськомовних законодавчих актів.

Існує багато визначень поняття «мова права». Більшість із них характеризують дану одиницю лінгвістичного знання як функціональну трансформацію нормативних висловлювань доправового соціального регулювання і є соціально та історично обумовленою системою способів словесного вираження понять і категорій, які виробляються та застосовуються для врегулювання поведінки учасників суспільних відносин [3, с. 154].

Мова права являє собою соціально і історично обумовлену систему способів і правил словесного вираження понять і категорій, вироблених і застосовуваних з метою правового регулювання поведінки суб'єктів суспільних відносин. При використанні юридичної мови слід враховувати, що при виконанні своїх функцій задіюються не тільки правові засоби, а й засоби лінгвістики, при цьому юридична мова потрапляє під їх обопільний вплив. Можна сказати, що юридична мова — це система, в якій мова є засобом реалізації права [3, с. 208].

Юридична енциклопедія надає таке тлумачення даної дефініції: «Мова права (юридична мова) — це функціональний різновид літературної мови, що має відповідні стилістичні та структурно-жанрові риси, зумовлені специфікою правової сфери та її комунікативно-професійними потребами. Мова права — одне з найважливіших правових явищ, яке виступає основною формою існування правових актів. У зв'язку з цим мова права є центральним питанням юриспруденції, на якому зав'язані такі ключові її проблеми, як пізнання, інтерпретація» [5, с. 367].

Феномен мови права є об'єктом вивчення низки наук: юридичних (загальна теорія держави і права, філософія права, історія держави і права, логіка права, юридична герменевтика, юридична техніка), філологічних (теорія мовної комунікації, стилістика, термінознавство, лексикографія, семасіологія, історія мови, прикладна лінгвістика, культура мови, судова риторика), а також формальної логіки, інформатики, філософії, соціології, історії, дипломатики, текстології тощо. Кожна з цих наукових галузей досліджує мову права доволі специфічно, розглядаючи феномен вербального втілення правової думки з різних позицій, у різних аспектах і площинах, за допомогою притаманних кожній науковій галузі наукових підходів і методів. Проте наприкінці минулого століття з'являється нова самостійна наукова галузь, яка втілює міждисциплінарний підхід до вивчення складного феномену мови права, розро-

бляє власний науково-теоретичний і методичний апарат, спрямований на фундаментальне системне дослідження мовних явищ і процесів у юридичній сфері, засоби й інструменти ефективної правової комунікації — юридична лінгвістика [9].

Питаннями мови та права займається розділ науки, який називається «правова лінгвістика». Вперше цей термін з'явився в німецькій лінгвістичній науці, його ввів Адальберт Подлех в 1976 році. На думку дослідника, правова лінгвістика — це сукупність всіх методів і результатів досліджень, які стосуються питань зв'язку мови і правових норм, і відповідають вимогам сучасної лінгвістики [7, с. 107].

Мова права побудована на основі використання стандартизованих, трафаретних словосполучень, які називаються кліше. Ці стандартизовані зворти забезпечують юридичній мові точність та граничну лаконічність.

Стилістична диференційованість мови права обумовлена широкою і розгалуженою сферою її застосування: законодавство, судочинство, нотаріат, діловодство, юридична наука й освіта, правова інформація, правова публіцистика. Правнича мова у кожній із названих комунікативно-функціональних галузей характеризується певним набором специфічних рис, функцій, інвентарем мовних засобів, композиційною системою функціональних різновидів і жанрово-ситуативних стилів.

Так, згідно характеристики С. Е. Зархіної для законодавчого підстилю, який реалізується у законах та інших нормативно-правових актах, характерною є така сукупність специфічних ознак (на лексичному, семантичному, граматичному та стилістичному рівнях):

- наявність термінів законодавства, офіційних номенклатурних позначень, аббревіатур;
- нормативна дефінітивність термінів і номенклатурних назв (кодифіковані законодавчі визначення);
- законодавча фразеологія (юридичні формули, штампи, кліше);
- моносемантизм (на рівні контексту);
- узагальнено-абстрагований виклад правового змісту (відповідні лексико-граматичні моделі, форми, конструкції);
- стандартизованість (лексичних, граматичних, синтаксичних і композиційних засобів);
- іменниковий характер тексту (віддієслівні та відприкметникові іменники, відіменні прийменники та ін.);
- переважання дієслів у формі 3 особи однини теперішнього часу, інфінітива у поєднанні з предикативним прислівником, прикметником чи дієсловом;
- синтаксичні конструкції у формі регулятивно-нормативних тверджень (констатаційного, зобов'язального, імперативного, заборонного, оцінно-правового характеру);

- застосування граматичної категорії модальності для регламентації різних моделей правової поведінки (можливості/неможливості, бажаності/небажаності, необхідності, обов'язковості дії);
- узагальненість та знеособленість викладу (безособові, неозначено-особові, узагальнено-особові, інфінітивні, дієприслівникові, інші конструкції);
- імперативний інфінітив;
- поширеність речень із пасивно-зворотними дієсловами в ролі предиката та пасивних конструкцій;
- предикативні форми у якості безособових речень;
- переважання складнопідрядних синтаксичних конструкцій над складносурядними і безсполучниковими;
- суб'єктивно-авторська відстороненість;
- монологічний характер викладу;
- стилістична однорідність, нейтральність, коректність;
- логічна впорядкованість викладу нормативного змісту на рівні тексту, рубрикації, графічних засобів;
- відсутність зайвих та стилістично недоречних елементів [1, с. 96].

Така характеристика, наведена Зархіною С. Е. цілком може бути застосованою до латинськомовного законодавчого документу. На матеріалі проаналізованих латинськомовних законодавчих документів можна виділити наступні граматичні особливості законодавчих актів:

- Використання 1-ої особи множини в дієслівних формах:

Nos igitur ordinem ipsum opportunis favoribus prosequentes, ad eius augmentum benignius intendentes, **statuimus...**(Supra montem. Nicolai IV)

Тому, вступаючи до ордену із благочестивими пожертвами, [і] спрямовані на її (Церкви) більш добродієсне збільшення, ми постановляємо...

Volumus et expresse comitibus nostris **mandamus**, ut villae nostrae in dominicatae... (Volumina legum. Przedruk zbioru praw staraniem XX. Pijarów w Warszawie, od roku 1732 do roku 1782, wydanego. T.1. Edictum Pistensia)

Ми бажаємо і чітко доручаємо нашим союзникам, щоб наші володіння у господарських...

Nos Ioannes Wyhowski Generalissimus Exercitum Zaporoviensium cum tota Militia Zaporouiana notum testatumque facimus. (Універсал Івана Виговського, яким він уповноважив Юрія Немирича, Івана Ковалевського та Івана Федоровича вести переговори з послом шведського короля й укласти договір зі Швецією).

Ми, Іван Виговський, гетьман Війська Запорозького з усім Військом Запорозьким тим заявляємо. (Універсал Івана Виговського, яким він уповноважив Юрія Немирича, Івана Ковалевського та Івана Федоровича вести переговори з послом шведського короля й укласти договір зі Швецією).

- Застосування віддієслівних іменникових та прикметникових форм Gerundium та Gerundivum;
Nulla vidua dstringatur **ad se maritandum**, dum voluerit vivere sine marito... [11]

Ніяка вдова не повинна бути змушена до шлюбу, поки бажає жити без чоловіка... [10, Supra montem. Nicolai IV]

...ut omnes, quoad **ad servandum** huiusmodi vitae formam assumi contigerit...

...що всі, хто для служіння буде дотримуватися цієї форми життя...

Et **ad habendum** commune consilium regni de auxilio assidendo aliter quam in tribus casibus predictis... (Magna Charta Libertatum)

Для скликання загальної ради королівства при наданні допомоги в інших випадках, крім трьох вищезгаданих

- Використання підрядно-умовних речень з «si» та «ut», для вираження накладання певної заборони та покарання у випадку її невиконання;

Si quis episcopum aut presbiterum sive diaconum interfecerit... [6, De partibus Saxoniae]

Якщо хтось вб'є когось з єпископів або пресвітерів, або дияконів..

Ut ubicumque census novus impie addetus est et a populo reclamatur, iuxta inquisitione misericorditer emendetur.

Якщо будь-де доданий новий ценз буде опротестований народом, потім милосердно має покращитися інквізицією [8, Edictum Chlotari].

- Для вираження знеособленості речення замість 3-ої особи одними використовується 1 особа множини;

Volumus ut per annos singulos intra quadragesima, dominica in palmis quae Osanna dicitur, iuxta ordinationem nostram argentum de nostro laboratu, postquam cognoverimus de praesenti anno quantum sit nostra laboratio, deferre studeant. (Magna Charta Libertatum)

Ми хочемо, щоб кожного року протягом сорокаденного посту, у пальмову неділю, яка називається Осана, наші гроші від нашої праці, після дізналися, що в теперішньому році, п'яту частину від нашої праці, намагаються перенести.

- Використання звороту Accusativus cum infinitivo:

Quod decedentibus Nobis de hac luce masculinam prolem nostram tantum et non **faemineam deberent habere** et sibi recipere nostrum in haeredem et successorem Regni Poloniae...

Щоб нам пристойним з цього світла мають собі взяти і отримати чоловічий рід, але не жіночий у спадкоємці і приємники королівства Польського... [8, Privilegium Ludovici regis]

- Використання Gradus Superlativus:

Serenissimis, Celsissimis, Illustrissimis, Excellentissimis, Perillustribus, Illustribus, Generosis, Spectabilibus Domibus, Regibus, Electoribus, Principibus, Marchionibus, Rebus publicis, Comitibus, Baronibus, Nobilibus, Civitatibus ets. [4, с. 105].

Найсвітлішим, найбільш високопоставленим, високороднішим, найнеперевешеним, найбільш овіяним славою, знатного походження, благородним, неперевершеним государям, царям, керівникам, маркізам, політикам, союзникам, баронам, знаті, громадян та всім іншим.

- Використання специфічних фраз-кліше на вираження значення «смертна кара», «заборона»:

Si quis ecclesiam per violentiam intraverit et in ea per vim vel furtu aliquid abstulerit vel ipsam ecclesiam igne cremaverit, *morte moriatur*.

Якщо хтось із жорстокістю проникне до церкви і в ній силою або обманом вкраде або саму церкву піддасть вогню, *паде смертю* [6, De partibus Saxoniae].

De pignore: ut nullatenus alterum aliquis pignorare praesumat; et qui hoc fecerit, *bannum persolvat*.

Про поручительство: якщо ніяк хтось когось не приймає в завдаток, а хтось приймає, отримує заборону [6, De partibus Saxoniae].

Ita tamen, ut quicunquo de hac secta legitime convictus et probatus fuerit, talis vita privari debeat [8, Decreta comitiis Radomien]

Тоді, якщо хтось буде запідозрений і звинувачений у підтриманні цього вчення, має бути позбавлений життя.

Стиль мови права латинськомовних законодавчих документів якісно не відрізняється один від одного. Йому притаманні: стислість, чіткість конкретизованість, уникнення абстрактивних значень та фразеологізмів. Часто можна помітити вкраплення питомо власних лексичних одиниць, які латинській мові не властиві, але використовуються в розмовній мові даного відповідного ареального функціонування.

Стилістично від решти законодавчих документів відрізняється папська булла. Тексти даного нормативного акту частіше всього наповнені метафори, епітетами та іншими фігурами мови, які змінюють характер документу із цілком офіційного до урочисто-піднесного. Це, перш за все, пояснюється, приналежністю булли не до світського документообігу, а до церковного, а також особливостями функціонування папської канцелярії.

Література

1. Зархіна С. Е. Мова права як предмет філософсько-логічного аналізу (історичний аспект): дис. на здобуття наук, ступеня канд. юрид. наук: 12.00.12 / С. Е. Зархіна; Нац. юрид. акад. України імені Ярослава Мудрого. — Х., 2005.
2. Шепелёв Артур Николаевич Характеристика юридического языка / Социально-экономические явления и процессы. 2012. № 1. С. 217–221.
3. Шепелев, А.Н.(Артур Николаевич). Язык права как самостоятельный функциональный стиль: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук. — Нижний Новгород, 2002. — 23 с.
4. Універсали українських гетьманів від Івана Виговського до Івана Самойловича (1657–1687) / Упорядники: Іван Бутич, Вячеслав Ринсевич, Ігор Тесленко. — Київ-Львів, 2004. — 1088 с. (Інститут української археографії та джерелознавства імені М. С. Грушевського НАН України; Наукове товариство імені Шевченка; Центральний державний історичний архів України, м. Київ).
5. Юридична енциклопедія / ред. Ю. С. Шемшученко [та ін.]; НАН України, Ін-т держави і права ім. В. М. Корецького. — К.: Вид-во «Українська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Т. 3: К — М. — 2001. — 792 с.
6. MGH. Leges. Volumus II. Capitularia regum Francorum.
7. A. Podlech, Rechtslinguistik, в: D. Grimm, (под ред.), Rechtswissenschaft und Nachbarwissenschaften, II. Geschichte, Logik, Linguistik, Informatik, Friedensforschung, Finanz, Didaktik, München 1976, с. 105–116.].
8. Volumina legum. Przedruk zbioru praw staraniem XX. Pijarów w Warszawie, od roku 1732 do roku 1782, wydane-go. T.1.Edictum Pistensia
9. http://jurfak.univer.kharkov.ua/studentu/newlections/Tema_3_Pravnych_lingvistika.pdf
10. <http://www.papalencyclicals.net/>
11. <http://www.thelatinlibrary.com/magnacarta.html>

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ИНТЕРНАУКА»

Сборник научных статей

№ 5(45)

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 26.03.2018. Формат 60×84/8
Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookAC.
Условно-печатных листов 11,86. 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.