

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»

№ 11 (73) / 2019
2 том



**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
«ІНТЕРНАУКА»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»**

*Свідоцтво
про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 22444-12344ПР*

Збірник наукових праць

№ 11 (73)

2 том

Київ 2019



Повний бібліографічний опис всіх статей Міжнародного наукового журналу «Інтернаука» представлено в: **Polish Scholarly Bibliography; ResearchBib; Turkish Education Index; Наукова періодика України.**

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: **Ulrichsweb Global Serials Directory; Google Scholar; Open Academic Journals Index; Research-Bib; Turkish Education Index; Polish Scholarly Bibliography; Electronic Journals Library; Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky; InfoBase Index; Open J-Gate; Academic keys; Наукова періодика України; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); CrossRef.**

В журналі опубліковані наукові статті з актуальних проблем сучасної науки.

Матеріали публікуються мовою оригіналу в авторській редакції.

Редакція не завжди поділяє думки і погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

У відповідності із Законом України «Про авторське право і суміжні права», при використанні наукових ідей і матеріалів цієї збірки, посилання на авторів та видання є обов'язковими.

Редакція:

Головний редактор: **Коваленко Дмитро Іванович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)

Випускаючий редактор: **Золковер Андрій Олександрович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)

Секретар: **Колодіч Юлія Ігорівна**

Редакційна колегія:

Голова редакційної колегії: **Камінська Тетяна Григорівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Заступник голови редакційної колегії: **Курило Володимир Іванович** — доктор юридичних наук, професор, заслужений юрист України (Київ, Україна)

Заступник голови редакційної колегії: **Тарасенко Ірина Олексіївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Розділ «Економічні науки»:

Член редакційної колегії: **Алієв Шафа Тифліс огли** — доктор економічних наук, професор, член Ради — науковий секретар Експертної ради з економічних наук Вищої Атестаційної Комісії при Президентові Азербайджанської Республіки (Сумгаїт, Азербайджанська Республіка)

Член редакційної колегії: **Баланюк Іван Федорович** — доктор економічних наук, професор (Івано-Франківськ, Україна)

Член редакційної колегії: **Бардаш Сергій Володимирович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Бондар Микола Іванович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Вдовенко Наталія Михайлівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Гоблик Володимир Васильович** — доктор економічних наук, кандидат філософських наук, професор, Заслужений економіст України (Мукачеве, Україна)

Член редакційної колегії: **Гринько Алла Павлівна** — доктор економічних наук, професор (Харків, Україна)

Член редакційної колегії: **Гуцаленко Любов Василівна** — доктор економічних наук, професор (Вінниця, Україна)

Член редакційної колегії: **Дерій Василь Антонович** — доктор економічних наук, професор (Тернопіль, Україна)

Член редакційної колегії: **Денисенко Микола Павлович** — доктор економічних наук, професор, член-кореспондент Міжнародної академії інвестицій і економіки будівництва, академік Академії будівництва України та Української технологічної академії (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Дмитренко Ірина Миколаївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Драган Олена Іванівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Еміне Лейла Кият** — доктор економічних наук, доцент (Туреччина)

Член редакційної колегії: **Сфіменко Надія Анатоліївна** — доктор економічних наук, професор (Черкаси, Україна)

Член редакційної колегії: **Заруцька Олена Павлівна** — доктор економічних наук, професор (Дніпро, Україна)

Член редакційної колегії: **Захарін Сергій Володимирович** — доктор економічних наук, старший науковий співробітник, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Зеліско Інна Михайлівна** — доктор економічних наук, професор, академік Академії економічних наук України (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Зось-Кіор Микола Валерійович** — доктор економічних наук, професор (Полтава, Україна)

Член редакційної колегії: **Ільчук Павло Григорович** — доктор економічних наук, доцент (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Клочан В'ячеслав Васильович** — доктор економічних наук, професор (Миколаїв, Україна)

Член редакційної колегії: **Копилюк Оксана Іванівна** — доктор економічних наук, професор (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Кравченко Ольга Олексіївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Курило Людмила Ізидорівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Кухленко Олег Васильович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Лойко Валерія Вікторівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Лоханова Наталя Олексіївна** — доктор економічних наук, професор (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Малік Микола Йосипович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Мігус Ірина Петрівна** — доктор економічних наук, професор (Черкаси, Україна)

Член редакційної колегії: **Мухсінова Лейла Хасанівна** — доктор економічних наук, доцент (Оренбург, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Ніценко Віталій Сергійович** — доктор економічних наук, доцент (Одеса, Україна)

Член редакційної колегії: **Олійник Олександр Васильович** — доктор економічних наук, професор (Харків, Україна)

Член редакційної колегії: **Осмятченко Володимир Олександрович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Охріменко Ігор Віталійович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Паска Ігор Миколайович** — доктор економічних наук, професор (Біла Церква, Україна)

Член редакційної колегії: **Разумова Катерина Миколаївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Рамський Андрій Юрійович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Селіверстова Людмила Сергіївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Скрипник Маргарита Іванівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Смолін Ігор Валентинович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Сунцова Олеся Олександрівна** — доктор економічних наук, професор, академік Академії економічних наук України (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Танклевська Наталія Станіславівна** — доктор економічних наук, професор (Херсон, Україна)

Член редакційної колегії: **Токар Володимир Володимирович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Тульчинська Світлана Олександрівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Хахонова Наталія Миколаївна** — доктор економічних наук, професор (Ростов-на-Дону, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Чижевська Людмила Віталіївна** — доктор економічних наук, професор (Житомир, Україна)

Член редакційної колегії: **Чубукова Ольга Юріївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Шевчук Ярослав Васильович** — доктор економічних наук, старший науковий співробітник, доцент (Нововолинськ, Волинська обл., Україна)

Член редакційної колегії: **Шинкарук Лідія Василівна** — доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Шпак Валентин Аркадійович** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Белялов Талят Енверович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Скриньковський Руслан Миколайович** — кандидат економічних наук, член-кореспондент Української академії наук (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Peter Bielik** — Dr. hab. (Словацька Республіка)

Член редакційної колегії: **Eva Fichtnerová** — University of South Bohemia in České Budějovice (Чеська Республіка)

Член редакційної колегії: **József Káposzta** — Dr. hab. (Угорщина)

Член редакційної колегії: **Henrietta Nagy** — Dr. hab. (Угорщина)

Член редакційної колегії: **Venelin Terziev** — Professor Dipl.Eng., PhD, доктор наук з національної безпеки, доктор економічних наук, член-кореспондент Російської академії природної історії (Русе, Болгарія)

Член редакційної колегії: **Anna Törő-Dunay** — Dr. hab. (Угорщина)

Член редакційної колегії: **Miroslaw Wasilewski** — Dr. hab., Associate professor WULS-SGGW (Польща)

Член редакційної колегії: **Natalia Wasilewska** — Doctor of Economic Sciences, professor UJK (Польща)

Розділ «Технічні науки»:

Член редакційної колегії: **Беліков Анатолій Серафимович** — доктор технічних наук, професор (Дніпро, Україна)

Член редакційної колегії: **Луценко Ігор Анатолійович** — доктор технічних наук, професор (Кременчук, Україна)

Член редакційної колегії: **Мельник Вікторія Миколаївна** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Наумов Володимир Аркадійович** — доктор технічних наук, професор (Калінінград, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Румянцев Анатолій Олександрович** — доктор технічних наук, професор (Краматорськ, Україна)

Член редакційної колегії: **Сергейчук Олег Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Чабан Віталій Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Аль-Абабнех Хасан Алі Касем** — кандидат технічних наук (Амман, Йорданія)

Член редакційної колегії: **Артюхов Артем Євгенович** — кандидат технічних наук, доцент (Суми, Україна)

Член редакційної колегії: **Баширбейлі Адалат Ісмаїл** — кандидат технічних наук, головний науковий спеціаліст (Баку, Азербайджанська Республіка)

Член редакційної колегії: **Коньков Георгій Ігорович** — кандидат технічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Кузьмін Олег Володимирович** — кандидат технічних наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Саньков Петро Миколайович** — кандидат технічних наук, доцент (Дніпро, Україна)

ЗМІСТ
CONTENTS
СОДЕРЖАНИЕ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Русіна Юлія Олександрівна, Русин Ольга Вадимівна ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВ.....	9
---	---

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Fialko Nataliia, Navrodska Raisa, Shevchuk Svitlana, Presich Georgii, Gnedash Georgii THE USE OF THERMAL METHODS TO PROTECT THE EXHAUST-CHANNELS OF BOILERS EQUIPPED WITH HEAT-RECOVERY UNITS.....	14
Бабенко Віталій Олегович КОМПЛЕКСНИЙ АЛГОРИТМ ВИРШЕННЯ УМОВНОЇ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗНАХОДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЛІКУВАННЯ.....	17
Даниленко Олександр Васильович, Верба Ірина Іванівна ДЕЯКІ ПЕРЕДУМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	21
Дворник Вікторія Анатоліївна ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ СТУДЕНТА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	24
Дыкан Ирина Николаевна, Круглый Владислав Владимирович, Настенко Евгений Арнольдович, Павлов Владимир Анатолиевич, Солодущенко Владимир Вячеславович РАЗНОСТНЫЕ ГИСТОГРАММЫ МАТРИЦ СМЕЖНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ УЗ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ.....	27
Дяк Андрій Ігорович ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ.....	30
Кузьмін Олег Володимирович, Капустян Валерій Анатолійович, Бабанова Дар'я Олексіївна, Барилов Мирослав Ігорович, Соломінський Олексій Андрійович, Пахальчук Олександр Юрійович ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА.....	35
Ніжник Вадим Васильович, Поздєєв Сергій Валерійович, Жартовський Сергій Володимирович, Фещук Юрій Леонідович ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖИ НА СУМІЖНІ БУДІВЕЛЬНІ ОБ'ЄКТИ ЗА КРИТЕРІЄМ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ.....	47

**Скоробагатько Тарас Миколайович, Антонов Анатолій Васильович,
Боровиков Володимир Олександрович**
**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА, ЙОГО СУМІШЕЙ
З НАФТОВИМ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ ТА ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ВОГНЕГАСНИХ
РЕЧОВИН З ПОЛУМ'ЯМ ПІД ЧАС ЇХ ГАСІННЯ.....52**

УДК 336.647/.648

Русіна Юлія Олександрівна

кандидат економічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Русина Юлия Александровна

кандидат экономических наук, доцент

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Rusina Julia

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Kiev National University of Technology and Design

Русин Ольга Вадимівна

студент

Київського національного університету технологій та дизайну

Русин Ольга Вадимовна

студент

Киевского национального университета технологий и дизайна

Rusyn Olha

Student of the

Kiev National University of Technology and Design

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВ

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

FORMING WAYS AND EFFICIENCY OF THE USE OF FINANCIAL RESOURCES OF ENTERPRISES

Анотація. В статті досліджено дефініцію «фінансові ресурси підприємства», визначені основні джерела формування фінансових ресурсів з урахуванням сучасних умов ведення бізнесу; надані рекомендації щодо підвищення ефективності процесу використання фінансових ресурсів підприємств за сучасних умов господарювання в Україні.

Ключові слова: фінансові ресурси, джерела формування фінансових ресурсів.

Аннотация. В статье исследована дефиниция «финансовые ресурсы предприятия», определены основные источники формирования финансовых ресурсов с учетом современных условий ведения бизнеса; предоставлены рекомендации относительно повышения эффективности процесса использования финансовых ресурсов предприятий в современных условиях ведения бизнеса в Украине.

Ключевые слова: финансовые ресурсы, источники формирования финансовых ресурсов.

Summary. The article explores the definition «financial resources of the enterprise», identifies the main sources of the formation of financial resources, taking into account modern business conditions; given recommendation in relation to the increase of efficiency of process of the use of financial resources of enterprises in the modern terms of manage in Ukraine.

Key words: financial resources, sources of financial resources.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку економіки України важливим є питання, пов'язане з пошуком методів ефективного управління фінансовими ресурсами. Ця проблема загострюється в умовах жорсткої ринкової конкуренції. Для раціонального залучення та використання фінансів і збільшення обсягу власних фінансових ресурсів необхідно забезпечити ефективність управління ними. Саме від результативного використання фінансових ресурсів залежить платоспроможність, ліквідність та фінансова стійкість підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблеми вдосконалення управління фінансовими ресурсами висвітлено у багатьох працях вітчизняних та іноземних вчених, як-то: Бланк І. А., Козачок І. А., Лондар С. Л., Нестеренко Н. В., Пилипенко О. О., Поддєрьогін А. М., Рудченко І. В., Терещенко О. О. тощо.

Постановка завдання. Мета дослідження полягає у визначенні основних шляхів щодо підвищення ефективності процесу формування та використання фінансових ресурсів з урахуванням сучасних умов господарювання підприємств.

Виклад основного матеріалу. Здійснюючи фінансово-господарську діяльність, підприємства стикаються з проблемою формування капіталу та визначення оптимальної його структури, збалансування грошових потоків, нестачею фінансових ресурсів, і відповідно, пошуком нових джерел фінансування та створенням інвестиційної привабливості підприємства. І, хоча фінансові ресурси самі по собі не створюють нового продукту, а лише беруть участь тією чи іншою мірою у його створенні, вони потенційно закладені в природних, матеріальних і трудових ресурсах. На мікрорівні вони є об'єктом управління — обліку, аналізу, планування, розподілу і використання на конкретні цілі, передбачені в фінансовому плані (бюджеті) підприємства [4].

Формування та використання фінансових ресурсів у сфері підприємництва здійснюється з метою

підвищення ефективності всіх напрямків діяльності суб'єктів господарювання і забезпечення їх подальшого розвитку. Це можливо при спрямуванні фінансових ресурсів на впровадження нових технологій, удосконалення процесу використання основних фондів, прискорення обороту оборотних коштів тощо.

Розбіжність позицій науковців щодо визначення фінансових ресурсів можна згрупувати за формами їх виявлення (табл. 1).

Таким чином, дослідивши різні погляди на суть фінансових ресурсів, ми можемо формувати власне визначення: фінансові ресурси — це частина коштів, що були акумульовані під час створення суб'єкта господарювання, надходять на підприємство за результатами операційної, інвестиційної та фінансової діяльності для реалізації поставлених завдань та виконання зобов'язань.

Джерела формування власних фінансових ресурсів залежать від форми власності, на основі якої створюється підприємство. Так, при створенні державних підприємств фінансові ресурси формуються за рахунок бюджетних коштів, коштів вищих органів управління, інших аналогічних підприємств під час їх реорганізації тощо. При створенні колективних підприємств вони формуються за рахунок пайових (часткових) внесків засновників, добровільних внесків юридичних і фізичних осіб тощо. Усі ці внески (кошти) є статутним (пайовим) капіталом і акумулюються у статутному фонді створеного підприємства — це власний капітал, крім того до складу власних фінансових ресурсів необхідно віднести прибуток та амортизаційні відрахування [5].

Крім власного капіталу фінансові ресурси підприємства формуються також за рахунок залучених і позикових коштів.

Залучені фінансові ресурси по характеру використання наближаються до власних, оскільки після їх надходження вони переходять в розпорядження підприємства. Разом з тим існують деякі обмежен-

Таблиця 1

Визначення сутності фінансових ресурсів підприємства різними авторами

Автор	Джерело	Визначення
Зятковський І. В.	[9]	грошове вираження новоствореної вартості
Буряк Л. Д.	[10]	частина грошових коштів
Стецюк П. А.	[11]	найбільш ліквідні активи
Бурковський В. В., Турило А. М., Терещенко О. А., Темченко А. Г., Коробов М. Я., Бланк І. О.	[12; 13; 14; 15]	грошові фонди цільового призначення
Джеймс К. Ван Хорн, Джон М. Вахович (мл.)	[16]	фонди
Нам Г. Г., Лайко П. А.	[18; 17]	грошові фонди і кошти у не фондовій формі
Сенчагов В. К.	[19]	сукупність грошових нагромаджень, амортизаційних відрахувань та інших грошових засобів
Василик О. Д., Павлюк К. В., Кірейцев Г. Г., Гриньова В. М.	[20; 21; 14]	грошові нагромадження і доходи, що зосереджені у відповідних фондах

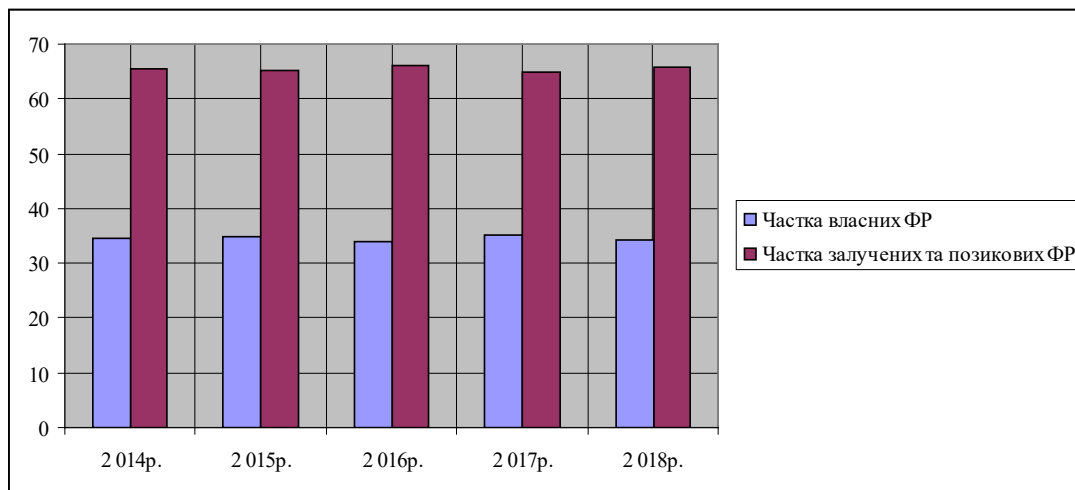


Рис. 1. Структура фінансових ресурсів підприємств України за 2014–2018 рр., % [2]

ня в їх використанні, тому що такі засоби мають в основному цільовий характер.

До складу позикових фінансових ресурсів входять довго- і короткострокові кредити банків, а також інші довгострокові фінансові зобов'язання, пов'язані із залученням позикових коштів (крім кредитів банків), на які нараховуються відсотки, та інші [6].

Усі види фінансових ресурсів відображаються у відповідних розділах пасиву балансу підприємства.

Проаналізувавши структуру фінансових ресурсів підприємств України за 2014–2018 рр., результат можна побачити на нижче наведеному рисунку (рис. 1).

Співвідношення між власними та позичковими коштами є показником структури капіталу, одним із найголовніших критеріїв оцінки фінансового стану підприємства. Отже, частка власних фінансових ресурсів за досліджені роки має тенденцію до зниження. Підприємства використовують ці кошти для рефінансування діяльності, покращення матері-

альної бази, забезпечення розширеного відтворення. Для своєї поточної виробничо-фінансової діяльності підприємства все більше і більше користуються позиками та залученими коштами, частка яких зростає до майже 66% у 2018 р.

Але для оцінки стану підприємств недостатньо лише даних структури фінансових ресурсів, вони не показують рівень ефективності використання фінансових ресурсів та функціонування підприємства в цілому. Для цього необхідно проаналізувати фінансовий результат (рис. 2), який отримують підприємства, та порівняти зі структурою фінансових ресурсів.

У цілому динаміка фінансового результату підприємств є позитивною. Це говорить про раціональне використання власних коштів та можливість залучення позичкових зі змогою сплати відсотків за користування кредитами у майбутньому. Такі умови позитивно впливають на впровадження інновацій та інвестицій підприємствами.

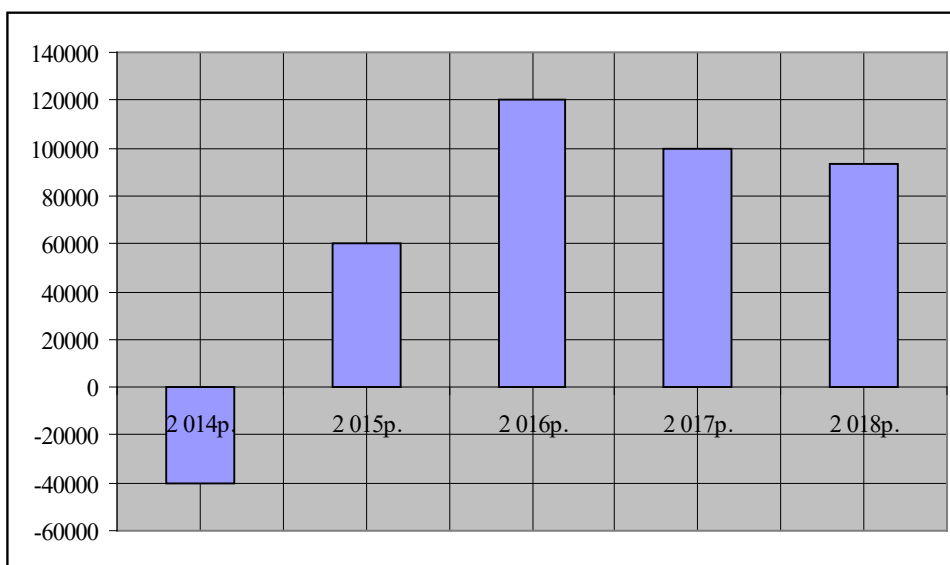


Рис. 2. Середнє значення фінансового результату підприємств України від звичайної діяльності до оподаткування, 2014–2018рр., млн. грн [2]

В основу системи управління фінансовими ресурсами підприємств покладено дві складові: управління формуванням фінансових ресурсів та управління використанням фінансових ресурсів, або їхнім функціонуванням. В основу системи управління формуванням фінансових ресурсів покладена концепція їх структури. Процес планування структури фінансових ресурсів має дві складові: оптимізація співвідношення частки боргового фінансування і власних коштів, і вибір конкретних фінансових інструментів для залучення фінансових ресурсів. Система функціонування фінансових ресурсів пов'язана з прийняттям рішень щодо раціональної структури засобів підприємств — визначення напрямів фінансування [5].

Можна визначити напрями підвищення ефективності процесу управління фінансовими ресурсами та грошовими фондами підприємств у сучасних умовах ведення бізнесу в Україні:

- виявлення, формулювання проблеми та завдань управління фінансовими ресурсами та фондами,

які повинні бути виконані на базі попередньо набутого досвіду та наявної інформації;

- прийняття управлінського рішення щодо використання фінансових ресурсів і його реалізації;
- аналіз результатів прийнятого рішення з погляду можливих способів його модифікації чи зміни, а також їх врахування в процесі накопичення досвіду, який може бути використаний у майбутньому [3].

Тому, визначені напрями управління фінансовими ресурсами та грошовими фондами підприємств можна представити наступним чином (рис. 3).

Етап 1. Визначення проблеми або нереалізованих можливостей виявляється менеджерами при оцінці реалізації попередніх рішень або при аналізі фінансово-господарської діяльності підприємства. Управління фінансовими ресурсами та грошовими фондами є циклічним процесом та потребує постійного вдосконалення.

Етап 2. Аналіз можливостей управління. Менеджери аналізують можливість виникнення подібних проблем



Рис. 3. Етапи підвищення ефективності процесу формування та використання фінансових ресурсів та грошових фондів підприємств в Україні

Джерело: сформовано автором на основі джерела [5]

чи ситуацій у минулому та пристосовують набутий досвід до теперішніх можливостей, які можна використати в процесі управління фінансовими ресурсами підприємства. На цьому етапі є взаємопов'язаними такі кроки, як аналіз отриманих даних, встановлення критеріїв ефективності та визначення системи альтернативних рішень, оскільки менеджер, спираючись на кожен з них, може повернутися назад і визначити їхню взаємодією з власним досвідом, знаннями, уміннями [4].

Від організації та ефективного управління фінансовими ресурсами підприємства залежить як фінансово-економічний стан, так і його положення на ринку в сучасних конкурентних умовах.

Управління фінансовими ресурсами — це процес прийняття ефективних управлінських рішень, які поєднують у собі досвід професіоналів і певні умови, що складаються в конкретний момент часу і потребують виконання оперативних і стратегічних завдань.

Система управління фінансовими ресурсами підприємств являє собою частину загальної системи управління підприємством, а також є сукупністю

форм, методів і прийомів, за допомогою яких здійснюється управління грошовим оборотом та фінансовими ресурсами. За таких умов, при управлінні фінансовими ресурсами підприємств ефективним виявляється застосування системного підходу, що підпорядкований загальній меті розвитку підприємства та визначає доцільність управлінського рішення залежно від ситуації, яка виникає під впливом внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства.

Висновки з проведеного дослідження. Визначені напрями підвищення ефективності управління формування та використанням фінансових ресурсів підприємств в Україні повинні включати наступні етапи: виявлення та формулювання проблеми управління фінансовими ресурсами підприємств; прийняття управлінських рішень щодо використання фінансових ресурсів та їх реалізації; аналіз результатів прийнятих рішень, при цьому процес управління фінансовими ресурсами підприємств має мати певні властивості: безперервність, циклічність, динамічність, стійкість.

Література

1. Бланк І. А. Фінансовий менеджмент: навчальний курс / І. А. Бланк. К.: Ніка-Центр, Ельга, 2006. 528 с.
2. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Козачок І. А. Формування та управління ефективним використанням фінансових ресурсів підприємства. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe? I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=znpvgvzdia_2011_47_31.
4. Лапін О. В. Інноваційні системи формування та використання фінансових ресурсів підприємств. URL: <http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/1771?mode=full>
5. Погожа Н. В. Проблемні аспекти формування та використання фінансових ресурсів підприємствами в Україні. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe? I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=Vsed_2012_2_25
6. Близнюк О. П. Класифікація джерел формування фінансових ресурсів підприємства. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe? I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=VMSU_econ_2012_15_2_10
7. Григораш О. Г. Формування фінансових ресурсів підприємств України. URL: http://www.economyandsociety.in.ua/journal/13_ukr/179.pdf
8. Ксьондз С. М. Проблеми формування фінансових ресурсів підприємств. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/10_ukr/105.pdf
9. Зятковський І. В. Фінанси підприємств: Навч. посібник. 2-ге вид., перероб. та доп. К.: Кондор, 2003. 364 с.
10. Буряк Л. Д. Фінансові ресурси підприємства // Фінанси України. 2000. № 9. С. 23–27.
11. Стецюк П. А. Формування фінансових ресурсів сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2005. № 11. С. 111–116.
12. Турило А. М., Терещенко О. А., Темченко А. Г. Фінанси підприємств: Навч. посібник для студ. екон. спец. вузів. К.: Фінансова агенція, 1998. 125 с.
13. Коробов М. Я. Фінансово-економічний аналіз діяльності підприємств. К.: Знання, КОО 2000. 378 с.
14. Фінанси підприємств: Навчальний посібник: Курс лекцій / за ред. д. е. н., проф. Г. Г. Кірейцева. К.: ЦУЛ, 2002. 268 с.
15. Бланк І. А. Финансовая стратегия предприятия. К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. 720 с.
16. Ван Хорн, Джеймс, К., Вахович, м. л., Джон, М. Основы финансового менеджмента: 11-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. 992 с.
17. Лайко П. А. Фінанси підприємств: підручник для студентів вузів / П. А. Лайко, М. В. Мних. К.: Знання України, 2004. 428 с.
18. Фінанси підприємств: Підручник / А. М. Поддєрьогін, М. Д. Білик, Л. Д. Буряк та ін.; Кер. кол. авт. і наук. ред. проф. А. М. Поддєрьогін. 5-ге вид., переробл. та допов. К.: КНЕУ, 2004. 546 с.
19. Сенчагов В. К. Финансовые ресурсы народного хозяйства. М.: Финансы и статистика, 1982. С. 49.
20. Василик О. Д. Теорія фінансів: Підручник. К.: НІОС, 2000. 416 с.
21. Павлюк К. В. Фінансові ресурси держави: Монографія. К.: НІОС, 1997. С. 24.

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of NAS of Ukraine,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine,
Department Head
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Navrodska Raisa

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Shevchuk Svitlana

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher of the
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Presich Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Gnedash Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

THE USE OF THERMAL METHODS TO PROTECT THE EXHAUST-CHANNELS OF BOILERS EQUIPPED WITH HEAT-RECOVERY UNITS

Summary. Thermal methods for protecting the exhaust-ducts of boiler plants from corrosion damage due to the formation of condensate on their inner surface are considered. Methods such as are proposed and investigated: bypassing exhaust-gases, mixing with dry heated air, heating in a surface heat-exchanger – gas heater. The use of these methods will significantly improve the thermal and humidity condition of chimneys and increase their service life.

Key words: corrosion destruction, condensation mode, gas-exhaust ducts, gas preheater.

Condensation in the gas-exhaust ducts of boilers is a problem that hinders the widespread introduction of heat-recovery technologies with deep cooling of exhaust-gases. The condensation on the inner surface of gas-outlet channels causes them to corrode. This destruction leads to a significant reduction in the life time of this tract, especially chimneys [1].

The main parameters that determine the condensate formation in a chimney are: gas temperature t_g , dew point t_d of water vapor in exhaust-gases and temperature of the inner surface of the gas-outlet channel t_s . A decrease in the gas temperature t_g , other things being equal, a decrease in the surface temperature t_s and brings it closer to the dew point t_d .

To prevent condensation in the chimney without changing its design is possible in two ways. The first method increases the temperature t_g , and the second reduces the dew point t_d , which depends on the moisture content of exhaust-gases. Consequently, the prevention of condensate formation can be provided by heat and humidity treatment of exhaust-gases. This treatment reduces the relative or absolute humidity of the gases. This treatment is carried out with the use of thermal methods to protect the gas-exhaust ducts [2]. This is the partial bypassing method (passing a part of χ gases from the boiler past heat recovery exchange), the air method (mixing a part γ of the heated air to the exhaust-gases after the heat-recovery exchanger) and the method of heating exhaust-gases in the surface heat-exchanger — gas-heater.

To determine the effectiveness of the described methods, computational studies of the heat and humidity state in the gas-outlet channels in typical heating boilers are carried out. The performance characteristics of the boilers changed according to order. The design parameters of chimneys corresponded by those existing in boiler plants: height $H = 45$ m, internal diameter $D = 0.8$ m. In fig. 1, 2 presents typical results of performed studies. Herewith the working conditions of boiler houses are considered according to the regulations, when the boilers are loaded close to 50% of the nominal (at environmental temperature $t_{env} \approx 0$ °C), some boilers are transferred to the nominal mode while the total number of boilers are reduced.

Research results show that due to the increase in gas temperature t_g , the partial bypassing method provides

the absence of condensation formation in the brick chimney of a heating boiler plant if part of χ gases from the boiler past the heat-recovery exchanger is 5–10% of the total exhaust-gases consumption. For a metallic chimney this method has positive results at a high temperature of exhaust-gases (> 180 °C) and at boiler operation in modes approximately equal to the nominal one. For other mode, bypassing hot gases χ exceeds 50%.

The air method is designed to increase the temperature and reduce the humidity of a mixture of gases and air. This provides an increase in the internal surface temperature t_s and a decrease in the dew point t_d . In the studies the temperature of the mixed hot air changed in the range of 150–250 °C. The absolute humidity of the air was about 0.1 kg / kg d.a. (dry air).

The performed computational studies have shown: the implementation of the air method ensures the absence of condensate formation in the chimney in case of a part of hot air in the total consumption of exhaust-gases equal to 3–25%. Smaller values correspond to brick chimneys and large values — to metal ones. It should be said that the application of the air method is implemented in boilers that have air heaters.

The method of heating cooled flue gases is the most versatile for use. It provides the absence of condensation formation during the preheating of exhaust-gases by the amount of Δt in the gas-heater installed after the heat-recovery exchanger. For preheating of gases heat-transfer agents such as water heated in a boiler with a temperature of 95–155 °C or hot exhaust-gases with a temperature of 300 to 350 °C, which are sent from the convective part of the boiler, are used.

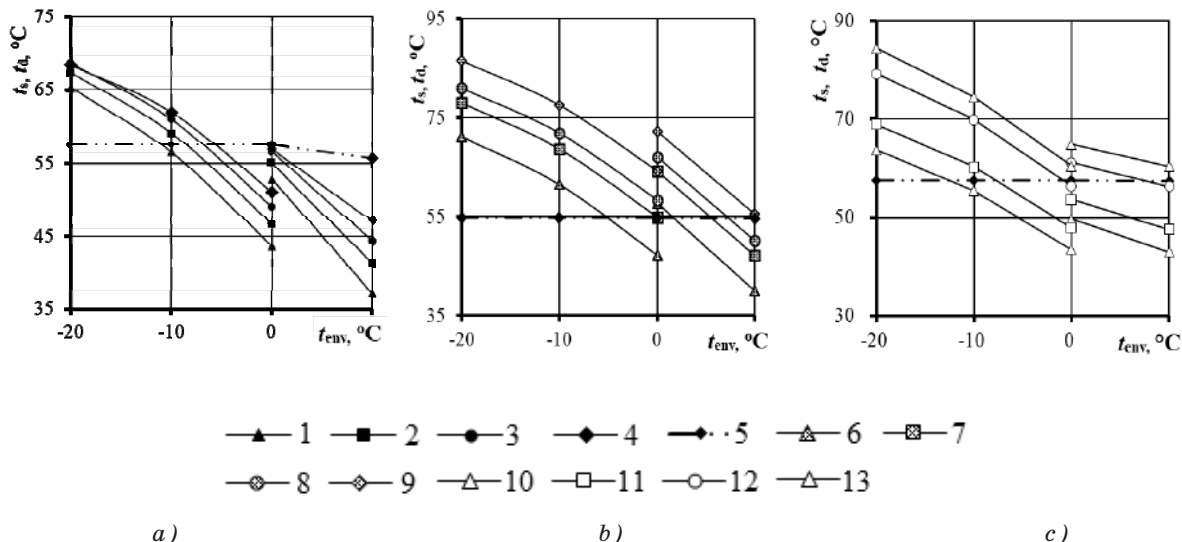


Fig. 1. Thermal characteristics of methods to prevent condensate formation in a metal chimney at the nominal temperature of exhaust-gases (after the boiler) $t_{gn} = 200$ °C in different modes of operation of the boiler equipment

- a) the bypassing method at different parts χ :
 - 1 — t_s at $\chi = 0\%$; 2 — $\chi = 10\%$; 3 — $\chi = 20\%$; 4 — $\chi = 40\%$; 5 — t_d .
- b) the air method at different parts γ of air with temperature $t_{dha} = 250$ °C:
 - 6 — t_s at $\gamma = 0\%$; 7 — $\gamma = 8\%$; 8 — $\gamma = 12\%$; 9 — $\gamma = 20\%$; 5 — t_d .
- c) the method of heating at different level Δt of exhaust-gases:
 - 10 — t_s at $\Delta t = 10$ °C; 11 — $\Delta t = 20$ °C; 12 — $\Delta t = 40$ °C; 13 — $\Delta t = 50$ °C; 5 — t_d .

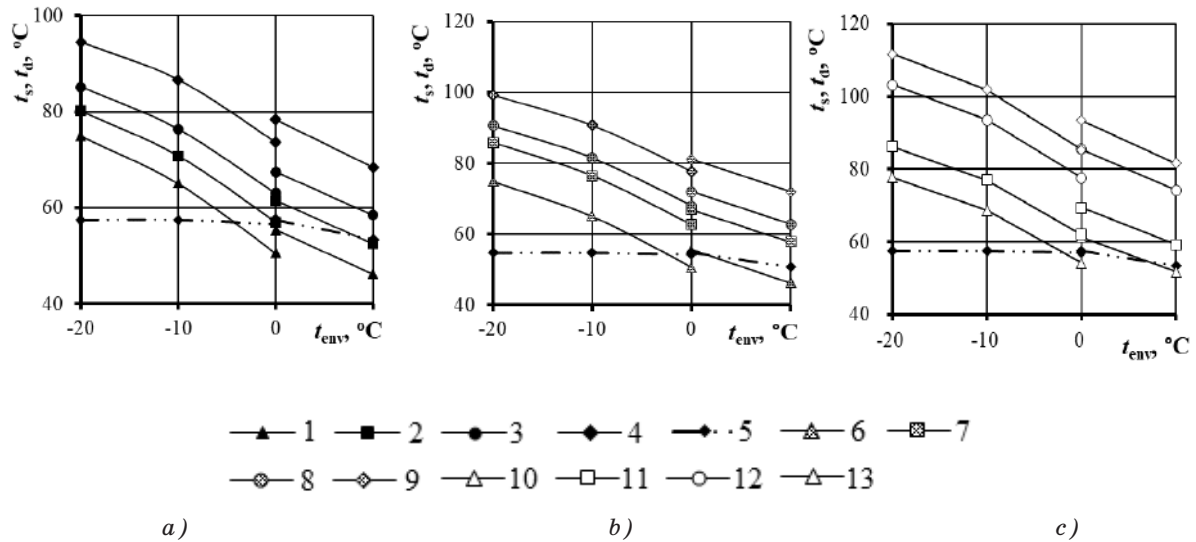


Fig. 2. Thermal characteristics of methods to prevent condensate formation in a brick chimney at the nominal temperature of exhaust-gases (after the boiler) $t_{gn} = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ in different modes of operation of the boiler equipment

- a) the bypassing method at different parts of γ :
 1 — t_s at $\gamma = 0\%$; 2 — $\gamma = 10\%$; 3 — $\gamma = 20\%$; 4 — $\gamma = 40\%$; 5 — t_d .
- b) the air method at different parts of γ of air with temperature $t_{dha} = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$:
 6 — t_s at $\gamma = 0\%$; 7 — $\gamma = 8\%$; 8 — $\gamma = 12\%$; 9 — $\gamma = 20\%$; 5 — t_d .
- c) the method of heating at different level Δt of exhaust-gases:
 10 — t_s at $\Delta t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$; 11 — $\Delta t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 12 — $\Delta t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 13 — $\Delta t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 — t_d .

The results of calculated research show; that the level of gas heating Δt required for the absence of condensation formation in the chimney varies in a range of 10–50 °C depending on the characteristics of the mode of the boiler plant and the type of chimneys.

The use of these thermal methods will contribute to a significant improvement in the heat and humidity state in chimneys and increase their durability.

References

1. Dolinskiy A. A. Basic principles of heat recovery technologies for boilers of the low thermal power / A. A. Dolinskiy, N. M. Fialko, R. A. Navrodsckaya, G. A. Gnedash // Industrial heat Engineering. 2014. № 4. P. 27–36. (in Russia)
2. Fialko N. M. Heat methods of the gas-escape channels of boiler installations by heat-utilization technologies application / N. M. Fialko, R. A. Navrodsckaya, S. I. Shevchuk, G. A. Presich, G. A. Gnedash // Scientific Bulletin of UNFU. 2017. Vol. 27, № 6. P. 125–130. (in Ukrainian)

Бабенко Віталій Олегович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Бабенко Виталий Олегович

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Babenko Vitalii

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Науковий керівник:

Носовець Олена Костянтинівна

кандидат технічних наук,

доцент кафедри біомедичної кібернетики

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

КОМПЛЕКСНИЙ АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ УМОВНОЇ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗНАХОДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЛІКУВАННЯ

КОМПЛЕКСНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ УСЛОВНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НАХОЖДЕНИЯ СТРАТЕГИИ ЛЕЧЕНИЯ

COMPLEX ALGORITHM FOR SOLVING CONDITIONAL MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF FINDING THE TREATMENT STRATEGY

Анотація. В статті розглянуто застосування комплексного алгоритму, який поєднує в собі метод аналізу ієрархій та генетичний алгоритм, для вирішення умовної багатокритеріальної задачі оптимізації знаходження стратегії лікування астми. Це допоможе знайти необхідне рішення при роботі з неперервними величинами, опираючись не на ідеальні значення критеріїв, а на певний заданий проміжок, в якому ці значення повинні знаходитись.

Ключові слова: умовна багатокритеріальна оптимізація, генетичні алгоритми, метод аналізу ієрархій, метод групового урахування аргументів, астма.

Аннотация. В статье рассмотрено применение комплексного алгоритма, который объединяет в себе метод анализа иерархий и генетический алгоритм, для решения условной многокритериальной задачи оптимизации нахождения стратегии лечения астмы. Это поможет найти необходимое решение при работе с непрерывными величинами, опираясь не на идеальные значения критериев, а на определенный промежуток, в котором эти значения должны находиться.

Ключевые слова: условная многокритериальная оптимизация, генетические алгоритмы, метод анализа иерархий, метод группового учета аргументов, астма.

Summary. Article discusses the use of complex algorithm that combines analytic hierarchy process and genetic algorithm to solve a conditional multi-objective optimization of finding an asthma treatment strategy. This will help to find the necessary solution while working with continuous values, relying not on perfect values of the criteria, but on the specific interval in which these values should be.

Key words: conditional multiobjective optimization, group method of data handling, analytic hierarchy process, genetic algorithms, asthma.

Постановка проблеми. Необхідно модифікувати комплексний алгоритм знаходження оптимальної стратегії лікування для роботи з неперервними значеннями критеріїв. Дана проблема може бути вирішена за допомогою переходу з безумовної в умовну задачу багатокритеріальної оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Матеріал В. О. Бабенка [1] був необхідний для використання комплексного алгоритму. Аналіз багатокритеріальної задачі оптимізації було проведено на основі роботи А. Е. Кононюка [2]. Генетичним алгоритмам приділили увагу Девід Е. Голдберг [3], Д. Рутковська, М. Пилинський і Л. Рутковський [4]. Метод аналізу ієрархій розглядався О. І. Ларічевим.

Мета дослідження: модифікувати комплексний алгоритм знаходження оптимальної стратегії лікування для вирішення умовної багатокритеріальної задачі оптимізації.

Характеристика клінічного матеріалу. Для даної роботи було використано базу даних із 247 пацієнтів, хворих на астму. Перелік змінних, що характеризують їх стан представлений в табл. 1.

База даних пацієнтів виглядає наступним чином (рис. 1).

Таблиця 1

Опис змінних, використаних для моделювання

Назва змінної	Назва в базі даних	Опис
U_1	Budesonide	Змінна, що описує дозування ліками будесонід
U_2	Nedocromil	Змінна, що описує дозування ліками недокроміл
X_1	Age	Вік пацієнта
X_2	Gender	Стать пацієнта
X_3	Ethnic	Расова приналежність пацієнта
X_4	PREFEV	Об'єм форсованого видиху за 1 секунду до лікування
X_5	PREFVC	Життєвий об'єм легенів до лікування
X_6	PREFP	Значення максимального потоку на видиху до лікування
K_1	POSFEV	Об'єм форсованого видиху за 1 секунду після лікування
K_2	POSFVC	Життєвий об'єм легенів після лікування
K_3	POSFP	Значення максимального потоку на видиху після лікування

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Age	Gender	Ethnic	PREFEV	PREFVC	PREFP	Budesonide	Nedocromil	POSFEV	POSFVC	POSFP				
2	9	Чоловічий	Європеєць	3,59	4,54	520	0,96964	3,2852	3,87	4,56	590				
3	11	Чоловічий	Європеєць	3,47	4,77	750	3,18925	2,0294	3,76	4,79	750				
4	7	Жіночий	Європеєць	3,64	4,29	380	0,78451	2,1294	3,78	3,97	420				
5	5	Чоловічий	Інші	2,16	2,9	325	1,52434	3,7521	2,3	2,99	320				
6	9	Чоловічий	Європеєць	1,75	2,42	300	1,2231	4,1536	1,88	2,4	300				
7	11	Чоловічий	Африканець	1,78	2,49	310	1,08866	2,1902	2,11	2,57	350				
8	7	Жіночий	Європеєць	2,72	3,06	350	1,07567	2,2812	2,76	3,04	370				
9	8	Чоловічий	Європеєць	3,76	4,7	540	2,02923	3,368	4,1	4,84	620				
10	12	Жіночий	Європеєць	1,51	2,04	285	0,9574	3,457	1,73	2,07	300				
11	12	Жіночий	Європеєць	1,85	2,41	280	2,06971	2,936	1,93	2,32	300				
12	5	Чоловічий	Латиноамериканець	1,58	2,11	295	2,76543	1,2608	1,82	2,18	330				
13	9	Жіночий	Європеєць	4,96	6,27	830	2,26921	3,6302	5,24	6,27	850				
14	9	Чоловічий	Європеєць	1,87	2,58	320	3,13337	1,9129	2,01	2,52	325				
15	5	Чоловічий	Африканець	0,72	0,92	180	2,53515	2,635	0,93	1,04	205				
16	9	Жіночий	Європеєць	2,62	3,21	325	1,0734	3,1581	2,75	3,19	325				
17	5	Жіночий	Європеєць	1,17	1,32	225	0,78991	3,3118	1,3	1,41	280				
18	11	Чоловічий	Африканець	2,96	3,6	520	0,90318	0,9003	2,93	3,57	550				
19	9	Чоловічий	Європеєць	3,03	3,77	445	2,91991	3,4483	3,22	3,85	460				
20	5	Чоловічий	Африканець	0,67	0,79	155	1,12437	2,5641	0,87	1	225				
21	5	Чоловічий	Інші	3,86	4,95	455	1,49001	2,1648	4,06	5,07	540				
22	5	Чоловічий	Європеєць	1,93	2,57	310	1,91694	4,2319	2,21	2,63	350				
23	5	Чоловічий	Інші	1,11	1,43	135	0,83034	2,6138	1,3	1,49	140				

Рис. 1. База даних хворих на астму

Виклад основного матеріалу. Перед початком роботи з базою даних, було закодовано якісні змінні, а саме стать (1 — чоловіча, 2 — жіноча) і расова приналежність пацієнтів (1 — європеєць, 2 — африканець, 3 — латиноамериканець, 4 — інші).

В якості критеріїв, які необхідно оптимізувати, виступають об'єм форсованого видиху за 1 секунду (оптимальні значення варіюються від 0.67 до 6.34), життєвий об'єм легенів (0.79–6.95) та значення максимального потоку на видиху (120–880), після лікування.

В ролі змінних управління, тобто ліків, які алгоритм буде підбирати для вирішення задачі оптимізації, виступають лікарські засоби будесонід та недокроміл (оптимальні значення кожного препарату варіюються від 0.4 до 2.6).

Перед модифікацією алгоритму було побудовано математичні моделі регресії за допомогою програмного інструменту на основі МГУА *GMDH Shell DS*. В якості алгоритму був обраний покроковий змішаний МГУА. Перед моделюванням вибірку було розбито на три вибірки: навчальну (70%), екзаменаційну (20%) та тестову (10%). Був отриманий наступний результат:

$$K_1 = -4.782 + 1.164X_4 + \frac{2.43U_1}{X_4} + \frac{2.153U_2}{X_5} + \frac{227.434}{X_5X_6} - \frac{187.535}{X_4X_6} - \frac{0.0001X_6}{X_2} - \frac{0.001X_6}{U_2} + \frac{0.186}{U_1} - 0.006U_2X_4 - \frac{0.256X_4}{U_2} \quad (1)$$

$$K_2 = -0.271 + 1.074X_5 + \frac{0.277}{U_2} - \frac{0.0003X_6}{X_1} - 0.006X_4X_5 + \frac{0.01}{U_1U_2} \quad (2)$$

$$K_3 = -15.79 + 1.072X_6 + \frac{73.69U_1}{U_2} + 0.036X_4X_6 - \frac{0.271X_6}{X_3} - 0.049X_3X_6 - \frac{21.235U_2}{X_1} \quad (3)$$

Таблиця 2

Точність регресійних моделей

Модель	Коефіцієнт детермінації (R ²)		
	Навчання	Екзамен	Тест
K ₁	0,916	0,914	0,902
K ₂	0,921	0,915	0,899
K ₃	0,895	0,878	0,855

Отримані моделі мають доволі високу точність за рахунок використання нелінійних функцій.

За допомогою метода аналізу ієрархій [5] була розрахована функція згортки, використовуючи наступну ієрархію:

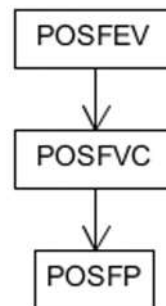


Рис. 2. Ієрархія критеріїв

Результати представлені нижче:

Таблиця 2

Попарне порівняння критеріїв

	K ₁	K ₂	K ₃
K ₁	1	3	5
K ₂	0,33	1	1,66
K ₃	0,2	0,6	1

Таблиця 3

Власні вектори критеріїв

Середні геометричні	Вектор пріоритетів
2,466	0,653
0,818	0,217
0,493	0,131

$$\Phi_{згортки} = 0,653K_1 + 0,217K_2 + 0,131K_3 \quad (4)$$

«Плюси» біля вагових коефіцієнтів, оскільки кожен критерій необхідно максимізувати.

Оскільки необхідно вирішити умовну задачу оптимізації [2], необхідно задати мінімальне та максимальне значення для функції згортки. Підставивши граничні можливі значення критеріїв, отримано:

$$\Phi_{згортки}^{min} = 0,653 * 0.67 + 0,217 * 0.79 + 0,131 * 120 = 16.277$$

$$\Phi_{згортки}^{max} = 0,653 * 6.34 + 0,217 * 6.95 + 0,131 * 880 = 120.544$$

Тобто, оптимальні значення функції згортки лежать в проміжку від 16,277 до 120,544. Тому, при використанні генетичних алгоритмів [4–5], необхідно зупиняти роботу, коли комбінація ліків дає саме такі результати.

Висновки. Проаналізувавши поставлену проблему, було вирішено задачу умовної багатокритеріальної задачі оптимізації для знаходження стратегії лікування астми. Були побудовані доволі точні математичні моделі регресії для кожного критерію, використовуючи метод групового урахування аргументів, а також знайдена функція згортки за методом аналізу ієрархій та її оптимальні граничні значення. Таким чином було модифіковано комплексний алгоритм, що дозволить працювати не лише з бінарними значеннями критеріїв, а й з неперервними.

Література

1. Бабенко В. О. Система аналізу ризиків після хірургічного лікування у ранньому післяопераційному періоді / В. О. Бабенко // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. № 8. С. 12. (стаття).
2. Кононюк А. Е. Основы теории оптимизации / А. Е. Кононюк. Киев: Освіта України, 2011.
3. Goldberg D. E. Genetic algorithms in search, optimization & machine learning / D. E. Goldberg. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1989.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский. Москва: Горячая линия — Телеком, 2013. 385 с.
5. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах / О. И. Ларичев. Москва: Логос, 2002. 393 с.

References

1. Babenko V. O Sistema analiza rizikov pislia hirurgichnogo likuvannia u ranniomu pisliaoperaciynomu periodi / V. O. Babenko // Mizhnarodniy naukoviy jurnal «Internauka». 2019. № 8. P. 12. (stattia).
2. Kononuk A. E. Osnovi teorii optimizaciyi / A. E. Kononuk. — Kiev: Osvita Ukraini, 2011.
3. Goldberg D. E. Genetic algorithms in search, optimization & machine learning / D. E. Goldberg. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1989.
4. Rutkovskaya D. Neyronnie seti, geneticheskie algoritmi i nechetkie sistemi / D. Rutkovskaya, M. Pilinskiy, L. Rutkovskiy. Москва: Горячая линия — Телеком, 2013. 385 p.
5. Larichev O. I. Teoriya i metodi priniatiya resheniy, a takje hronika sobitiy v volshebnihi stranah / O. I. Larichev. — Москва: Логос, 2002. 393 p.

УДК 621.007.52

Даниленко Олександр Васильович
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Конструювання верстатів і машин»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Даниленко Александр Васильевич
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Конструирование станков и машин»
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Danylenko Oleksandr
PhD, Associate Professor
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Верба Ірина Іванівна
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Конструювання верстатів і машин»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Верба Ирина Ивановна
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Конструирование станков и машин»
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Verba Iryna
PhD, Associate Professor
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ДЕЯКІ ПЕРЕДУМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

SOME PRE-CONDITIONS OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Анотація. Розглянуто необхідність застосування систем зчутливлення та охарактеризовано деякі їх параметри, доцільні для роботів з системами штучного інтелекту.

Ключові слова: роботи, штучний інтелект, аналіз сцен.

Аннотация. Рассмотрена необходимость применения систем осязания и охарактеризованы некоторые их параметры, целесообразные для роботов с системами искусственного интеллекта.

Ключевые слова: роботы, искусственный интеллект, анализ сцен.

Summary. The necessity of application of sensing systems is considered and some of their parameters are described, which are useful for robots with systems of artificial intelligence.

Key words: robots, artificial intelligence, analysis of the stages.

Використання систем штучного інтелекту поширюється зростаючими темпами. Його функціонування потребує здійснення ряду передумов. Першим за значенням є напрямок зчутливлення [очувствления (рос.)], тобто збирання інформації, яка дозволить здійснити аналіз ситуації і прийняття рішення.

Засоби зчутливлення роботів можуть бути класифіковані наступним чином [1, с. 72–75]:

- *тактильні системи* — такі системи, що надають маніпулятору властивість (здатність) реагувати на дотик до будь-якого предмета;
- *силові або силомоментні пристрої* — такі, що дозволяють аналізувати (оцінювати) зусилля при роботі в контакт з предметами (вимірюються сили і моменти) в обраній системі координат;
- *локаційні системи* — системи, які з допомогою будь-яких випромінювачів визначають наявність різних предметів (переважно у напрямку руху робота), їхнього розташування і відстаней до них (а також швидкості зміни цих відстаней);
- *системи технічного зору*, які дозволяють здійснювати розпізнавання предметів і обстановки (розташування і характер руху предметів), прийняття рішень системою управління робота для забезпечення вибору раціональних дій в оточуючій обстановці;
- інші сенсорні системи зчутливлення робота та РТК для визначення властивостей середовища, контролю процесів, якості, дії, що виконується та ін.

Інший варіант класифікації має в основі принципи дії конкретних первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) [2, с. 110–132]:

- індуктивні датчики;
- датчики Холла;
- ємнісні датчики;
- ультразвукові датчики;
- оптичні датчики вимірювання в ближній зоні;
- тактильні датчики;
- дискретні порогові датчики;
- аналогові датчики;
- внутрішні датчики інформації про стан робочих органів робота.

До цього переліку слід додати засоби виявлення об'єктів в дальній зоні — це локаційні системи різних типів, а також системи технічного зору (відеоспостереження із системою аналізу одержаних зображень).

Найбільш інформативною, як правило, є відеоінформація (або стаціонарні зображення — окремі кадри), тому «аналізу сцен» приділяється значна увага [3, с. 282–313]. При цьому постає чергове питання: який варіант відображення графічної інформації використовувати — воксельна чи піксельна графіка [4, с. 38–40, 142–143].

Воксельна модель — це тривимірний растр. Воксель — це елемент об'єму. По аналогії з 2D растрами, які складаються з пікселів, воксели запов-

нюють об'єм у тривимірному растрі. Як відомо, будь-який піксель повинен мати свій колір. Будь-який воксель також має свій колір і, додатково, — прозорість. Повна прозорість вокселя означає пустоту відповідної частини об'єму.

Відповідно до цього:

- піксель — найменший елемент двовимірного простору, розділеного дискретно на множину рівних частин однакового розміру, що характеризується розташуванням (координатами) і кольором;
- воксель — найменший елемент тривимірного простору, розділеного дискретно на множину рівних частин однакового розміру для яких крім розташування і кольору додається ще одна характеристика — прозорість.

Виходячи з властивостей цих графічних елементів, можна визначити область їх застосування. Піксельні зображення (наприклад, фотографія) одержуються, можна сказати, традиційними методами і одержання таких зображень здійсненне простими засобами.

Одержання воксельних зображень потребує застосування складних спеціальних засобів, таких як томографи, що здійснюють зйомку пошарову об'єкта і дозволяють аналізувати одержану модель також пошарово. Томограф відноситься до пристроїв, що діють в ближній зоні, зокрема, саме таким чином він використовується в медицині. Тому використання воксельної графіки є неприйнятним для мобільних роботів, що управляються системами з штучним інтелектом, бо неможливо одержати об'ємне (пошарове) зображення об'єктів, що знаходяться на значній відстані від системи збору інформації та викликає сумнів доцільність таких дій.

Отже для мобільних роботів потрібно використовувати піксельну графіку.

Відповідно до цього постає ряд задач:

- одержання зображення при скануванні «сцени»;
- виявлення окремих об'єктів;
- визначення положення об'єктів за відстанню та розташуванням;
- ідентифікація об'єктів (порівняння з наявними в базі);
- аналіз виявлених об'єктів за допомогою системи прийняття рішень;
- розробка системою управління послідовності команд для виконання прийнятого рішення.

Сканування «сцени» здійснюється локаційними засобами (радіо- або акустичної локації) чи засобами «технічного зору». Більш ймовірне застосування останнього варіанту.

Одержане зображення необхідно проаналізувати, виділяючи окремі об'єкти, які можуть бути розташовані на різних відстанях від засобів реєстрації. Кожний з виокремлених об'єктів надалі оцінюється як двовимірне зображення.

Успішне порівняння об'єктів сцени потребує приведення їх до одного масштабу відповідно від-

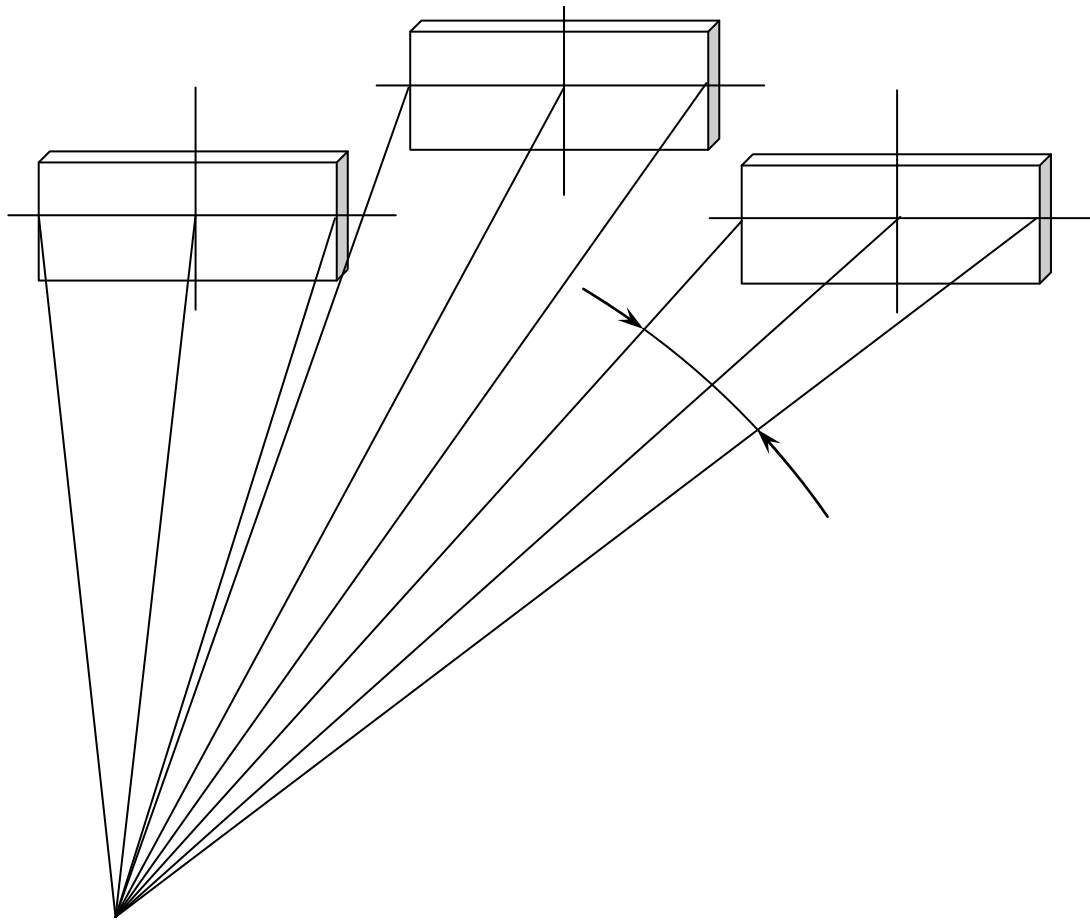


Рис. 1. Схема масштабування об'єктів сцени

стані до цих об'єктів і кутового розміру кожного з них (рис. 1).

Надалі потрібно перетворити одержані зображення в цифрову форму, тобто представити їх у вигляді матриць, за звичай, однакової розмірності. Кожний піксель характеризується яскравістю та кольором, наприклад, за кодуванням RGB. Представлені у такій формі виявлені об'єкти можуть порівнюватись із занесеними в базу з метою їх ідентифікації. У випадку відсутності об'єкта у базі він вноситься оператором як новий елемент з додаванням відповідних

коментарів-ідентифікаторів згідно з одержаною візуальною інформацією, що дозволить у подальшому застосовувати отримані ідентифікатори для розпізнавання об'єкту.

Створення бази зображень стає, так би мовити, процесом «навчання» робота і для роботів різного призначення необхідними будуть специфічні бази. Створення універсальної бази теоретично можливе, але потребуватиме дуже великого обсягу інформації та пристрою її зберігання.

Література

1. Попов Е. П. Робототехника и гибкие производственные системы. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 192 с. (Пробл. науки и техн. прогресса).
2. Сырякин В. И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учеб. пособие. (Серия: Интеллектуальные технические системы). — Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. — 524 с.
3. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен / Р. Дуда, П. Харт — М.: Книга по Требованию, 2013. — 508 с.
4. Конспект лекций по дисциплине «Компьютерная графика» для студентов специальности 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Московский государственный строительный университет. Москва 2010 г. URL: <https://studfiles.net/preview/2180165/#2>.

Дворник Вікторія Анатоліївна

бакалавр

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Дворник Виктория Анатольевна

бакалавр

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Dvornyk Viktoriia

Bachelor of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute»

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ СТУДЕНТА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

FORMATION OF THE STUDENT'S INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY AS A FACTOR OF IMPROVING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION

Анотація. В роботі розглянуто застосування методу латентно-семантичного аналізу текстів природної мови для формування індивідуальної освітньої траєкторії. Описана постановка задачі визначення ключових слів з тематик областей знань, що зіставлені із професіями, на здобування яких мотивовані студенти. На основі латентного розподілу Діріхле розроблений алгоритм, який покладений в основу модулів формування областей знань і вибору дисциплін, які складають індивідуальний навчальний план студента.

Ключові слова: індивідуальна освітня траєкторія, тематика областей знань, навчальний план, мотивація студента.

Аннотация. В работе рассмотрено применение метода латентно-семантического анализа текстов естественного языка для формирования индивидуальной образовательной траектории. Описана постановка задачи определения ключевых слов по тематикам областей знаний, которые сопоставлены с профессиями, на получение которых мотивированы студенты. На основе латентного распределения Дирихле разработан алгоритм, который положен в основу модулей формирования областей знаний и выбора дисциплин, которые составляют индивидуальный учебный план студента.

Ключевые слова: индивидуальная образовательная траектория, тематика областей знаний, учебный план, мотивация студента.

Summary. The paper considers the use of the method of latent semantic analysis of natural language texts for the formation of an individual educational trajectory. The problem of defining keywords in knowledge areas that are corresponded with the professions for which students are motivated is described. Latent Dirichlet Allocation is used to develop algorithms for determining keywords as subject headings. The algorithm is implemented in software modules for the formation of knowledge areas and the choice of disciplines that make up the student's individual curriculum.

Key words: individual educational trajectory, subjects of knowledge areas, curriculum, student's motivation.

Вступ. Освіта є основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, її успішної соціалізації. Індивідуальна освітня траєкторія — це персональний шлях реалізації особистісного потенціалу здобувача освіти, що формується з урахуванням його здібностей, інтересів, потреб, мотивації, можливостей і досвіду, ґрунтується на виборі здобувачем освіти видів, форм і темпу здобуття освіти, суб'єктів освітньої діяльності та запропонованих ними освітніх програм, навчальних дисциплін і рівня їх складності, методів і засобів навчання. Індивідуальна освітня траєкторія в закладі освіти може бути реалізована через індивідуальний навчальний план [1].

Мета статті. Метою статті є визначення індивідуальних освітніх траєкторій навчання студентів. Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі задачі: автоматизувати процес виявлення особистісних якостей студентів на основі психологічних тестів; визначити профпридатність студента; здійснити контент-аналіз мотиваційних листів студентів; виявити професійні компетентності студента; визначити області знань, на які скеровані мотивації студента; розробити автоматизовані процедури компоновки індивідуального навчального плану.

Постановка задачі. Ставлення студента до свого навчання у ЗВО залежить насамперед від чинників вибору професії і ставлення самого студента до процесу навчання. На професійне самовизначення студента впливають багато факторів, зокрема особисті професійні плани, рівень бажання суспільного визнання, здібності, схильності тощо. Ставлення студента до свого навчання у ЗВО визначається його навчальною мотивацією. Отже, для побудови індивідуальної освітньої траєкторії слід перевірити вмотивованість студента, його професійне самовизначення, визначити області знань, які відносяться до вибраної студентом професії, та перелік дисциплін, що формуються областю знань.

Технологія розв'язання задачі. В інформаційній системі, що розробляється, аналіз професійної мотивації студента здійснюється за допомогою методу латентно-семантичного аналізу (LSA) його мотиваційних листів і результатів тестів на сформованість професійних компетентностей. Метод LSA дозволяє автоматично проаналізувати вміст текстової інформації, що міститься в документах, і виявляти приховані семантичні (сміслові) зв'язки між ними [2]. Результатом застосування LSA до мотиваційних листів студентів є відповідь на питання, чи відповідає вхідний текст тематиці певній предметній галузі, яка визначає сферу професійної діяльності майбутнього фахівця.

Наступний етап побудови індивідуальної освітньої траєкторії полягає у визначенні області знань, з якою пов'язані професії, виявлені в мотиваційних листах студентів. За допомогою методу LSA визначається відповідність компетентностей, в термінах

яких формулюються результати навчання, і вимог до професій, які хоче здобути студент.

Визначивши області знань, можемо виявити ключові слова, які є тематичними рубриками з областей знань. Використовуючи ключові слова, які визначають тематики та зміст областей знань, менеджер спеціальності в ЗВО може порадити студенту перелік навчальних дисциплін.

Задача визначення ключових слів із тематик областей знань. Нехай D — множина текстових документів, які являють собою тематики області знань, W — множина термінів, що вживаються в них. Кожен документ $d \in D$ представлений послідовністю термінів $\{w_i\}_{i=1}^{n_d}$ із W , де n_d є кількістю слів у документі d . Один і той самий термін може зустрічатися в документі кілька разів. Нехай Z — це скінченна множина тематик. Нехай поява терміна w в кожному документі d пов'язана з деякою невідомою тематикою $z \in Z$. Користуючись цим, уявімо безліч документів у вигляді безлічі трійок вигляду (d, w, z) , обраних випадково і незалежно з дискретного розподілу $p(d, w, z)$, яке задано на множині $D \times W \times Z$. Незалежність елементів вибірки має на увазі те, що порядок термінів в документі не важливий для виявлення тематик.

Завдання імовірнісного тематичного моделювання полягає в побудові ймовірнісної тематичної моделі для колекції документів D , тобто у визначенні множини тематик Z , для яких задана ймовірність $p(w|z)$ появи терму в певній темі для всіх тематик $z \in Z$ і ймовірність $p(z|d)$ появи теми в документах для всіх документів $d \in D$ [3].

Алгоритм латентного розміщення Діріхле. Латентний розподіл Діріхле (LDA) — найпоширеніша сучасна тематична модель. Завдання тематичного моделювання — це знаходження невідомих, прихованих матриць ймовірностей розподілу слів за темами і тем за документами. Розглянемо схему алгоритму латентного розміщення Діріхле [4].

Крок 0. Наближено оцінити (або задати) середню кількість тем K в документі і середню кількість ключових слів V в темі. Перейти на крок 1.

Крок 1. Змоделювати розподіл тем за документами і словами за розміщенням Діріхле з параметрами: K -вимірний вектор α (чим менше α , тим менше виражених тем в документі), V -вимірний вектор β (чим менше β , тим менше слів, що характеризують тему). Зазвичай усі координати векторів α і β визначають однаковими. Перейти на крок 2.

Крок 2. Для кожного документа згенерувати ймовірність тем із розподілу Діріхле з параметром α . Перейти на крок 3.

Крок 3. Для кожної теми згенерувати ймовірність слів із розподілу Діріхле з параметром β . Перейти на крок 4.

Крок 4. Для кожної позиції в документі вибрати випадково тему згідно із генерованими

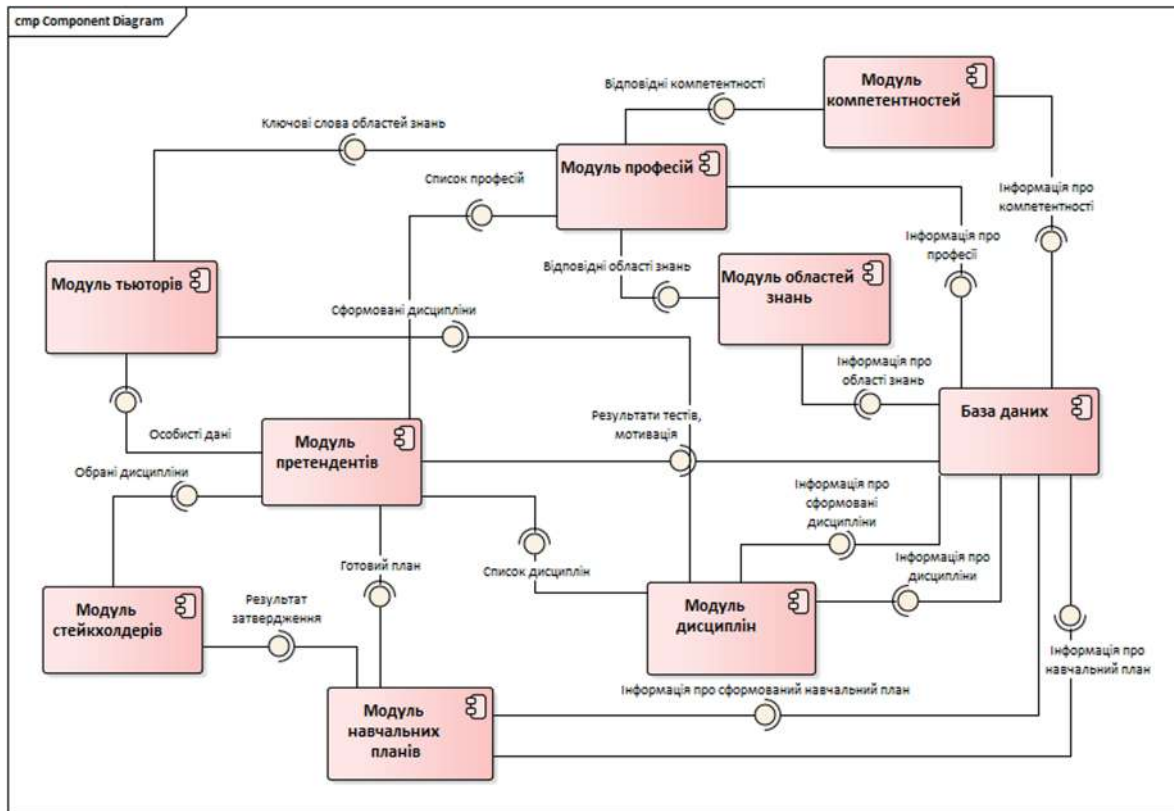


Рис. 1. Діаграма компонентів програмного забезпечення для побудови індивідуальних освітніх траєкторій студента

ймовірностями, вибрати випадково слово згідно з ймовірностями слів в темі.

Реалізація алгоритму. Розглянутий алгоритм реалізований у веб-застосуванні в модулі формування областей знань, на які мотивовані студенти відповідно до їх мотиваційних листів, та модулі вибору дисциплін. Діаграма компонентів розробленого програмного забезпечення подана на рисунку 1. Веб-застосування дає можливість студенту пройти психологічний тест, тести на лідерство і на сформованість професійних компетентностей, вибрати рекомендовану програмною системою ІТ-професію, перевірити мотивації

студента до опанування знань та вмінь за вибраною професією, сформувати індивідуальну траєкторію навчання, яка складається із вибраних дисциплін індивідуального навчального плану.

Висновки. В роботі розглянуто застосування методу латентно-семантичного аналізу текстів природної мови для формування індивідуальної освітньої траєкторії. На основі латентного розподілу Діріхле розроблений алгоритм, який покладений в основу програмних модулів формування областей знань і вибору дисциплін, які складають індивідуальний навчальний план студента.

Література

1. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/t172145.html
2. Хомоненко А. Д. Применение метода латентно-семантического анализа для автоматической рубрикации документов / Хомоненко А. Д., Краснов С. А. // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. № 2. С. 124–132.
3. Воронцов К. В. Аддитивная регуляризация тематических моделей коллекций тестовых документов // Доклады РАН. 2014. Т. 455. № 3. С. 268–271.
4. David Blei, Andrew Y. Ng, Michael I. Jordan. Latent Dirichlet Allocation // Journal of Machine Learning Research. 2003. No 3. P. 993–1022.

Дыкан Ирина Николаевна

*доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент НАМН Украины,
врач*

*Институт ядерной медицины и лучевой диагностики
НАМН Украины*

Dykan Irina

*MD, DM, Professor, Corresponding Member of the
Academy of NAMS of Ukraine*

*Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of
NAMS of Ukraine*

Круглый Владислав Владимирович

студент

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

Kruhlyi Vladyslav

Student of the

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

Настенко Евгений Арнольдович

*кандидат технических наук, доктор биологических наук,
заведующий кафедрой биомедицинской кибернетики
Национальный технический университет Украины*

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Nastenko Ievgen

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Biological Sciences

Head of the Department of Biomedical Cybernetics

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

Павлов Владимир Анатолиевич

*кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры биомедицинской кибернетики*

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Pavlov Vladimir

Candidate of Technical Sciences, Docent,

Associate Professor of the Department of Biomedical Cybernetics

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

Солодущенко Владимир Вячеславович

врач

*Институт ядерной медицины и лучевой диагностики
НАМН Украины*

Solodiuschenko Vladimir

MD

*Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology of
NAMS of Ukraine*

РАЗНОСТНЫЕ ГИСТОГРАММЫ МАТРИЦ СМЕЖНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ УЗ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ

DIFFERENTIAL HISTOGRAMS OF THE GREY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRICES IN THE TASK OF LIVER DIAGNOSIS

Аннотация. В работе предложено формировать разностные гистограммы, построенные на основании матриц смежности оттенков серого цвета изображений УЗ для сопоставления различий в структуре текстуры изображения области интереса. Результаты анализа полученных гистограмм могут быть использованы в качестве признаков для установления стадии фиброза или дифференциальной диагностики диффузных заболеваний печени.

Ключевые слова: гистограммы, матрица смежности, оттенки серого, фиброз печени.

Summary. In this paper, it was proposed to form the differential histograms constructed on the basis of grey level co-occurrence matrices of ultrasound images for comparing differences in the texture structure of the region of interest image. The analysis results of the obtained histograms can be used as the features to establish the stage of fibrosis or the differential diagnosis of diffuse liver diseases.

Key words: histograms, co-occurrence matrix, grey level, liver fibrosis.

Постановка проблемы. Одной из важных задач профилактики и лечения заболеваний является ранняя диагностика диффузных заболеваний печени. Успешное ее решение возможно при наличии надежных, недорогих и простых в обращении автоматизированных систем неинвазивной диагностики, позволяющей реализовать быстрое, массовое обследование населения на предприятиях, в учебных заведениях, по месту жительства. Потенциально такими возможностями могут обладать автоматизированные системы анализа УЗ изображений печени, если будет возможно достигать высокого качества классификации в задачах диагностики норма-патология, дифференциальной диагностики заболеваний, определения стадии фиброза печени. Поэтому разработка новых способов формирования полезной информации для аналитических систем изображений УЗ может стать решающим фактором для решения поставленной задачи.

Анализ последних исследований и публикаций. Одним из перспективных направлений в формировании отличительных признаков текстуры изображений различного характера является построение матриц смежности оттенков серого цвета для области интереса на изображении объекта анализа. Впервые данные конструкции были предложены в работах [1–2] и затем неоднократно развивались [3] и успешно применялись в различных задачах анализа изображений. Однако в задачах анализа УЗ изображений для оценки стадий фиброза печени точность диагностики (с учетом привлечения ряда других признаков и данных эластографии) точность классификации не превысила 72% [4].

Цель исследования. Целью работы является предложение принципов формирования новых отличительных

признаков текстуры на основании матриц смежности оттенков серого цвета изображений УЗ для дифференциации видов и стадий поражения печени.

Изложение основного материала. Как предложено в [1] для построения матрицы смежности (МС) для частот встречаемости сочетаний оттенков серого цвета в соседних пикселях на расстоянии d по направлению w в клетки матрицы с координатами (x, y) , отражающими дискретные значения оттенков серого заносятся величины $P(i, j)/N$ частот встречаемости данного (x, y) сочетания оттенков серого в пикселях области интереса (ОИ), находящихся на расстоянии d по направлению w . Здесь N — нормирующий множитель.

Рассмотрим механизм формирования новых отличительных признаков текстуры для задачи дифференциации диффузных заболеваний таких как Гепатит В и Гепатит С в предположении об одинаковой стадии фиброза в каждой из них.

Пусть имеем изображений ОИ количеством n_1 для Гепатита В и n_2 для Гепатит С. Пусть далее под $P_k(i, j)$ понимаем нормированные значения частот $P_k(i, j)/N_{ki}$. Тогда рассчитаем, как указано выше, значения элементов матриц смежности оттенков серого для областей интереса с индексами q и r из дифференцируемой пары заболеваний. Обозначим полученные элементы матриц как $P_{1q}(i, j)$ и $P_{2p}(i, j)$. Построим соответствующие гистограммы ОИ, они приведены на рис. 1 и рис. 2. Мы можем наблюдать ряд отличий в гистограммах, но для формализации и выделения этих отличий целесообразно построить разностную МС и соответствующую гистограмму, где каждый элемент образуется как

$$R_1(i, j) = P_{1q}(i, j) - P_{2p}(i, j)$$

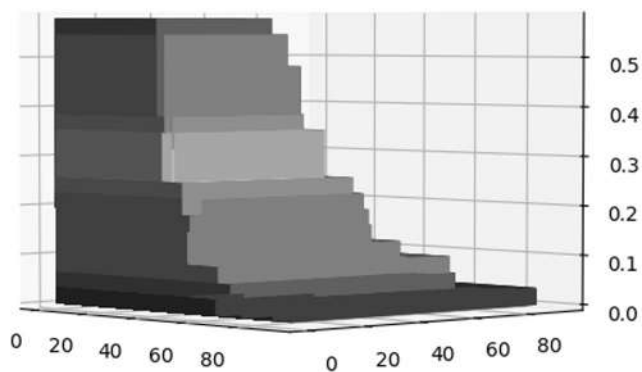


Рис. 1. Гистограмма матрицы смежности при Гепатите В

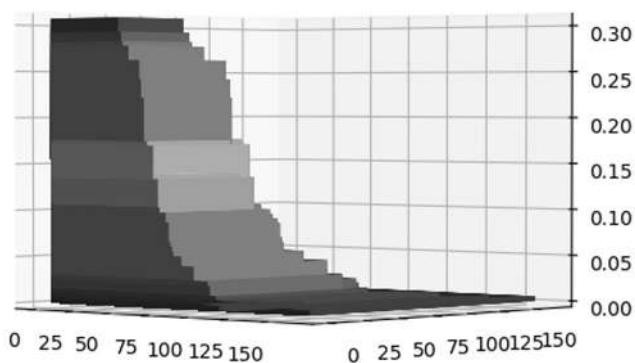


Рис. 2. Гистограмма матрицы смежности при Гепатите С

Гистограмма для разностной матрицы смежности приведена на рис. 3.

Далее. Очевидно, что для обобщения и формализации наблюдаемых отличий в гистограммах требуется распространение предложенной процедуры на все сочетания пар ОИ и получение итоговой интегральной гистограммы

$$R(i, j) = \frac{1}{n_1 + n_2} \sum_{k=1}^{n_1+n_2} R_k(i, j).$$

Анализ полученной интегральной гистограммы разностной МС целью получения отличительных признаков для дифференциации заболеваний осу-

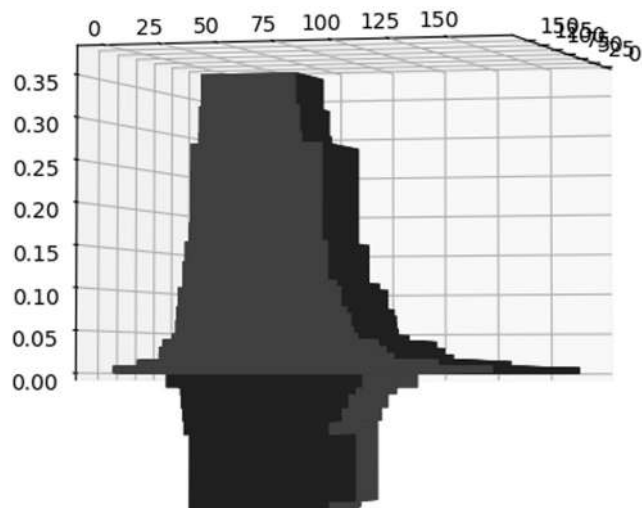


Рис. 3. Гистограмма разностной матрицы смежности

ществляется путем отбора частот $R(i, j)$ с индексами $i_k, j_k, k = 1, \dots, m$ среди частот с наибольшими значениями и дающие наилучшую индивидуальную дифференциацию заболеваний на обучающей выборке в соответствии с критерием точности классификации

$$K(i_k, j_k) = \left(\frac{n_1^+}{n_1} + \frac{n_2^+}{n_2} \right),$$

где n_1^+ и n_2^+ — количества правильно классифицированных ОИ первого и второго заболеваний соответственно.

Аналогичным образом может быть построена процедура выбора наилучших информативных частот разностной интегральной МС для задачи классификации стадий фиброза печени.

Выводы. В работе предложена новая технология построения информативных признаков на основании анализа разностной матрицы смежности оттенков серого цвета УЗ изображений для решения задач дифференциальной диагностики диффузных заболеваний печени и определения стадий фиброза. Полученные результаты будут использованы при построении автоматизированных диагностических систем.

Литература

1. Haralic R. M., Shamnugam K., Dinstein I. / Textural Features for Image Classification. IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics (1973). С. 610–621.
2. Haralic R. M. Statistical and structural approaches to texture / IEEE, 1979, 67(5). С. 786–804.
3. Biswajit Pathak, Debajyoti Barooah. Texture analysis based on the gray-level co-occurrence matrix considering possible orientations // Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering Vol. 2, Issue 9, September 2013.
4. Хвостиков А. В., Крылов А. С., Камалов Ю. Р. Текстуриный анализ ультразвуковых изображений для диагностирования фиброза печени / Компьютерная графика. Программирование, 5 (2015). С. 39–46.

Дяк Андрій Ігорович
студент

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

Дяк Андрей Игоревич
студент

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

Diak Andrii

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

Науковий керівник:

Носовець Олена Костянтинівна

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри біомедичної кібернетики*

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З ІШЕМІЧНОЮ ХВОРОБОЮ СЕРЦЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

USING A COMPLEX ALGORITHM TO TREAT PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

Анотація. Дана стаття розглядає доцільність використання комплексного алгоритму, який включає в собі метод аналізу ієрархій та генетичні алгоритми, для вирішення задачі оптимізації стану пацієнта з ішемічною хворобою серця після аорто-коронарного шунтування. Цей алгоритм носить в собі за мету прискорене знаходження оптимальної стратегії лікування, що є дуже важливим при лікуванні пацієнтів з таким типом хвороби.

Ключові слова: комплексний алгоритм, метод аналізу ієрархій, генетичні алгоритми, задача оптимізації, ішемічна хвороба серця, аорто-коронарне шунтування.

Аннотация. Данная статья рассматривает целесообразность использования комплексного алгоритма, который включает в себя метод анализа иерархий и генетические алгоритмы, для решения задачи оптимизации состояния пациента с ишемической болезнью сердца после аортокоронарного шунтирования. Этот алгоритм несет в себе за цель ускоренное нахождения оптимальной стратегии лечения, что является очень важным при лечении пациентов с таким типом болезни.

Ключевые слова: комплексный алгоритм, метод анализа иерархий, генетические алгоритмы, задача оптимизации, ишемическая болезнь сердца, аортокоронарное шунтирование.

Summary. The article examines the feasibility of using complex algorithm, which includes analytic hierarchy process and genetic algorithms, to solve the problem of optimizing the condition of patient with coronary heart disease after coronary artery bypass surgery. This algorithm carries the goal of accelerated finding the optimal treatment strategy, which is very important while treating patients with this type of disease.

Key words: complex algorithm, analytic hierarchy process, genetic algorithms, optimization problem, coronary heart disease, coronary artery bypass surgery.

Постановка проблеми. Необхідно перевірити можливість використання комплексного алгоритму, який включає в собі метод аналізу ієрархій та генетичні алгоритми, у вирішенні задачі оптимізації стану пацієнта після аорто-коронарного шунтування, оскільки даний алгоритм доволі швидко знаходить необхідне рішення, а також дозволяє вирішити проблему множинності критеріїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для ознайомлення з методом аналізу ієрархій був використаний матеріал Х. С. Алсамарая [1]. Генетичні алгоритми розглядалися М. Мелані [2]. Задачі оптимізації приділяв увагу С. Янг [3]. Метод групового урахування аргументів описаний в роботі Є. А. Підошви і А. Б. Іващенко [4]. Комплексний алгоритм описав в своєму матеріалі В. О. Бабенко [5].

Мета дослідження: використати комплексний алгоритм для вирішення задачі оптимізації стану пацієнта з ішемічною хворобою серця після аорто-коронарного шунтування.

Характеристика клінічного матеріалу. В дослідженні була використана база даних пацієнтів з ішемічною хворобою серця (рис. 1), яким проводили аорто-коронарне шунтування. Всього база налічує 129 пацієнтів з 21 показником, серед яких: 12 показників, які були взяті до проведення шунтування, 5 показників, які відповідають за метод лікування пацієнта (серед них є такі, як кількість шунтів, тривалість прийому препаратів після операції, препарати ефедрин, фенамін та тирамін), та 4 показники післяопераційного стану пацієнта. Дані змінні представлені в табл. 1.

Виклад основного матеріалу. Задача полягає в підборі комбінації змінних лікування u_1, \dots, u_5 , яка після операції оптимальний стан пацієнта, тобто

оптимізує змінні x_{18}, \dots, x_{21} [3, 5]. При цьому, серед вихідних змінних є так звані змінні стані, які мають лежати в наступних проміжках:

$$\begin{aligned} 60 < x_{19} < 120, \\ 0,5 < x_{20} < 1, \\ 21 < x_{21} < 50. \end{aligned}$$

Тривалість життя (x_{18}) необхідно максимізувати. Також, змінні управління (методи лікування) повинні лежати в наступних проміжках:

$$\begin{aligned} 0 \leq x_{14}, \\ 0 \leq x_{15} \leq 300, \\ 0 \leq x_{16} \leq 200, \\ 0 \leq x_{17} \leq 250. \end{aligned}$$

Для задачі були використані наступні математичні моделі, побудовані в SPSS Statistics з допомогою однієї з версій модифікованого алгоритму МГУА з комбінаторною селекцією і ортогоналізацією змінних [4]:

$$x_{18} = 14.586 + 0.122x_3^2 - 0.018x_7^2 + 0.009u_1x_1x_6 + 0.0007u_2x_3x_6 - 0.00126u_3x_{11}x_4 - 0.0003u_4x_3x_9 + (1) + u_5(0.00104x_3x_{11} + 0.0001x_8x_9)$$

$$x_{19} = 66.524 - 2.566x_2 + 14.42 \frac{x_3}{x_{10}} + 9.015 \frac{x_{12}}{x_{10}} - 4.231 \frac{x_{12}}{x_4} - 0.246x_3x_{11} + 1.982u_1 + 12.615u_2 \frac{x_{11}}{x_1} - 0.0056u_3 \frac{x_4}{x_1} - 0.002u_4x_1x_{11} - 0.0007u_5 \frac{x_3}{x_1} (2)$$

$$x_{20} = 0.805 - 0.033x_2 + 0.065 \frac{x_3}{x_{10}} - 0.001x_{10} + 0.006u_1 + 0.0005u_2 \frac{x_{12}}{x_1} - 0.0001u_3 \frac{x_4}{x_{12}} - 0.0004u_4 \frac{x_{11}}{x_4} - 0.0001u_5 \frac{x_3}{x_1} (3)$$

№	Возраст	NYHA	Время наблюдения	КСО госпит	КСР госпит	К-во КА	Жизнеспособный миокард	Лактат	ИСЛС	САД1	SvO2(1)	KyO2(1)	К-во шунтов	Длительность	Эфедрин	Фенамин
2	72	4	30	171	5,9	2	22	4,3	1108,421053	65	0,46	52,08333	2	58	0	0
3	66	3	36	104,28	4,7	3	27	2	864,372093	65	0,48	51,02041	3	51	0	0
4	75	3	31	107,44	4,8	2	26	2,9	960	52	0,45	53,125	1	10	0	0
5	69	3	36	102,7	4,7	2	65	2,4	385,7142857	75	0,52	43,47826	3	50	0	0
6	65	3	36	97,68	4,5	2	68	2,4	672,3076923	74	0,54	43,15789	3	60	0	0
7	70	3	31	133,2	5	2	20	2,5	1150	60	0,5	47,91667	3	90	0	80
8	55	2	31	149,5	5,6	4	45	2,4	686,1016949	70	0,42	54,34783	3	56	0	0
9	64	4	36	118,32	5	3	26	2,3	837,2	68	0,38	61,22449	2	52	0	0
10	71	3	31	94,25	4,7	3	45	2,7	458,6666667	60	0,56	43,43434	3	50	0	0
11	64	2	36	99,16	4,6	4	68	2,1	620,4081633	68	0,6	37,5	2	28	0	0
12	59	3	36	108,9	4,5	3	68	2,6	606	65	0,52	44,68085	3	60	0	0
13	75	4	31	155,8	5,1	4	77	2,3	1158,26087	72	0,6	39,39394	3	51	0	0
14	68	3	36	147,4	5,6	4	45	2,4	506,6666667	64	0,48	49,47368	3	52	0	0
15	73	4	36	151,2	5,5	4	85	1,2	420	78	0,62	37,37374	4	70	0	0
16	71	3	31	102,96	4,3	3	85	1,2	425,2698413	68	0,62	38	3	118	24	48
17	69	4	36	151,7	5,2	4	45	2,8	412,4444444	55	0,54	46	3	53	0	0
18	65	3	31	110,22	4,8	3	58	2,6	745,4117647	54	0,55	43,87755	2	64	0	0
19	65	3	36	99,83	4,8	2	60	2,8	518,4	70	0,58	41,41414	4	55	0	0
20	69	3	36	118,8	5,1	5	60	3,5	640	68	0,5	47,36842	4	61	0	0
21	66	3	31	104	4,8	3	65	3,2	536,4705882	75	0,6	37,5	4	86	0	48
22	71	3	28	130,68	5,7	4	20	1,9	484,6153846	68	0,55	44,44444	3	50	0	0
23	71	4	32	112,2	5,1	4	35	2,6	486,9565217	55	0,42	54,34783	2	63	0	0

Рис. 1. База даних пацієнтів з ішемічною хворобою серця

Таблиця 1

Опис атрибутів

Змінна	Позначення	Опис змінної
Вік	x_1	Вік пацієнта
НУНА	x_2	Функціональний клас хворого на серцеву недостатність
Час спостереження	x_3	Час, який пацієнт провів під лікарським наглядом
КСО госпіт	x_4	Кінцевий систолічний об'єм при госпіталізації пацієнта
КСР госпіт	x_5	Кінцевий систолічний розмір при госпіталізації пацієнта
Кількість КА	x_6	Кількість коарктованих артерій
Життєздатний міокард	x_7	Відсоток життєздатних тканин міокарду
Лактат	x_8	Частка солей молочної кислоти у крові пацієнта при госпіталізації
ІСЛС	x_9	Індекс супротиву легеневих судин
САД1	x_{10}	Систолічний тиск при госпіталізації
SvO2(1)	x_{11}	Сатурація гемоглобіну змішаної венозної крові киснем при госпіталізації
КУО2(1)	x_{12}	Коефіцієнт утилізації кисню при госпіталізації
Кількість шунтів	$x_{13}(u_1)$	Кількість аортокоронарних шунтів, що були імплантовані пацієнтові під час операції
Змінна	Позначення	Опис змінної
Тривалість	$x_{14}(u_2)$	Час прийому препаратів після операції
Ефедрин	$x_{15}(u_3)$	Доза ефедрину
Фенамін	$x_{16}(u_4)$	Доза фенаміну
Тирамін	$x_{17}(u_5)$	Доза тираміну
Тривалість життя	x_{18}	Тривалість життя після операції та подальшого лікування (місяці)
САД4	x_{19}	Систолічний тиск після операції
SvO2(4)	x_{20}	Сатурація гемоглобіну змішаної венозної крові киснем після операції
КУО2(4)	x_{21}	Коефіцієнт утилізації кисню після операції

$$x_{21} = 12.987 - 12.3 \frac{x_3}{x_{10}} + 3.179x_2 + 0.148x_{10} + 5.668 \frac{x_1}{x_{10}} + 0.118x_3x_{11} - 0.782u_1 - 0.035u_2 \frac{x_1}{x_{10}} + 0.01u_3 \frac{x_4}{x_{12}} + 0.034u_4 \frac{x_1}{x_4} - 0.002u_5$$

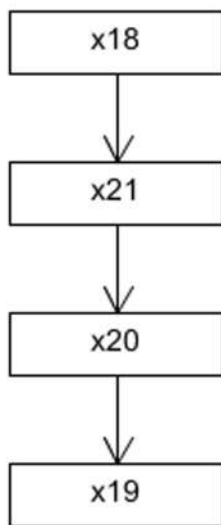


Рис. 2. Ієрархія критеріїв

Необхідно знайти функцію згортки критеріїв стану, використовуючи метод аналізу ієрархій [1]. Ієрархія даних критеріїв буде наступною (рис. 2):

Дана ієрархія необхідна, для попарного порівняння критеріїв (порівняння буде чисто суб'єктивним), та знаходження вагових коефіцієнтів кожного критерію, які будуть використані в функції згортки.

В результаті отримано:

Таблиця 2

Попарне порівняння критеріїв

	x_{18}	x_{21}	x_{20}	x_{19}
x_{18}	1	3	5	7
x_{21}	0,33	1	1,67	2,33
x_{20}	0,2	0,6	1	1,4
x_{19}	0,143	0,429	0,714	1

Таблиця 3

Власні вектори критеріїв

Змінна	Середні геометричні	Вектор пріоритетів
x_{18}	3,201	0,597
x_{21}	1,067	0,199
x_{20}	0,64	0,119
x_{19}	0,457	0,085

$$\Phi_{згортки} = 0.597x_{18} + 0.085x_{19} + 0.119x_{20} + 0.199x_{21} \quad (5)$$

Оскільки деякі змінні лежать в проміжках, оптимальні значення функції згортки також лежать в проміжках. Необхідно також задати граничні значення для тривалості життя (x_{18}). Нехай мінімальне значення буде 1 місяць, а максимальне — 30 років (360 місяців). Маємо:

$$\Phi_{згортки}^{min} = 0.597 * 1 + 0.085 * 60 + 0.119 * 0.5 + 0.199 * 21 = 9.946$$

$$\Phi_{згортки}^{max} = 0.597 * 360 + 0.085 * 120 + 0.119 + 0.199 * 50 = 235.063$$

Отримавши все необхідне, а саме, математичні моделі, функцію згортки, та її граничні значення, можна приступати до використання комплексного алгоритму [5].

Для прикладу були взяті дані наступного пацієнта (табл. 4):

Використовуючи поєднання методу аналізу ієрархій та генетичних алгоритмів [2], було знайдено наступне рішення (табл. 5):

Таблиця 4

Дані пацієнта

Змінна	Значення
Вік	62
НУНА	4
Час спостереження	36
КСО госпіт	183,3
КСР госпіт	6,1
Кількість КА	3
Життєздатний міокард	86
Лактат	2,4
ІСЛС	750,6173
САД1	72
SvO2(1)	0,64
KVO2(1)	36

Таблиця 5

Результат та порівняння реальних та розрахункових рішень

Змінна	Розрахункове значення	Реальне значення	Розрахункове значення, знайдене через лінійне програмування
Тривалість життя	101	17	72
Тривалість прийому ліків	224	63	200
Кількість шунків	5	3	5
Доза препарату тирамін	220	48	240
Доза препарату фенамін	0	0	0
Доза препарату ефедрин	23	0	2,36
САД4	100	90	96
SvO2(4)	0,7	0,73	1
KVO2(4)	27,88	27,51	27,51

Висновки. Отже, використавши комплексний алгоритм, який поєднує метод аналізу ієрархій та генетичні алгоритми, було доведено доцільність застосування даного алгоритму, а також показано, що даний алгоритм є навіть кращим за деякі існуючі (наприклад лінійне програмування), оскільки

результат було знайдено доволі швидко, та є кращим ніж результат, знайдений через лінійне програмування, а саме, критерій тривалості життя, знайдений через комплексний алгоритм, на 29 місяців більше (майже 2,5 роки).

Література

1. Alsamaray H. S. AHP as multi-criteria decision making technique, empirical study in cooperative learning at gulf university / H. S. Alsamaray // European Scientific Journal, ESJ. 2017. Vol. 13, No. 13. P. 272–289.
2. Melanie M. An introduction to genetic algorithms / M. Melanie. 1999. 162 p.
3. Yang X.-S. Introduction to mathematical optimization / X.-S. Yang. Cambridge International Science Publishing, 2008. 150 p.
4. Пидошва Е. А. Основные принципы метода группового учета аргументов и его перспективы / Е. А. Пидошва, А. Б. Иващенко // Р. 4.
5. Бабенко В. О. Система аналізу ризиків після хірургічного лікування у ранньому післяопераційному періоді / В. О. Бабенко // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Київ, Україна. 2019. № 8. 12 с. (стаття).

References

1. Alsamaray H.S. AHP as multi-criteria decision making technique, empirical study in cooperative learning at gulf university / H.S. Alsamaray // European Scientific Journal, ESJ. 2017. Vol. 13, No. 13. P. 272–289.
2. Melanie M. An introduction to genetic algorithms / M. Melanie. 1999. 162 p.
3. Yang X.-S. Introduction to mathematical optimization / X.-S. Yang. — Cambridge International Science Publishing, 2008. 150 p.
4. Pidoshva E.A. Osnovnie principii metoda grupovogo ucheta argumentov i ego perspektivi / E.A. Pidoshva, A.B. Ivaschenko // P. 4.
5. Babenko V.O Sistema analiza rizikov pislia hirurgichnogo likuvannia u ranniomu pisliaoperaciynomu periodi / V.O. Babenko // Mizhnarodniy naukoviy jurnal «Internauka» Kyiv. Ukraina. 2019. № 8. 12 p. (stattia).

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*

Капустян Валерій Анатолійович

*студент
Національного університету харчових технологій*

Капустян Валерий Анатольевич

*студент
Национального университета пищевых технологий*

Kapustyan Valerii

*Student of the
National University of Food Technologies*

Бабанова Дар'я Олексіївна

*студент
Національного університету харчових технологій*

Бабанова Дарья Алексеевна

*студент
Национального университета пищевых технологий*

Babanova Darya

*Student of the
National University of Food Technologies*

Барилов Мирослав Ігорович

*студент
Національного університету харчових технологій*

Барилов Мирослав Игоревич

*студент
Национального университета пищевых технологий*

Barylov Miroslav

*Student of the
National University of Food Technologies*

Соломінській Олексій Андрійович

*студент
Національного університету харчових технологій*

Соломинский Алексей Андреевич

*студент
Национального университета пищевых технологий*

Solominskyi Oleksii

*Student of the
National University of Food Technologies*

Пахальчук Олександр Юрійович

студент

Національного університету харчових технологій

Пахальчук Александр Юрьевич

студент

Национального университета пищевых технологий

Pahalchuk Alexandr

Student of the

National University of Food Technologies

DOI: 10.25313/2520-2057-2019-11-5077

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧУВАННЯ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТАНИЯ В ЗАВЕДЕНИЯХ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

THE STUDY OF THE QUALITY OF FOOD IN RESTAURANTS

Анотація. Проведено дослідження якості раціонів харчування в закладах ресторанного господарства.

Ключові слова: кваліметрія, якість, харчування.

Аннотация. Проведено исследование качества рационов питания в заведениях ресторанного хозяйства.

Ключевые слова: квалиметрия, качество, питание.

Summary. The research of the quality of dietary rations in the restaurants was conducted.

Key words: qualimetry, quality, diet

Вступ. Якість раціону харчування — це різноманітний, збалансований і здоровий раціон, що забезпечує енергію і всі незамінні поживні речовини для росту і здорового та активного життя. Різноманітність їжі необхідно для задоволення потреб людини в поживних речовинах.

Якість харчування людини визначається двома головними показниками: енергетичної насиченістю і комплексністю необхідних інгредієнтів (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин).

Енергетична насиченість (або калорійність) їжі визначається енергією, акумульованої в харчових продуктах: білках, жирах, вуглеводах. Цю енергію, що звільняється при окисленні їжі в організмі людини і використовується під час виробленої організмом роботи, прийнято вимірювати в калоріях (кал) або кілокалорії (ккал).

Другий показник якості харчування — асортимент споживаних поживних речовин. У свій час вважалося, що різні види їжі взаємозамінні і лише в сумі повинні давати необхідну кількість калорій.

Ця механістична теорія отримала назву ізодінамії (від грец. *ise* — рівний, *dinamic* — сила). Однак тільки вуглеводи і жири можуть бути частково взаємозамінні, білки, особливо тваринного походження, не можна замінити нічим. Те ж саме можна сказати про деяких вітамінах, хоча їх енергетична роль і незначна.

Якість продукції — це сукупність властивостей продуктів, які обумовлюють їх придатність задовольняти певні потреби відповідно до призначення.

Показники якості — це якісна або кількісна характеристика властивостей продукції, то розглядається відповідно до певних умов її створення і споживання або експлуатації.

Метою роботи є дослідження якості раціонів харчування у закладах ресторанного господарства з позиції норм фізіологічної потреби людини.

Методики і методи дослідження. При оцінці рівня якості використовували комплексний метод [1–2], який заснований на використанні узагальненого

показника якості продукції, який є функцією від одиничних (групових, комплексних) показників якості продукції [3–6].

Методика визначення комплексної оцінки якості раціону харчування [7–18]:

– значення показників для заданих раціонів харчування визначаються за формулою:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum M_{ij}}, \quad (1)$$

де M_{ij} — вміст i -ої харчової речовини у j -ій групі речовин за раціоном харчування.

– за рекомендованими нормами визначаються базові значення:

$$P_{ij}^{баз} = \frac{M_{ij}^{баз}}{\sum M_{ij}^{баз}}, \quad (2)$$

де $M_{ij}^{баз}$ — значення i -ої харчової речовини у j -ій групі речовин за нормами фізіологічної потреби.

– оцінка одиничних показників білків, жирів та вуглеводів розраховується за формулою:

$$K_{ij} = \left(\frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}} \right)^z, \quad (3)$$

де P_{ij} — показник вмісту харчової речовини у добовому раціоні (прийому їжі);

$P_{ij}^{баз}$ — базове (збалансоване) значення показника вмісту харчової речовини у добовому раціоні (за нормами фізіологічних потреб);

z — показник, який враховує вплив змінювання значення показника на рівень якості об'єкту, який має значення плюс 1 при оцінці вмісту білків і вуглеводів та мінус 1 при оцінці вмісту жирів.

– значення коефіцієнтів вагомості m_{ij} харчових речовин розраховуються за формулою:

$$m_{ij} = \frac{\sum M_{ij}^{баз}}{M_{ij}^{баз} \cdot \left(\frac{\sum M_{ij}^{баз}}{M_{ij}^{баз}} \right)}. \quad (4)$$

– комплексний показник якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури визначимо за допомогою адитивної моделі:

$$K_o = \sum_{i=1}^t M_j \cdot \sum_{j=1}^{n_i} m_{ij} \cdot K_{ij}, \quad (5)$$

де M_j — коефіцієнт вагомості груп харчових речовин.

Результати та їх обговорення. Враховуючи норми фізіологічних потреб середньостатистичної людини (табл. 1), розраховували комплексну оцінку якості одноразового прийому їжі.

Таблиця 1

Норми фізіологічної потреби середньостатистичної людини

Харчова речовина	Норма
Енергетичні харчові речовини, г	617,0
Білки, г	88,0
Жири, г	107,0
Вуглеводи, г	422,0
Вітаміни, мг	90,3
Тіамін (В ₁), мг	1,6
Рибофлавін (В ₂), мг	1,8
Піридоксин (В ₆), мг	1,9
Аскорбінова кислота (С), мг	85,0
Мінеральні речовини, мг	11150,0
Кальцій, мг	800,0
Фосфор, мг	1200,0
Магній, мг	400,0
Калій, мг	3750,0
Натрій, мг	5000,0

1. Комплексна оцінка якості сніданку

Згідно з планово-виробничим меню приведемо початкові данні для розрахунку сніданку, обіду та вечері (табл. 2).

Таблиця 2

Первинні дані для розрахунку

Найменування продуктів, страв	Вихід, г
Сніданок	
Капуста білокачанна тушкована	100
Масло вершкове	10
Сардельки 1-го сорту	100
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100
Кава чорна	200
Разом	510
Обід	
Вінегрет з оселедцем	150
Розсольник Ленінградський	500
Котлети рублені зі свинини	50
Рисова каша	150
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100
Компот апельсиновий	200
Разом	1150
Вечеря	
Суп молочний з рисом	250
Запіканка картопляна	100
Пряники заварні	50
Чай з цукром	200
Разом	600

У табл. 3–5 приведено норми вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів у харчових продуктах і стравах, які входять до сніданку, в залежності від маси страви.

Таблиця 3

Норми вмісту енергетичних речовин, які входять до сніданку

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Капуста білокачанна тушкована	100,00	1,00	3,20	5,50
Масло вершкове	100,00	0,60	82,50	0,90
Сардельки 1-го сорту	50,00	9,40	17,00	1,90
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	7,60	0,90	49,70
Кава чорна з цукром	200,00	0,34	1,10	14,32
Разом	550,00	18,94	104,70	72,32

Таблиця 4

Норми вмісту мінеральних речовин, які входять до сніданку

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Капуста білокачанна тушкована	100,00	754,00	468,00	20,60	10,40	10,20
Масло вершкове	100,00	74,00	23,00	22,00	3,00	19,00
Сардельки 1-го сорту	50,00	904,00	212,00	7,00	17,00	149,00
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	488,00	127,00	26,00	35,00	83,00
Кава чорна з цукром	200,00	0,00	77,00	10,00	0,00	13,00
Разом	550,00	2220,00	907,00	85,60	65,40	274,20

Таблиця 5

Норми вмісту вітамінів, які входять у страви до сніданку

Найменування страви	Маса, г	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	C, мг
Капуста білокачанна тушкована	100,00	0,01	0,01	0,03	12,00
Масло вершкове	100,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Сардельки 1-го сорту	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	0,16	0,08	0,06	0,00
Кава чорна з цукром	200,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом	550,00	0,17	0,19	0,09	12,00

У табл. 6–8 представлено перерахунок планово-виробничого меню за нормами вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів у харчових продуктах і стравах.

На другому етапі відбувається розрахунок комплексної оцінки якості раціону харчування сніданку.

1) Абсолютні значення показників якості енергетичних харчових речовин (P_b – білків, $P_{ж}$ – жирів, P_e – вуглеводів) визначаємо за (1):

$$P_b = 27,8 / (27,8 + 47,45 + 73,41) = 0,18700;$$

$$P_{ж} = 47,45 / (27,8 + 47,45 + 73,41) = 0,31918;$$

$$P_e = 73,41 / (27,8 + 47,45 + 73,41) = 0,49381.$$

Абсолютні значення показників якості мінеральних речовин (P_{Na} – натрію, P_K – калію, P_{Ca} – кальцію, P_{Mg} – магнію, P_P – фосфору):

$$P_{Na} = 3057,4 / (3057,4 + 1098,3 + 72,8 + 79,7 + 406,1) = 0,64854;$$

$$P_K = 1098,3 / (3057,4 + 1098,3 + 72,8 + 79,7 + 406,1) = 0,23297;$$

$$P_{Ca} = 72,8 / (3057,4 + 1098,3 + 72,8 + 79,7 + 406,1) = 0,01544;$$

$$P_{Mg} = 79,7 / (3057,4 + 1098,3 + 72,8 + 79,7 + 406,1) = 0,01691;$$

$$P_P = 406,1 / (3057,4 + 1098,3 + 72,8 + 79,7 + 406,1) = 0,08614.$$

Абсолютні значення показників якості вітамінів (P_{B1} – тіаміну, P_{B2} – рибофлавіну, P_{B6} – піридоксину, P_C – аскорбінової кислоти):

$$P_{B1} = 0,17 / (0,17 + 0,1 + 0,09 + 12) = 0,01375;$$

$$P_{B2} = 0,1 / (0,17 + 0,1 + 0,09 + 12) = 0,00809;$$

$$P_{B6} = 0,09 / (0,17 + 0,1 + 0,09 + 12) = 0,00728;$$

$$P_C = 12 / (0,17 + 0,1 + 0,09 + 12) = 0,97087.$$

2) Аналогічно за рекомендованими нормами визначаються базові значення, які визначаються за формулою 2. Базові значення показників якості енергетичних харчових речовин ($P_e^{баз}$ – білків, $P_{ж}^{баз}$ – жирів, $P_e^{баз}$ – вуглеводів):

$$P_e^{баз} = 88 / (88 + 107 + 422) = 0,14263;$$

$$P_{ж}^{баз} = 107 / 617 = 0,17342;$$

$$P_e^{баз} = 422 / 617 = 0,68395.$$

Базові значення показників якості мінеральних речовин ($P_{Na}^{баз}$ – натрію, $P_K^{баз}$ – калію, $P_{Ca}^{баз}$ – кальцію, $P_{Mg}^{баз}$ – магнію, $P_P^{баз}$ – фосфору):

Таблиця 6

Перерахунок вмісту енергетичних речовин для сніданку

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Капуста білокачанна тушкована	100,00	1,00	3,20	5,50
Масло вершкове	10,00	0,06	8,25	0,09
Сардельки 1-го сорту	100,00	18,80	34,00	3,80
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	7,60	0,90	49,70
Кава чорна з цукром	200,00	0,34	1,10	14,32
Разом	510,00	27,80	47,45	73,41

Таблиця 7

Перерахунок вмісту мінеральних речовин для сніданку

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Капуста білокачанна тушкована	100,00	754,00	468,00	20,60	10,40	10,20
Масло вершкове	10,00	7,40	2,30	2,20	0,30	1,90
Сардельки 1-го сорту	100,00	1808,00	424,00	14,00	34,00	298,00
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	488,00	127,00	26,00	35,00	83,00
Кава чорна з цукром	200,00	0,00	77,00	10,00	0,00	13,00
Разом	510,00	3057,40	1098,30	72,80	79,70	406,10

Таблиця 8

Перерахунок вмісту вітамінів у стравах, які входять сніданку

Найменування страви	Маса, г	V ₁ , мг	V ₂ , мг	V ₆ , мг	C, мг
Капуста білокачанна тушкована	100,00	0,01	0,01	0,03	12,00
Масло вершкове	10,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Сардельки 1-го сорту	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Хліб пшеничний з муки 1 сорту	100,00	0,16	0,08	0,06	0,00
Кава чорна з цукром	200,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом	510,00	0,17	0,10	0,09	12,00

$$P_{Na}^{баз} = 5000 / (800 + 1200 + 400 + 3750 + 5000) = 0,44843;$$

$$P_K^{баз} = 3750 / 11150 = 0,33632;$$

$$P_{Ca}^{баз} = 800 / 11150 = 0,07175;$$

$$P_{Mg}^{баз} = 400 / 11150 = 0,03587;$$

$$P_P^{баз} = 1200 / 11150 = 0,10762.$$

Базові значення показників якості вітамінів ($P_{B1}^{баз}$ — тіаміну, $P_{B2}^{баз}$ — рибофлавіну, $P_{B6}^{баз}$ — піридоксину, $P_C^{баз}$ — аскорбінової кислоти):

$$P_{B1}^{баз} = 1,6 / (1,6 + 1,8 + 1,9 + 85) = 0,01772;$$

$$P_{B2}^{баз} = 1,8 / 90,3 = 0,01993;$$

$$P_{B6}^{баз} = 1,9 / 90,3 = 0,02104;$$

$$P_C^{баз} = 85 / 90,3 = 0,94131.$$

3) Оцінка одиничних показників білків, жирів та вуглеводів розраховується за формулою 3. Оцінка одиничних показників енергетичних харчових речовин ($K_{б}$ — білків, $K_{ж}$ — жирів, $K_{в}$ — вуглеводів):

$$K_{б} = 0,187 / 0,14263 = 1,31115;$$

$$K_{ж} = 0,17342 / 0,31918 = 0,54332;$$

$$K_{в} = 0,49381 / 0,68395 = 0,72199.$$

Оцінка одиничних показників мінеральних речовин (K_{Na} — натрію, K_K — калію, K_{Ca} — кальцію, K_{Mg} — магнію, K_P — фосфору):

$$K_{Na} = 0,64854 / 0,44843 = 1,44624;$$

$$K_K = 0,23297 / 0,33632 = 0,69270;$$

$$K_{Ca} = 0,01544 / 0,07175 = 0,21523;$$

$$K_{Mg} = 0,01691 / 0,03587 = 0,47126;$$

$$K_P = 0,08614 / 0,10762 = 0,80040.$$

Оцінка одиничних показників вітамінів (K_{B1} — тіаміну, K_{B2} — рибофлавіну, K_{B6} — піридоксину, K_C — аскорбінової кислоти):

$$K_{B1} = 0,01375 / 0,01772 = 0,77624;$$

$$K_{B2} = 0,00809 / 0,01993 = 0,40588;$$

$$K_{B6} = 0,00728 / 0,02104 = 0,34607;$$

$$K_C = 0,97087 / 0,94131 = 1,03141.$$

4) Значення коефіцієнтів вагомості m_{ij} харчових речовин розраховуються за формулою 4. Коефіцієнти вагомості у групі енергетичних харчових речовин ($m_{б}$ — білків, $m_{ж}$ — жирів, $m_{в}$ — вуглеводів):

$$m_{б} = (617/88) / (617/88 + 617/107 + 617/422) = 0,49237;$$

$$m_{ж} = (617/107) / (617/88 + 617/107 + 617/422) = 0,40495;$$

$$m_{в} = (617/422) / (617/88 + 617/107 + 617/422) = 0,10268.$$

Значення коефіцієнтів вагомості показників в групі мінеральних речовин (m_{Na} — натрію, m_K — калію, m_{Ca} — кальцію, m_{Mg} — магнію, m_P — фосфору):

$$m_{Na} = (11150/5000)/(2,23+2,97333+27,875+9,29167+13,9375) = 0,0396;$$

$$m_K = (11150/3750)/(2,23+2,97333+27,875+9,29167+13,9375) = 0,05281;$$

$$m_{Ca} = (11150/800)/(2,23+2,97333+27,875+9,29167+13,9375) = 0,24752;$$

$$m_{Mg} = (11150/400)/(2,23+2,97333+27,875+9,29167+13,9375) = 0,49505;$$

$$m_P = (11150/1200)/(2,23+2,97333+27,875+9,29167+13,9375) = 0,16502.$$

Значення коефіцієнтів вагомості показників у групі вітамінів (m_{B1} — тіаміну, m_{B2} — рибофлавіну, m_{B6} — піридоксину, m_c — аскорбінової кислоти):

$$m_{B1} = (90,3/1,6)/(90,3/1,6+90,3/1,8+90,3/1,9+90,3/85) = 0,36366;$$

$$m_{B2} = (90,3/1,8)/(90,3/1,6+90,3/1,8+90,3/1,9+90,3/85) = 0,32325;$$

$$m_{B6} = (90,3/1,9)/(90,3/1,6+90,3/1,8+90,3/1,9+90,3/85) = 0,30624;$$

$$m_c = (90,3/85)/(90,3/1,6+90,3/1,8+90,3/1,9+90,3/85) = 0,00685.$$

Комплексний показник якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури визначимо за допомогою адитивної моделі (формула 5). Значення групових коефіцієнтів вагомості прийнято нами: для енергетичних речовин — 0,35; вітамінів — 0,55; мінеральних речовин — 0,1.

$$K_o = 0,35(0,49238*1,31115+0,40495*0,54332+0,10268*0,72199)+0,1(0,0396*1,44624+0,05281*0,6927+0,24752*0,21523+0,49505*0,47126+0,16502*0,8004)+$$

$$+0,55(0,36366*0,77624+0,32325*0,40588+0,30624*0,34607+0,00685*1,0314) = 0,66975.$$

2. Комплексна оцінка якості обіду

У табл. 9–11 приведено норми вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів в харчових продуктах і стравах, які входять до обіду, в залежності від маси страви.

Розрахуємо абсолютні значення показників якості енергетичних речовин за формулою (1) P_o — білків, $P_{ж}$ — жирів, P_o — вуглеводів:

$$P_{ж} = 26,99/(26,99+28,73+195,48) = 0,10745;$$

$$P_o = 28,73/(26,99+28,73+195,48) = 0,11435;$$

$$P_o = 195,48/(26,99+28,73+195,48) = 0,77820.$$

Абсолютні значення показників якості мінеральних речовин (P_{Na} — натрію, P_K — калію, P_{Ca} — кальцію, P_{Mg} — магнію, P_P — фосфору):

$$P_{Na} = 3274,5/(3274,5+1842+202,95+200+695,45) = 0,52688;$$

$$P_K = 1842/(3274,5+1842+202,95+200+695,45) = 0,29638;$$

$$P_{Ca} = 202,95/(3274,5+1842+202,95+200+695,45) = 0,03266;$$

$$P_{Mg} = 200/(3274,5+1842+202,95+200+695,45) = 0,03218;$$

$$P_P = 695,45/(3274,5+1842+202,95+200+695,45) = 0,11190.$$

Абсолютні значення показників якості вітамінів (P_{B1} — тіаміну, P_{B2} — рибофлавіну, P_{B6} — піридоксину, P_c — аскорбінової кислоти):

$$P_{B1} = 0,75/(0,75+0,52+1,23+73) = 0,00987;$$

$$P_{B2} = 0,52/(0,75+0,52+1,23+73) = 0,00682;$$

Таблиця 9

Норми вмісту енергетичних речовин, які входять до обіду

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Вінегрет з оселедцем	100,00	2,56	0,15	13,72
Розсольник Ленінградський	500,00	5,90	8,70	43,50
Котлети рублені зі свинини	50,00	5,60	18,60	9,50
Рисова каша	100,00	2,40	0,20	25,00
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100,00	7,60	0,90	49,70
Компот апельсиновий	200,00	0,45	0,00	34,70
Разом	1050,00	24,51	28,55	176,12

Таблиця 10

Норми вмісту мінеральних речовин, які входять до обіду

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Вінегрет з оселедцем	100,00	106,00	288,00	49,30	46,00	68,30
Розсольник Ленінградський	500,00	1660,00	1098,00	65,00	66,00	409,00
Котлети рублені зі свинини	50,00	402,00	65,00	11,00	12,00	50,00
Рисова каша	100,00	373,00	14,00	6,00	8,00	26,00
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100,00	488,00	127,00	26,00	35,00	83,00
Компот апельсиновий	200,00	6,00	99,00	18,00	6,00	12,00
Разом	1050,00	3035,00	1691,00	175,30	173,00	648,30

Таблиця 11

Норми вмісту вітамінів, які входять у страви до обіду

Найменування страви	Маса, г	В ₁ , мг	В ₂ , мг	В ₆ , мг	С, мг
Вінегрет з оселедцем	100,00	0,09	0,14	0,20	17,40
Розсольник Ленінградський	500,00	0,21	0,15	0,47	15,10
Котлети рублені зі свинини	50,00	0,21	0,06	0,28	0,00
Рисова каша	100,00	0,02	0,01	0,06	1,20
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100,00	0,16	0,08	0,06	0,00
Компот апельсиновий	200,00	0,00	0,00	0,03	30,00
Разом	1050,00	0,69	0,44	1,10	63,70

Таблиця 12

Перерахунок вмісту енергетичних речовин, які входять до обіду

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Вінегрет з оселедцем	150	3,84	0,23	20,58
Розсольник Ленінградський	500	5,90	8,70	43,50
Котлети рублені зі свинини	50	5,60	18,60	9,50
Рисова каша	150	3,60	0,30	37,50
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100	7,60	0,90	49,70
Компот апельсиновий	200	0,45	0,00	34,70
Разом	1150,00	26,99	28,73	195,48

Таблиця 13

Перерахунок вмісту мінеральних речовин, які входять до обіду

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Вінегрет з оселедцем	150	159,00	432,00	73,95	69,00	102,45
Розсольник Ленінградський	500	1660,00	1098,00	65,00	66,00	409,00
Котлети рублені зі свинини	50	402,00	65,00	11,00	12,00	50,00
Рисова каша	150	559,50	21,00	9,00	12,00	39,00
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100	488,00	127,00	26,00	35,00	83,00
Компот апельсиновий	200	6,00	99,00	18,00	6,00	12,00
Разом	1150,00	3274,50	1842,00	202,95	200,00	695,45

Таблиця 14

Перерахунок вмісту вітамінів, які входять у страви до обіду

Найменування страви	Маса, г	В ₁ , мг	В ₂ , мг	В ₆ , мг	С, мг
Вінегрет з оселедцем	150	0,14	0,21	0,30	26,10
Розсольник Ленінградський	500	0,21	0,15	0,47	15,10
Котлети рублені зі свинини	50	0,21	0,06	0,28	0,00
Рисова каша	150	0,03	0,02	0,09	1,80
Хліб пшеничний з муки 1 с.	100	0,16	0,08	0,06	0,00
Компот апельсиновий	200	0,00	0,00	0,03	30,00
Разом	1150,00	0,75	0,52	1,23	73,00

$$P_{B_6} = 1,23 / (0,75 + 0,52 + 1,23 + 73) = 0,01629;$$

$$P_c = 73 / (0,75 + 0,52 + 1,23 + 73) = 0,96702.$$

Оцінку одиничних показників енергетичних речовин (K_{B_6} – білків, $K_{ж}$ – жирів, K_c – вуглеводів) розраховуємо за формулою (3):

$$K_{B_6} = 0,10745 / 0,14263 = 0,75335;$$

$$K_{ж} = 0,17342 / 0,11435 = 1,51652;$$

$$K_c = 0,7782 / 0,68395 = 1,13780.$$

Оцінка одиничних показників мінеральних речовин (K_{Na} – натрію, K_K – калію, K_{Ca} – кальцію, K_{Mg} – магнію, K_P – фосфору):

$$K_{Na} = 0,52688 / 0,44843 = 1,17494;$$

$$K_K = 0,29638/0,33632 = 0,88125;$$

$$K_{Ca} = 0,03266/0,07175 = 0,45513;$$

$$K_{Mg} = 0,03218/0,03587 = 0,89704;$$

$$K_p = 0,1119/0,10762 = 1,02731.$$

Оцінка одиничних показників вітамінів (K_{B1} — тіаміну, K_{B2} — рибофлавіну, K_{B6} — піридоксину, K_c — аскорбінової кислоти):

$$K_{B1} = 0,00987/0,01772 = 0,55697;$$

$$K_{B2} = 0,00682/0,01993 = 0,34224;$$

$$K_{B6} = 0,01629/0,02104 = 0,77437;$$

$$K_c = 0,96702/0,94131 = 1,02731.$$

Розрахуємо комплексний показник якості обіду за збалансованістю харчових речовин за допомогою адитивної моделі (формула 5):

$$K_o = 0,35(0,49238 \cdot 0,75335 + 0,40495 \cdot 1,51652 + 0,10268 \cdot 1,1378) + 0,1(0,0396 \cdot 1,17494 + 0,05281 \cdot 0,88125 + 0,24752 \cdot 0,45513 + 0,49505 \cdot 0,89704 + 0,16502 \cdot 1,03974) + 0,55(0,36366 \cdot 0,55697 + 0,32325 \cdot 0,34224 + 0,30624 \cdot 0,77437 + 0,00685 \cdot 1,02731) = 0,77434.$$

3. Комплексна оцінку якості вечері

У табл. 15–17 приведено норми вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів в харчових

продуктах і стравах, які входять до вечері, в залежності від маси страви.

У табл. 18–20 представлено перерахунок планово-виробничого меню за нормами вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів у харчових продуктах і стравах.

Розрахуємо абсолютні значення показників якості енергетичних речовин за формулою (1) P_o — білків, $P_{ж}$ — жирів, P_e — вуглеводів:

$$P_o = 14,2/(14,2+15,9+137,7) = 0,08462;$$

$$P_{ж} = 15,9/(14,2+15,9+137,7) = 0,09476;$$

$$P_e = 137,7/(14,2+15,9+137,7) = 0,82062.$$

Абсолютні значення показників якості мінеральних речовин (P_{Na} — натрію, P_K — калію, P_{Ca} — кальцію, P_{Mg} — магнію, P_p — фосфору):

$$P_{Na} = 850,5/(850,5+736,5+188,1+48,25+260,65) = 0,40811;$$

$$P_K = 736,5/(850,5+736,5+188,1+48,25+260,65) = 0,35341;$$

$$P_{Ca} = 188,1/(850,5+736,5+188,1+48,25+260,65) = 0,09026;$$

$$P_{Mg} = 48,25/(850,5+736,5+188,1+48,25+260,65) = 0,02315;$$

$$P_p = 260,65/(850,5+736,5+188,1+48,25+260,65) = 0,12507.$$

Таблиця 15

Норми вмісту енергетичних речовин, які входять до вечері

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Суп молочний рисовий	500,00	12,30	15,70	46,40
Запіканка картопляна	200,00	6,10	10,50	41,60
Пряники заварні	50,00	4,80	2,80	77,70
Чай з цукром	200,00	0,20	0,00	16,00
Разом	950,00	23,40	29,00	181,70

Таблиця 16

Норми вмісту мінеральних речовин, які входять до вечері

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Суп молочний рисовий	500,00	911,00	383,00	301,00	41,00	245,00
Запіканка картопляна	200,00	768,00	958,00	55,20	53,50	194,30
Пряники заварні	50,00	11,00	60,00	9,00	0,00	41,00
Чай з цукром	200,00	0,00	6,00	1,00	1,00	0,00
Разом	950,00	1690,00	1407,00	366,20	95,50	480,30

Таблиця 17

Норми вмісту вітамінів, які входять у страви до вечері

Найменування страви	Маса, г	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	C, мг
Суп молочний рисовий	500,00	0,10	0,31	0,16	1,30
Запіканка картопляна	200,00	0,28	0,26	0,64	40,20
Пряники заварні	50,00	0,08	0,04	0,06	0,00
Чай з цукром	200,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом	950,00	0,46	0,61	0,86	41,50

Таблиця 18

Перерахунок вмісту енергетичних речовин, які входять до вечері

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Суп молочний з рисом	250	6,15	7,85	23,20
Запіканка картопляна	100	3,05	5,25	20,80
Пряники заварні	50	4,80	2,80	77,70
Чай з цукром	200	0,20	0,00	16,00
Разом	600,00	14,20	15,90	137,70

Таблиця 19

Перерахунок вмісту мінеральних речовин, які входять до вечері

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Суп молочний з рисом	250	455,50	191,50	150,50	20,50	122,50
Запіканка картопляна	100	384,00	479,00	27,60	26,75	97,15
Пряники заварні	50	11,00	60,00	9,00	0,00	41,00
Чай з цукром	200	0,00	6,00	1,00	1,00	0,00
Разом	600,00	850,50	736,50	188,10	48,25	260,65

Таблиця 20

Перерахунок вмісту вітамінів, які входять у страви до вечері

Найменування страви	Маса, г	V ₁ , мг	V ₂ , мг	V ₆ , мг	C, мг
Суп молочний з рисом	250	0,05	0,16	0,08	0,65
Запіканка картопляна	100	0,14	0,13	0,32	20,10
Пряники заварні	50	0,08	0,04	0,06	0,00
Чай з цукром	200	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом	600,00	0,27	0,33	0,46	20,75

Абсолютні значення показників якості вітамінів (P_{B1} — тіаміну, P_{B2} — рибофлавіну, P_{B6} — піридоксину, P_c — аскорбінової кислоти):

$$P_{B1} = 0,27 / (0,27 + 0,33 + 0,46 + 20,75) = 0,01238;$$

$$P_{B2} = 0,33 / (0,27 + 0,33 + 0,46 + 20,75) = 0,01490;$$

$$P_{B6} = 0,46 / (0,27 + 0,33 + 0,46 + 20,75) = 0,02110;$$

$$P_c = 20,75 / (0,27 + 0,33 + 0,46 + 20,75) = 0,95162.$$

Оцінку одиничних показників енергетичних речовин (K_σ — білків, $K_{ж}$ — жирів, K_e — вуглеводів) розраховуємо за формулою (3):

$$K_\sigma = 0,08462 / 0,14263 = 0,59333;$$

$$K_{ж} = 0,17342 / 0,09476 = 1,83018;$$

$$K_e = 0,82062 / 0,68395 = 1,19982.$$

Оцінка одиничних показників мінеральних речовин (K_{Na} — натрію, K_K — калію, K_{Ca} — кальцію, K_{Mg} — магнію, K_p — фосфору):

$$K_{Na} = 0,40811 / 0,44843 = 0,91008;$$

$$K_K = 0,35341 / 0,33632 = 1,05080;$$

$$K_{Ca} = 0,09026 / 0,07175 = 1,25799;$$

$$K_{Mg} = 0,02315 / 0,03587 = 0,64538;$$

$$K_p = 0,12507 / 0,10762 = 1,16213.$$

Оцінка одиничних показників вітамінів (K_{B1} — тіаміну, K_{B2} — рибофлавіну, K_{B6} — піридоксину, K_c — аскорбінової кислоти):

$$K_{B1} = 0,01238 / 0,01772 = 0,69884;$$

$$K_{B2} = 0,0149 / 0,01993 = 0,74773;$$

$$K_{B6} = 0,0211 / 0,02104 = 1,00262;$$

$$K_c = 0,95162 / 0,94131 = 1,01095.$$

Розрахуємо комплексний показник якості вечері за збалансованістю харчових речовин за допомогою адитивної моделі (формула 5):

$$K_o = 0,35(0,49238 \cdot 0,59333 + 0,40495 \cdot 1,83018 + 0,10268 \cdot 1,19982) + 0,1(0,0396 \cdot 0,91008 + 0,05281 \cdot 1,05080 + 0,24752 \cdot 1,25799 + 0,49505 \cdot 0,64538 + 0,16502 \cdot 1,16213) + 0,55(0,36366 \cdot 0,69884 + 0,32325 \cdot 0,74773 + 0,30624 \cdot 1,00262 + 0,00685 \cdot 1,01095) = 0,94157.$$

4. Комплексна оцінка якості добового раціону

У табл. 21–23 приведено норми вмісту енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів в харчових продуктах і стравах, за добу.

Розрахуємо абсолютні значення показників якості енергетичних речовин за формулою (1): P_σ — білків, $P_{ж}$ — жирів, P_e — вуглеводів:

$$P_\sigma = 68,99 / (68,99 + 92,08 + 406,59) = 0,12154;$$

$$P_{ж} = 92,08 / (68,99 + 92,08 + 406,59) = 0,16220;$$

$$P_e = 406,59 / (68,99 + 92,08 + 406,59) = 0,71626.$$

Таблиця 21

Норми вмісту енергетичних речовин, за добу

Найменування страви	Маса, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Сніданок	510,00	27,80	47,45	73,41
Обід	1 150,00	26,99	28,73	195,48
Вечеря	600,00	14,20	15,90	137,70
Разом	2260,00	68,99	92,08	406,59

Таблиця 22

Норми вмісту мінеральних речовин за добу

Найменування страви	Маса, г	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг
Сніданок	510,00	3 057,40	1 098,30	72,80	79,70	406,10
Обід	1 150,00	3 274,50	1 842,00	202,95	200,00	695,45
Вечеря	600,00	850,50	736,50	188,10	48,25	260,65
Разом	2 260,00	7 182,40	3 676,80	463,85	327,95	1 362,20

Таблиця 23

Норми вмісту вітамінів за добу

Найменування страви	Маса, г	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	C, мг
Сніданок	510,00	0,17	0,10	0,09	12,00
Обід	1 150,00	0,75	0,52	1,23	73,00
Вечеря	600,00	0,27	0,33	0,46	20,75
Разом	2 260,00	1,19	0,94	1,78	105,75

Абсолютні значення показників якості мінеральних речовин (P_{Na} — натрію, P_K — калію, P_{Ca} — кальцію, P_{Mg} — магнію, P_P — фосфору):

$$P_{Na} = 7182,4 / (7182,4 + 3676,8 + 463,85 + 327,95 + 1362,2) = 0,55193;$$

$$P_K = 3676,8 / (7182,4 + 3676,8 + 463,85 + 327,95 + 1362,2) = 0,28254;$$

$$P_{Ca} = 463,85 / (7182,4 + 3676,8 + 463,85 + 327,95 + 1362,2) = 0,03564;$$

$$P_{Mg} = 327,95 / (7182,4 + 3676,8 + 463,85 + 327,95 + 1362,2) = 0,02520;$$

$$P_P = 1362,2 / (7182,4 + 3676,8 + 463,85 + 327,95 + 1362,2) = 0,10468.$$

Абсолютні значення показників якості вітамінів (P_{B1} — тіаміну, P_{B2} — рибофлавіну, P_{B6} — піридоксину, P_C — аскорбінової кислоти):

$$P_{B1} = 1,19 / (1,19 + 0,94 + 1,78 + 105,75) = 0,01081;$$

$$P_{B2} = 0,94 / (1,19 + 0,94 + 1,78 + 105,75) = 0,00857;$$

$$P_{B6} = 1,78 / (1,19 + 0,94 + 1,78 + 105,75) = 0,01623;$$

$$P_C = 105,75 / (1,19 + 0,94 + 1,78 + 105,75) = 0,96439.$$

Оцінку одиничних показників енергетичних речовин (K_σ — білків, K_κ — жирів, K_ϵ — вуглеводів) розраховуємо за формулою (3):

$$K_\sigma = 0,12154 / 0,14263 = 0,85210;$$

$$K_\kappa = 0,17342 / 0,1622 = 1,06916;$$

$$K_\epsilon = 0,71626 / 0,68395 = 1,04724.$$

Оцінка одиничних показників мінеральних речовин (K_{Na} — натрію, K_K — калію, K_{Ca} — кальцію, K_{Mg} — магнію, K_P — фосфору):

$$K_{Na} = 0,55193 / 0,44843 = 1,23081;$$

$$K_K = 0,28254 / 0,33632 = 0,84010;$$

$$K_{Ca} = 0,03564 / 0,07175 = 0,49679;$$

$$K_{Mg} = 0,0252 / 0,03587 = 0,70257;$$

$$K_P = 0,10468 / 0,10762 = 0,97267.$$

Оцінка одиничних показників вітамінів (K_{B1} — тіаміну, K_{B2} — рибофлавіну, K_{B6} — піридоксину, K_C — аскорбінової кислоти):

$$K_{B1} = 0,01081 / 0,01772 = 0,60985;$$

$$K_{B2} = 0,00857 / 0,01993 = 0,43012;$$

$$K_{B6} = 0,01623 / 0,02104 = 0,77152;$$

$$K_C = 0,96439 / 0,94131 = 1,02452.$$

Значення коефіцієнтів вагомості ті ж самі, що і для одноразового прийому їжі. Значення коефіцієнтів вагомості для енергетичних речовин — 0,35, вітамінів — 0,55, мінеральних речовин — 0,1.

Коефіцієнти вагомості у групі енергетичних харчових речовин: $M_\sigma = 0,49238$; $M_\kappa = 0,40495$; $M_\epsilon = 0,10268$.

Значення коефіцієнтів вагомості показників в групі мінеральних речовин: $m_{Na} = 0,0396$; $m_K = 0,05281$; $m_{Ca} = 0,24752$; $m_{Mg} = 0,49505$; $m_P = 0,16502$.

Значення коефіцієнтів вагомості показників у групі вітамінів: $m_{B1} = 0,36366$; $m_{B2} = 0,32325$; $m_{B6} = 0,30624$; $m_C = 0,00685$.

Розраховуємо комплексний показник якості добового раціону за збалансованістю харчових речовин за допомогою адитивної моделі (формула 5):

$$K_o = 0,35(0,49238 \cdot 0,8521 + 0,40495 \cdot 1,06916 + 0,10268 \cdot 1,04724) + 0,1(0,0396 \cdot 1,23081 +$$

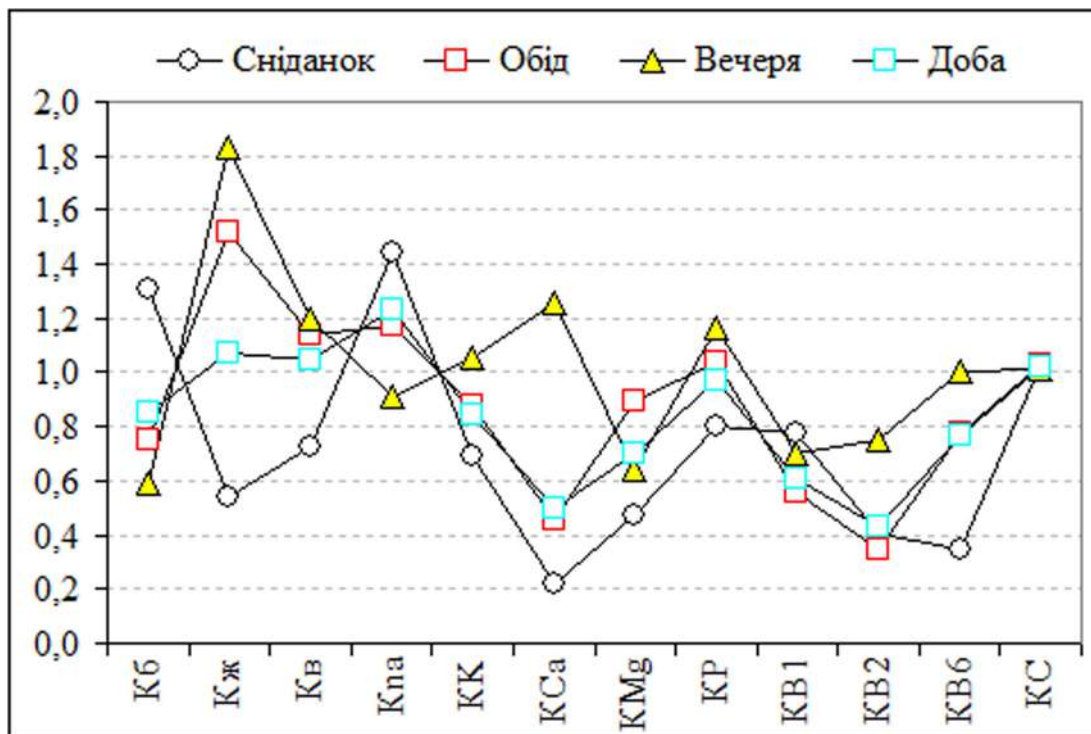


Рис. 1. Залежність одиничних показників якості раціонів харчування в закладах ресторанного господарства

$$\begin{aligned}
 &+0,05281 \cdot 0,8401 + 0,24752 \cdot 0,49679 + \\
 &+0,49505 \cdot 0,70257 + 0,16502 \cdot 0,97267 + \\
 &+0,55(0,36366 \cdot 0,60985 + 0,32325 \cdot 0,43012 + \\
 &+0,30624 \cdot 0,77152 + 0,00685 \cdot 1,02452) = 0,74071.
 \end{aligned}$$

Знайдені значення комплексного показника якості сніданку, обіду, вечері та добового раціону внесемо до табл. 24.

Таблиця 24

Комплексна оцінку якості раціонів харчування

Найменування	Сніданок	Обід	Вечеря	Добовий раціон
K_o	0,66975	0,77434	0,94157	0,74071

На рис. 1 представлено залежність одиничних показників якості раціонів харчування у закладах ресторанного господарства в залежності від норм фізіологічної потреби людини для добового раціону харчування.

Висновки. Досліджено якість раціонів харчування у закладах ресторанного господарства з позиції норм фізіологічної потреби людини за допомогою комплексного методу. Було розраховано комплексну оцінку якості добового раціону людини на основі розрахунку одноразових прийомів їжі (сніданок, обід, вечеря). Комплексні показники якості були визначені для енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів. По результатам розрахунків, значення комплексного показника якості для добового раціону становить $K_o=0,74071$. Найбільш приближеним до оптимального значення комплексно-кількісної оцінки якості $K_o=1,00$ є значення комплексного показника для вечері, $K_o=0,94157$. Оцінка якості раціонів харчування у закладах ресторанного господарства дає змогу визначити збалансованість харчування згідно норм фізіологічної потреби для добового раціону харчування.

Література

1. Топольник В. Г. Управління якістю продукції ресторанного господарства: навчальний посібник / Віра Григорівна Топольник; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського — Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. — 174 с.
2. Топольник В. Г. Кваліметрія в ресторанном хозяйстві: монографія / В. Г. Топольник, А. С. Ратушний: Донец. нац. ун-т економіки и торговли им. М. Туган-Барановского — Донецк: ДонНУЕТ, 2008. — 243 с.
3. Azgaldov G. G. The ABC of Qualimetry: Toolkit for measuring immeasurable / Azgaldov G. G., Kostin A. V., Padilla Omiste A. E. Ridero, 2015. — 167 p.
4. Azgaldov G. G. Applied Qualimetry: its Origins, Errors and Misconceptions/ Azgaldov G. G., Kostin, A. V. // An International Journal. Benchmarking, 2011, v. 18(3). — pp. 428–444.

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.
6. Dietrich I. Comprehensive evaluation of the hot sweet soufflé dessert quality / Dietrich I., Kuzmin O., Mikhaïlenko V. // Ukrainian Journal of Food Science. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 5, Issue 1. — pp. 92–102.
7. Development of elements of the quality management system of the reception and accommodation service in the hotel / [Kuzmin O., Chernenko D., Symonova O., Velychko V.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 3 (43).
8. Михайленко В. М. Комплексна оцінка якості гарячої солодкої страви суфле / Михайленко В. М., Кузьмін О. В., Дітріх І. В. // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 4 (44). — С. 54–59.
9. Кузьмін О. В. Методика визначення комплексного показника якості дріжджів / Кузьмін О. В., Шулак М. Я., Романченко Н. Н. // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 3 (43). — С. 68–73.
10. Development of complex quantity assessment method of butter quality / [Niemirich O., Kuzmin O., Vasheka O., Zuchuk T.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — № 5 (45). — С. 27–35.
11. Кваліметрична оцінка раціонів харчування / [Кузьмін О. В., Клец Д. О., Черняков І. С., Николаичук Ю. В.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — № 10 (50), 2 т. — С. 20–33.
12. Оцінка якості раціонів харчування у закладах ресторанного господарства / [Кійко В. В., Кузьмін О. В., Пістуняк І. Я., Гордієнко А. С.] // The development of technical sciences: problems and solutions: Conference Proceedings (April 27–28, 2018.). — Brno: Baltija Publishing, 2018. — PP. 64–68.
13. Комплексна оцінка якості харчування / [Кузьмін О. В., Ільчук Н. В., Салтан Б. А., Сасник С. С.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 11 (51). — С. 69–76.
14. Розробка методу комплексної кількісної оцінки якості соусу молочного / [Лаленко Т. В., Пістуняк І. Я., Гордієнко А. С., Богомол А. В., Кузьмін О. В.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 11 (51). — С. 77–83.
15. Дослідження якості добового раціону харчування у ресторанному бізнесі / [Кузьмін О. В., Корецька І. Л., Піддубний Р. Б., Костюк Б. І., Тищенко Е. О.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2019. — Т. 3, № 1 (63). — С. 20–30.
16. Kuzmin O., Pozdniakov S., Kiiko V., Akimova L. Development of quality management systems in the hotel-restaurant business // Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects: collective monograph / edited by M. Bezpartochnyi, in 2 Vol. / ISMA University. — Riga: «Landmark» SIA, 2018. — Vol. 1. — P. 221–232.
17. Кількісна оцінка якості раціонів харчування з позиції норм фізіологічної потреби людини / [Кузьмін О. В., Суярко М. А., Скоробреха Т. В., Собуцька О. С., Роман Т. О.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — № 13 (53). — С. 50–58.
18. Development of elements of the quality management system of the reception and accommodation service in the hotel / [Kuzmin O., Chernenko D., Symonova O., Velychko V.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 3 (43). — С. 20–24.

УДК 614.841.45

Ніжник Вадим Васильович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
начальник науково-дослідного центру
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

Нижник Вадим Васильевич

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
начальник научно-исследовательского центра
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

Nizhnyk Vadim

*Candidate of Technical Sciences, Senior Staff Scientist,
Head of Research Centre
The Ukrainian Civil Protection Research Institute*

Поздєєв Сергій Валерійович

*доктор технічних наук, професор,
головний науковий співробітник
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Поздеев Сергей Валерьевич

*доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Pozdieiev Serhii

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Principal Research Officer
Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of
National University of Civil Protection of Ukraine*

Жартовський Сергій Володимирович

*доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

Жартовский Сергей Владимирович

*доктор технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

Zhartovskyi Serhii

*Doctor of Technical Sciences, Senior Staff Scientist,
Leading Researcher
The Ukrainian Civil Protection Research Institute*

Фещук Юрій Леонідович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

Фещук Юрий Леонидович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

Feshchuk Yurii

*Candidate of Technical Sciences, Senior Research Officer
The Ukrainian Civil Protection Research Institute*

DOI: 10.25313/2520-2057-2019-11-5113

ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ НА СУМІЖНІ БУДІВЕЛЬНІ ОБ'ЄКТИ ЗА КРИТЕРІЄМ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА НА СМЕЖНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПО КРИТЕРИЮ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

ASSESSMENT OF THE DANGER OF THE SPREAD OF FIRE TO ADJACENT CONSTRUCTION OBJECTS BY THE CRITERION OF HEAT FLOW

Анотація. Розроблено методику та проведено дослідження впливу густини теплового потоку на елементи суміжних будівельних об'єктів залежно від тривалості теплового впливу та відстані від вогнища пожежі. Обґрунтовано вибір критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

Ключові слова: поширення пожежі, тепловий потік, густина теплового потоку, приймач теплового потоку, протипожежні відстані.

Аннотация. Разработана методика и проведены исследования влияния плотности теплового потока на элементы смежных строительных объектов в зависимости от продолжительности теплового воздействия и расстояния от очага пожара. Обоснован выбор критерия, характеризующего опасность распространения пожара на смежные строительные объекты.

Ключевые слова: распространение пожара, тепловой поток, плотность теплового потока, приемник теплового потока, противопожарные расстояния.

Summary. A technique has been developed and studies have been carried out on the effect of heat flux on elements of adjacent construction objects depending on the duration of heat exposure and the distance from the fire. The choice of criteria that characterizes the risk of fire spreading to adjacent construction sites is substantiated.

Key words: fire spread, heat flux, heat flux density, heat flux receiver, fire distances.

Постановка проблеми. За результатами аналізу існуючих розрахункових методів щодо визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами встановлено, що єдиного підходу щодо використання критеріїв немає. В переважній своїй більшості проведені на сьогодні дослідження ґрунтуються на критерії густини теплового потоку. Такий підхід має суттєвий недолік, який полягає в тому, що на сьогодні відсутня статистична база критичних значень по тепловому потоку для речовин і матеріалів, що використовуються у сучасному будівництві, та яка потрібна в якості порівняльного критерію під час визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами. Крім того, тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення та охоплення пожежею суміжного будівельного об'єкту.

В той же час для розроблення розрахункового методу визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами необхідно обґрунтувати та визначити основний критерій за параметрами яко-

го здійснюватиметься прогнозування можливості поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

Аналіз досліджень і публікацій. У роботах [1–4] в основу методу обґрунтування величин протипожежної відстані між будівельними об'єктами покладено теорію теплообміну випромінюванням. Сутність завдання зводиться до співставлення реальної (падаючої) щільності теплового потоку для опромінення об'єкта з максимально допустимою. Під максимально допустимим значенням теплового потоку розуміють кількість променевої енергії, при перевищенні якої займання горючих матеріалів стає можливим. У роботі [5] приведена методика розрахунку теплового опромінювання під час пожеж у резервуарних парках під час горіння нафтопродуктів. В основу розрахункового методу, який визначає кількість тепла, що випромінюється факелом пожежі нафтопродукту у напрямку суміжних об'єктів, особового складу та техніки покладено рівняння, що описує закон Стефана-Больцмана. Але, як вже зазначалося основним недоліком такого підходу є

те, що на сьогодні відсутня статистична база максимально допустимих значень по тепловому потоку для речовин і матеріалів.

Уваги заслуговують роботи [6–8], в яких представлені процедури обчислення величини теплового потоку через віконний проріз будинку. Представлений метод застосовний лише для випадку із будинком виключно із світловими прорізами. При цьому не враховується пожежна навантага, яка може мати місце на фасаді будинку.

У роботі [9] запропонована стохастична модель теплового випромінювання від полум'я нафтопродуктів, що горять в резервуарах. Автор запропонував метод оцінки ризику досягнення в резервуарі температури самозаймання парів нафтопродуктів впродовж заданого проміжку часу, тобто використав суттєву параметральну характеристику — значення температури. Але ця робота не набула подальшого розвитку щодо створення критеріальної та методичної бази для оцінювання та прогнозування небезпеки поширення вогню на суміжні будівельні об'єкти.

Таким чином, питання щодо дослідження теплового потоку, як критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні об'єкти є актуальною науковою задачею.

Формулювання цілей досліджень. Метою даної роботи є дослідження впливу значення теплового потоку на елементи суміжних об'єктів, як підґрунтя для обґрунтування критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

Для досягнення поставленої мети сформовані наступні задачі:

- розробити методіку експериментальних досліджень впливу теплового потоку на елементи суміжного об'єкту;
- провести експериментальні дослідження впливу теплового потоку на елементи суміжного об'єкту;
- обґрунтувати вибір критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

Об'єкт дослідження — процес теплового випромінювання вогнищем пожежі.

Предмет дослідження — зміна густини теплового потоку в часі та залежно від віддалення вогнища пожежі.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Тепловий потік фізична величина, яка визначає кількість теплоти, що проходить через ізотермічну поверхню за одиницю часу, спрямована в напрямку, протилежному до градієнта температури, або є похідною по часу від кількості тепла, що проходить через таку поверхню [10]. Кількісне значення теплового потоку залежить від температури тіла, яке випромінює тепло. При нагріванні тіла з підвищенням його температури кількість випромінюваної енергії також зростає, як і зростає величина теплового потоку (пропорційно четвертому ступеню абсолютної температури тіла) [11].

Сутність методу визначення протипожежної відстані між будівельними об'єктами за критерієм теплового потоку полягає у визначенні його величини на поверхні суміжного будівельного об'єкту, що опромінюється від факелу пожежі об'єкту, що горить (рис. 1).

Значення теплового потоку q_2 залежить від температури T_1 тіла (1), що випромінює тепло. Прогнозування небезпеки займання тіла (2) можливе із порівняння його температури T_2 , що змінюється внаслідок впливу на тіло теплового потоку q_2 із температурою займання матеріалу, із якого виготовлене зазначене тіло. Це означає, що тепловий потік від пожежі має бути приведений до відповідних характеристик суміжного будівельного об'єкту (його матеріалів). Тобто тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

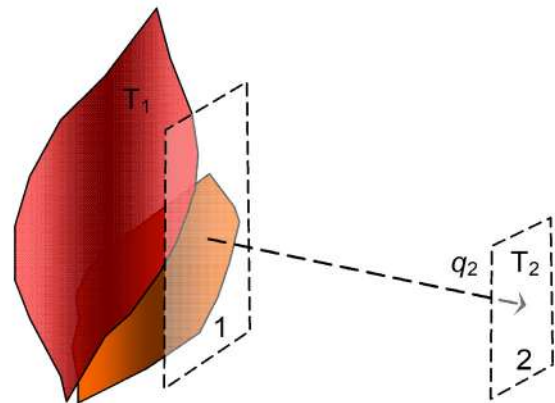


Рис. 1. Схема опромінення тіла 2 факелом 1: 1 — зведена до прямокутника поверхня факела полум'я, 2 — зведена до прямокутника поверхня тіла, що опромінюється

З метою проведення експериментальних досліджень впливу теплового потоку на елементи суміжного об'єкту розроблено програму експериментальних досліджень. Суть експерименту полягала у визначенні зміни густини теплового потоку залежно від відстані від факелу пожежі.

Під час досліджень в якості модельного вогнища для створення факелу пожежі використовували вогнище пожежі класу 55В, що представляє собою металеве деко діаметром 1480 ± 15 мм, висотою борта 150 ± 5 мм та товщиною стінки борта $2,5 \pm 0,5$ мм, у яке заливали 18 л води та 37 л дизельного палива рис. 2.

Вимірювання значень теплового потоку проводили приймачами теплового потоку, які установлювали на відстанях 2 м, 4 м та 6 м від факелу пожежі. Приймач теплового потоку встановлювали на висоті 1 м. Улаштування модельного вогнища та приймачів теплового потоку зображено на рис. 3.

Значення теплового потоку вимірювали за допомогою приймача теплового потоку ФОА 013-01, що



Рис. 2. Модельне вогнище для створення факелу пожежі

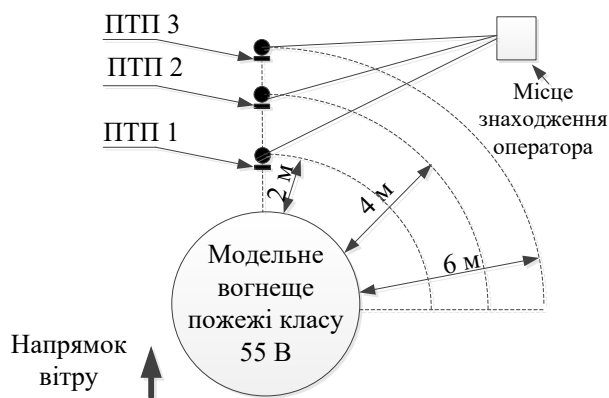


Рис. 3. Улаштування модельного вогнища та приймачів теплового потоку

призначений для одноразового вимірювання густини сумарного теплового потоку. Конструктивна схема та фото якого представлена на рис. 4.

Технічні характеристики приймача теплового потоку ФОА 013-01 зазначені в таблиці 1.

Дослідження проводили три рази впродовж 10 хвилинного впливу вогнища пожежі.

За результатами проведення трьох експериментів отримані дані щодо зміни густини теплового потоку залежно від відстані їх розташування до осередку горіння та тривалості теплового впливу. Усереднені дані експериментів наведено на рис. 5.

Із отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що флуктуація густини тепло-

Таблиця 1

Технічні характеристики приймача теплового потоку ФОА 013-01

№	Параметр	ФОА 013-01
1.	Діапазон вимірюваної густини теплового потоку, кВт/м ²	від 0 до 630
2.	Габаритні розміри, мм	36×36×30
3.	Маса приймача, кг	<0,350

вого потоку у середньому складає для відстані 2 м — 6,5 кВт/м², для відстаней 4 м та 6 м — 1 кВт/м², це складає третю частину від середнього абсолютного значення густини теплового потоку. Такі дані

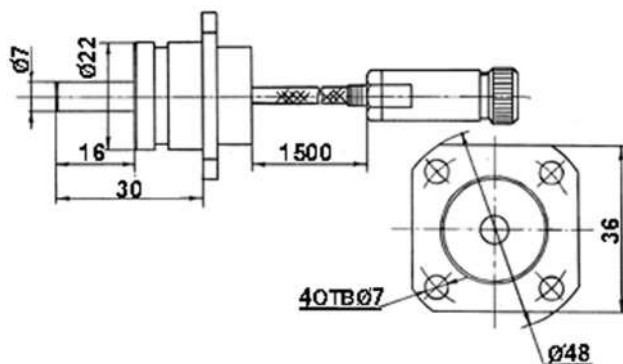


Рис. 4. Конструктивна схема та фото приймача теплового потоку ФОА 013-01

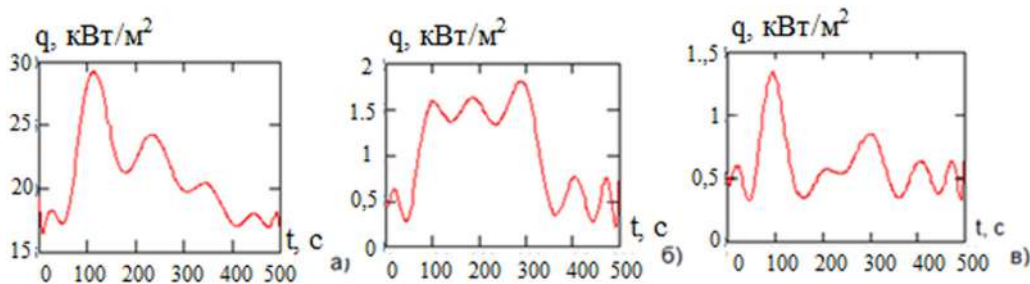


Рис. 5. Дані густини теплового потоку залежно від часу вогневого впливу для відстаней:
а) 2 м від вогнища пожежі; б) 4 м від вогнища пожежі; в) 6 м від вогнища пожежі

свідчать про суттєву мінливість густини теплового потоку впродовж часу спостережень. Таким чином, дані експериментальних досліджень ставлять під сумнів можливість використання параметру теплового потоку від пожежі, в якості надійного критерію для оцінювання небезпеки поширення пожежі між суміжними будівельними об'єктами.

Таким чином, тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення та охоплення пожежею суміжних будівельних об'єктів. В свою чергу параметри, що впливають на визначення протипожежних відстаней, зокрема такі як пожежна навантага, коефіцієнт прорізів у зовнішніх огорожувальних конструкціях та тривалість опромінювання, виражаються через температурний критерій, а в якості порівняльного критерію доцільно приймати температуру займання речовин і матеріалів. Отже причинами поширення та охоплення пожежею суміжних будівельних об'єктів є нагрівання горючих матеріалів будівель до температур, за яких відбувається його займання, що і є по-суті прямими величинами, які можуть бути критеріями оцінювання небезпеки поширення пожежі між будівельними об'єктами.

Висновок. Таким чином за результатами дослідження впливу густини теплового потоку від вогнища пожежі на елементи суміжних об'єктів можна зробити такі висновки:

1. Тепловий потік від вогнища пожежі є суттєво змінним у час та залежить від зовнішніх погодних умов, зокрема наявності вітру.

2. Встановлено, що густину теплового потоку не доцільно використовувати, як основний критерій оцінювання небезпеки поширення пожежі між суміжними будівельними об'єктами, як наслідок того, що змінну в часі густину теплового потоку не можливо порівняти із пожежонебезпечними характеристиками матеріалів, які використовуються у суміжному будинку, що опромінюється від пожежі.

3. Запропонований новий підхід щодо критеріїв небезпеки поширення пожежі на суміжні об'єкти, при цьому, виконуючи умову прямої індикації можливості утворення пожежі на суміжному будинку, враховуючи природу його матеріалів, в якості такого критерію має використовуватись температура займання матеріалів, що піддаються тепловому впливу з боку факелу пожежі, на суміжному будинку.

Література

1. Ройтман М. Я. Основы противопожарного нормирования в строительстве // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — М.: ВИНТИ. 1969. Вып. 4. С. 297–298.
2. Пожарная профилактика в строительстве / [Грушевский Б. В., Яковлев А. И., Кривошеев И. А. и др.] под ред. В. Ф. Кураленкина. М.: ВИПТШ, 1985. 451 с.
3. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле / [Ройтман М. Я., Комиссаров Е. П., Пчелинцев В. А.] под ред. Ю. А. Кошмарова. М.: ВИПТШ, 1977. 415 с.
4. Пожарная профилактика в строительстве / [Романенко П. Н., Кошмаров Ю. А., Башкирцев М. П.] под ред. Ф. А. Аммосова. М.: Стройиздат, 1978. 363 с.
5. Дерев'яно І. Г., Сенчихін Ю. М., Шаршанов А. Я. Визначення та прогнозування небезпечних факторів пожежі. Практик. Посібник. АЦЗУ, 2006. 88 с.
6. Emil Carlsson, Report 5051 External fire spread to adjoining buildings — A review of fire safety design guidance and related research — Department of Fire Safety Engineering Lund University, Sweden, 1999. 125 p.
7. Boverket, Boverkets byggregler, BBR94:3, Norstedts Tryckeri, Karlskrona, June 1995, In Swedish.
8. Jönsson R., Frantzich H., Karlsson B., Magnusson S. E., Ondrus J., Pettersson O., Bengtsson S., Osterling T., Thor J., Brandskydd — Teori och Praktik, Brandskyddslaget, LTH-Brandteknik, Stockholm, 1994, In Swedish.
9. Басманов А. Е. Теоретические основы предупреждения каскадного распространения пожара в резервуарных парках с нефтепродуктами и повышение эффективности его ликвидации: Дис. ... доктора тех. наук: 21.06.02.
10. ДСТУ 3518-97 Термометрія. Терміни та визначення.
11. Ковтун С. І., Іванов С. О., Декуша Л. В., Декуша О. Л., Воробйов Л. Й. Засоби вимірювання радіаційного теплообміну та інсоляції. World Science. 2018. Vol. 5, № . 7(35). P. 31–38.

Скоробагатько Тарас Миколайович

начальник науково-випробувального центру

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

Скоробагатько Тарас Николаевич

начальник научно-испытательного центра

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты

Skorobagatko Taras

Head of the Research centre

Ukrainian Civil Protection Research Institute

Антонов Анатолій Васильович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,

професор кафедри екологічного аудиту та експертизи

Державний заклад «Державна екологічна академія

післядипломної освіти та управління»

Антонов Анатолий Васильевич

доктор технических наук, старший научный сотрудник,

профессор кафедры экологического аудита и экспертизы

Государственное учреждение «Государственная экологическая академия

последипломного образования и управления»

Antonov Anatolii

Doctor of Technical Sciences, Senior Staff Scientist

State Institution «State Ecological Academy of

Postgraduate Education and Management»

Боровиков Володимир Олександрович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

Боровиков Владимир Александрович

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты

Borovykov Volodymyr

Candidate of Technical Sciences, Senior Staff Scientist,

Senior Research Officer

Ukrainian Civil Protection Research Institute

DOI: 10.25313/2520-2057-2019-11-5112

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА,
ЙОГО СУМІШЕЙ З НАФТОВИМ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ
ТА ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН З ПОЛУМ'ЯМ
ПІД ЧАС ЇХ ГАСІННЯ**

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА,
ЕГО СМЕСЕЙ С НЕФТЯНЫМ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ И ПРОЦЕССОВ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПЛАМЕНЕМ
ПРИ ИХ ТУШЕНИИ**

SPECIFIC FEATURES OF THE PROCESSES OF BURNING OF DIESEL BIO FUEL, ITS MIXTURES WITH OIL-BASED DIESEL FUEL, AND PROCESSES OF INTERACTION OF FIRE-EXTINGUISHING AGENTS WITH FLAME WHEN PUTTING THEM OUT

Анотація. Узагальнено аналітичні та експериментальні дані щодо пожежної небезпечності дизельного біопалива, його сумішей з нафтовим дизельним паливом, а також параметрів процесів їх горіння та особливостей взаємодії з традиційно використовуваними вогнегасними речовинами. Встановлено придатність вогнегасних речовин використаних типів для гасіння дизельного біопалива і визначено ряд параметрів, що характеризують їх ефективність під час гасіння дизельного біопалива. Виявлено, що за вмісту дизельного біопалива в його сумішах з нафтовим дизельним паливом до 30% вогнегасна ефективність піни, генерованої з робочих розчинів піноутворювачів, практично не відрізняється від її ефективності під час гасіння нафтового дизельного палива без добавок.

Ключові слова: вогнегасна речовина, гасіння, горіння, дизельне біопаливо, дизельне паливо, складний ефір, жир, критична інтенсивність подавання, пожежна небезпечність, суміш.

Аннотация. Обобщены аналитические и экспериментальные данные по пожарной опасности дизельного биотоплива, его смесей с нефтяным дизельным топливом, а также параметрам процессов их горения и взаимодействия с традиционно используемыми огнетушащими веществами. Установлена пригодность огнетушащих веществ использованных типов для тушения дизельного биотоплива и определены ряд параметров, характеризующих их эффективность при тушении дизельного биотоплива. Установлено, что при содержании дизельного биотоплива в его смесях с нефтяным дизельным топливом до 30% огнетушащая эффективность пены, генерируемой из рабочих растворов пенообразователей, практически не отличается от ее эффективности при тушении нефтяного дизельного топлива без добавок.

Ключевые слова: огнетушащее вещество, тушение, горение, дизельное биотопливо, дизельное топливо, сложный эфир, жир, критическая интенсивность подачи, пожарная опасность, смесь.

Summary. Analytical and experimental data on fire hazard of diesel bio fuel, its mixtures with oil-based diesel fuel, and parameters of processes of their burning and interaction with conventional fire-extinguishing agents are generalized. Applicability of the types of fire-extinguishing agents having been used for putting-out of diesel bio fuel was revealed and a number of parameters to describe their efficiency when extinguishing diesel bio fuel were determined. It was revealed that in case of diesel bio fuel content in its mixtures with oil-based diesel fuel up to 30% fire-extinguishing efficiency of foam generated from foam solutions nearly does not differ from that when extinguishing diesel fuel containing no additives.

Key words: fire-extinguishing agent, extinguishing, burning, diesel bio fuel, diesel fuel, ester, fat, critical application rate, fire hazard, mixture.

Вступ. Вибір вогнегасних речовин, протипожежного обладнання, а також способів і тактичних прийомів пожежогасіння у кожному конкретному випадку визначається рядом параметрів, зокрема, класом пожежі в цілому і властивостями горючих речовин і матеріалів, горіння яких відбувається. У теперішній час в Україні прийнято ДСТУ EN2 [1], який передбачає поділ пожеж на такі класи: А — пожежі з горінням твердих матеріалів; В — пожежі з горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан під час нагрівання; С — пожежі з горінням газоподібних речовин; D — пожежі з горінням металів; F — пожежі з горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) і містяться в кухонних приладах.

На відміну від ГОСТ 27331 [2], розробленого ще за радянських часів, який наразі втратив чинність, поділ класів пожеж на підкласи не передбачено,

натомість додано новий клас пожеж — F, що стосується горіння жирів, які безпосередньо містяться в кухонних приладах. До жирів належать складні ефіри, що являють собою продукти етерифікації вищих карбонових кислот (стеаринової, пальмітинової, маргаринової, олеїнової та ін.) і гліцерину (триатомний спирт). Рідкі жири рослинного походження загальновідомі як «олії». Хімічні властивості жирів, у тому числі й характер перебігу і параметри реакції їх взаємодії з киснем повітря під час горіння, багато в чому відмінні від властивостей інших рідин і твердих речовин та матеріалів. Зокрема, енергія макроергічних зв'язків у молекулах жирів набагато вища, ніж у молекулах вуглеводнів, у зв'язку з чим зруйнувати (зокрема, окислити) такі молекули важче. Висока молекулярна маса і низька леткість, потужна міжмолекулярна (ван-дер-Ваальсова) взаємодія між молекулами жирів та висока енергія хімічних зв'язків у них — це головні чинники, які

зумовлюють високі значення температури спалаху олій та жирів (зазвичай понад 200 °С) і складність їх запалювання. З іншого боку, температура під час горіння таких речовин сягає 400 °С і вище, причому можливе розбризкування палаючого жиру з подальшим поширенням пожежі (зазвичай у разі спроби їх гасіння компактними струменями води), та інтенсивне виділення продуктів згоряння жирів. З цих, а також ряду інших причин тактичні прийоми гасіння пожеж вуглеводнів можуть бути недостатньо ефективними під час гасіння жирів.

Відомо, що для гасіння пожеж жирів у кухонному обладнанні традиційно використовують спеціальні вогнегасні речовини, відомі як «Wet Chemical». Відповідно до NFPA 17A [3], з цією метою потрібно використовувати водні розчини карбонату, ацетату, цитрату натрію або суміші цих солей. В Європі чинний стандарт щодо монтування та експлуатування систем пожежогасіння кухонного обладнання EN16282–7 [4], який прийнято також в Україні, але нормативний документ, який встановлює вимоги щодо самих систем, наразі перебуває на стадії розроблення. Разом з тим, пожежі з горінням жирів, що знаходяться поза межами кухонних приладів, згідно чинного національного стандарту [1] слід відносити до класу В. Принципові підходи до гасіння таких пожеж на олійно-екстракційних підприємствах, що передбачають використання дренчерних систем водяного або пінного пожежогасіння, відповідно до NFPA 36 [5] у цілому не відрізняються від гасіння пожеж за наявності розливів інших горючих рідин на промислових підприємствах, які регламентовано NFPA 16 [6].

Дизельне біопаливо являє собою складні ефіри вищих жирних кислот і нижчих одноатомних спиртів — метилового, етилового або ізопропілового. Для його одержання проводять переетерифікацію рослинної олії цими спиртами з подальшим ретельним очищенням суміші від води, гліцерину та інших технологічних домішок. Цей факт, а також результати описаних нижче досліджень свідчать про те, що дизельне біопаливо в чистому вигляді за характеристиками пожежної небезпечності, а також характером взаємодії вогнегасних речовин з полум'ям під час його гасіння, ближче до рослинних і тваринних жирів, ніж традиційне нафтове дизельне паливо. Разом з тим, зроблені теоретичні припущення потребували експериментального перевіряння.

Актуальність порушеного питання підтверджується інформацією про пожежі, що супроводжувалися горінням жирів та продуктів їх перероблення протягом останніх декількох років, про які йдеться нижче. Так, наприклад, 6 листопада 2018 року сталася пожежа на підприємстві «Дельта Вілмар» біля міста Південне Одеської області. Підприємство спеціалізується на виробництві продукції на основі жирів. Перші пожежно-рятувальні підрозділи встановили, що у цеху виробництва маргарину загорілися рослинна олія та горюча тара [7, 8]. 1 вересня 2014 року

сталася пожежа на заводі з виробництва ріпакової олії в місті Антсла (Казахстан) [9]. За інформацією пожежних, вибух одного з контейнерів призвів до пожежі в виробничій будівлі заводу, а з інших зруйнованих вибухом контейнерів вилилось й загорілось близько 30 тон олії. 3 квітня 2015 року сталася пожежа на заводі з виробництва біодизелю в місті Стюарт (США) [10]. Горіло понад 10 тис. галонів біодизелю. В радіусі 1 км навколо місця інциденту було евакуйоване населення, до ліквідації пожежі залучені всі пожежні міста та округу. 6 лютого 2016 року сталася пожежа на заводі з виробництва біопалива в місті Альхемесі (Іспанія) [11, 12]. Пожежа виникла у виробничому цеху в результаті вибуху бункера для сировини, унаслідок чого дві людини загинули і одна отримала важкі поранення та травми.

Мета роботи. Узагальнення аналітичних та експериментальних даних щодо пожежної небезпеки біодизельного палива, параметрів його горіння та особливостей взаємодії з основними вогнегасними речовинами з метою оцінювання можливостей їх використання на практиці і визначення напрямів подальших досліджень.

В преамбулі до Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р, зазначено, що у світі відбуваються зміни у підходах до формування енергетичної політики держав: здійснюється перехід від застарілої моделі функціонування енергетичного сектору, в якому домінували великі виробники, викопне паливо, неефективні мережі, недосконала конкуренція на ринках природного газу, електроенергії, вугілля до нової моделі, в якій створюється більш конкурентне середовище, вирівнюються можливості для розвитку й мінімізується домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та/або шляхів постачання палива. Разом з цим, віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії із відновлюваних та альтернативних джерел. Крім того, в Україні діє Закон України «Про альтернативні види палива», який визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва (видобутку) і використання альтернативних видів палива, й покликаний стимулювати збільшення частки їх використання від загального обсягу споживання палива. На додаток, в Україні розроблено й впроваджено національні стандарти щодо технічних вимог на метилові та етилові ефіри [13–14] і національний стандарт [15], який встановлює вимоги до процесу виробництва метилових ефірів з жирів природного походження.

Серед методів виробництва дизельного біопалива найбільш перспективним для України на сьогоднішній день вважається метод етерифікації рослинних або тваринних жирів нижчими жирними спиртами з утворенням їх моноефірів. Перебіг реакції відбувається в присутності каталізатора. Окрім біодизелю,

цільовим продуктом реакції є гліцерин. Виробництво у цей спосіб характеризується простотою і невисокою вартістю технологічного обладнання, проте можливі труднощі з очищенням цільового продукту від технологічних домішок.

Найбільш розповсюдженою рослинною сировиною для використання у виробництві біодизельного палива вважається насіння ріпаку. В Україні є вітчизняні господарства, які виробляють дизельне біопаливо для власних потреб, використовуючи міні-заводи та дослідні установки [16]. Серед виробників біодизельного палива та розробників обладнання для його виробництва в Україні відомі такі підприємства як ТОВ «Запорізький біопаливний завод», Фермерське господарство в с. Луки Львівської області, ТОВ «АГРО-НАФТА», ТОВ «Біонафта», ВАТ «Біодизельдніпро», ТОВ «Укрбіоенергія», ТОВ «Елерон» та інші.

Для виробництва дизельного біопалива вітчизняними підприємствами можуть використовуватись рослинні олії, тваринний жир, фритюрний жир та інші подібні продукти. Разом з тим, для одержання складних ефірів, які відповідають вимогам чинних нормативних документів, потрібно використовувати високоякісну сировину, а також ретельно дотримуватись вимог щодо проведення технологічного процесу.

Результати проведених досліджень у роботах [17–18] вказують на те, що зразки дизельного біопалива («біодизелю»), виготовленого українськими виробниками, суттєво відрізняються між собою за показниками якості, особливо пожежної безпеки, причому більшість з них мають надзвичайно низьку температуру спалаху, що свідчить про недостатність очищення від метанолу. Дослідженням було піддано зразок естеру метилового жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів (ЕМЖК) та три зразки біодизелю різних вітчизняних виробників. Крім того, було проведено аналогічні дослідження

зразка нафтового дизельного палива та його сумішей з ЕМЖК у різних пропорціях.

Результати експериментальних досліджень представлено в таблиці 1 у порівнянні з показниками, нормованими ДСТУ 6081 [12]. Показники пожежної небезпечності визначали згідно з методиками, унормованими ГОСТ 12.1.044 [19].

Як видно з таблиці, ЕМЖК є горючою рідиною. Нормативним документом на ЕМЖК [15] регламентовано два показники, які певною мірою характеризують його пожежну небезпечність, а саме: температура спалаху у закритому тиглі та температура самозаймання. За першим показником досліджений зразок ЕМЖК відповідає встановленим вимогам, проте температура самозаймання майже на 100 °С нижча за нормоване значення. Показники пожежної небезпечності зразків біодизелю суттєво відрізняються між собою. 1-й і 2-й зразки класифікуються як горючі речовини, а 3-й зразок — як горюча легкозаймиста речовина, оскільки його температура спалаху у закритому тиглі менша за 61 °С. Порівнюючи результати експериментальних досліджень зразків біодизелю, перш за все, температури спалаху, можна припустити, що така розбіжність у показниках свідчить про наявність у їхньому складі залишкового метанолу (етанолу), що використовується під час перетерифікації, а також вказує на низький рівень очищення кінцевого продукту. На це непрямо вказує також надзвичайно велика розбіжність між температурами займання кожного з досліджених зразків у відкритому і закритому тиглі.

Як вже відзначалося, у світі діє ще декілька стандартів на дизельне біопаливо, наприклад EN14214 [20], DIN V 51606 [21], ASTM D6751 [22]. В таблиці 2 представлено значення температури спалаху біодизелю, регламентовані нормативними документами, а в таблиці 3 — значення, одержані експериментально.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень з визначення показників пожежної небезпечності окремих зразків дизельного біопалива

Речовина	Показник							
	Температура спалаху у відкритому тиглі, °С		Температура займання, °С		Температура спалаху у закритому тиглі, °С		Температура самозаймання, °С	
	Нормоване значення	Фактичне значення	Нормоване значення	Фактичне значення	Нормоване значення	Фактичне значення	Нормоване значення	Фактичне значення
Зразок ЕМЖК	не нормовано	164	не нормовано	194	не менше ніж 120	145	не менше ніж 320	228
Біодизель (зразок № 1)		133		174		112		396
Біодизель (зразок № 2)		106		140		88		280
Біодизель (зразок № 3)		94		170		45		254

Таблиця 2

Нормовані значення температури спалаху дизельного біопалива

Характеристика	Нормативні значення				
	ДСТУ 6081	ДСТУ 7178	EN14214	DIN V 51606	ASTM D6751
Температура спалаху, °C	не менше ніж 120	не менше ніж 101	не менше ніж 120	не менше ніж 110	не менше ніж 130

Таблиця 3

Результати визначення температури спалаху зразків біодизельного палива

Експериментальні значення				
	ЕМЖК	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3
Температура спалаху у закритому / відкритому тиглі, °C	145/164	112/133	88/106	45/94

З таблиці 2 видно, що мінімальна температура спалаху дизельного біопалива повинна бути не менше ніж 101 °C. Цим вимогам відповідає лише два зразки біодизелю вітчизняного виробництва (таблиця 3). Особливості його виробництва в Україні та недостатнє очищення кінцевого продукту від залишків спирту, імовірно, призводять до суттєвого зниження температури спалаху, і, відповідно в окремих випадках, до зміни групи горючості з горючої до легкозаймистої речовини (зразок № 3).

Результати досліджень з визначення показників пожежної небезпечності нафтового дизельного палива, біодизельного палива та їх сумішей наведено в таблиці 4 і на рисунку 1.

Як видно з таблиці 4, дизельне біопаливо має вищі значення температур спалаху, займання та самоза-

ймання, ніж традиційне нафтове дизельне паливо, що свідчить про його меншу пожежну небезпечність. З іншого боку, таке паливо значно небезпечніше, ніж рослинна олія, з якої воно виготовляється. Зі збільшенням частки біодизельного палива в дизельному паливі температура спалаху у закритому і відкритому тиглі, а також температура займання останнього збільшуються, натомість температура самозаймання для всіх досліджених сумішей майже однакова. Це пояснюється практично однаковими значеннями температури самозаймання використаних зразків дизельного палива та ЕМЖК і свідчить про відсутність процесів утворення асоціатів, комплексів, нових хімічних сполук тощо під час їх змішування.

Інформацію щодо параметрів процесів горіння дизельного біопалива та його сумішей з дизельним

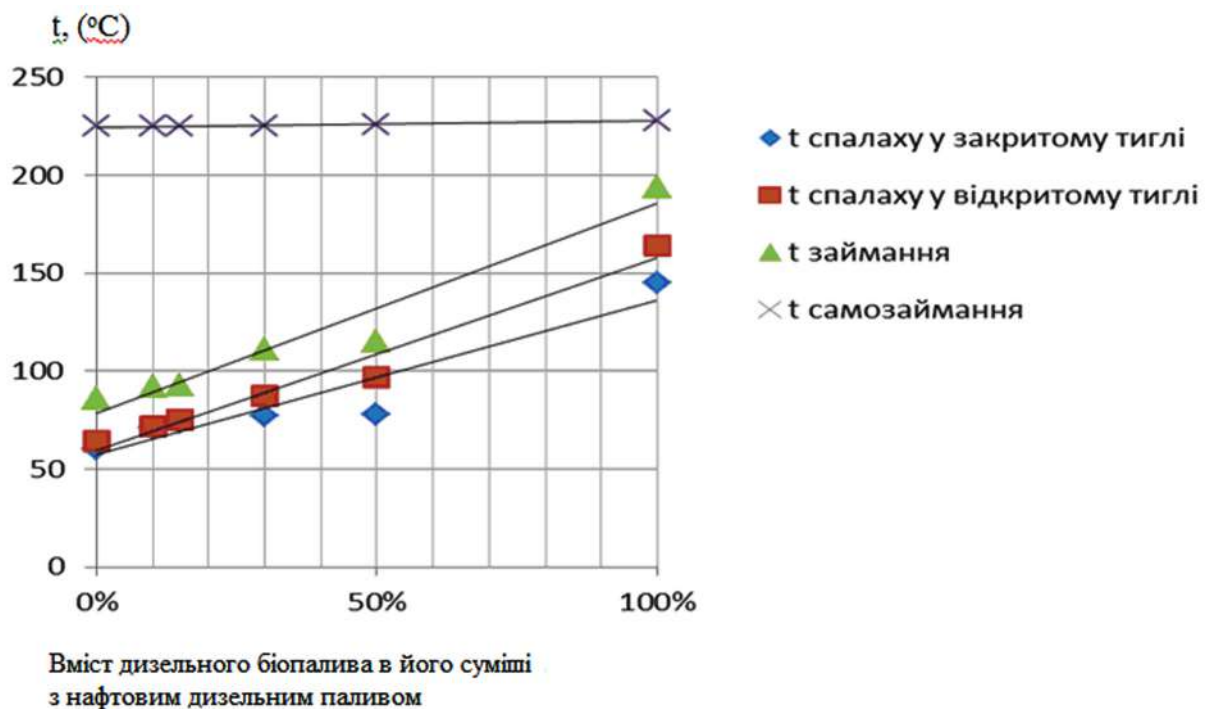


Рис. 1. Характер зміни показників пожежної небезпечності сумішей дизельного та біодизельного палива

Таблиця 4

Результати досліджень з визначення показників пожежної небезпечності дизельного, біодизельного палива та їх сумішей

Компонентний склад	Температура спалаху у закритому тиглі, °С	Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	Температура займання, °С	Температура самозаймання, °С
Дизельне паливо — 100%	64	60	86	227
Дизельне паливо — 90%, дизельне біопаливо — 10%	71	72	92	225
Дизельне паливо — 85%, дизельне біопаливо — 15%	74	75	93	225
Дизельне паливо — 70%, дизельне біопаливо — 30%	77	87	111	225
Дизельне паливо — 50%, дизельне біопаливо — 50%	78	97	115	226
Дизельне біопаливо 100%	145	164	194	228

паливом висвітлено у роботі [23]. Отримані експериментальні дані щодо температури полум'я та масової швидкості вигорання біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом узагальнено у таблиці 5.

За результатами експериментальних досліджень параметрів процесів горіння дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом встановлено, що масова швидкість вигорання дизельного біопалива удвічі менша за аналогічний показник для нафтового дизельного палива. Також встановлено, що масова швидкість вигорання дизельного біопалива суттєво змінюється залежно від тривалості його горіння та знаходиться у межах від 0,54 кг/(м²·хв) до 1,50 кг/(м²·хв) для дека модельного вогнища 34В. За вмісту 30% дизельного біопалива у його суміші з нафтовим дизельним паливом (що фактично відповідає його граничному вмісту у традиційно використовуваному моторному паливі) масова швидкість вигорання і температури полум'я знижуються. Також слід наголосити, що під час горіння дизельного біопалива мають місце явища, характерні для нагрівання і горіння жирів рослинного та тваринного походження, зокрема, гучні потріскування та шипіння.

Процеси гасіння дизельного біопалива та його сумішей з нафтовим дизельним паливом різноманітними вогнегасними речовинами описано у роботах [25–29].

Відомо, що палаючий жир або олію теоретично можна погасити водою, вогнегасним порошком чи піною, але також відомо, що, наприклад, під час контактування води з гарячою олією може відбутися інтенсивне розбризкування останньої. Ці самі явища свого часу спонукали і до відмови від вогнегасного порошку як засобу гасіння жирів та олій. Гасіння піною також ускладнене через руйнування адсорбційних шарів у пінних плівках і закипання води у разі досягнення відповідних температур. Так, за результатами експериментальних досліджень, описаних у роботі [25], встановлено, що під час взаємодії піни з палаючою соняшниковою олією має місце майже миттєве її руйнування, відбувається спінювання всієї суміші, інтенсивне утворення водяної пари, розбризкування горючої рідини. Гасіння у дослідях, які проводили з використанням осередків пожежі невеликої площі, досягалося, але підстав для перенесення цих результатів на реальні умови наразі немає.

Таблиця 5

Експериментальні дані щодо температур полум'я та масової швидкості вигорання дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом

Зразок палива	Найвища температура полум'я, °С	Масова швидкість вигорання, кг/с	Питома масова швидкість вигорання у деку модельного вогнища пожежі 34В, кг/(м ² ·с)
«Зразок № 1» (дизельне біопаливо згідно з ДСТУ 6081 [13])	651,3 (на 68 с)	0,010...0,027	0,009...0,025
«Зразок № 2» (суміш 70% дизельне палива згідно з ДСТУ 4840 [24] і 30% дизельного біопалива згідно з ДСТУ 6081 [13])	866,5 (на 239 с)	0,008...0,031	0,007...0,029
«Зразок № 3» (дизельне паливо згідно з ДСТУ 4840 [24])	897,0 (на 250 с)	0,030...0,039	0,028...0,036

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння та критичної інтенсивності подавання розчину піноутворювача загального призначення «ПО-ЗНП» у разі гасіння традиційного дизельного пального, біодизелю та ЕМЖК наведено у таблиці 6, а також роботі [26].

З таблиці 6 видно, що критична інтенсивність подавання робочого піноутворювача загального призначення «ПО-ЗНП» майже однакова та досить низька як для традиційного дизельного палива та біодизелю, так і для ЕМЖК та його сумішей з традиційним дизельним паливом. Порівнянням одержаних даних з даними довідкової літератури [30] встановлено, що вони майже в чотири рази нижчі від рекомендованих. Але, не зважаючи на це, в процесі досліджень також встановлено, що характер взаємодії піни середньої кратності з полум'ям під час гасіння поверхневим способом нафтового дизельного палива, дизельного біопалива, ЕМЖК, а також його сумішей з нафтовим дизельним паливом суттєво відрізняється між собою. Так, у першому випадку на поверхні рідини відбувається накопичення піни, після чого вона рівномірно розподіляється поверхнею і не руйнується, гасіння модельного вогнища пожежі відбувається за рахунок ізоляції речовини, що горить, від доступу кисню. У другому випадку під час подавання піни її накопичення відбувалось

повільно, частина піни руйнувалася, мало місце розлітання гарячих краплин рідини за межі дека, а після досягнення речовиною температури кипіння відбулося її скипання та руйнування всієї піни на поверхні. Гасіння модельного вогнища пожежі відбувалось за рахунок пароутворення.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння та критичної інтенсивності подавання розчину фторсинтетичного плівкоутворювального піноутворювача спеціального призначення «Tridol 6–10 °C» у разі гасіння нафтового дизельного палива, дизельного біопалива та ЕМЖК наведено в таблиці 7 і роботі [26].

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання розчину фторпротеїнового піноутворювача спеціального призначення «Fluoropolydol», що не має плівкоутворювальних властивостей, у разі гасіння біодизельного палива, наведено у таблиці 8 і роботі [26].

Результати досліджень, наведені в таблицях 7 і 8, вказують на ефективність піни низької кратності, генерованої з розчинів піноутворювачів спеціального призначення «Tridol 6–10 °C» і «Fluoropolydol». Гасіння в усіх випадках відбувалось досить швидко — до 30 с з моменту початку подавання піни на поверхню речовини. Проміжок часу до повторного займання речовини досить тривалий і становить від 7 хв до 10 хв.

Таблиця 6

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача «ПО-ЗНП» у разі гасіння нафтового дизельного палива, дизельного біопалива та ЕМЖК

Досліджуваний зразок	Діаметр модельного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$	Тривалість гасіння, с (середнє значення)	Критична інтенсивність подавання робочого розчину ($I_{\text{кр}}$), $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$
Дизельне паливо з АЗС мережі «Золотий гепард»	298,5	0,029	69	0,016
	339,4	0,022	85	
	358,2	0,020	128	
	381,2	0,018	215	
	426,3	0,014	не погашено	
Дизельне паливо з АЗС мережі «Лукойл»	298,5	0,029	72	0,016
	339,4	0,022	105	
	358,2	0,020	125	
	381,2	0,018	203	
	426,3	0,014	не погашено	
Дизельне біопаливо (зразок № 1)	358,2	0,020	40	менше ніж 0,018
	381,2	0,018	31	
Дизельне біопаливо (зразок № 2)	381,2	0,020	72	менше ніж 0,018
ЕМЖК	381,2	0,020	40	менше ніж 0,018
Суміш дизельного палива з АЗС мережі «Лукойл» (70%) з ЕМЖК (30%)	339,4	0,022	65	менше ніж 0,018
	381,2	0,018	110	
Суміш дизельного палива з АЗС мережі «Лукойл» (85%) з ЕМЖК (15%)	381,2	0,018	110	менше ніж 0,018

Таблиця 7

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача «Tridol 6–10 °С» у разі гасіння нафтового дизельного палива, дизельного біопалива та ЕМЖК

Досліджуваний зразок	Діаметр модельного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$	Тривалість гасіння, с (середнє значення)	Проміжок часу до повторного займання, с (середнє значення)	Критична інтенсивність подавання робочого розчину ($I_{\text{кр}}$), $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$
Дизельне паливо з АЗС мережі «Лукойл»	589,0	0,046	30	690	менше 0,046
Дизельне біопаливо (зразок № 3)	589,0	0,046	16	760	менше 0,046
Суміш дизельного палива з АЗС мережі «Лукойл» (70%) з ЕМЖК (30%)	589,0	0,046	12	750	менше 0,046

Таблиця 8

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння та критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача «Fluoropolydol» у разі гасіння дизельного біопалива

Досліджуваний зразок	Діаметр модельного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$	Тривалість гасіння, с (середнє значення)	Проміжок часу до повторного займання, с (середнє значення)	Критична інтенсивність подавання робочого розчину ($I_{\text{кр}}$), $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$
Дизельне біопаливо (зразок № 3)	589,0	0,046	17	420	менше ніж 0,046

На рисунках 2 і 3 представлено результати експериментальних досліджень з визначення вогнегасної ефективності тонкорозпилених водних вогнегасних речовин під час гасіння біодизельного та дизельного палива, а також їх суміші [27].

З рисунка 2 видно, що критична інтенсивність подавання тонкорозпиленої води під час гасіння дизель-

ного біопалива складає $0,052 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$. У порівнянні з аналогічним показником для дизельного палива ($0,031 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$), її значення більше на 40%. Це означає, що гасіння дизельного біопалива тонкорозпиленою водою без добавок можливе, але менш ефективне, ніж гасіння дизельного палива. Разом з тим, з додаванням біодизельного палива до дизельного палива, значення

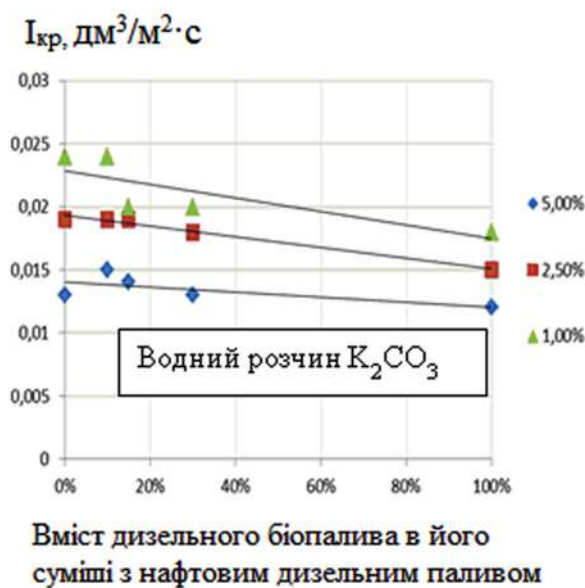
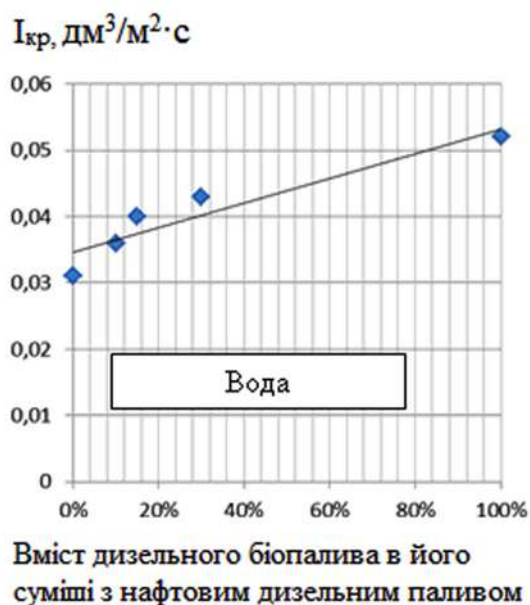


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень вогнегасної ефективності тонкорозпиленої води та водного розчину K_2CO_3 під час гасіння дизельного біопалива, дизельного палива та їх сумішей

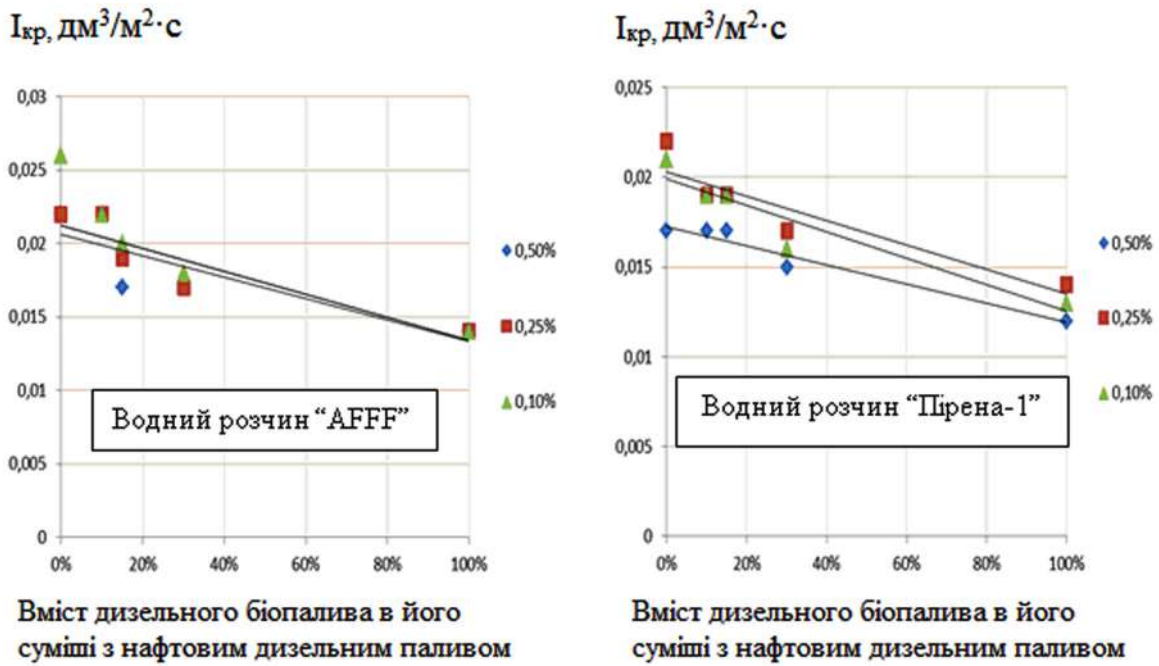


Рис. 3. Результати експериментальних досліджень вогнегасної ефективності водних розчинів піноутворювача типу «AFFF» та піноутворювача «Пірена-1» під час гасіння дизельного біопалива, дизельного палива та їх сумішей

критичних інтенсивностей подавання досліджуваних тонкорозпиленних водних вогнегасних речовин (окрім води без добавок) зменшується.

У разі гасіння дизельного біопалива тонкорозпиленним водним розчином карбонату калію з концентрацією 5,0%, 2,5% та 1,0% критична інтенсивність подавання вогнегасної речовини складає 0,013 дм³/м²·с, 0,016 дм³/м²·с та 0,018 дм³/м²·с, відповідно. Таким чином, додавання до води певної кількості карбонату калію (K₂CO₃) дає змогу підвищити її вогнегасну ефективність під час гасіння біодизельного палива у декілька разів.

З рисунка 3 видно, що у разі гасіння біодизельного палива водним розчином фторсинтетичного плівкоутворювального піноутворювача клас «AFFF» («Tridol 6–10 °C») з концентрацією 0,5%, 0,25% та 0,1% критична інтенсивність подавання вогнегасної

речовини складає 0,014 дм³/м²·с для всіх трьох концентрацій. Критична інтенсивність подавання водного розчину з концентрацією 0,5%, 0,25% та 0,1% піноутворювача загального призначення «Пірена-1» під час гасіння біодизельного палива складає 0,012 дм³/м²·с, 0,014 дм³/м²·с і 0,013 дм³/м²·с, відповідно. Відповідно, як і у разі використання піноутворювача класу «AFFF», вогнегасна ефективність тонкорозпиленої води під час гасіння біодизельного палива у разі додавання синтетичного піноутворювача загального призначення підвищується у декілька разів.

Таким чином, експериментально підтверджено можливість підвищення вогнегасної ефективності тонкорозпиленої води під час гасіння дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом приблизно в чотири рази шляхом додавання до її

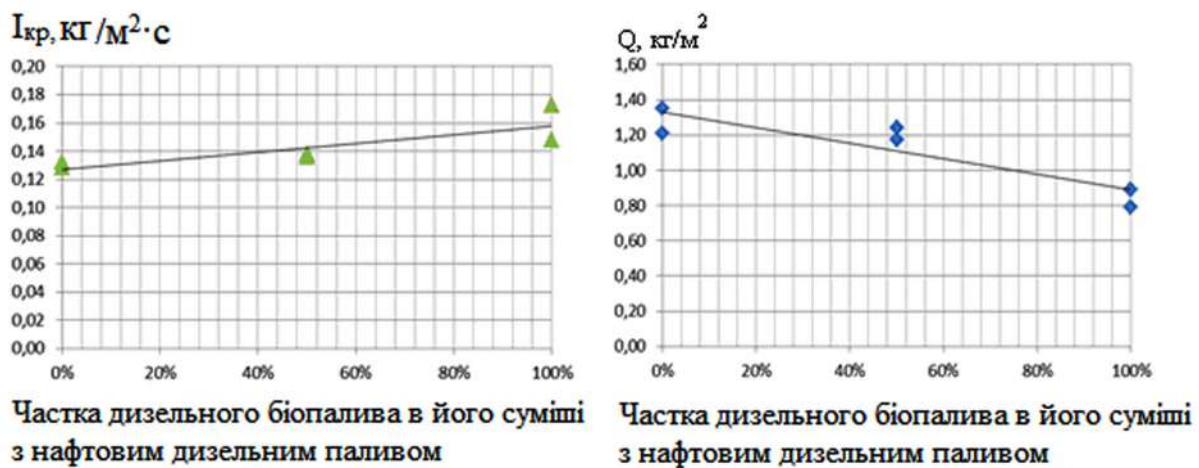


Рис. 4. Критична інтенсивність подавання і питома витрата на гасіння вогнегасного порошку під час гасіння дизельного біопалива, дизельного палива та їх сумішей

складу карбонату калію або синтетичних чи фтор-синтетичних піноутворювачів.

На рисунку 4 представлено залежності інтенсивності подавання та витрати вогнегасного порошку класу «АВС-70» від об'ємної частки дизельного біопалива в його суміші з дизельним паливом [28].

За результатами цих досліджень встановлено, що багатодільовий вогнегасний порошок класу «АВС-70» придатний для гасіння пожеж дизельного біопалива згідно з ДСТУ 6081 [13]. Визначено, що інтенсивність його подавання і питома витрата на гасіння дизельного біопалива, дизельного палива та їх сумішей за однакових умов гасіння відрізняються.

На рисунку 5 представлено залежності мінімальної вогнегасної концентрації газових вогнегасних

речовин (ГВР) від складу суміші (відсоткових об'ємних часток) біодизельного (БД) і дизельного (ДП) палива [29].

Результати досліджень підтверджують придатність для гасіння дизельного біопалива та його сумішей з дизельним паливом таких ГВР як діоксид вуглецю, азот та галон 2402 (хладон 114В2). Також в ході досліджень визначено мінімальні вогнегасні концентрації та розрахункові витрати досліджуваних ГВР, за яких досягається гасіння зазначених речовин. Встановлено, що зі збільшенням частки дизельного біопалива в суміші мінімальні вогнегасні концентрації як інертних розріджувачів (діоксиду вуглецю, азоту), так і інгібітору горіння (галон 2402), дещо знижуються.

У таблиці 9 подано узагальнені результати проведених експериментальних досліджень щодо гасіння дизельного та біодизельного палива традиційно використовуваними вогнегасними речовинами.

Висновки. Проведені аналітичні та експериментальні дослідження дали змогу оцінити показники пожежонебезпечності дизельного біопалива (температури спалаху, займання і самозаймання), а також параметри процесів його горіння (швидкість вигорання, температура полум'я) у порівнянні з нафтовим дизельним паливом. Результати цих досліджень показали, що дизельне біопаливо є менш пожежонебезпечним у порівнянні з нафтовим дизельним паливом, але особливістю процесу його горіння є наявність ознак, характерних для процесів нагрівання і горіння жирів рослинного та тваринного походження.

Підтверджено можливість застосування для гасіння дизельного біопалива традиційно використовуваних вогнегасних речовин (робочих розчинів піноутворювачів загального та спеціального призначення, вогнегасних АВС-порошків, газових вогнегасних речовин-інертних розріджувачів та інгібіторів горіння). Встановлено можливість використання з цією метою тонкорозпиленої води, а також виявлено можливість підвищення ефективності гасіння нею дизельного біопалива та його сумішей з нафтовим дизельним паливом шляхом додавання карбонату калію або піноутворювачів загального або спеціального призначення для гасіння пожеж у відповідних концентраціях. Встановлено, що суміші дизельного біопалива з нафтовим дизельним паливом, що містять перший з названих компонентів у кількості до 30%, можна гасити повітряно-механічною піною із збереженням традиційно застосовуваних параметрів подавання робочих розчинів піноутворювачів.

Подальші дослідження передбачено спрямувати на обґрунтування (уточнення) нормованих параметрів подавання вогнегасних речовин під час гасіння пожеж на об'єктах з наявністю дизельного біопалива з метою розроблення нормативних документів або рекомендацій щодо протипожежного захисту об'єктів виробництва та зберігання дизельного біопалива, а також гасіння пожеж на них пересувною протипожежною технікою.

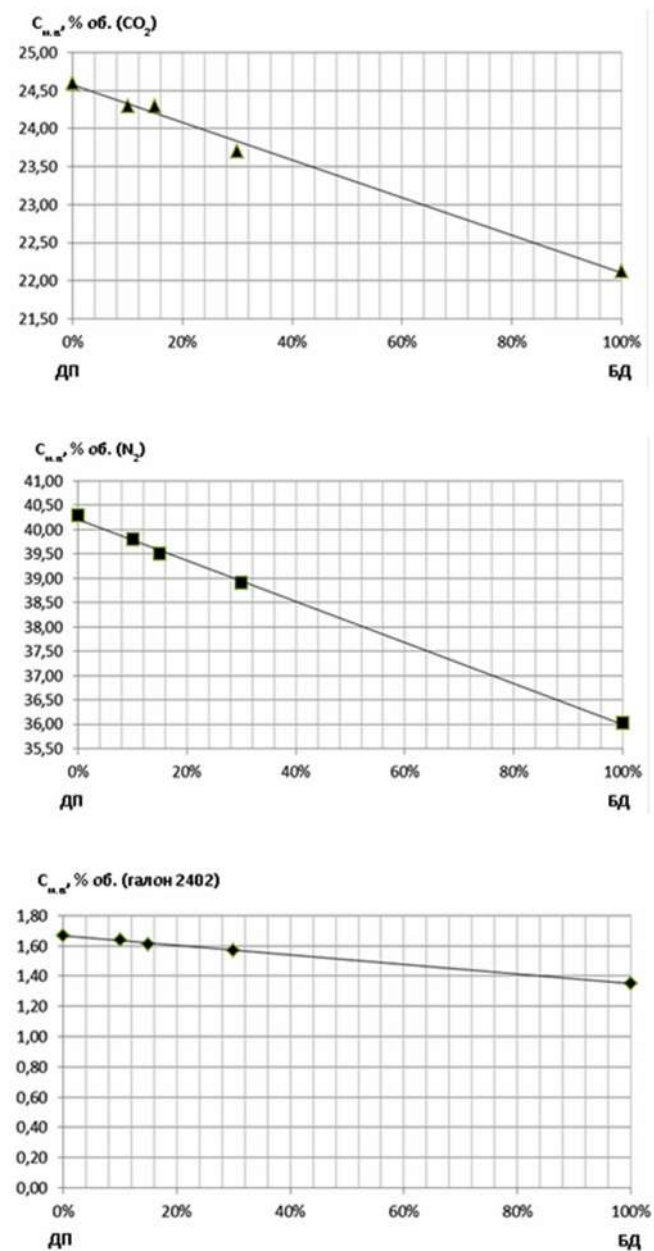


Рис. 5. Залежності мінімальних вогнегасних концентрацій діоксиду вуглецю, азоту та галону 2402 від складу сумішей біодизельного і дизельного палива

Таблиця 9

Результати експериментальних досліджень щодо параметрів подавання вогнегасних речовин для припинення горіння біодизельного та дизельного палива

Вид вогнегасної речовини (засобу пожежогасіння)	Інтенсивність подавання (витрата)	
	Дизельне паливо	Біодизельне паливо
Піна середньої кратності, генерована з водного розчину піноутворювача загального призначення	0,016 дм ³ /(м ² ·с)	менше ніж 0,018 дм ³ /(м ² ·с) (гасіння відбувається за рахунок пароутворення)
Піна низької кратності, генерована з водного розчину плівкоутворювального піноутворювача	0,046 дм ³ /(м ² ·с)	менше ніж 0,046 дм ³ /(м ² ·с)
Тонкорозпилена вода (D _{0,9} від 95 мкм до 145 мкм)	0,31 дм ³ /(м ² ·с)	0,52 дм ³ /(м ² ·с)
5% водний розчин K ₂ CO ₃	0,013 дм ³ /(м ² ·с)	менше ніж 0,013 дм ³ /(м ² ·с)
0,1% водний розчин піноутворювача загального призначення	0,015 дм ³ /(м ² ·с)	менше ніж 0,014 дм ³ /(м ² ·с)
Вогнегасний порошок	0,13 кг/(м ² ·с)	0,16 кг/(м ² ·с)
Діоксид вуглецю	0,44 кг/(м ² ·с)	0,40 кг/(м ² ·с)
Азот	0,47 кг/(м ² ·с)	0,42 кг/(м ² ·с)
Галон 2402	0,18 кг/(м ² ·с)	0,15 кг/(м ² ·с)

Література

1. ДСТУ EN2:2014 Класифікація пожеж (EN2:1992; EN2:1992/A1:2004, IDT).
2. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров.
3. NFPA 17A Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems.
4. EN16282-7 Equipment for commercial kitchens — Components for ventilation in commercial kitchens — Part 7: Installation and use of fixed fire suppression systems.
5. NFPA 36 Standard for Solvent Extraction Plants.
6. NFPA 16 Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems.
7. URL: <https://prm.ua/pid-odesoyu-masshtabna-pozhezha-na-maslopererobnomu-zavodi-lyudey-evakuyuyut-pershi-video-ta-podrobitsi>.
8. URL: https://espresso.tv/news/2018/11/07/v_odesi_stalasya_masshtabna_pozhezha_na_maslopererobnomu_zavodi.
9. URL: <http://rus.delfi.ee/daily/criminal/foto-spatateli-desyat-chasov-tushili-pozhar-na-zavode-v-antsla?id=69656083>.
10. URL: <https://ru.tsn.ua/auto/video/video-novini/vo-floride-gorit-zavod-po-proizvodstvu-biodizelya.html>.
11. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/1961199-v-ispnii-stavsya-vibuh-na-zavodi-biopaliva-e-zertvi.html>.
12. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/vzryv-ispnii-zavode-biotopliva-zhertvy-postradavshie-1454768292.html>.
13. ДСТУ 6081:2009 Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.
14. ДСТУ 7178:2010 Паливо альтернативне. Естери етилові жирних кислот олій та жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги та методи контролювання.
15. ДСТУ ISO 5509–2002. Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот (ISO 5509:2000, IDT).
16. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D1%8C>.
17. Скоробагатько Т. М. Шляхи забезпечення протипожежного захисту процесів виробництва рідкого моторного біопалива та об'єктів з його наявністю / Т. М. Скоробагатько, В. О. Боровиков, Д. Г. Білкун // Науковий вісник. — К.: УкрНДІЦЗ, 2011 — № 2 (24). — С. 124–131.
18. Звіт про НДР «Провести дослідження пожежної небезпеки моторного біопалива, процесів його горіння і обґрунтувати тактичні прийоми його гасіння» // УкрНДІПБ МНС України, 2011.
19. ГОСТ 12.1.044–89 (ИСО 4589–84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
20. EN14214:2003 Automotive fuels — Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines — Requirements and test methods.
21. DIN V 51606 Liquid fuels, diesel fuel of vegetable oil methylester (PME), requirements.
22. ASTM D6751 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels.

23. Скоробагатько Т. М. Дослідження параметрів горіння біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом / Т. М. Скоробагатько, С. Ю. Огурцов, І. Г. Стилик, В. С. Бенедюк // К.: Науковий вісник УкрНДІЦЗ, 2015 — № 2 (32). — С. 95–100.

24. ДСТУ 4840:2007 Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови.

25. Білкун Д. Г. Пожежна небезпека дизельного палива та проблемні питання його гасіння / Боровиков В. О., Скоробагатько Т. М. // К.: Науковий вісник УкрНДІПБ, № 2 (20), 2009. — С. 52–56.

26. Скоробагатько Т. М. Результати експериментальних досліджень гасіння окремих зразків моторного біопалива та палива моторного сумішевого пінами середньої та низької кратності / Т. М. Скоробагатько, В. О. Боровиков, Д. Г. Білкун // К.: Науковий вісник УкрНДІПБ, 2010 — № 2 (22). — С. 142–147.

27. Скоробагатько Т. М. Ефективність гасіння бінарних сумішей дизельного та біодизельного палива тонкорозпиленими водними вогнегасними речовинами / Т. М. Скоробагатько, А. В. Антонов, М. І. Копильний // К.: Науковий вісник УкрНДІЦЗ, 2013 — № 1 (27). — С. 92–99.

28. Скоробагатько Т. М. Ефективність гасіння вогнегасним порошком біодизельного палива та його суміші з дизельним паливом / Т. М. Скоробагатько., М. І. Копильний, І. Г. Маладика // К.: Науковий вісник УкрНДІЦЗ, 2015 — № 2 (32). — С. 77–81.

29. Скоробагатько Т. М. Ефективність гасіння деякими газовими вогнегасними речовинами біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом / Т. М. Скоробагатько, М. І. Копильний, В. О. Боровиков // К.: Науковий вісник УкрНДІЦЗ, 2017 — № 1 (3). — С. 73–76.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ИНТЕРНАУКА»

Збірник наукових статей

№ 11 (73)

2 том

Голова редакційної колегії — д.е.н., професор *Камінська Т.Г.*

Київ 2019

Видано в авторській редакції

Засновник / Видавець ТОВ «Фінансова Рада України»
Адреса: Україна, м. Київ, вул. Павлівська, 22, оф. 12
Контактний телефон: +38 (067) 401-8435
E-mail: editor@inter-nauka.com
www.inter-nauka.com

Підписано до друку 15.08.2019. Формат 60×84/8
Папір офсетний. Гарнітура SchoolBookAS.
Умовно-друкованих аркушів 7,44. Тираж 100.
Замовлення № 398. Ціна договірна.
Надруковано з готового оригінал-макету.

Надруковано у видавництві
ТОВ «Центр учбової літератури»
вул. Лаврська, 20 м. Київ
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2458 від 30.03.2006 р.