

МІЖНАРОДНИЙ  
НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ  
«ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057 (print)  
ISSN 2520-2065 (online)

INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»



№ 18(118) / 2021



**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*

№ 18(118)

Київ 2021



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

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI); 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: **Захарова 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: **Єфіменко 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: **Карімкулов Жасур Іманбоевич** — доктор економічних наук, доцент (Ташкент, Республіка Узбекистан)

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: **Тулчинська 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, професор (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Султонов Шерали Нуралиевич** — доктор філософії з економічних наук (PhD) (Ташкент, Республіка Узбекистан)

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: **Mirosław Wasilewski** — Dr. hab., Associate professor WULS-SGGW (Польща)

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

#### *Розділ «Юридичні науки»:*

Член редакційної колегії: **Арістова Ірина Василівна** — доктор юридичних наук, професор (Суми, Україна)

Член редакційної колегії: **Бондаренко Ігор Іванович** — доктор юридичних наук, професор (Братислава, Словацька Республіка)

Член редакційної колегії: **Галуцько Валентин Васильович** — доктор юридичних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Гиренко Інна Володимирівна** — доктор юридичних наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Глушков Валерій Олександрович** — доктор юридичних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Головко Олександр Миколайович** — доктор юридичних наук, професор, заслужений юрист України (Харків, Україна)

Член редакційної колегії: **Грохольський Володимир Людвигович** — доктор юридичних наук, професор (Одеса, Україна)

Член редакційної колегії: **Мустафазаде Айтєн Інглаб** — доктор юридичних наук, професор, директор Інституту права та прав людини Національної Академії Наук Азербайджану, депутат Міллі Меджлису Азербайджанської Республіки (Азербайджан)

Член редакційної колегії: **Іманли Магомед Нагі** — доктор юридичних наук, професор (Азербайджан)

Член редакційної колегії: **Калюжний Ростислав Андрійович** — доктор юридичних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Клемпарський Микола Миколайович** — доктор юридичних наук, професор (Кривий Ріг, Україна)

Член редакційної колегії: **Лоредана Джані Агуїре** — доктор права, професор (Італійська Республіка)

Член редакційної колегії: **Лоренцмайєр Штефан** — доктор юридичних наук, професор (Аугсбург, Федеративна Республіка Німеччина)

Член редакційної колегії: **Макарова Тамара Іванівна** — доктор юридичних наук, професор (Мінськ, Республіка Білорусь)

Член редакційної колегії: **Мельничук Ольга Федорівна** — доктор юридичних наук, доцент (Вінниця, Україна)

Член редакційної колегії: **Овчарук Сергій Станіславович** — доктор юридичних наук (Запоріжжя, Україна)

Член редакційної колегії: **Омельчук Василь Андрійович** — доктор юридичних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Остапенко Олексій Іванович** — доктор юридичних наук, професор (Львів, Україна)

Член редакційної колегії: **Пивовар Юрій Ігорович** — доктор філософії в галузі права, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Позняков Спартак Петрович** — доктор юридичних наук, доцент (Ірпінь, Україна)

Член редакційної колегії: **Світличний Олександр Петрович** — доктор юридичних наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Сидор Віктор Дмитрович** — доктор юридичних наук, професор (Чернівці, Україна)

Член редакційної колегії: **Таранова Тетяна Сергіївна** — доктор юридичних наук, професор (Мінськ, Республіка Білорусь)

Член редакційної колегії: **Мушенко Віктор Васильович** — кандидат юридичних наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Олійник Анатолій Юхимович** — кандидат юридичних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Фунта Растіслав** — кандидат юридичних наук, доцент (Сладковичово, Словацька Республіка)

Член редакційної колегії: **Хімч Ольга Миколаївна** — кандидат юридичних наук (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Легенький Микола Іванович** — кандидат педагогічних наук, доцент (Київ, Україна)

#### *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: **Кабулов Нозімжон Абдукаримович** — кандидат технічних наук, доцент (Республіка Узбекистан)

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: **Почужевский Олег Дмитрович** — кандидат технічних наук, доцент (Кривий Ріг, Україна)

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

ЗМІСТ  
CONTENTS  
СОДЕРЖАНИЕ

## ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

- Павлова Олена Миколаївна, Павлов Костянтин Володимирович,  
Демчук Наталія Василівна, Дмитрук Ірина Ярославівна  
РОЛЬ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННІ  
ПІДПРИЄМСТВОМ ..... 9
- Павлов Костянтин Володимирович, Павлова Олена Миколаївна,  
Кір'янова Діана Олександрівна, Нижник Віта Іванівна  
МІСТА ЯК ОСЕРЕДКИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ ..... 17
- Симоненко Олена Іванівна, Щегельська Діана Русланівна  
АДАПТУВАННЯ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНИХ НАПРАЦЮВАНЬ УПРАВЛІНСЬКОГО ОБЛІКУ  
ДО АГРАРНОЇ СПЕЦИФІКИ ..... 24
- Чухліб Алла Василівна, Молнар Володимир Васильович  
ІНФОРМАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА..... 28

## ТЕХНІЧНІ НАУКИ

- Fliahin Vladyslav, Oliynyk Olena  
COMPARISON OF COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF PROGRAMS USING PARALLEL  
PROGRAMMING IN PYTHON AND C++..... 32
- Oliynyk Olena, Mykhnevych Dmytro  
PARALLELISM AND CONCURRENCY IN GOLANG. COMPARISON WITH OTHER  
PROGRAMMING LANGUAGES (C#, JAVA, C)..... 38
- Pham Van Ha, Nguyen Ha Hiep  
TEST RESULTS FOR TOXICITY AND REDUCING TOXIC EXHAUST EMISSIONS OF THE  
MARINE DIESEL ENGINE ..... 43
- Коваль Андрій Миколайович, Мовчанюк Ольга Михайлівна  
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОЗПУСКАННЯ ВІДХОДІВ АСЕПТИЧНОГО ПАКОВАННЯ ..... 47
- Мітряєв Сергій Сергійович, Сергієнко Олександра Сергіївна,  
Олійник Олександр Олександрович  
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АУТЕНТИФІКАЦІЯ НА ОСНОВІ ВІДБИТКУ ПАЛЬЦЯ  
З ВИКОРИСТАННЯМ ВІЗУАЛЬНОЇ КРИПТОГРАФІЇ ..... 51
- Середа Дар'я Антонівна, Квасняк Катерина Миколаївна  
КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА КРИПТОГРАФІЯ..... 55



**Тимченко Николай Петрович, Фіалко Наталя Михайловна**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ**  
**В КОНТЕКСТЕ МАТЕРИАЛОВ РУКОВОДЯЩИХ ОРГАНОВ ЕС ..... 58**

**Фіалко Наталя Михайлівна, Прокопов Віктор Григорович,**  
**Шеренковський Юлій Владиславович, Меранова Наталя Олегівна,**  
**Альошко Сергій Олександрович, Юрчук Володимир Леонідович,**  
**Полозенко Ніна Петрівна, Рокитько Костянтин Володимирович,**  
**Реграгі Абубакр, Кліщ Андрій Володимирович**  
**ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ ВОГНЕТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА НА ТЕПЛОВИЙ СТАН СТІНОК**  
**СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я ..... 62**

**ЮРИДИЧНІ НАУКИ**

**Береговець Ярослав Борисович, Колісник Надія Іванівна**  
**НОВІТНІ РОЗРОБКИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ДАКТИЛОСКОПІЇ**  
**В РОЗВИНУТИХ КРАЇНАХ СВІТУ ..... 69**

УДК 378.016:004

**Павлова Олена Миколаївна**

*доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри економіки та природокористування  
Волинський національний університет імені Лесі Українки*

**Павлова Елена Николаевна**

*доктор экономических наук, профессор,  
заведующая кафедрой экономики и природопользования  
Волынский национальный университет имени Леси Украинки*

**Pavlova Olena**

*Doctor of Economics, Professor,  
Head of the Department of Economics and Environmental Management  
Lesya Ukrainka Volyn National University  
ORCID: 0000-0002-8696-5641*

**Павлов Костянтин Володимирович**

*доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри підприємництва і маркетингу  
Волинський національний університет імені Лесі Українки*

**Павлов Константин Владимирович**

*доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой предпринимательства и маркетинга  
Волынский национальный университет имени Леси Украинки*

**Pavlov Kostiantyn**

*Doctor of Economics, Professor,  
Head of the Department of Entrepreneurship and Marketing  
Lesya Ukrainka Volyn National University  
ORCID: 0000-0003-2583-9593*

**Демчук Наталія Василівна**

*студентка кафедри фінансів  
Волинського національного університету імені Лесі Українки*

**Демчук Наталья Васильевна**

*студентка кафедры финансов  
Волынского национального университета имени Леси Украинки*

**Demchuk Nataliia**

*Student of the Department of Finance  
Lesya Ukrainka Volyn National University*

**Дмитрук Ірина Ярославівна**

*студентка кафедри фінансів  
Волинського національного університету імені Лесі Українки*

**Дмитрук Ирина Ярославовна**

*студентка кафедры финансов  
Волынского национального университета имени Леси Украинки*

**Dmytruk Iryna**

*Student of the Department of Finance  
Lesya Ukrainka Volyn National University*

**РОЛЬ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ**

**РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**THE ROLE OF MODERN INFORMATION AND COMMUNICATION  
TECHNOLOGIES IN ENTERPRISE MANAGEMENT**

**Анотація.** У статті визначено різні підходи щодо сутності поняття інформаційно-комунікаційних технологій, досліджено використання ІКТ в управлінні підприємством як важливого елементу розвитку господарської діяльності в умовах комп'ютеризації та інформатизації. Визначено роль сучасних інформаційних технологій як визначального чинника ефективного функціонування організацій. Також виділено основні чинники, які зумовлюють підприємства використовувати сучасні ІКТ у своїй діяльності. Розглянуто основні переваги та недоліки впровадження ІКТ в управління підприємством. Досліджено найбільш поширені програмні продукти, які використовуються у виробничій діяльності в Україні. Визначено особливі риси програми «1С: Підприємство», обґрунтовано позитивні та негативні сторони використання даного продукту. Також розглянуто особливості програмного забезпечення «ME.Doc» та «BAS.Бухгалтерія», визначено їх функціонал та доцільність використання підприємствами. Проведено аналіз динаміки позиції України у міжнародному рейтингу інноваційності. Узагальнено необхідність використання ІКТ для підприємств, адже це підвищує їх ефективність та конкурентоспроможність на ринку.

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, програмний продукт, програмне забезпечення, управління підприємством, інноваційна діяльність.

**Аннотация.** В статье определены разные подходы к сущности понятия информационно-коммуникационных технологий, исследовано использование ИКТ в управлении предприятием как важного элемента развития хозяйственной деятельности в условиях компьютеризации и информатизации. Определена роль современных информационных технологий как определяющего фактора эффективного функционирования организаций. Также выделены главные причины, обуславливающие компании употреблять современные ИКТ в собственной деятельности. Рассмотрены основные преимущества и недостатки внедрения ИКТ в управлении предприятием. Исследованы наиболее распространенные программные продукты, используемые в производственной деятельности в Украине. Определены особые черты программы «1С: Предприятие», обоснованы положительные и отрицательные стороны использования данного продукта. Также рассмотрены особенности программного обеспечения «ME.Doc» и «BAS.Бухгалтерия», определены их функционал и целесообразность использования предприятиями. Проведен анализ динамики позиции Украины в международном рейтинге инновационности. Обобщена необходимость использования ИКТ для предприятий, так как это повышает их эффективность и конкурентоспособность на рынке.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, программный продукт, программное обеспечение, управление предприятием, инновационная деятельность.

**Summary.** The article identifies different approaches to the essence of the concept of information and communication technologies, explores the use of ICT in enterprise management as an important element of economic development in the context of computerization and informatization. The role of modern information technologies as a determining factor of effective functioning of organizations is determined. The main factors that cause companies to use modern ICT in their activities are also highlighted. The main advantages and disadvantages of ICT implementation in enterprise management are considered. The most common software products used in production activities in Ukraine are studied. The special features of the program «1С: Enterprise» are determined, the positive and negative aspects of the use of this product are substantiated. The peculiarities of the software «ME.Doc» and «BAS.Accounting» are also considered, their functionality and expediency of use by enterprises are determined. The dynamics of position of Ukraine in the international innovation rating is analyzed. The need to use ICT for enterprises is generalized, as it increases their efficiency and competitiveness in the market.

**Key words:** information and communication technologies, software product, software, enterprise management, innovation activity.

**Постановка проблеми.** На сьогодні в зв'язку з глобальними змінами, що відбуваються на міжнародному ринку, підприємствам необхідно шукати нові шляхи управління господарською діяльністю. Інтеграція економіки у світовий інформаційний простір сьогодні є головним фактором конкурентоспроможності бізнесу та здійснення ефективності його діяльності. Одним із найважливіших елементів сучасних інформаційних перетворень у світі є інформаційні системи та продукти, які дають можливість аналізувати значні потоки інформаційних даних, переводити їх на відстань, нагромаджувати, зберігати та створювати нову інноваційну продукцію, як у вітчизняних, так і в світових економічних системах. Тому актуальним завданням в наш час для вітчизняних підприємств є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (далі ІКТ) в управління їх діяльністю, які здатні підвищити ефективність господарського процесу, збільшити його конкурентоспроможність на ринку і як наслідок досягнути вищого рівня прибутковості в майбутньому.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблематику щодо використання ІКТ та інноваційних продуктів в управлінні підприємствами розглядали вітчизняні та зарубіжні вчені, такі як: Грабчук І. Л. [1], Соколовська З. М. [10], Терещенко Л. О. [12], Чернікова І. Б. [14] та інші. Однак дослідження ефективності використання ІКТ в управлінні господарською діяльністю є актуальним на сьогодні і тому потребує постійного аналізу та вдосконалення.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою дослідження є розкриття сутності ІКТ та визначення ефективності їх використання в управлінні господарським процесом та розгляд популярних програмних забезпечень для ведення документації та здійснення операцій на підприємстві, а також визначення позиції України у міжнародному рейтингу інноваційності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У діяльності будь-якого економічного суб'єкта можна виділити три основні потоки — матеріальний, вартісний, інформаційний. Кожен із них відображає стан суб'єкта господарювання та його перспективи. Управління являє собою цілеспрямовану діяльність, яка орієнтована на досягнення певної кінцевої мети, та використовує, головним чином, інформаційний потік.

Більшість компаній розуміють, що їм потрібно кинути виклик не тільки своїм конкурентам, а й самим собі, щоб постійно покращувати погляди своїх клієнтів і свою здатність задовольняти попит на ринку.

Найголовнішим напрямком щодо вдосконалення управління господарським процесом є впровадження використання підприємством новітніх систем та технологій, а саме ІКТ. Тому доцільно розглянути сутність даного поняття.

Даний термін розглядають, як систему різних програмних продуктів і ресурсів, які використовуються для опрацювання, аналізу та зберігання різноманітних даних, що покращує ефективність господарської діяльності та забезпечує високий рівень інформатизації суб'єкта господарювання.

Зокрема, потрібно виділити основні чинники, які зумовлюють підприємства використовувати сучасні ІКТ у своїй діяльності:

- зниження економічних показників стосовно стану підприємства;
- відсутність необхідних програмних продуктів для здійснення обліку та аналізу інформації;
- наявність застарілих програмних систем, які обмежують підприємство щодо здійснення ефективного управління [2, с. 295].

ІКТ є одним із ключових компонентів підвищення конкурентоспроможності компанії. Платформи ІКТ (наприклад, ПК, мобільні телефони, Інтернет тощо) мають чотири основних позитивних ефектів для організації. По-перше, вони надають більше видимості бізнес-підприємствам. По-друге, вони надають більше інформації малим фірмам. По-третє, вони дозволяють підприємствам долати традиційні торгові бар'єри. І нарешті, вони полегшують фінансові операції. ІКТ покращують надання послуг та підвищують продуктивність на виробничих підприємствах. Крім того, використання електронної пошти, електронної комерції та соціальних мереж значно скоротило фізичне транспортування, пов'язане з відправкою пошти, банківськими послугами, рекламою та купівлею товарів. Приватний сектор повинен мати можливість не тільки інвестувати в інфраструктуру ІКТ, але й використовувати ІКТ як засіб конкурентної переваги для ведення бізнесу у формі програмного забезпечення, технологій, електронної комерції, онлайн-транзакції тощо.

Необхідно визначити низку чинників, які сприяють розвитку використання ІКТ в управлінні підприємством, і навпаки, стримують його. Відобразимо їх у таблиці 1.

Серед стримуючих факторів щодо використання ІКТ в управлінні господарською діяльністю значне місце займає недостатня кількість фінансових резервів на впровадження інноваційних продуктів. Адже основним інструментом фінансування щодо придбання новітніх програмних продуктів є власні кошти суб'єктів господарювання, що не дозволяє в повній мірі здійснювати ефективне впровадження ІКТ в управління підприємством. Тому на сьогодні основним завданням для компаній є дослідження та залучення додаткових джерел фінансування для придбання інноваційних технологій.

Роль інформаційних технологій у бізнесі зазвичай пов'язана із застосуванням комп'ютерного та телекомунікаційного обладнання з метою зберігання, передачі та обробки даних. Очевидно, що роль інформаційних технологій стає надзвичайно

Таблиця 1

**Перелік чинників, які сприяють та стримують використання ІКТ**

Сприяють використанню ІКТ	Стримують використання ІКТ
Зростання конкуренції на ринку	Низький рівень використання новітніх технологій
Наявність фінансових резервів для придбання програмних продуктів	Недостатня кількість фінансових ресурсів на впровадження інноваційних програмних продуктів
Державна підтримка підприємств щодо використання ІКТ	Нестабільність фінансової системи країни
Наявність на підприємстві програмного забезпечення та кваліфікованого персоналу у сфері ІТ	Недосконалість законодавчої політики стосовно використання ІКТ

Джерело: складено на основі джерела [7, с. 161; 10, с. 430]

важливою [6]. ІТ — це спосіб не лише обміну інформацією, а й виконання операцій і транзакцій, які змінюються щодня. Більше того, це ідеальний інструмент для підтримки зростання конкурентоспроможності економічних та інституційних секторів, надаючи їм багато переваг.

Щоб забезпечити конкурентні позиції та прогрес будь-якої організації, необхідно використовувати технології та інструменти для поступового включення ІТ у структуру всіх процесів і щоденних завдань компанії [11, с.35].

Тому доцільно розглянути основні переваги впровадження ІКТ в управління підприємством. (Рис. 1).

Як ми бачимо на рис. 1, на сьогодні впровадження ІКТ на підприємстві є доцільним, оскільки це дає змогу перейти на інноваційні методи управління та ведення господарської діяльності, що сприяє прискоренню здійснення операцій з інформаційними даними та надає можливість якісно аналізувати діяльність підприємства та пришвидшує процес прийняття управлінських рішень.

Зокрема, слід відзначити, що поряд з перевагами впровадження ІКТ в діяльність підприємств існують і певні недоліки, які відображені на рис. 2.

Розглянемо, як загалом групують аналітичні інформаційні системи. За складом розв’язуваних завдань їх можна поділити на два види:

- спеціалізовані інформаційні системи, тобто ті, які використовуються в окремих галузях економіки;
- універсальні інформаційні системи — які включають підсистеми обліку та аналізу економічної інформації та можуть адаптуватися до особливостей бухгалтерського обліку в різних сферах [1, с. 120].

Більшість користувачів надають перевагу застосуванню універсальних інформаційних технологій, оскільки вони передбачають достатньо легке налаштування і підходять для використання у різних галузях.

У процесі управління господарською діяльністю із збільшенням якісних і кількісних параметрів підприємства, необхідно обробляти великі потоки інформації. Тому даний процес вимагає відмінних форм управління фінансовим та податковим обліком для обробки значної кількості інформації. Саме це є причиною використання автоматизованих інформаційних систем [7, с. 163]. Нині в Україні популярним та надійним є використання програмного продукту «1С: Підприємство» як інформаційного середовища для здійснення фінансового моніторингу та податкового планування господарської діяльності на основі комп’ютеризації відносин у побудові інформаційного суспільства.

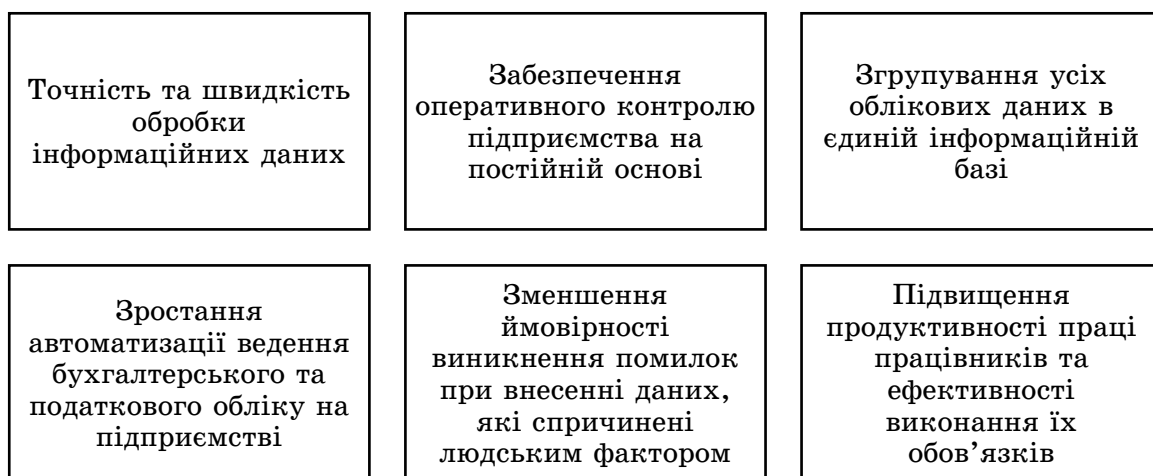


Рис. 1. Основні переваги впровадження ІКТ  
Джерело: складено на основі джерела [9; 12, с. 28]



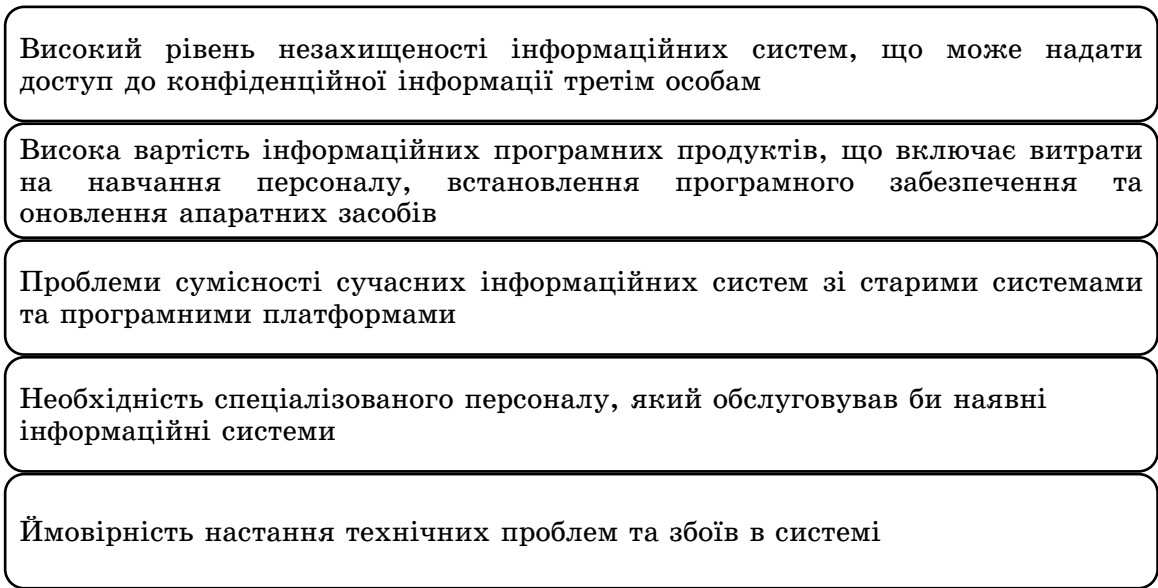


Рис. 2. Недоліки впровадження ІКТ в управління підприємством

Джерело: складено на основі джерела [14, с.40]

1С: Підприємство — єдина платформа для автоматизації діяльності організації: бухгалтерського, кадрового, управлінського та фінансового обліку. Інтеграція відповідних прикладних рішень (конфігурацій) програми дозволяє керувати всіма аспектами діяльності кількох компаній, однієї компанії, її підрозділів та різними напрямками бізнесу в універсальному робочому середовищі. Організація самостійно вибирає потрібні прикладні рішення для свого підприємства та працює з ними у єдиній захищеній системі управління бізнес-процесами. Усі зміни побудовані на загальних принципах, їх можна налаштувати і змінювати під специфіку організації.

Залежно від набору конфігурацій система здатна виконувати одночасно кілька різних функцій:

- автоматизувати організаційну та господарську діяльність підприємства;
- вести управлінський облік та вибудовувати аналітику;
- вирішувати завдання щодо планування, ведення бюджету та аналізу фінансів;
- регламентувати звітність, вести бухгалтерський облік та керувати кількома планами рахунків;
- розраховувати зарплату співробітників та керувати персоналом [4].

Керівник сам визначає, які функції автоматизації потрібні його підприємству залежно від поставлених цілей та груп відповідальних користувачів.

Розглянувши функції платформи 1С: Підприємство, доцільно виділити переваги та недоліки даної програми, які зображені у таблиці 2.

Отже, використання даної програми на підприємстві, як ми бачимо з таблиці 2, має свої позитивні та негативні сторони.

Також останнім часом в Україні популяризованим стає використання програмного забезпечення «М. Е. Дос» — це українська провідна програма, яка дозволяє створювати документи та підписувати їх засобами цифрового підпису, а також дає змогу передавати документи своїм контрагентам. Даний програмний продукт є універсальним та унікальним, адже може використовуватись підприємствами різних сфер діяльності.

«М. Е. Дос» дає змогу здійснювати безліч операцій з документами та різних процесів безпечно та швидко. Зазначимо основні позитивні ефекти щодо впровадження даного програмного забезпечення в управлінні господарською діяльністю підприємства:

Таблиця 2

**Переваги та недоліки програмного продукту 1С: Підприємство**

Переваги	Недоліки
Розширений графічний інтерфейс та панель навігації	Дороге обслуговування програмного продукту
Єдина технологічна платформа	Необхідність регулярного оновлення
Можливість використання у різних сферах діяльності	Через розширення програма може працювати повільніше
Можливість роботи у режимі віддаленого доступу	Додаткові витрати на навчання персоналу
Швидкість та ефективність вирішення задач	Високий ризик розголошення конфіденційної інформації

Джерело: складено на основі джерела [4]

- контролювання здійснення операцій з документообігу на всіх етапах діяльності;
- повна автоматизація звітності підприємства в рамках даного продукту;
- економія часу та зменшення фінансових витрат підприємства;
- доступна вартість програми;
- зручність і простота у використанні завдяки сучасному та зрозумілому інтерфейсу;
- конфіденційність інформаційних даних за допомогою шифрування електронним цифровим підписом [5].

Таким чином, даний програмний продукт є ефективним помічником у роботі з документообігом в управлінні діяльністю підприємства. Адже усі документи, які розміщені та створені у даній програмі та затверджені цифровим електронним підписом, вважаються оригінальними.

У сьогоднішніх умовах новим альтернативним програмним продуктом є «BAS: Бухгалтерія». Це програма, яка дозволяє вирішувати сукупність завдань, які стоять перед бухгалтером підприємства. Даний продукт призначений для здійснення автоматизації бухгалтерських та податкових процесів організації. Програмне забезпечення «BAS Бухгалтерія» може пристосовуватись відповідно до будь-яких особливостей конкретного суб'єкта господарювання, адже за складом розв'язуваних завдань це є універсальна інформаційна технологія. Дана програма має схожі риси з «1С: Бухгалтерія», проте на відміну від інших — це є новий програмний продукт розроблений в Україні [3].

Отже, кожна із перелічених програм призначена для автоматизації облікових процесів на підприємстві та прийняття ефективних та своєчасних управлінських рішень. Кожна із програм має свої переваги, недоліки та особливості проведення господарських операцій. Ці програми мають одну спільну мету — це насамперед, спростити роботу бухгалтерської служби на підприємстві.

Використання ІКТ на підприємстві має значний вплив і на ефективність здійснення інноваційної діяльності на рівні держави. За допомогою рейтингів можна визначити ефективність проведення інноваційної діяльності країн світу [13,

с.105]. На даний час складено чимало міжнародних рейтингів та проведено оцінювання рівня інноваційності багатьох держав.

Проведемо аналіз економіки нашої країни у рейтингу Глобального індексу інновацій GII за період 2015–2020 рр. (Див. таблицю 3).

У 2020 році до переліку даного рейтингу увійшло 131 країн. На основі даних таблиці 3 можна зробити висновки, що у 2020 році Україна зайняла 45 позицію в загальному рейтингу та набрала 37,4 балів зі 100. Найкращі показники в межах досліджуваного періоду Україна отримала у 2018 році посівши 43 місце серед усіх учасників рейтингу з індексом у 38,52 бала. За останні роки Україна тримається на перших 40 місцях у переліку країн даного рейтингу, що означає позитивний аспект, адже країна має ряд проблем у різних галузях (ситуація на сході, поширення коронавірусної інфекції та її наслідки), які потребують вирішення.

Таким чином, використання ІКТ в управлінні підприємствами розкриває широкі можливості перед учасниками господарської діяльності та спричиняють розвиток появи інновацій у країні.

**Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** У зв'язку з розвитком сучасної цифрової економіки одним із найвпливовіших факторів функціонування підприємств є ефективність його управлінської діяльності, яке безпосередньо залежить від продуктивності використання ІКТ. Впровадження сучасних інформаційних технологій та використання можливостей мережевої комунікації на підприємствах пришвидшує та спрощує ведення процесів документообігу та складання звітності. Також використання новітніх програм дає змогу керівництву мати дистанційний зв'язок з виробництвом та іншими процесами, які відбуваються на підприємстві. Розглянуті програмні продукти є все більш суттєвішими і кориснішими для користувачів. Для них характерні логічність та простота у використанні, вони мають зручну систему сервісів та досить швидкі стосовно написання кодів і водночас її гнучкі. У цілому можна говорити про очевидні переваги даних бухгалтерських

Таблиця 3

Позиція України у Глобальному інноваційному індексі (GII) за період 2015–2020 рр.

Рік	Позиція в рейтингу країн	Значення індексу
2015	64	36,45
2016	56	35,72
2017	50	37,62
2018	43	38,52
2019	47	37,10
2020	45	37,40

Джерело: складено на основі джерела [15]

програмних забезпечень, так як їх використання допомагає легко справитися з обробкою даних та з їхнім супроводом легше відстежувати докумен-тообіг та здійснювати управління організацією. Аналізуючи позицію України в рейтингу Global Innovation Index, слід зазначити, що наша країна

посідає досить низькі місця, хоча в останні роки спостерігається підвищення її позицій у рейтингах міжнародного рівня. Для зростання рейтингу України необхідні значні зміни в економіці, чималі державні інвестиції у сферу інновацій та розвиток сучасних інформаційних технологій.

### Література

1. Грабчук І. Л., Герасимова О. Г. Бухгалтерський облік з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій. Житомир: Євенок, 2017. 120 с.
2. Новосад О. В. Інноваційна політика підвищення конкурентоспроможності регіональних газорозподільних підприємств: монографія. Луцьк: СПД Гадак Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф», 2021. 295 с.
3. Офіційний сайт BAS в Україні. Можливості BAS Бухгалтерія. URL: <https://www.bas-soft.eu> (дата звернення: 29.11.2021).
4. Офіційний сайт «1С: Підприємство». URL: <http://1c.ua/ua/> (дата звернення 29.11.2021).
5. Офіційний сайт «М. Е. Дос». URL: <https://medoc.ua/> (дата звернення 29.11.2021).
6. Павлова О. М., Павлов К. В., Галянт С. Р., Новосад О. В. Інвестиційно-інноваційна спрямованість газорозподільних підприємств регіону. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки». 2020. № 1. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2020-1-5424> (дата звернення 29.11.2021).
7. Павлова О. М., Павлов К. В., Купчак В. Р. Реформування житлово-комунальної сфери в міських агломераціях за умов децентралізації. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Луцьк. Вежа-Друк. 2020. № 2(22). С. 161–167.
8. Павлов К. В., Павлова О. М., Коротя М. І. Регулювання діяльності регіональних газорозподільних підприємств України: монографія. Луцьк: СПД Гадак Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф», 2020. 256 с.
9. Павлов К. В., Павлова О. М. Формування та регулювання конкурентних відносин на регіональних ринках житла України: монографія. Луцьк. Видавництво «Терен». 2019. 542 с. URL: <http://esnuir.eenu.edu.ua/handle/123456789/15852> (дата звернення: 29.11.2021).
10. Соколовська, З. М. Моделі ринкової економіки на сучасних технологічних платформах. Бізнес Інформ. 2017. № 11. С. 430–440.
11. Стрішенець О. М., Павлов К. В. Особливості конкурентних відносин на регіональних ринках нерухомості. Науковий вісник ужгородського університету. Серія «Економіка». Збірник наукових праць. Випуск 1 (47). Том 2. Ужгород, 2016. С. 35–38.
12. Терещенко Л. О., Сніжко О. С. Інформаційні технології в управлінні. Інвестиції: практика та досвід. 2011. № 12. С. 28–31.
13. Фролова Г. С. Інституційні особливості міжнародного фінансування інноваційної діяльності в Україні. Економіка та держава. 2020. № 10. С. 105–110.
14. Чернікова І. Б. Про особливості вибору інформаційних програм бухгалтерського обліку в управлінні ринковими структурами. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. 2015. Вип. 1. С. 40–51.
15. WIPO (2020). World intellectual property organization. URL: <https://www.wipo.int/portal/en> (дата звернення 29.11.2021).

### References

1. Hrabchuk I. L., Herasymova O. H. (2017). Bukhhalterskyi oblik z vykorystanniam informatsiino-kompiuternykh tekhnolohii [Accounting with the use of information and computer technologies]. Zhytomyr: Yevenok. 120 s. [in Ukrainian].
2. Novosad O. V. (2021). Innovatsiina polityka pidvyshchennia konkurentospromozhnosti rehionalnykh hazorozpodilnykh pidprijemstv: monohrafiia [Innovative policy to increase the competitiveness of regional gas distribution companies]. Lutsk: SPD Hadiak Zhanna Volodymyrivna, drukarnia «Volynpolihraf». 295 s [in Ukrainian].
3. Ofitsiyni sait BAS v Ukraini. Mozhlyvosti BAS Bukhhalterii. URL: <https://www.bas-soft.eu> (accessed 29 November 2021).
4. Ofitsiyni sait «1С: Pidprijemstvo». Available at: <http://1c.ua/ua/> (accessed 29 November 2021).
5. Ofitsiyni sait «М. Е. Дос». Available at: <https://medoc.ua/> (accessed 29 November 2021).
6. Pavlova O. M., Pavlov K. V., Haliant S. R., Novosad O. V. (2020). Investytsiino-innovatsiina spriamovanist hazorozpodilnykh pidprijemstv rehionu [Investment and innovation orientation of gas distribution companies in the region]. Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Internauka». Serii: «Ekonomichni nauky». № 1. Available at: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2020-1-5424> (accessed 29 November 2021).

7. Pavlova O. M., Pavlov K. V., Kupchak V. R. (2020). Reformuvannya zhytlovo-komunalnoi sfery v miskykh ahlomeratsiiakh za umov detsentralizatsii [Reforming the housing and communal services in urban agglomerations under conditions of decentralization]. *Ekonomichni chasopys Skhidnoevropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. Lutsk. Vezha-Druk. № 2(22). S. 161–167 [in Ukrainian].
8. Pavlov K. V., Pavlova O. M., Korotia M. I. (2020). Rehuliuвання діяльності регіональних газорозподільних підприємств України [Regulation of the activities of regional gas distribution companies of Ukraine]: монографія. Lutsk: SPD Hadiak Zhanna Volodymyrivna, drukarnia «Volynpolihraf». 256 s [in Ukrainian].
9. Pavlov K. V., Pavlova O. M. (2019). Formuvannya ta rehuliuвання конкурентних відносин на регіональних ринках зhytla Ukrainy: монографія. Lutsk. Vydavnytstvo «Teren». 542s. Available at: <http://esnuir.eenu.edu.ua/handle/123456789/15852> (accessed 29 November 2021).
10. Sokolovska, Z. M. (2017). Modeli rynkovoї ekonomiky na suchasnykh tekhnolohichnykh platformakh [Models of market economy on modern technological platforms]. *Biznes Inform.* № 11. S. 430–440 [in Ukrainian].
11. Strishenets O. M., Pavlov K. V. (2016). Osoblyvosti konkurentnykh vidnosyn na rehionalnykh rynkakh nerukhomosti [Features of competitive relations in regional real estate markets]. *Naukovyi visnyk uzhhorodskoho universytetu. Seriia «Ekonomika»*. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk 1 (47). Tom 2. Uzhhorod. S. 35–38 [in Ukrainian].
12. Tereshchenko L. O., Snizhko O. S. (2011). Informatsiini tekhnolohii v upravlinni [Information technology in management]. *Investytsii: praktyka ta dosvid.* № 12. S. 28–31 [in Ukrainian].
13. Frolova H. S. (2020). Instytutsiini osoblyvosti mizhnarodnoho finansuvannya innovatsiinoї diialnosti v Ukraini [Institutional features of international financing of innovation in Ukraine]. *Ekonomika ta derzhava.* № 10. S. 105–110 [in Ukrainian].
14. Chernikova I. B. (2015). Pro osoblyvosti vyboru informatsiinykh prohram bukhhalterskoho obliku v upravlinni rynkovykh strukturamy [About the peculiarities of the choice of accounting information programs in the management of market structures]. *Ekonomichna stratehiia i perspektyvy rozvytku sfery torhivli ta posluh. Vyp. 1.* S. 40–51 [in Ukrainian].
15. WIPO (2020). World intellectual property organization. Available at: <https://www.wipo.int/portal/en> (accessed 29 November 2021).

**Павлов Костянтин Володимирович**

*доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри підприємництва і менеджменту  
Волинський національний університет імені Лесі Українки*

**Павлов Константин Владимирович**

*доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой предпринимательства и менеджмента  
Волынский национальный университет имени Леси Украинки*

**Pavlov Kostiantyn**

*Doctor of Economics, Professor,  
Head of the Department of Entrepreneurship and Management  
Lesya Ukrainka Volyn National University  
ORCID: 0000-0003-2583-9593*

**Павлова Олена Миколаївна**

*доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри економіки та природокористування  
Волинський національний університет імені Лесі Українки*

**Павлова Елена Николаевна**

*доктор экономических наук, профессор,  
заведующая кафедрой экономики и природопользования  
Волынский национальный университет имени Леси Украинки*

**Pavlova Olena**

*Doctor of Economics, Professor,  
Head of the Department of Economics and Environmental Management  
Lesya Ukrainka Volyn National University  
ORCID: 0000-0002-8696-5641*

**Кір'янова Діана Олександрівна**

*магістр кафедри підприємництва і маркетингу  
Волинського національного університету імені Лесі Українки*

**Кирьянова Диана Александровна**

*магистр кафедры предпринимательства и маркетинга  
Волынского национального университета имени Леси Украинки*

**Kiryanova Diana**

*Master of the Department of Entrepreneurship and Marketing  
Lesya Ukrainka Volyn National University*

**Нижник Віта Іванівна**

*магістр кафедри підприємництва і маркетингу  
Волинського національного університету імені Лесі Українки*

**Ныжнык Вита Ивановна**

*магистр кафедры предпринимательства и маркетинга  
Волынского национального университета имени Леси Украинки*

**Nyzhnyk Vita**

*Master of the Department of Entrepreneurship and Marketing  
Lesya Ukrainka Volyn National University*



**МІСТА ЯК ОСЕРЕДКИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ**  
**ГОРОДА КАК ОЧАГ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА**  
**CITIES AS CENTERS OF ENTREPRENEURIAL  
ACTIVITY OF THE WESTERN REGION**

**Анотація.** Розкрито питання необхідності розвитку економіки міст Західного регіону України. Визначено проблеми формування підприємницьких структур Західного регіону України за обласними центрами та іншими великими містами.

Завдяки високій концентрації економічного, інноваційного, наукового, інфраструктурного, культурного та інформаційного потенціалу розвитку міста виступають «полюсами зростання» як центри на місцевому, регіональному та міжрегіональному рівнях. Конкурентоспроможний розвиток різних регіонів країни загалом залежить від рівня розвитку міст, ефективності структурних перетворень економіки, розвитку перспективної та креативної економічної діяльності.

Сьогодні міста, особливо великі, є не лише потужними утворювачами тенденцій соціального розвитку, а й потужними популяризаторами нових ідей, які впроваджують нові ідеї сталого розвитку та тестують новітні елементи місцевого самоврядування). Дослідження структурної трансформації дають відповіді на питання та можливості розвитку міста та ефективного використання його внутрішнього соціально-економічного та геополітичного потенціалу, закладуть надійний фундамент для проривів та конкурентоспроможності у глобальному масштабі.

**Ключові слова:** місто, економіка, підприємництво.

**Аннотация.** Раскрыты вопросы необходимости развития экономики городов Западного региона Украины. Определены проблемы формирования предпринимательских структур Западного региона Украины по областным центрам и другим крупным городам.

Благодаря высокой концентрации экономического, инновационного, научного, инфраструктурного, культурного и информационного потенциала развития города выступают полюсами роста как центры на местном, региональном и межрегиональном уровнях. Конкурентоспособное развитие разных регионов страны в целом зависит от уровня развития городов, эффективности структурных преобразований экономики, развития перспективной и креативной экономической деятельности.

Сегодня города, особенно крупные, являются не только мощными создателями тенденций социального развития, но и мощными популяризаторами новых идей, внедряющих новые идеи устойчивого развития и тестирующие новейшие элементы местного самоуправления. Исследования структурной трансформации ответят на вопросы и возможности развития города и эффективного использования его внутреннего социально-экономического и геополитического потенциала, заложат надежный фундамент для прорывов и конкурентоспособности в глобальном масштабе.

**Ключевые слова:** город, экономика, предпринимательство.

**Summary.** The issue of the need for economic development of cities in the Western region of Ukraine is revealed. The problems of formation of business structures of the Western region of Ukraine by regional centers and other large cities are determined.

Due to the high concentration of economic, innovative, scientific, infrastructural, cultural and information potential of the city, they act as «poles of growth» as centers at the local, regional and interregional levels. Competitive development of different regions of the country generally depends on the level of urban development, the effectiveness of structural reforms of the economy, the development of promising and creative economic activity.

Today, cities, especially large ones, are not only powerful creators of social development trends, but also powerful promoters of new ideas that implement new ideas of sustainable development and test the latest elements of local self-government). Studies of structural transformation will provide answers to questions and opportunities for the development of the city and the effective use of its domestic socio-economic and geopolitical potential, will lay a solid foundation for breakthroughs and competitiveness on a global scale.

**Key words:** city, economy, entrepreneurship.

**Вступ.** Як відомо, в Україні міста становлять основну всієї території (приблизно 70% населення проживає в 460 містах України). Міста, особливо великі, є ключовими вузлами регіональних розрахункових мереж через концентрацію мереж державних, адміністративних, соціально-економічних, духовно-культурних, науково-освітніх установ, фінансово-економічних потоків.

**Метою** даної наукової роботи є дослідження розвитку міст Західного регіону України та визначення проблем формування підприємницьких структур Західного регіону України за обласними центрами та іншими великими містами.

**Основним завданням** є порівняння особливості структурної трансформації економіки великих, середніх і малих міст обласного значення Західного регіону України.

Формування пріоритетів сучасної структурної політики економічних перетворень та модернізації має передбачати поступову відмову від патерналістських інструментів прямої підтримки окремих видів економічної діяльності чи суб'єктів господарювання, на відміну від використання горизонтальних інструментів, спрямованих на створення ефективного середовища. Для кожного міста необхідно створити гнучку структуру економіки, засновану на їх самоідентифікації та ключових конкурентних перевагах свого розвитку, яка здатна швидко реагувати на швидкі технологічні зміни та забезпечувати комфортні умови життя [4, с. 10].

Зазначимо, що з жовтня 2019 року набули чинності положення ДБН В.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», які замінили ДБН 360-92 «Планування і забудова міських і сільських поселень». Зміни до нових норм ДБН В.2.2-12:2019 стосуються зниження кількісної кваліфікації в групі найважливіших і значущих міст з 1 млн. до 800 тис. людей, що, очевидно, пов'язано з національною демографічною кризою. Більше того, це нововведення не змінило розміру МОЗ Західного регіону України в групах міст за чисельністю населення [4, с. 11].

Більше половини всіх міст обласного значення займає група малих міст, яких налічується 19, з населенням 472 062 тис. чоловік. осіб, або 15% від загальної чисельності населення МОЗ Західного регіону України. Це зумовлено певною історичною специфікою урбанізації регіону, домінуванням невеликих міських поселень [2, с. 9].

Чим більше видів зосередженої економічної діяльності в місті, тим вище його функціональність і здатність виконувати певні функції, тобто багатofункціональне місто [6, с. 14]. Станом на кінець 2020 року результати попереднього аналізу економічної структури МОЗ Західної України за видами економічної діяльності дали можливість попередньо оцінити його економічний стан та сформулювати рекомендації та рекомендації щодо пріоритетних заходів щодо модернізації структури єдиного контуру міста (Табл. 1).

Таблиця 1

**Економічний профіль міст обласного значення Західного регіону України на кінець 2019 року**

№ з/п	Місто	ПФ — поліфункційний; МФ — монофункційний	Економічне значення
-	Луцьк	ПФ	-
3	Ковель	ПФ	транспортний центр
4	Нововолинськ	МФ	індустріальний центр
7	Мукачеве	ПФ	туристичний, транспортний центр
10	Івано-Франківськ	ПФ	культурно-освітній центр
11	Болехів	ПФ	промисловий центр
13	Калуш	МФ	промисловий центр
15	Яремче	МФ	туристичний центр
16	Львів	ПФ	освітньо-культурний, інформаційний, туристичний центр
18	Дрогобич	ПФ	промисловий та освітній центр
19	Моршин	ПФ	промисловий, рекреаційний центр
23	Трускавець	МФ	рекреаційний центр
24	Червоноград	ПФ	промисловий центр
25	Рівне	ПФ	освітньо-культурний центр
27	Вараш	МФ	промислово-енергетичний центр
29	Тернопіль	ПФ	освітньо-культурний центр
30	Бережани	ПФ	туристичний центр
3	Чернівці	ПФ	освітньо-культурний, туристичний центр

Джерело: складено за даними<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Головні управління статистики Західного регіону України (обсяги виробництва продукції (товарів та послуг); економічні профілі міських ОТГ на сайтах міських рад.

За попереднім аналізом, до міст з єдиною функцією належать: Нововолинськ, Калущ, Яремче, Борислав, Новий Розділ, Трускавець, Яремче, Вараш, Моршин, Новодністровськ. На це припадає майже 30% усіх проаналізованих міст [2, с. 18]. Єдність економічного розвитку більшості малих міст призвела до їх криз, зменшення населення та культурного занепаду, подолати ці проблеми можна лише шляхом структурної трансформації та відповідності пріоритетам «Нового урбанізму», які спрямовані на підвищення якості життя мешканців [7, с. 9].

Враховуючи вищевказане, а також беручи до уваги особливості розвитку та структурної трансформації економіки обласних міст в Західному регіоні України, оптимальним є виокремлення чотирьох основних категорій вказаних міст за критерієм домінуючої функціональної спрямованості їх економіки, а саме: промислово-індустріальні (Борислав і Червоноград (Львівська область), Калущ і Бурштин (Івано-Франківська область), Дубно (Рівненська область) тощо); туристично-рекреаційні (Трускавець і Моршин (Львівська область), Яремче (Івано-Франківська область) та ін.); транспортно-логістичні (Чоп (Закарпатська область), Ковель (Волинська область) тощо) і культурно-історичні (Коломия (Івано-Франківська область), Самбір (Львівська область), Острог (Рівненська область), Володимир-Волинський (Волинська область) і низка інших) (Табл. 1).

При цьому багато міст обласного значення Західного регіону України поєднують у собі риси відразу декількох типів, деякі з них виявлені більш яскраво — інші менш відчутно [8, с. 4].

Водночас, ціла низка досліджуваних міст характеризується приблизно однаковою належністю до різних типів за критерієм функціональної спрямованості їх економіки, оскільки відповідні риси їх економічного розвитку виражені приблизно однаково. До таких міст, зокрема, належать Стрий і Дрогобич Львівської області, Мукачєво

Закарпатської області, а також майже усі обласні центри Західного регіону України (Табл. 2).

Аналіз динаміки економічного переходу, обраний із дослідження середніх міст західної України за 2018–20 рр., заслуговує на увагу зростання роздрібною торгівлі в усіх середніх містах західного регіону, за винятком Коломиї. Навпаки, у Коломиї спостерігаються позитивні тенденції щодо капіталовкладень та експорту послуг, у тому числі їх співвідношення до товарного експорту [2, с. 3].

З-поміж малих міст Західної України обраних для вивчення трансформації їхньої економічної структури, варто звернути увагу, що в контексті вищих даних про товарообіг та більшої дисперсії обсяг автомобільних перевезень був дуже низьким [9, с. 12]. Серед досліджених малих міст обласного значення за розвитком внутрішньої торгівлі лідирують Борислав та Острог, обсяг роздрібною торгівлі якого за аналізований період зріс у 2,6 раза. Натомість найменше збільшення цього показника спостерігалось в Яремче (лише 6%) [2, с. 30].

Офіс ефективного регулювання (BRDO) та Українська підприємницька спілка (SUP) провели оцінку бізнес-середовища в Україні у 2018–2019 роках. На основі оцінки складено рейтинг «Регіональне бізнес-середовище» (за методом коригування Світового банку). Результати опитування свідчать, що Івано-Франківська область входить у трійку найбільш придатних регіонів України для ведення бізнесу, Львівська область — у п'ятірку, а Рівненська та Волинська — у десятку [1, с. 5–8].

Дивлячись на вигідні умови для утворення підприємств поміж Західних областей України, на перших місцях знаходиться Волинська, Чернівецька та Рівненська області, Тернопільська область опустилась нижче (11 місце), а от Львівська та Івано-Франківська області зайняли 19 та 21 місце. У Івано-Франківській (4 місце), Рівненській (8 місце), Закарпатській (9 місце), Волинській (10 місце), Тернопільській (12 місце) областях, серед усіх областей України, ви можете

Таблиця 2

## Окремі показники економічного розвитку деяких міст Західного регіону України

Міста	Роздрібний товарооборот підприємств, млн. грн.	Капітальні інвестиції, млн. грн	Експорт товарів, млн. дол. США	Експорт послуг, млн. дол. США
Великі міста (Луцьк, Львів, Чернівці, Рівне)	50710	18235	854	236
Середні міста (Червоноград, Мукачєво, Коломия, Ковель)	6556	1712	434	70,1
Малі міста (Борислав, Чоп, Яремче, Острог)	722	547	16	7

Джерело: дані наведені за 2015 рік<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Результати моніторингу соціально-економічного розвитку областей та міста Києва за 2015 рік: <https://dei.kyivcity.gov.ua/files/2016/11/28/Analiz-sotsialno-ekonomichnogo-rozvitku-regioniv-za-2015-rik-za-rezultatami-reytingovoyi-otsinki.pdf>

без зайвих проблем отримати дозвіл на будівництво. З усіх областей Західного регіону найнижче місце зайняла Чернівецька область (20 місце). Якщо оцінювати області за найлегшим оформленням права оренди на земельну ділянку, найвищу місце має Івано-Франківська(5) та Волинська (7) області, натомість Львівська (9), Рівненська (11) та Закарпатська (11) займають нижчі місця, Чернівецька область знову в опиняється у кінці списку (24 місце). Більшість областей Західного регіону займають високі місця за ступенем приєднання до електромереж промислових об'єктів, окрім Чернівецької області, яка знову посідає останнє місце. За кількістю адміністративних послуг та інших процедур, які можна отримати або пройти, використовуючи Інтернет, Львівська та Івано-Франківська області посіли 3 та 4 місця, Тернопільська — 6, Чернівецька область— 21 місце, як і в більшості випадків займає останнє місце у рейтингу [6, с. 12–22].

Наприклад у сфері виробництва основними перешкодами стали: брак оборотних коштів, недостатній доступ до інформації про програми підтримки бізнесу, відсутність сприятливої державної політики підтримки бізнесу, застаріла матеріально-технічна база, низький рівень автоматизації процесів та недостатній рівень управлінських компетенцій керівників підприємств. Серед основних проблем у сфері послуг було виявлено: низька купівельна спроможність населення, потреба автоматизації процесів та підвищення компетенцій керівників, дефіцит оборотних коштів. Основними рекомендаціями для малого бізнесу стали: забезпечення чіткого стратегічного планування, формування власної бізнес-моделі, розвиток управлінських компетенцій, маркетингу, автоматизації та впровадження інновацій [10, с. 8–9].

До зовнішніх чинників варто віднести: стрімку урбанізацію; науково-технічний прогрес (інтелектуалізація міського розвитку, цифровізація, smart city); глобалізацію; геополітичну ситуацію; конкуренцію на світових ринках; екологічне навантаження на довкілля; стратегічні орієнтири та пріоритети розвитку видів економічної діяльності на глобальному та національному рівнях, зумовлені новими світовими стандартами розвитку міст (децентралізація, деіндустріалізація, соціалізація економіки), впровадженням принципів Нового урбанізму, Цілей сталого розвитку для досягнення сталого, інклюзивного розвитку [11, с. 15].

Внутрішні фактори включають:

- Демографічні показники (зростання та скорочення населення, баланс економічно активного населення, старіння населення, зайнятість та безробіття, міграційний потік та внутрішній просторовий рух населення);
- Екологія (умови проживання, ступінь територіального забруднення);

- Містобудування або планування (практика просторового планування, дотримання містобудівних умов та обмежень);
- Економіка (особливість або диверсифікація економічної структури, капітальні інвестиції в розвиток міст, реалізація планів розвитку міст, сприяння розвитку місцевого бізнесу, механізм економічного нагляду, тінь міської економіки);
- Суспільство (ступінь соціальної ізоляції, розвиток соціальної інфраструктури, соціального захисту та медичної допомоги, доступ населення до освітніх послуг);
- Інституції (на основі демократичного управління містом, розвитку громадянського суспільства, корупції місцевих органів влади, бюджетної політики та стратегій соціально-економічного розвитку) [5, с. 7].

Якщо розглядати економічну структуру в розрізі галузей з різним функціональним навантаженням і значенням для економічного розвитку, то необхідно розрізнити базові галузі, сфери послуг та сектори домашніх господарств

У контексті структурних перетворень сучасними перешкодами для розвитку міст у Західній Україні є:

- 1) На глобальному рівні: поляризація розвитку високотехнологічних секторів економіки, концентрація капіталу на високо інтенсивних ринках;
  - 2) На національному рівні: поглиблюється демографічна криза — старіння населення, відтік кадрів; війни на сході України та тимчасова окупація територій; зниження якості людського капіталу;
  - 3) На регіональному рівні: посилюються територіальні диспропорції, прискорюється деградація проблемних територій, погіршується екологічна обстановка, недостатня окупність інвестицій у пріоритетні напрямки розвитку високотехнологічних підприємств, низький рівень інноваційної діяльності у галузях і сферах послуг; непослідовні та неефективні реформи;
  - 4) На місцевому (районному) рівні: комплексний контроль у столичних юрисдикціях, спотворення структури зайнятості та переміщення трудової міграції, низький рівень підготовки, освітня міграція; нелегальна іноземна імміграція, неформальна зайнятість; низька інвестиційна привабливість міської економіки, підприємницька економіка Низький рівень інноваційних підприємств, фрагментація економічної просторової організації великих міст, цифровий розрив доступності Інтернету між містами та селами, слабка транспортна інфраструктура, економічна структура захисту міської економіки [2, с. 23].
- Тобто в період першої промислової революції на базі ключових галузей та взаємодоповнюючих галузей у період першої промислової революції формувались та/або інтенсивно розвивалися міста.



Серед пріоритетних галузей першої промислової революції слід назвати видобуток вугілля, чорну металургію, текстильну промисловість [9, с. 14].

Під впливом технологічних та організаційних інновацій, структури та відомчої спрямованості в наступні періоди старі промислові міста зазнали змін. Проте багато з цих міст, які зберігають єдину функцію спеціалізації, особливо малі та середні міста, не зазнали серйозної реорганізації та модернізації. Це значною мірою сприяло їх нинішньому стану депресії» [3, с. 6–10].

**Висновок.** Отже, за результатами дослідження порівняльної характеристики структурних перетворень економіки великих, середніх та малих міст обласного значення західної України можемо зробити висновок, що розмір міста не має значення для окремих видів економічної діяльності з точки зору розвитку чи занепаду. Навпаки, у цьому контексті важливе значення набуває міське просторове позиціонування та традиції комерційної культури, а також еволюційні особливості інституційного середовища та якості людського капіталу.

### Література

1. Індекс настроїв малого бізнесу 2018 — European business association. European Business Association. URL: <https://eba.com.ua/indeks-nastroyiv-malogo-biznesu-2018> (дата звернення: 04.12.2021).
2. Мельник М. І. Структурна трансформація економіки міст Західного регіону України: передумови, чинники та особливості: наукова доповідь. Львів, 2020. 163 с.
3. Міністерство економіки України -> Прогноз економічного і соціального розвитку України -> Уточнення основних прогнозних показників економічного і соціального розвитку України на 2020–2022 роки. Міністерство економіки України -> головна сторінка. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=6d5a79e1-b2f3-416e-8a74-0b6dc24456be&title=UtochnenniaOsnovnikhPrognoznikhPokaznikivEkonomichno goISotsialnogoRozvitkuUkrainiNa2020-2022-Roki> (дата звернення: 04.12.2021).
4. Соціальні та креативні індустрії в розвитку концепції розумних міст / О. Pavlova та ін. Economic journal of Lesia Ukrainka Eastern European National University. 2019. Т. 4, № 20. С. 7–14. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-04-7-14> (дата звернення: 04.12.2021).
5. Стрішенець О. М., Павлов К. В. Особливості конкурентних відносин на регіональних ринках нерухомості. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка». Збірник наукових праць. 2016. Т. 2, № 1. С. 35–38.
6. Optimization of multi-channel queuing systems with a single retail attempt: economic approach / O. Pryshchepa et al. Decision science letters. 2020. P. 559–564. URL: <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2020.8.002> (date of access: 04.12.2021).
7. Pavlova O., Pavlov K., Kozlov V. Правове регулювання та управління процесом поведінки з твердими побутовими відходами в Україні. Economic journal of Lesia Ukrainka Eastern European National University. 2019. Т. 1, № 17. С. 76–85. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-01-76-85> (дата звернення: 04.12.2021).
8. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Пріоритетні напрями державного регулювання конкуренції: вітчизняний та зарубіжний досвід. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2019. Т. 1, № 17. С. 14–20. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-01-14-20> (дата звернення: 04.12.2021).
9. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Стратегічні напрями державного регулювання конкурентних відносин шляхом стимулювання попиту та пропозиції на регіональних ринках житла в Україні. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2019. Т. 4, № 20. С. 141–149. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-04-141-149> (дата звернення: 04.12.2021).
10. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Integral indicators based on competitiveness capacity characteristics of regional real estate markets of Ukraine. Journal of competitiveness. 2019. Vol. 11, no. 3. P. 87–108. URL: <https://doi.org/10.7441/joc.2019.03.06> (date of access: 04.12.2021).
11. Pavlov K., Shevchuk I. Regional markets for residential real estate: budget mechanisms for the implementation of antimonopoly measures. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2017. Vol. 12, no. 4. P. 82–88. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2017-04-82-88> (date of access: 04.12.2021).

### References

1. Indeks nastroyiv maloho biznesu 2018 — european business association. European Business Association. URL: <https://eba.com.ua/indeks-nastroyiv-malogo-biznesu-2018> (data zvernennia: 04.12.2021).
2. Melnyk M. I. Strukturna transformatsiia ekonomiky mist Zakhidnoho rehionu Ukrainy: peredumovy, chynnyky ta osoblyvosti: naukova dopovid. Lviv, 2020. 163 s.
3. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy -> Prohnoz ekonomichnoho i sotsialnoho rozvytku Ukrainy -> Utochnennia osnovnykh prohnozykh pokaznykiv ekonomichnoho i sotsialnoho rozvytku Ukrainy na 2020–2022 roky. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy -> holovna storinka. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=6d5a79e1-b2f3-416e-8a74-0b6dc24456be&title=UtochnenniaOsnovnikhPrognoznikhPokaznikivEkonomichno goISotsialnogoRozvitkuUkrainiNa2020-2022-Roki>



id=6d5a79e1-b2f3-416e-8a74-0b6dc24456be&title=UtochnenniaOsnovnikhPrognoznikhPokaznikivEkonomichnogoISotsialnogoRozvitkuUkrainiNa2020-2022-Roki (data zvernennia: 04.12.2021).

4. Sotsialni ta kreatyvni industrii v rozvytku kontseptsii rozumnykh mist / O. Pavlova ta in. Economic journal of Lesia Ukrainka Eastern European National University. 2019. T. 4, № 20. S. 7–14. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-04-7-14> (data zvernennia: 04.12.2021).

5. Strishenets O. M., Pavlov K. V. Osoblyvosti konkurentnykh vidnosyn na rehionalnykh rynkakh nerukhomosti. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii «Ekonomika». Zbirnyk naukovykh prats. 2016. T. 2, № 1. S. 35–38.

6. Optimization of multi-channel queuing systems with a single retail attempt: economic approach / O. Pryshchepa et al. Decision science letters. 2020. P. 559–564. URL: <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2020.8.002> (date of access: 04.12.2021).

7. Pavlova O., Pavlov K., Kozlov V. Pravove rehuliuвання ta upravlinnia protsesom povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy v ukraini. Economic journal of Lesia Ukrainka Eastern European National University. 2019. T. 1, № 17. S. 76–85. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-01-76-85> (data zvernennia: 04.12.2021).

8. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Priorytetni napriamy derzhavnoho rehuliuвання konkurentsii: vitchyzniani ta zarubizhnyi dosvid. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2019. T. 1, № 17. S. 14–20. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-01-14-20> (data zvernennia: 04.12.2021).

9. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Stratehichni napriamy derzhavnoho rehuliuвання konkurentnykh vidnosyn shliakhom stymuliuвання popytu ta propozytsii na rehionalnykh rynkakh zhytla v ukraini. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2019. T. 4, № 20. S. 141–149. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-04-141-149> (data zvernennia: 04.12.2021).

10. Pavlov K., Pavlova O., Kupchak V. Integral indicators based on competitiveness capacity characteristics of regional real estate markets of ukraine. Journal of competitiveness. 2019. Vol. 11, no. 3. P. 87–108. URL: <https://doi.org/10.7441/joc.2019.03.06> (date of access: 04.12.2021).

11. Pavlov K., Shevchuk I. Regional markets for residential real estate: budget mechanisms for the implementation of antimonopoly measures. Economic journal of lesia ukrainka eastern european national university. 2017. Vol. 12, no. 4. P. 82–88. URL: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2017-04-82-88> (date of access: 04.12.2021).

УДК 631.162:633.1:658.511

**Симоненко Олена Іванівна**

*кандидат економічних наук, доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Симоненко Елена Ивановна**

*кандидат экономических наук, доцент*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

**Symonenko Olena**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

ORCID: 0000-0002-2459-4187

**Щегельська Діана Русланівна**

*студентка*

*Національного університету біоресурсів і природокористування України*

**Щегельская Диана Руслановна**

*студентка*

*Национального университета биоресурсов и природопользования Украины*

**Shchegelska Diana**

*Student of the*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

DOI: 10.25313/2520-2057-2021-18-7769

**АДАПТУВАННЯ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНИХ  
НАПРАЦЮВАНЬ УПРАВЛІНСЬКОГО ОБЛІКУ  
ДО АГРАРНОЇ СПЕЦИФІКИ**

**АДАПТИРОВАНИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИХ  
НАРАБОТОК УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА  
К АГРАРНОЙ СПЕЦИФИКЕ**

**ADAPTATION OF THEORETICAL AND METHODOLOGICAL  
DEVELOPMENTS OF MANAGEMENT ACCOUNTING  
TO AGRICULTURAL SPECIFICS**

**Анотація.** Діяльність аграрних підприємств пов'язана з витратами ресурсів на виробництво, управління, збут, закупівлю тощо. Тому в статті розглянуто питання управління витратами та вагомості обліку як одного з елементів системи управління. В статі визначено зміст бухгалтерського та управлінського обліку, проведено дослідження наукових думок щодо визначення «управління витратами», засвідчено процесний та системний підходи до змісту даного трактування та висловлено власну думку. Обґрунтовано аналітичні елементи системи управління витратами, розкрито алгоритм впровадження системи управління витратами виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах.

**Ключові слова:** витрати, доходи, облік і аналіз витрат і доходів, управління витратами.

**Аннотация.** Деятельность аграрных предприятий связана с затратами ресурсов на производство, управление, сбыт, закупку и т.д. Поэтому в статье рассмотрены вопросы управления затратами и весомости учета как одного из элементов системы управления. В статье определено содержание бухгалтерского и управленческого учета, проведено исследование научных мнений по определению «управления затратами», засвидетельствован процессный и системный подходы к содержанию данной трактовки и высказано собственное мнение. Обоснованы аналитические элементы системы управления

затратами, раскрыт алгоритм внедрения системы управления затратами на производство продукции растениеводства в сельскохозяйственных предприятиях.

**Ключевые слова:** расходы, доходы, учет и анализ расходов и доходов, управление расходами.

**Summary.** The activity of agricultural enterprises is associated with the cost of resources for production, management, sales, procurement, etc. Therefore, the article considers the issue of cost management and the importance of accounting as one of the elements of the management system. The article defines the content of accounting and management accounting, conducted a study of scientific opinions on the definition of «cost management», testified to the process and system approaches to the content of this interpretation and expressed their own opinion. The analytical elements of the cost management system are substantiated, the algorithm of introduction of the cost management system of crop production in agricultural enterprises is revealed.

**Key words:** costs, revenues, accounting and analysis of costs and revenues, cost management.

Функціонування підприємств вимагає побудови адаптивних структур управління витратами, їх гнучкості задля забезпечення достовірною інформацією керівників для прийняття рішень і розробки стратегічних планів.

Зокрема Крушельницька О. В., стверджує, що управління витратами «... це складний багатоаспектний процес, що включає управлінські дії, метою яких є досягнення високого економічного результату діяльності підприємства. Система управління витратами включає такі організаційні підсистеми, як: пошук і виявлення факторів економії ресурсів; планування витрат за видами; облік й аналіз витрат; стимулювання економіки

ресурсів і зниження витрат. Кожен елемент системи виконує чітко поставлені завдання і спрямований на досягнення загальних цілей підприємства. Так, організаційні підсистеми: нормування витрат, ресурсів, планування і прогнозування витрат за іншими видами, облік й аналіз, пошук і виявлення факторів економії ресурсів — вирішують проблеми в межах своїх обов’язків, а всі разом забезпечують конкурентоспроможність і ефективність діяльності як окремих підрозділів, так і підприємства в цілому» [1].

Маркіна І. А., Вороніна В. Л. та Рудич А. А. вважають, що «... у сучасних умовах управління витратами означає створення єдиної, раціональної,



Рис. 1. Аналітичні елементи системи управління витратами

Таблиця 1

**Алгоритм впровадження системи управління витратами виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах**

№	Етап впровадження	Цілі етапу впровадження	Індикатор досягнення мети
1.	Розробка внутрішніх стандартів системи управління витратами виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах	Розробити та затвердити: процедури бюджетного управління витратами виробництва продукції рослинництва на підприємстві, пакет внутрішньої методичної документації	Розроблені та затверджені: облікова політика; класифікатор витрат виробництва продукції рослинництва підприємства; положення про розподіл накладних витрат; технологічні карти
2.	Формалізація основних положень системи внутрішнього обліку витрат виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах	Побудувати систему рахунків управлінського обліку та інтегрувати її в систему фінансового обліку підприємства, розробити алгоритм визначення фактичної собівартості продукції рослинництва	1. Сформований план рахунків управлінського обліку, система інтегрування рахунків управлінського обліку фінансового обліку. 2. Розроблений порядок калькуляції собівартості одиниці продукції. 3. Розроблена схема документообігу.
3.	Побудова взаємопов'язаної системи бюджетів	Розробити систему консолідованих бюджетів витрат та бюджетів витрат в розрізі центрів відповідальності, розробити алгоритм визначення планової собівартості сільськогосподарської продукції рослинництва	1. Розроблені шаблони бюджетів витрат виробництва продукції рослинництва підприємства, зокрема: бюджет прямих матеріальних витрат; бюджет прямих витрат на оплату праці; бюджет накладних виробничих витрат; бюджет собівартості виробленої продукції; бюджет собівартості реалізованої продукції; бюджет витрат на збут; бюджет адміністративних витрат; бюджет інших операційних витрат. 2. Визначена методика та бази формування ставки розподілу накладних витрат. 3. Розроблений календарний план бюджетного планування на підприємстві.
4.	Організація ефективної системи контролю виконання бюджетів	Вибудувати ефективну систему бюджетного контролю в розрізі центрів відповідальності	1. Сформовані шаблони звітів про виконання бюджетів в розрізі центрів відповідальності. 2. Розроблена система бюджетного контролю.
5.	Створення аналітичного центру як основного джерела управлінської інформації	Включити в організаційну структуру підприємства відділ аналітики	Оптимізовано оргструктуру підприємства, зокрема сформовано аналітичний відділ (введено посаду бухгалтера-аналітика), у функції якого входить формування своєчасної інформації для прийняття оперативних управлінських рішень.

чітко та безперебійно функціонуючої системи з певними цільовими установками та взаємопов'язаними елементами» [3].

Отже, на думку Маркіної І. А., Вороніної В. Л. та Рудич А. А., система управління витратами «... це сукупність взаємопов'язаних елементів, методів і механізмів, що діють у межах функціональних обов'язків і утворюють певну цілісність, за допомогою яких узагальнюються процеси постачання, використання ресурсів, вирішуються чітко поставлені цілі, реалізуються тактичні і стратегічні плани» [3].

Лункіна Т. І. та Криницька В. О. вважають, що «... правильний підхід до побудови системи управління витратами — це запорука ефективного управління будь-яким підприємством, і зокрема сільськогосподарським. Основними елементами системи управління витратами виробництва на підприємствах агропромислового комплексу є облік витрат, бюджетування витрат та контроль виконання бюджетів витрат. Для об'єктивної оцінки

формування рівня витрат виробництва необхідно, щоб кожне сільськогосподарське підприємство для управління витратами на виробництво продукції рослинництва проводило аналіз господарської діяльності, де в ролі необхідних і взаємодоповнювальних джерел інформації виступала б організація фінансового та управлінського обліку» [2].

Для ефективного впровадження системи управління витратами виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах ми пропонуємо алгоритм наведений в табл. 1.

Таким чином, запорука ефективного управління сільськогосподарським підприємством визначається правильним підходом до побудови системи управління витратами виробництва продукції рослинництва. Управління витратами в галузі рослинництва представляє собою непросту систему, в якій кожен елемент тісно пов'язаний між собою та потребує визначених керівництвом підприємства стратегій управління та чітку організацію облікових процесів.

Така організація повинна сприяти оптимізації складових собівартості сільськогосподарської продукції, оскільки однією з основних проблем являється зростання виробничих витрат, що обумовлено рядом економічних причин та інфляційних процесів. На це вказує, те, що у структурі витрат сільськогосподарських підприємств найбільша частина належить придбаним засобам виробництва, а саме: насіння, засобам захисту рослин та мінеральним добривам. Зростання вартості ключових ресурсів для вирощування продукції може негативно позначитись на фінансових результатах діяльності підприємства. Водночас, зростання виробничих витрат у сільськогосподарських підприємствах виникає і в результаті недосконалого управління витратами.

Зазначене вище означає, що підприємства повинні застосовувати такі методи формування витрат на виробництво, які зможуть забезпечити

детальною інформацією суб'єктів управління та за рахунок прийняття вчасних управлінських рішень дадуть можливість оптимізувати обсяг витрат для поліпшення ефективності діяльності підприємства за результатами сезону. Підприємство має самостійно вибрати стратегію управління витратами, яка буде максимально сприяти покращенню результатів діяльності та фінансового стану.

Важливо розуміти, що процес впровадження системи управління витратами це результат клопіткої праці різних відділів і служб, спрямований на стабільну роботу підприємства. Нині пріоритетним завданням для сільськогосподарських компаній стає підготовка висококваліфікованих спеціалістів з управлінського обліку, які змогли б організувати аналітичну роботу зі збору та формування необхідної інформації для ефективного управління витратами виробництва продукції рослинництва підприємства.

#### Література

1. Крушельницька О. В. Управління матеріальними ресурсами: навч. посібник. Київ: Кондор, 2008. 162 с.
2. Маркіна І. А., Вороніна В. Л., Рудич А. А. Теоретичні основи управління витратами підприємства. Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. 2020. № 4. С. 140–147.
3. Лункіна Т. І., Криницька В. О. Оптимізація управління витратами як спосіб підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Наукові праці. Економіка. 2015. Вип. 253. Т. 265. С. 144–147.

#### References

1. Krushelnytska O. V. Management of material resources: textbook, manual. Kyiv: Condor, 2008. 162 p.
2. Markina I. A., Voronina V. L., Rudich A. A. Theoretical foundations of enterprise cost management. State and regions. Series: Economics and Entrepreneurship. 2020. № 4. P. 140–147.
3. Lunkina T. I., Krynytska V. O. Optimization of cost management as a way to increase the efficiency of agricultural production. Scientific works. Economy. 2015. Vyp. 253. T. 265. P. 144–147.



**Чухліб Алла Василівна**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри статистики та економічного аналізу  
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Чухлеб Алла Васильевна**

*кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры статистики и экономического анализа  
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

**Chukhlib Alla**

*PhD in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Statistics and Economic Analysis  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Молнар Володимир Васильович**

*студент  
Національного університету біоресурсів і природокористування України*

**Молнар Владимир Васильевич**

*студент  
Национального университета биоресурсов и природопользования Украины*

**Molnar Volodymyr**

*Student of the  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**ІНФОРМАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА**

**ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕРНОПРОИЗВОДСТВА**

**INFORMATION – STATISTICAL SUPPORT FOR EVALUATION  
OF EFFICIENCY OF GRAIN PRODUCTION**

**Анотація.** В статті визначено та обґрунтовано складові елементи інформаційно-статистичного забезпечення, систему показників ефективності зерновиробництва, розкрито методичні аспекти статистичних методів їх аналізу та прогнозування.

**Ключові слова:** інформаційно-статистичне забезпечення, зернові культури, зерновиробництво, оцінка, метод, ефективність.

**Аннотация.** В статье определены и обоснованы составные элементы информационно-статистического обеспечения, система показателей эффективности зернопроизводства, раскрыты методические аспекты статистических методов их анализа и прогнозирования.

**Ключевые слова:** информационно-статистическое обеспечение, зерновые культуры, зернопроизводство, оценка, метод, эффективность.

**Summary.** The constituent elements of information- statistical support is identified and justified, the system of indicators of grain production efficiency, the methodological aspects of statistical methods of their analysis and forecasting is revealed.

**Key words:** information-statistical support, cereals, grain production, evaluation, method, efficiency.

**В**Україні зернова галузь є найважливішою складовою аграрного сектору економіки, що визначає економічну безпеку країни. Від рівня ефективності розвитку зерновиробництва залежить добробут населення, піднесення національної економіки, гарантування продовольчої безпеки, експортні можливості країни. Продукція зерновиробництва завжди була, є і буде одним з найважливіших джерел багатства будь-якої держави. У світовому землеробстві зернові культури постійно домінували, а зерно й нині залишається найважливішим і стратегічним продуктом сільського господарства [1, с. 81].

Сучасні тенденції розвитку зернової галузі, посилення впливу зовнішніх чинників на ефективність її функціонування, інші особливості сучасних умов функціонування аграрного сектору вимагають активного використання сучасних методів дослідження, якісно нових підходів до оцінки ефективності управлінської діяльності, що залежить від якості наявного інформаційно-статистичного забезпечення.

«Інформаційно-статистичне забезпечення» уособлює в собі поняття «інформаційне забезпечення» та «статистичне забезпечення».

На сьогодні не існує єдиної точки зору щодо понятійного апарату «інформаційне забезпечення».

Автори А. О. Апостолов, В. В. Смирнова визначають інформаційне забезпечення як сукупність форм, методів, інструментів управління інформаційними ресурсами, що необхідні для реалізації аналітичних/ управлінських процедур, які забезпечують стабільне функціонування підприємства, його стійкий розвиток [4, с. 294].

О. Є. Кузьмін, Н. Г. Георгіаді вважать, що інформаційне забезпечення — це система якісних і кількісних показників, що характеризують рівень задоволення суб'єктів управлінської діяльності управлінською інформацією, інформаційними технологіями з метою реалізації інформаційною системою встановлених цілей та завдань [2, с. 64].

Н. Н. Хахонова під інформаційним забезпеченням розуміє складний динамічний процес, спрямований на забезпечення потреб управлінського апарату та виконання функції раціоналізації діяльності апарату [5, с. 232].

Узагальнюючи погляди вчених щодо сутності «інформаційного забезпечення» слід відмітити, що термін трактується в двох напрямках:

- по-перше, як комплекс засобів, що використовуються для забезпечення функціонування інформаційних систем управління;
- по-друге, як комплекс умов і засобів завдяки яким задовольняються інформаційні потреби користувачів і відбувається процес нормального функціонування підприємств.

Статистичне забезпечення — сукупність статистичних показників, методів, моделей і алгоритмів

обробки інформації. Компонентами статистичного забезпечення оцінки ефективності зерновиробництва є офіційні дані Державної служби статистики, обласних служб статистики, звітності підприємств, що займаються вирощуванням зернових культур, статистичні показники, методи аналізу і прогнозування.

Ефективність виробництва зернових культур полягає в оптимізації виходу високоякісної продукції з кожного гектару землі у вартісному виразі при раціональних витратах усіх ресурсів на одиницю продукції та збереженні природної екологічної рівноваги [3]. Для оцінки ефективності виробництва зернових культур використовуються як натуральні, так і вартісні показники виходу продукції з урахуванням її якості, які є вихідними при визначенні економічної ефективності зерновиробництва.

Особливістю зернової галузі є те, що зерно відрізняється за якістю, поживними характеристиками, може використовуватись за різним призначенням і, відповідно, поділяється на групи (продовольче, кормове, насіннєве). В залежності від призначення зерна суттєво відрізняються і система показників для визначення його економічної ефективності.

Для оцінки економічної ефективності продовольчого зерна використовують показники — урожайність, собівартість 1 ц зерна, затрати праці на 1 ц/1 га, прибуток у розрахунку на 1 ц/1 га посівів, рівень рентабельності. Економічна ефективність фуражного зерна оцінюються іншою системою показників — урожайність, вихід кормових одиниць і протеїну з 1 га посівів, собівартість 1 ц зерна/1 ц корм. од., затрати праці на 1 ц зерна/1 ц корм. од., прибуток у розрахунку на 1 га посівів, рівень рентабельності.

Найважливішими натуральними показниками ефективності виробництва зернових культур є урожайність, що дозволяє об'єктивно проаналізувати ефективність матеріальних затрат на їх виробництво; собівартість, що акумулює витрати на вирощування та збирання зернових культур; трудомісткість продукції; ціна реалізації 1 ц; прибуток на 1 га посівної площі/1 ц зерна, в якому відображається вплив всіх чинників, як природних, так і економічних, організаційно-господарських.

Аналітична оцінка зерновиробництва здійснюється з використанням різноманітних методів, прийомів та моделей, з метою вивчення ефективності використання всіх ресурсів, виявлення недоліків в управлінні виробництвом продукції та прийняття виважених управлінських рішень щодо підвищення ефективності зерновиробництва.

Для оцінки впливу окремих чинників на рівні показників ефективності зерновиробництва застосовуються метод аналітичних групувань, індексний метод, кореляційно-регресійний аналіз,

дисперсійний аналіз. Виявлення основних тенденцій та закономірностей руху досліджуваних показників здійснюється за допомогою методів аналітичного вирівнювання тренду, експоненціального згладжування з регульованим трендом, адаптивного згладжування та ін.

Найбільш ефективним способом виявлення тенденції урожайності зернових культур є метод аналітичного вирівнювання ряду динаміки. Рівні ряду динаміки виражаються у вигляді часових функцій:

$$Y_t = f(t). \quad (1)$$

Вибір типу функції базується на теоретичному аналізі сутності досліджуваного явища, характері його динаміки. У разі, коли рівні динамічного ряду змінюються в арифметичній прогресії або наближаються до неї, здійснюють вирівнювання ряду динаміки за прямою:

$$Y_t = a_0 + a_1 t, \quad (2)$$

де  $Y_t$  — розрахункові показники ряду динаміки;  $a_0, a_1$  — параметри прямої (початковий рівень і середній щорічний приріст);  $t$  — час.

Параметри  $a_0$  і  $a_1$  визначають способом найменших квадратів, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases} \quad (3)$$

Для оцінки аналітичного рівняння необхідно розрахувати показники варіації, що характеризують коливання аналітичного ряду навколо середньої, кореляційне відношення і коефіцієнт детермінації, за якими визначають близькість аналітичного ряду до емпіричного.

Колівання урожайності зернових культур як за рахунок агротехніки, так і за рахунок метеорологічних умов, відображає загальна дисперсія:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}. \quad (4)$$

Варіацію урожайності зернових культур за рахунок випадкових чинників (метеорологічних умов), показує залишкова дисперсія:

$$\sigma_{\text{зал}}^2 = \frac{\sum (y - Y_t)^2}{n}. \quad (5)$$

Факторна дисперсія показує варіацію урожайності зернових культур за рахунок рівня агротехніки:

$$\delta^2 = \sigma^2 - \sigma_{\text{зал}}^2. \quad (6)$$

Коефіцієнт детермінації, що відображає вплив рівня агротехніки на урожайність зернових культур, розраховується за формулою:

$$D = (\delta^2 \div \sigma^2) \times 100\%. \quad (7)$$

Трендові рівняння використовуються для прогнозування показників ефективності зерновиробництва. Прикладний аспект використання трендових моделей для прогнозування показників ефективності зерновиробництва може бути реалізований лише після перевірки моделі на адекватність. З цією метою обчислюють коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_t - y_t)^2 \div n}{\sum \frac{y_t^2}{n} - \left( \frac{\sum y_t}{n} \right)^2}. \quad (8)$$

Якщо фактичне значення коефіцієнта детермінації перевищить теоретичне значення, визначене за таблицею критичних значень, це означатиме, що трендова модель є адекватною.

Для побудови інтервальної оцінки прогнозу необхідно визначити довірчі межі для прогнозного показника ефективності зерновиробництва зі встановленим рівнем ймовірності. Стандартну похибку прогнозу обчислюють за формулою:

$$\sigma_p = \sigma_\varepsilon \times \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{3 \times (n+2v-1)^2}{n \times (n^2-1)}}, \quad (9)$$

де  $v$  — інтервал прогнозу;  $\sigma_\varepsilon$  — залишкове середньоквадратичне відхилення, що обчислюють за формулою:

$$\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (Y_t - y_t)^2}{n - m}}. \quad (10)$$

Довірчі межі для прогнозного значення показника ефективності зерновиробництва визначають нерівністю:

$$Y_{np} = Y_t \pm t \sigma_\varepsilon. \quad (11)$$

Таким чином, інформаційно-статистичне забезпечення є управлінським інструментом для підвищення ефективності зерновиробництва. Якісно сформована система інформаційного забезпечення є передумовою ефективного використання статистичного інструментарію, що дозволяє провести комплексний аналіз ефективності зерновиробництва, здійснити науково обґрунтовані прогнози, обґрунтувати стратегію розвитку зернової галузі.

#### Література

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку)/ за ред. М. В. Присяжнюка, М. В. Зубця, П. Т. Саблука, В. Я. Месея-Веселяка, М. М. Федорова. К.: ННЦІАЕ, 2011. 1008с.
2. Кузьмін О. Є., Георгіаді Н. Г. Формування і використання інформаційної системи управління економічним розвитком підприємства: монографія. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. 368 с.
3. Сирит В. С., Чухліб А. В. Теоретичні аспекти статистичного аналізу ефективності виробництва зернових культур. Світ економічної науки: матеріали міжнар. наук.-практ. інтер.-конф. економ. спрям. Тернопіль, 2018. Вип. 3. С. 45–46.
4. Смирнова В. В., Апостолов А. О. Информационное обеспечение развития предпринимательских структур. Економіка. Менеджмент. Підприємництво. 2003. № 11. С. 294–297.
5. Хахонова Н. Н. Теоретико-методологическое исследование категории «учетно-аналитическая система» управления коммерческой организации. Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 231–234.

**Fliahin Vladyslav***Student of the**Kharkiv National University of Radioelectronics***Oliyuk Olena***Senior Lecturer of the Software Engineering Department**Kharkiv National University of Radioelectronics*

## COMPARISON OF COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF PROGRAMS USING PARALLEL PROGRAMMING IN PYTHON AND C++

**Summary.** Comparing OpenMP using pragma omp directives with multiprocessing library.

**Key words:** parallel programming, OpenMP, multiprocessing.

### 1. ANNOTATION

Nowadays, computational tasks are everywhere and amount of data rises every year, so using parallel programming become more and more important. In cases like neural networks computation, which can be easily divided into separate processes, due to all operations are matrixes and we can perform functions simultaneously, regardless of the order. Particularly at the moment, when GPUs have become much more accessible than a number of years ago, using GPUs significantly ameliorate computational time. In this article we are considering C++ OpenMP [1] library, which supports multi-platform shared-memory parallel programming in C/C++ and Fortran, also defines a portable, scalable model with a simple and flexible interface for developing parallel applications on platforms from the desktop to the supercomputer, in compare to Python multiprocessing module.

We picked a Pi evaluating problem as a computational task, because Pi is one of the most important world constants, which evaluation does matter.

As a result of the article, we stated that using C++ and “pragma omp” directive is better than Python and it’s multiprocessing module due to a Python internal processes. We propose you to follow our path and try this code on your own.

Each line of the following code is written on our own and is accessible on GitHub [2] to fully restore our results and dive a bit dipper into this topic on your own.

### 2. SETTINGS AND INSTALLATION

Firstly, you need to install python [3] on you computer. We will be using Jupyter Notebook [4],

an environment for interactive development and presentation of Data Science projects, will be used as the Python development environment. In order to be able to work with Jupyter Notebook, you need to install the Anaconda [5] software distribution.

To do this, open a browser and follow the link <https://www.anaconda.com/> (fig. 1).

Select the menu item “Products” -> “Individual Edition” and turn the page down to see all possible variants of distributions (fig. 2).

Select the desired operating system and download the installer file. As an example, download “64-bit graphics installer for Windows”. Then install Anaconda on your computer.

To open the Jupyter Notebook, use the command line. To do this, open it and write “jupyter lab”. There will be 2 links at the bottom of the command line (fig. 3).

Copy one of the links, open a browser and follow the previously copied link. Click on the icon labeled “Python3” in the “Notebook” section.

From now we have the opportunity to write code in cells and start it. In order to execute the code, we must use the key combination “Ctrl + Enter”.

### 3. RESEARCH OF PARALLEL PROGRAMS

#### 3.1 Computing $\pi$ using C++ and OpenMP

Since ancient times, the number Pi was the oldest among mathematical constants. It is found in many mathematics / physics / chemistry formulas that describe fundamental interactions. The well-known formula for the length of a circle is  $l = 2\pi r$ , from which in ancient times philosophers and scientists calculated the numerical value of this



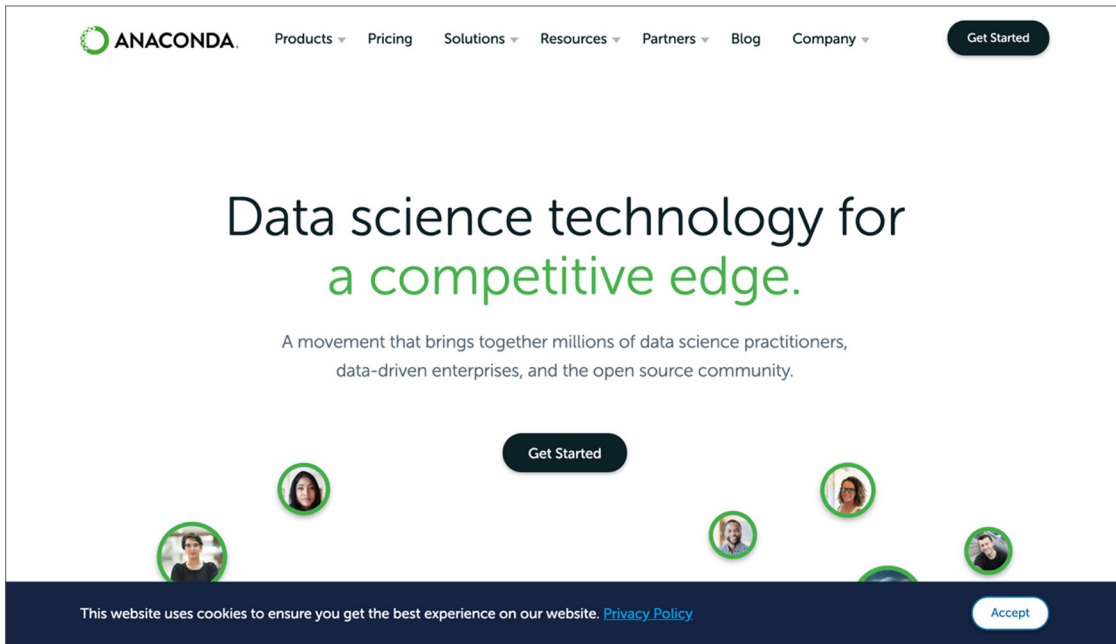


Fig. 1. Anaconda’s website

quantity. Nowadays, there are many precise methods of calculation through the Taylor series, the integrating sum or methods such as the Monte Carlo method. In this paper we will consider the formula for calculating numbers through the integral sum. It is a known fact that

$$\frac{\pi}{4} = \text{arctg}(1) = \int_0^1 \frac{1}{1+x^2} dx, \tag{1}$$

following  $\pi$  and we will calculate the integral sum by a close method of the rectangle, dividing the interval from 0 to 1 on the  $n$  part, in each segment

we calculate the value of function, multiply by  $\frac{1}{n}$  and sum the obtained values. As a result, we obtain the following formula:

$$\sum_{x=1}^n \frac{1}{1+x^2} * \frac{1}{n}. \tag{2}$$

When  $n$  increases to infinity, the limit of the partial sum will be equal to our integral (1).

The following are examples of using the Python programming language for parallel computing compared to concurrency methods in S++.

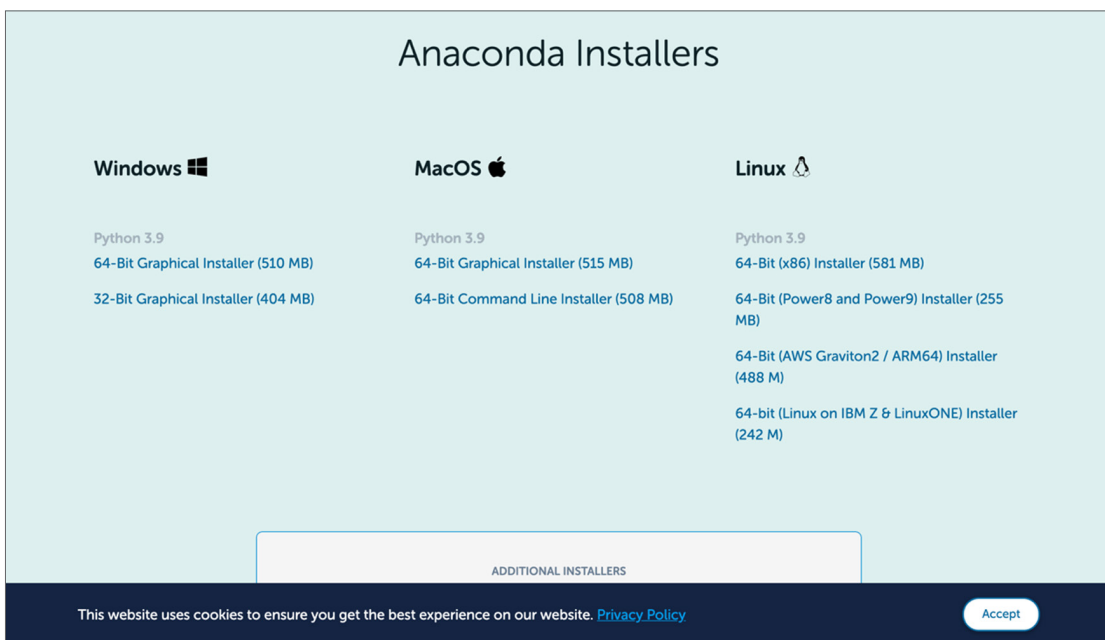


Fig. 2. Anaconda’s installers

```
Or copy and paste one of these URLs:
http://localhost:8888/?token=dbb4a3badd924d61f5657916e2df92de381a8b934d90fab8
or http://127.0.0.1:8888/?token=dbb4a3badd924d61f5657916e2df92de381a8b934d90fab8
```

Fig. 3. Command line output

All tests will be performed on macOS Big Sur 11.6 and Intel Core i5 2.3 GHz (7360U) processor, with two independent processor cores on one silicon chip. Fully compatible program code with Windows 10. For parallel programs, 2 threads will be used due to the presence of 2 cores.

Let's create a single-thread function for calculating the numbers  $\pi$  by the method described above:

```
double IntegralPi(int n) {
    double h = 1.0 / n;
    double pi = 0;
    double x = h;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        pi += 4 / (1 + x * x);
        x += h;
    }
    return pi * h;
}
```

Functions have now been created to calculate the functions described above in parallel. To do this, we will create a directive “pragma omp parallel for reduction” [6], which was created precisely to parallelize the cycles of our species. Corresponding function code for parallel calculation:

```
double IntegralPiOMP(int n) {
    double h = 1.0 / n;
    double pi = 0;

    #pragma omp parallel for reduction
    (+: pi)
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        pi += 4 / (1 + h * (i + 1) * h *
        (i + 1));
    }
    return pi * h;
}
```

Let's create a function to calculate the time spent using the library “chrono” and its functions. For more stable results, we will calculate the minimum execution time of the function from a given (count) number of cases. Code of time measurement functions for both options:

```
double measureCalculationTime(int n,
    int quantity = 3) {
    chrono:: high_resolution_clock::
    time_point start, finish;
    double time_spent = __DBL_MAX__;
```

```
for (size_t i = 0; i < quantity;
    ++i) {
    start = chrono::
    high_resolution_clock:: now();
    cout << "Pi value:" << fixed
    << setprecision(15) <<
    IntegralPi(n) << "\n";
    finish = chrono::
    high_resolution_clock:: now();
    time_spent = min(time_spent,
    chrono:: duration_cast<chrono::
    duration<double>>
    (finish - start).count());
}
return time_spent;
```

```
double measureParallelCalculationTime
(int n, int quantity = 3) {
    chrono:: high_resolution_clock::
    time_point start, finish;
    double time_spent = __DBL_MAX__;
    for (size_t i = 0; i < quantity;
    ++i) {
        start = chrono::
        high_resolution_clock:: now();
        cout << "PI value:" << fixed
        << setprecision(10) <<
        IntegralPiOMP(n) << "\n";
        finish = chrono::
        high_resolution_clock:: now();
        time_spent = min(time_spent,
        chrono:: duration_cast<chrono::
        duration<double>>
        (finish - start).count());
    }
    return time_spent;
```

Together with the time of the calculation, we will display the calculated value of the number  $\pi$  to see how accurately it is calculated depending on the value of  $n$ . Let me remind you that  $\pi = 3.14159265358979$ . So, let's run our program and look at the results. First, let's look at the results for one thread (fig. 4).

As we can see, the accuracy of the number  $\pi$  increases with increasing  $n$  as well as the time spent, all as we could have guessed.

Now let's look at the result of the function using parallel calculations (fig. 5).

```

1Thread
Pi value:3.039925988907159
Pi value:3.039925988907159
Pi value:3.039925988907159
n: 10, time spent: 0.000005186000000
Pi value:3.140592486923123
Pi value:3.140592486923123
Pi value:3.140592486923123
n: 1000, time spent: 0.000009023000000
Pi value:3.141582653573899
Pi value:3.141582653573899
Pi value:3.141582653573899
n: 100000, time spent: 0.000425813000000
Pi value:3.141591653591083
Pi value:3.141591653591083
Pi value:3.141591653591083
n: 1000000, time spent: 0.003703568000000
Pi value:3.141592553718460
Pi value:3.141592553718460
Pi value:3.141592553718460
n: 10000000, time spent: 0.030684762000000
Pi value:3.141592634029271
Pi value:3.141592634029271
Pi value:3.141592634029271
n: 50000000, time spent: 0.159383584000000
Pi value:3.141592642517028
Pi value:3.141592642517028
Pi value:3.141592642517028
n: 100000000, time spent: 0.308462249000000
Pi value:3.141592644204133
Pi value:3.141592644204133
Pi value:3.141592644204133
n: 500000000, time spent: 1.544327589000000
    
```

Fig. 4. Single thread C++ output

Compared to using a single thread, we have significantly reduced execution time, let's calculate how much (fig. 6).

As we can see, at small values of n (10), due to the overhead of switching and managing threads, the execution time is longer, but increasing the value of n we get a gain of about 1.8 times (not 2), because part of the time the processor performs system or other user tasks.

### 3.2 Calculating the number $\pi$ using Python and multiprocessing library

We will calculate the number  $\pi$  according to the formulas described in paragraph 3.1. Create a file "lib.py" and implement functions similar to those described in the previous paragraph. Create a function [7] to calculate the value of  $\pi$ :

```

def integral_pi(n):
    h = 1.0 / n
    pi = 0
    x = h
    for i in range(n):
        pi += 4 / (1 + x*x)
        x += h
    return pi * h
    
```

```

2Threads
PI value:3.0399259889
PI value:3.0399259889
PI value:3.0399259889
n: 10, time spent: 0.0000055240
PI value:3.1405924869
PI value:3.1405924869
PI value:3.1405924869
n: 1000, time spent: 0.0000079260
PI value:3.1415826536
PI value:3.1415826536
PI value:3.1415826536
n: 100000, time spent: 0.0002802390
PI value:3.1415916536
PI value:3.1415916536
PI value:3.1415916536
n: 1000000, time spent: 0.0026887960
PI value:3.1415925536
PI value:3.1415925536
PI value:3.1415925536
n: 10000000, time spent: 0.0163524940
PI value:3.1415926336
PI value:3.1415926336
PI value:3.1415926336
n: 50000000, time spent: 0.0909075070
PI value:3.1415926436
PI value:3.1415926436
PI value:3.1415926436
n: 100000000, time spent: 0.1732624220
PI value:3.1415926516
PI value:3.1415926516
PI value:3.1415926516
n: 500000000, time spent: 0.8619422230
    
```

Fig. 5. Multi thread C++ output

Let's create a function for calculating the number  $\pi$  using the multiprocessing [8] module:

```

def integral_pi_parallel(n):
    with Pool(processes=
        THREAD_COUNT) as pool:
        pi = pool.map(integral_pi, [n])
    return pi
    
```

```

Speed increasing
For n: 10 0.9388124547x
For n: 1000 1.1384052485x
For n: 100000 1.5194637434x
For n: 1000000 1.3774075832x
For n: 10000000 1.8764576217x
For n: 50000000 1.7532499709x
For n: 100000000 1.7803182331x
For n: 500000000 1.7916834189x
    
```

Fig. 6. Speed increasing using OpenMP

We will also create a function for measuring time spent [9], similar to C++ implementation:

```
def measure_time_spent(func, count=3):
    time_spent = float('inf')
    for _ in range(count):
        start = time()
        print(func())
        finish = time()
        time_spent = min(time_spent,
            finish - start)
    return time_spent
```

Let's now look at the results of the program. First, as in C++, let's see how the functions were performed in one thread (fig. 7).

As we can see, the results regarding the accuracy of calculating the number  $\pi$  have not changed, but the execution time has changed, which has become many times longer. Now let's look at the results of parallel execution functions (fig. 8).

At first glance, working hours have hardly changed, let's see if it really is (Fig. 9).

```
1Thread
3.039925988907159
3.039925988907159
3.039925988907159
n: 10, time spent: 2.47955322265625e-05
3.140592486923123
3.140592486923123
3.140592486923123
n: 1000, time spent: 0.00024390220642089844
3.141582653573899
3.141582653573899
3.141582653573899
n: 100000, time spent: 0.015168905258178711
3.141591653591083
3.141591653591083
3.141591653591083
n: 1000000, time spent: 0.1394367218017578
3.1415925537184597
3.1415925537184597
3.1415925537184597
n: 10000000, time spent: 1.4326348304748535
3.1415926340292715
3.1415926340292715
3.1415926340292715
n: 50000000, time spent: 6.925243854522705
3.1415926425170277
3.1415926425170277
3.1415926425170277
n: 100000000, time spent: 13.793296813964844
3.141592644204133
3.141592644204133
3.141592644204133
n: 500000000, time spent: 74.03957605361938
```

Fig. 7. Single thread Python output

As we can see, the operating time is less than functions with one process only at very large values of n. All this is due to the fact that two processes were created, which shared the data, the load, and Python did not use the full computing potential of the system due to not very complex calculations in the function.

It's time to compare all the results, so let's do it in the form of a table (tabl. 1).

As we can see, the fastest option is to implement in C++ using OpenMP.

```
2Threads
[3.039925988907159]
[3.039925988907159]
[3.039925988907159]
n: 10, time spent: 0.24919676780700684
[3.140592486923123]
[3.140592486923123]
[3.140592486923123]
n: 1000, time spent: 0.25292181968688965
[3.141582653573899]
[3.141582653573899]
[3.141582653573899]
n: 100000, time spent: 0.2584950923919678
[3.141591653591083]
[3.141591653591083]
[3.141591653591083]
n: 1000000, time spent: 0.39066505432128906
[3.1415925537184597]
[3.1415925537184597]
[3.1415925537184597]
n: 10000000, time spent: 1.6355760097503662
[3.1415926340292715]
[3.1415926340292715]
[3.1415926340292715]
n: 50000000, time spent: 7.148224115371704
[3.1415926425170277]
[3.1415926425170277]
[3.1415926425170277]
n: 100000000, time spent: 14.035954236984253
[3.141592644204133]
[3.141592644204133]
[3.141592644204133]
n: 500000000, time spent: 68.83858895301819
```

Fig. 8. Multi thread Python output

```
Speed increasing
For n: 10 in 9.95018211703519e-05
For n: 1000 in 0.0009643383347583168
For n: 100000 in 0.05868159862461689
For n: 1000000 in 0.3569214094257913
For n: 10000000 in 0.8759206676634447
For n: 50000000 in 0.9688062017572313
For n: 100000000 in 0.9827117259772752
For n: 500000000 in 1.0755533659202519
```

Fig. 9. Speed increasing using multiprocessing



Table 1

Results comparing

n\language	Python/1Threads	Python/2Threads	C++/1Thread	C++/2Threads
	0.000024795	0.249196767	0.000005186	0.000005524
	0.000243902	0.252921819	0.000009023	0.000007926
	0.015168905	0.258495092	0.000425813	0.000280239
	0.139436721	0.390665054	0.003703568	0.002688796
	1.432634830	1.635576009	0.030684762	0.016352494
	6.925243854	7.148224115	0.159383584	0.090907507
	13.793296813	14.035954236	0.308462249	0.173262422
	74.039576053	68.838588953	1.544327589	0.861942223

**Conclusions.** In the course of this work, parallel work on Python and C++ was considered. As an example, programs for calculating the number  $\pi$  were optimized. In a comparison with the C++ programming language and the OpenMP directive, it was determined that the Python programming language is much slower even with the use of the multiprocessing library. This is because the Python programming language is a dynamically typed and interpreted programming language.

Python is very easy to learn, has intuitive syntax, but is much slower than C++, especially with the OpenMP module.

In the future, we are going to dive a bit deeper in the multiprocessing module with numpy [10] objects. It is supposed to be way faster in compare to just multiprocessing module.

Full code is accessible via link in the references.

References

1. URL: <https://www.openmp.org>
2. URL: <https://github.com/Vlad-Fliahin/ParallelProgramming>
3. URL: <https://www.python.org>
4. URL: <https://jupyter.org>
5. URL: <https://www.anaconda.com/products/individual>
6. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/parallel/openmp/reference/openmp-library-reference?view=msvc-170>
7. URL: <https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/>
8. URL: <https://docs.python.org/3/library/multiprocessing.html>
9. URL: [https://www.w3schools.com/python/python\\_sets.asp](https://www.w3schools.com/python/python_sets.asp)
10. URL: <https://numpy.org/doc/stable/index.html>



**Oliylyk Olena**  
*Senior Lecturer of Software Engineering Department  
Kharkiv National University of Radioelectronics*

**Mykhnevych Dmytro**  
*Student of the  
Kharkiv National University of Radioelectronics*

## PARALLELISM AND CONCURRENCY IN GOLANG. COMPARISON WITH OTHER PROGRAMMING LANGUAGES (C#, JAVA, C)

**Summary.** Comparison of computational complexity of parallel programs written on Go, C#, Java, C.  
**Key words:** parallel programming, Go, goroutines.

The amount of data that needs to be processed is increasing every day. It is almost impossible to imagine software today that does not use some form of parallelism or concurrency. The article will talk about the comparison of the efficiency of executing parallel programs in the Go programming language, which was created for the development of multi-threaded programs, with other programming languages such as C #, Java, C.

Go is an open-source programming language developed by the Google team. Go tries to combine the simplicity of dynamically typed languages such as Python, fast compilation, and garbage collection.

This article will describe several common practical problems that will be solved using multithreading or asynchrony. Installation guide and link to the full code are also included.

### 1. SETTING UP THE ENVIRONMENT

To run the code in the Go programming language, you need to do the following:

1. Since Go often uses open source repositories, you need to install Git on your computer (<https://git-scm.com/download/win>).

2. Download the Go compiler by selecting the appropriate version (<https://golang.org/doc/install>). To verify the successful compiler installation, you can open a command prompt and enter the “go version” command.

3. Check or add the appropriate system environment variable (see Fig. 1).

4. Download IDE for Go programming language. JetBrains’ GoLand development environment is the best option for comfortable Go programming. You can download the IDE at <https://www.jetbrains.com/ru-ru/go/download/#section=windows>.

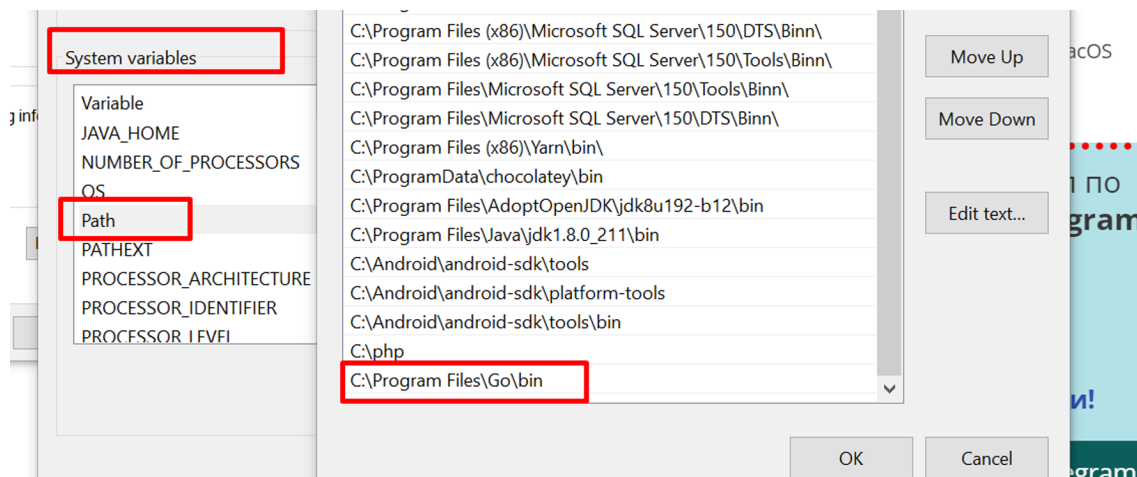


Fig. 1. Setting the environment variable

## 2. COMPARISONS OF PARALLEL PROGRAMS

### 2.1. Finding the maximum number in a matrix

**Formulation of the problem:** find the maximum number in the matrix of size 100 \* 1000000. To compare the performance of the Go programming language, implement the solution of the corresponding problem in the Java and C programming languages. Both solutions must use parallelism, concurrency, or asynchrony.

#### 2.1.1. Go implementation

First, we create a 100 \* 1000000 matrix and fill it with random numbers. Then the generated matrix is passed to the findMaxValue function, which in turn does the following:

1. Creates a buffered channel into which the maximum elements of each row of the matrix will be written. Creates a sync.WaitGroup structure and adds matrixSearcher goroutines there, the number of which is equal to the number of rows in the matrix. At the same time, it launches these goroutines, passing the current matrix row and a channel for recording the results into them.

2. Launches another goroutine that waits for the previous goroutines to complete and closes the channel for results so that there is no deadlock when reading from the channel in the main function.

3. From the obtained results chooses the maximum and returns it.

The Go implementation is shown below:

```
func findMaxValue(matrix [][]int) int {
    rowsAmount:= len(matrix)
    wg:= new(sync.WaitGroup)
    results:= make(chan int, rowsAmount)
    for i:= 0; i < rowsAmount; i++ {
        wg.Add(1)
        go matrixSearcher(matrix[i], wg,
            results)
    }
    go func() {
        wg.Wait()
        close(results)
    }()
    max:= math.MinInt32
    for val:= range results {
        if val > max {
            max = val
        }
    }
    return max
}

func matrixSearcher(row []int,
    wg *sync.WaitGroup, resultChannel chan
    int) {
    defer wg.Done()
    max:= math.MinInt32
    for i:= range row {
```

```
        if row[i] > max {
            max = row[i]
        }
    }
    resultChannel <- max
}
```

#### 2.1.2. Java implementation

Java implementation is similar to Go implementation but uses a different means of parallel execution of the program, namely the ExecutorService, which creates a specified number of futures, which will then execute the given list of tasks. The task is to find the maximum element in the current row of the matrix. The largest one is selected from the obtained results.

The Java implementation is shown below:

```
public static int matrixMaxValueParallel
(int[][] matrix) {
    try {
        ExecutorService executor =
            Executors.newFixedThreadPool(8);
        List<Callable<Integer>> tasks =
            new
                ArrayList<>();

        for (int[] row: matrix) {
            Callable<Integer> task = () ->
                getRowMaxValue(row);
            tasks.add(task);
        }
        List<Future<Integer>> futures =
            executor.invokeAll(tasks);
        List<Integer> integers = new
            ArrayList<>();
        for (Future<Integer> future:
            futures) {
            integers.add(future.get());
        }
        executor.shutdown();
        return Collections.max(integers);
    } catch (InterruptedException |
        ExecutionException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    return Integer.MIN_VALUE;
}

private static int getRowMaxValue
(int[] row) {
    int max = Integer.MIN_VALUE;
    for (int number: row) {
        if (number > max) {
            max = number;
        }
    }
    return max;
}
```

### 2.1.3. C implementation

The C implementation uses the same algorithm as the Java and Go implementation. To run the program in parallel, we used the pthread library, which can be downloaded using the package manager vcpkg: <https://vcpkg.io/en/packages.html>.

The C implementation is shown below:

```
void* find_max_elem(void* thread_info) {
    int max = INT_MIN;
    Thread_Args* args = (Thread_Args*)
    thread_info;
    int to_row = args->from_row +
    args->batch_size;
    for (int i = args->from_row; i <
    to_row; i++) {
        for (int j = 0; j < args->column; j++)
        {
            if (matrix[i][j] > max) {
                max = matrix[i][j];
            }
        }
    }
    int index = args->from_row /
    args->batch_size;
    result[index] = max;
    return 0;
}
```

```
void example1(int row, int column) {
    result = (int*)malloc
    (NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE *
    sizeof(int));
    pthread_t threads
    [NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE];
    for (int i = 0; i <
    NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE; i++) {
        Thread_Args* ta = new Thread_Args();
        ta->batch_size = row /
        NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE;
        ta->column = column;
        ta->from_row = i * ta->batch_size;
        pthread_create(&threads[i], NULL,
        find_max_elem, (void*)ta);
    }
    for (int i = 0; i <
    NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE; i++) {
        pthread_join(threads[i], NULL);
    }
    int max_element = get_max_arr_element
    (result, NUM_THREADS_FIRST_EXAMPLE);
    free(result);
}
```

### 2.1.4. Results

After the above-described algorithm was implemented in all three programming languages, the program execution time was measured.

The following results were obtained:

Table 1

Maximum number search execution time

Go	Java	C
29.9 milliseconds	34.2 milliseconds	51 milliseconds

It can be seen from the table that the execution on Go took the least time.

## 2.2. Sudoku validation

**Formulation of the problem:** the input is sudoku (9 \* 9 matrix), which can be filled completely or incompletely. It is necessary to make sure that there are no errors in the current sudoku (i.e., there are no repetitions in rows, columns, and 3 \* 3 squares).

### 2.2.1. Go implementation

The input to the isSudokuValid function is a 9 \* 9 matrix, which is a field for playing Sudoku. The matrix can be filled completely, or it can be incomplete. The isSudokuValid function creates 5 goroutines that will work in parallel: the first goroutine checks for duplicates in rows, the second for columns, and the next three for duplicates in squares (3 squares for each goroutine). All results are recorded in the appropriate channel. The sync.WaitGroup structure is used for synchronization.

Below is the Go implementation of validating rows of a sudoku:

```
func sudokuLineValidator(matrix [9]
[9]int, sudokuRowNum int, wg
*sync.WaitGroup, resultChannel
chan bool) {
    defer wg.Done()
    for i:= sudokuRowNum * 3; i <
    (sudokuRowNum + 1) * 3; i += 3 {
        for j:= 0; j < len(matrix);
        j += 3 {
            squareDictionary:= map[int]int{}
            for sqi:= i; sqi < i + 3; sqi++ {
                for sqj:= j; sqj < j + 3; sqj++ {
                    squareDictionary[matrix[sqi]
                    [sqj]] += 1
                }
            }
            if!checkElementsDistinct
            (squareDictionary) {
                resultChannel <- false
                return
            }
        }
    }
    resultChannel <- true
}
```

```
func columnsValidator(matrix
[9][9]int, wg *sync.WaitGroup,
```

```

resultChannel chan bool) {
defer wg.Done()
columnDictionary:= map[int]int{}
for i:= 0; i < len(matrix); i++ {
    for j:= 0; j < len(matrix[i]); j++ {
        columnDictionary[matrix[j][i]] += 1
    }
    if!checkElementsDistinct
(columnDictionary) {
        resultChannel <- false
        return
    }
    columnDictionary = map[int]int{}
}
resultChannel <- true
}

```

### 2.2.2. C# implementation

The C # implementation uses the same algorithm as the Go implementation, however asynchronous execution will be achieved using Tasks objects.

Below is the C# implementation of validating rows of a sudoku:

```

private bool RowsValidator(int[, ]
sudoku)
{
    for (int i = 0; i < sudoku.
GetLength(0); i++)
    {
        Dictionary<int, int> rowDictionary
= new();

        for (int j = 0; j <
sudoku.GetLength(1); j++)
        {
            int currentElement = sudoku[i, j];
            if (rowDictionary.ContainsKey
(currentElement))
            {
                rowDictionary[currentElement]++;
            }
            else
            {
                rowDictionary[currentElement] = 1;
            }
        }
        if (! IsDictionaryUniq
(rowDictionary))
        {
            return false;
        }
    }
    return true;
}

private static bool
IsDictionaryUniq(Dictionary<int,

```

```

int> dictionary)
{
    return!dictionary.Select(el => new
{
        key = el.Key,
        value = el.Value
    }).Where(n => n.key!= 0 && n.value >
1).Any();
}
}
}

```

### 2.2.3. C implementation

The C implementation uses the same algorithm as the Go and C# implementation, however parallel execution will be achieved using pthread library.

Below is the C implementation of validating rows of a sudoku:

```

void* rows_validator(void*
index_for_result_pointer) {
int index_for_result = (int)
index_for_result_pointer;
for (int i = 0; i < SUDOKU_SIZE; i++)
{
    int* row_elements = (int*)malloc
(SUDOKU_SIZE * sizeof(int));
    for (int j = 0; j < SUDOKU_SIZE; j++)
    {
        int currentElement = sudoku[i][j];
        row_elements[j] = currentElement;
    }
    if (!all_elements_uniq(row_elements))
    {
        free(row_elements);
        result[index_for_result] = 0;
        return NULL;
    }
    result[index_for_result] = 1;
    return NULL;
}

bool all_elements_uniq(int* arr)
{
    int origVal = 0, newVal = 0;
    for (int i = 0; i < SUDOKU_SIZE; i++) {
        origVal = arr[i];
        for (int k = i + 1; k < SUDOKU_SIZE;
k++) {
            if (origVal!= 0 && origVal == arr[k])
            {
                return false;
            }
        }
    }
    return true;
}

```

### 2.2.4. Results

After the above-described algorithm was implemented in all three programming languages, the program execution time was measured.

The following results were obtained:

Table 2

Sudoku validation execution time

Go	C#	C
536800 nanoseconds	789 microseconds	3 milliseconds

It can be seen from the table that the execution on Go took the least time and the implementation on C is the slowest.

**Conclusions.** We can see from the results that the C program is slower in two examples. This can be explained by the fact that when writing code in the C

#, Java and Go programming languages, not threads were created, but add-on objects: for C# — Tasks objects, for Java — Future objects, for Go — goroutines. There are no such add-ons in the C programming language, so threads must be created directly.

The implementation of parallelism and concurrency in the Go programming language is very different from the implementation in languages such as C# and Java, so it would be good to study this technology for a better understanding of concurrency and multithreading.

Full code from the examples is accessible via link <https://github.com/DimaMykhnevych/ParallelismGolang>.

In conclusion, Go is fast, so if you focus on speed when developing a product, Go can be one of the candidates.

### References

1. Go documentation. URL: <https://go.dev/doc/> (date of the application 12.12.2021).



**Pham Van Ha**  
 Master of the  
 Naval Technical Institute, Vietnam

**Nguyen Ha Hiep**  
 PhD in Technical Sciences  
 Le Quy Don Technical University, Vietnam

DOI: 10.25313/2520-2057-2021-18-7760

## TEST RESULTS FOR TOXICITY AND REDUCING TOXIC EXHAUST EMISSIONS OF THE MARINE DIESEL ENGINE

**Summary.** The tests were carried out on the marine diesel engine operating by the load characteristic in seven modes, including five modes according to the test cycle D2 regulated by ISO 8178. Based on the experimental results obtained, the specific weighted NOx emissions and their average values were calculated and compared with IMO regulations. In addition, the study carried out a comparative experimental investigation on diesel fuel and dimethyl ether, and different injector opening pressures in the marine diesel engine to reduce its toxic exhaust emissions.

**Key words:** test results, exhaust emission, IMO, marine diesel engine.

**Introduction.** There are restrictions on toxic components in the exhaust gases of the combustion of marine fuels following international programs to protect the atmosphere and the requirements of the International Maritime Organization (IMO). For example, the MARPOL 73/78 Annex VI of IMO for the Prevention of Pollution from Ships (entered into force on 19 May 2005) sets limits on nitrogen oxide (NOx) and sulfur oxide (SOx) emissions from ship exhausts. According to the new requirements, a three-tier sys-

tem of standards for NOx emissions is introduced [1]: Tier I applies to diesel engines installed on ships constructed on or after 1<sup>st</sup> January 2000 and before 1<sup>st</sup> January 2011, and represents the 17 g/kWh NOx emission standard stipulated in the original; Tier II covers diesel engines installed on ships constructed on or after 1<sup>st</sup> January 2011 and reduces the NOx emission limit to 14.4 g/kWh; Tier III covering diesel engines installed on ships built on or after 1<sup>st</sup> January 2016 and reduces the NOx emission limit

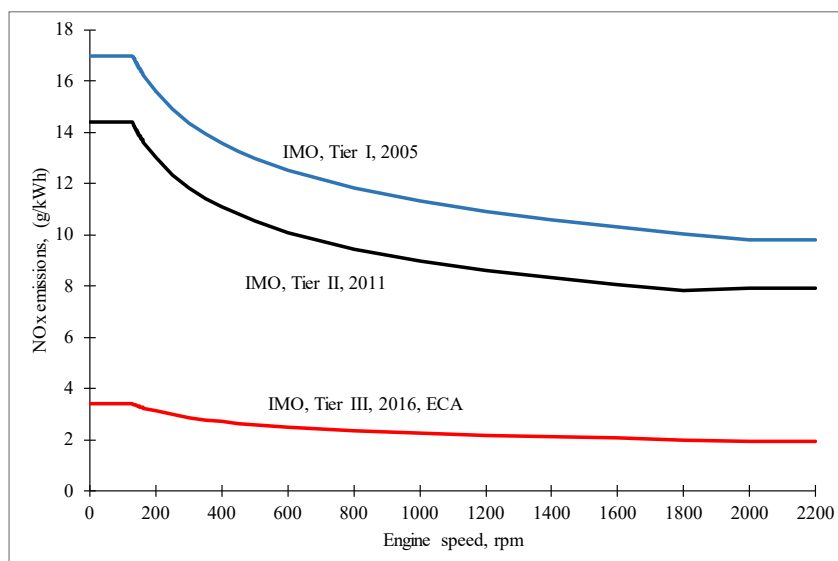


Fig. 1. The NOx emissions by MARPOL Annex VI

to 3.4 g/kWh when the ships are operating in a designated emission control areas (ECA). It is shown in Fig. 1 (author’s drawing based on the data with [1]).

The purpose of this experimental research is to assess the compliance of NOx emissions of the marine diesel engine with the requirements IMO and reduce it.

**The research object, test modes, instrument base set.** The tests were carried out on the marine diesel engine 1NVD24, which was installed on engine test benches in the laboratory of heat engines.

The 1NVD24 marine diesel engine is a non-reversible single-cylinder four-stroke and naturally aspirated engine manufactured by SKL (Germany).

The main technical characteristics of the diesel engine are: the nominal effective power is 16 kW; the speed of the crankshaft is 630 rpm; the average effective pressure at the nominal mode is 0.535 MPa; the maximum combustion pressure is 5.2 MPa; the nominal compression ratio is 14.85; the specific fuel consumption at the nominal effective power is  $245 \pm 10\%$  g/(kWh).

All tests were carried out when the diesel engine was operating by the load characteristics in seven modes, including five (from 2 to 6) modes according to the test cycle D2 regulated by ISO 8178-3 and ISO 8178-9 [2; 3] (Table 1), while the diesel was running on standard diesel fuel [4].

The determination of the hourly fuel consumption was carried out in a volumetric manner. The throttle device determined the air mass flow. The measurements of the exhaust gas and water temperatures were carried out with verified thermometers [5].

The measurements of the exhaust emissions were carried out using the Testo 350-MARITIME gas analyzer certified by the Germanischer Lloyd (Fig. 2). The exhaust gas take-off point is located at a distance of six diameters of the straight pipe section from the connecting flange of the exhaust manifold [6].

**Processing of experimental data.** The calculation of the exhaust emission standards according to ISO 8178-6 [7] is carried out according to the formula:

$$e_i^p = 0,446\mu_i \frac{\sum_{j=1}^m C_{ij} V_{exh j} W_j}{N_e \sum_{j=1}^m \bar{P}_j W_j}$$

where  $e_i^p$  is the specific weighted average of the  $i$ -th toxic emission, g/kWh;  $\mu_i$  is the molecular weight



Fig. 2. The gas analyzer Testo 350-MARITIME

of the  $i$ -th toxic emission, kg/kmol ( $\mu_{NO_2} = 46$ );  $m$  is the number of test modes in the test cycle;  $j$  is the mode number;  $i$  is the index of the toxic emission;  $C_{ij}$  is the concentration of the  $i$ -th toxic emission in the exhaust gas measured during tests in the  $j$ -th mode, %;  $\bar{P}_j$  is the ratio of the effective power for the given test mode to the nominal effective power;  $N_e$  is the nominal effective power of the diesel engine, kW,  $W_j$  is the mode weighting factor.

**Results and discussions.** The result obtained when testing the 1NVD24 diesel engine with the injector opening pressure of 15 MPa is  $e_{NOx}^p = 5.81$  g/kWh. The experimental results and their comparison with IMO regulations are plotted in Fig. 3. This shows that the diesel engine complies with the MARPOL 73/78 Annex VI of IMO for NOx according to Tier I and Tier II, but Tier III does not.

This diesel engine was also tested with an injector opening pressure of 28 MPa. In this case, the NOx emission obtained is = 2.89 g/kWh, which is almost two times less than in the case of 15 MPa.

There are different methods of reducing toxic exhaust emissions of marine diesel engines [8]. Therefore, the study carried out a comparative experimental investigation on the use of diesel fuel (DF) and dimethyl ether (DME) in the marine diesel engine. With a percentage of DME from 1.78 to 3.56% as an additive to air, the NOx emission decreases, especially the NOx emission is absent when the diesel engine is idling on pure DME (Fig. 4).

Table 1

Test cycle D2							
Mode number	1	2	3	4	5	6	7
Torque, %	110	100	75	50	25	10	Idle
Speed, %	100						
Weighting factor	–	0.05	0.25	0.30	0.30	0.10	–

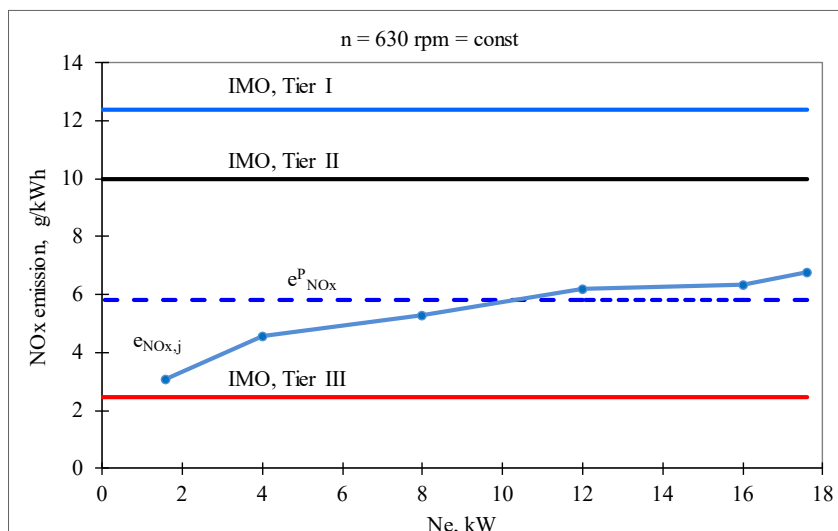


Fig. 3. The experimental results and their comparison with IMO regulations

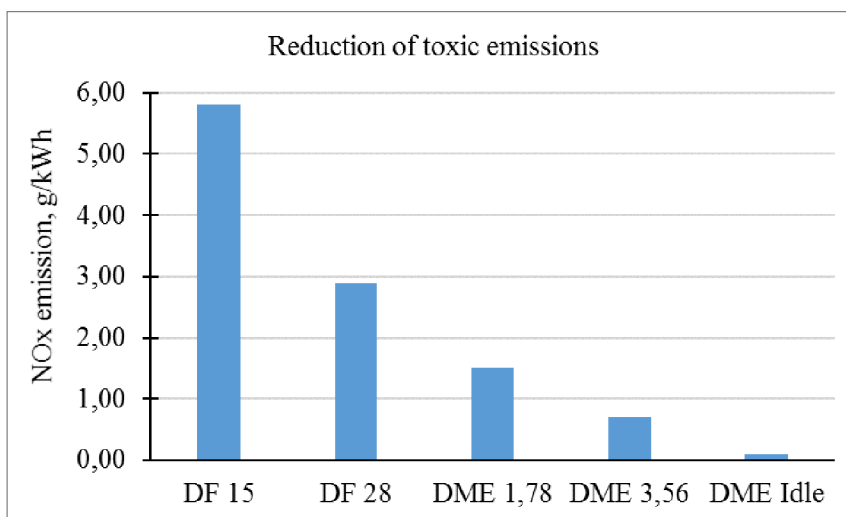


Fig. 4. The NOx emissions of the marine diesel engine using different fuels

**Conclusions.** Analysis of the experimental results allows us to draw the following conclusions:

- In all test modes, the specific NOx emission of the 1NVD24 marine diesel engine complies with the MARPOL 73/78 Annex VI of IMO for NOx according to Tier I and Tier II, but Tier III does not;

- The specific exhaust emissions depend on the injector opening pressure. An increase in the injector opening pressure leads to a decrease in the toxic emissions of exhaust gases;
- It is recommended to use DME as an additive to air or as fuel to reduce emissions of toxic exhaust emission of marine diesel engines.

### References

1. International Maritime Organization. Articles, Protocols, Annexes, Unified Interpretations of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973; MARPOL 73/78, Consolidated Edition, as Modified by the Protocol of 1978 Relating Thereto; IMO: London, UK, 2021.
2. ISO 8178-3:2019. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 3: Test procedures for measurement of exhaust gas smoke emissions from compression ignition engines using a filter type smoke meter.
3. ISO 8178-9:2019. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 9: Test cycles and test procedures for measurement of exhaust gas smoke emissions from compression ignition engines using an opacimeter.

4. ISO 8178-5:2021. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 5: Test fuels.
5. ISO 8178-1:2020. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 1: Test-bed measurement systems of gaseous and particulate emissions.
6. ISO 8178-2:2008. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 2: Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions under field conditions.
7. ISO 8178-6:2018. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 6: Report of measuring results and test.
8. Kazimierz Witkowski. Research of the Effectiveness of selected methods of reducing toxic exhaust emissions of marine diesel engines. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2020. № 8(6). P. 452.

УДК 676.038.2

**Коваль Андрій Миколайович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Коваль Андрей Николаевич**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Koval Andrii**

*Master student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Мовчанюк Ольга Михайлівна**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мовчанюк Ольга Михайловна**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры экологии и технологии растительных полимеров*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Movchaniuk Olha**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОЗПУСКАННЯ ВІДХОДІВ АСЕПТИЧНОГО ПАКОВАННЯ**

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РОСПУСКА ОТХОДОВ АСЕПТИЧЕСКОЙ УПАКОВКИ**

## **INTENSIFICATION OF THE DISSOLUTION OF ASSEPTIC PACKAGING WASTE**

**Анотація.** Досліджено вплив різних умов просочення відходів виробництва асептичного пакування типу Тетра Пак на швидкість вбирання рідини картонним шаром. Для інтенсифікації розпускання такої макулатури рекомендовано здійснювати попереднє її подрібнення і просочення розчином гідроксиду натрію концентрацією 5%.

**Ключові слова:** капілярні сили, набухання волокна, асептичне пакування, вода, температура, концентрація, луг.

**Аннотация.** Исследовано влияние различных условий пропитки отходов производства асептической упаковки типа Тетра Пак на скорость впитывания жидкости картонным слоем. Для интенсификации роспуска такой макулатуры рекомендуется производить предварительное ее измельчение и пропитку раствором гидроксида натрия концентрацией 5%.

**Ключевые слова:** капиллярные силы, набухание волокна, асептическая упаковка, вода, температура, концентрация, щелочь.



**Summary.** The influence of different conditions of impregnation of Tetra Pak aseptic packaging waste on the rate of liquid absorption by the cardboard layer. To intensify the dissolution of such waste paper, it is recommended to carry out its preliminary grinding and impregnation with a solution of sodium hydroxide with a concentration of 5%.

**Key words:** capillary forces, fiber swelling, aseptic packaging, water, temperature, concentration, alkali.

За даними Міжнародної фінансової корпорації (IFC, Група Світового банку), щорічно в Україні утворюється понад 13 млн. тонн твердих побутових відходів (ТПВ). Більше 90% ТПВ спрямовується на полігони та звалища [1]. У структурі побутових відходів України (за даними дослідження в межах проекту ТАСІС) 3,6% припадає на долю відходів пакування типу Тетра Пак [2]. Довгий час вважалося, що їх переробляти дуже складно і не рентабельно. Але з огляду на те, що на повне природне розкладання таких відходів знадобиться від одного до кількох століть, існує єдина альтернатива — це повне вторинне її перероблення. Цьому також сприяють зростання попиту і високі ціни на масово використовувані марки макулатури, погіршення якості вторинної сировини, а також відсутність власного виробництва первинних напівфабрикатів.

Під час перероблення відходів асептичного пакування типу Тетра Пак низка проблем виникає під час розпускання, серед яких значна кількість втрат волокнистої частини після розпускання. Активація процесів сорбції води волокнами картонного шару може суттєво прискорити процес розпускання, скоротити витрати електроенергії, знизити втрати волокна.

**Метою дослідження** було визначення ефективних режимів просочення відходів виробництва асептичного пакування типу Тетра Пак для підвищення швидкості їх розпускання і зниження волокнистих втрат.

Целюлозне волокно має складну капілярно-пористу структуру, що пронизана порами і капілярами різної величини. Поглинання рідких серед целюлозою здійснюється у дві стадії: 1) капілярне всмоктування рідини в міжволоконні простори і люмени волокон; на цій стадії, що протікає з великою швидкістю, значення сорбції досягають сотень процентів; 2) сорбція рідини стінкою целюлозного

волокна, тобто безпосередньо речовиною целюлози, що складає лише кілька процентів [3, с. 2079].

Для дослідження використовувалися зразки з відходів виробництва асептичного пакування розміром 30×50 мм. Для просочення зразків використовувалась водопровідна вода та розчин гідроксиду натрію концентрацією 0,2 та 5%. Дослідження проводилися упродовж 5 годин у спеціальному пристрої [4], за різних умов (табл. 1).

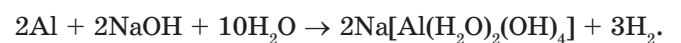
Дослідження проводилися за методикою [4]. Поглинання рідини картонним шаром оцінювали за приростом маси зразка. Відносний приріст маси зразка  $q$ , %, визначали за формулою:

$$q = \frac{m_k - m_n}{m_n} \cdot 100,$$

де  $m_n$  і  $m_k$  — маса зразка до і після просочення, г.

Після оброблення та аналізу отриманих даних (рис. 1), було встановлено, що режими 1–3 дали схожі результати. Перші незначні відмінності в результатах просочення між ними стали помітними через 45 хв, а за п'ять годин відносний приріст маси зразків становив близько 8%. Однакові результати отримано також за режимів 4 і 6: приріст маси склав близько 5%, а 8% приросту отримано за 175 хв. Значно відмінними є результати просочення для режимів 5 і 7: близько 8% приросту зафіксовано для режиму 7 вже через 15 хв, а для режиму 5 — через 45 хв.

Під час тривалого просочування зразків 5%-м лугом спостерігали виділення газу та зникнення по краях зразка алюмінієвої фольги [4], що реагує з лугом після розчинення ним її захисного окисного шару [5, с. 76]:



Перші ознаки взаємодії були помітні через 1,5 год, а через 5 годин така взаємодія стає значною.

Таблиця 1

Режими просочення

Номер режиму	Температура, °С	Просочувальна рідина	Концентрація, %
1	13 (базовий варіант)	вода	—
2	20	вода	—
3	30	вода	—
4	40	вода	—
5	60	вода	—
6	20	гідроксид натрію	0,2
7	20	гідроксид натрію	5,0

Таблиця 2

Результати апроксимації

Номер кривої	Математична модель	Достовірність апроксимації, (R <sup>2</sup> )
1	$y = -1E-14x^6 + 9E-11x^5 - 7E-08x^4 + 2E-05x^3 - 0,0023x^2 + 0,1484x + 0,1731$	0,9722
2	$y = -3E-13x^6 + 2E-10x^5 - 9E-08x^4 + 2E-05x^3 - 0,0016x^2 + 0,1252x + 0,27$	0,9778
3	$y = -5E-13x^6 + 4E-10x^5 - 1E-07x^4 + 3E-05x^3 - 0,0024x^2 + 0,1435x + 0,3803$	0,9375
4	$y = 2E-14x^6 + 6E-11x^5 - 5E-08x^4 + 2E-05x^3 - 0,0024x^2 + 0,1974x - 0,0569$	0,9684
5	$y = -9E-12x^5 + 6E-09x^4 + 1E-06x^3 - 0,0011x^2 + 0,2072x + 0,4462$	0,9870
6	$y = 9E-14x^6 - 1E-10x^5 + 4E-08x^4 - 6E-06x^3 - 0,0002x^2 + 0,1213x + 0,1655$	0,9708
7	$y = 9E-14x^6 + 2E-10x^5 - 2E-07x^4 + 5E-05x^3 - 0,0075x^2 + 0,5939x - 0,6577$	0,9821

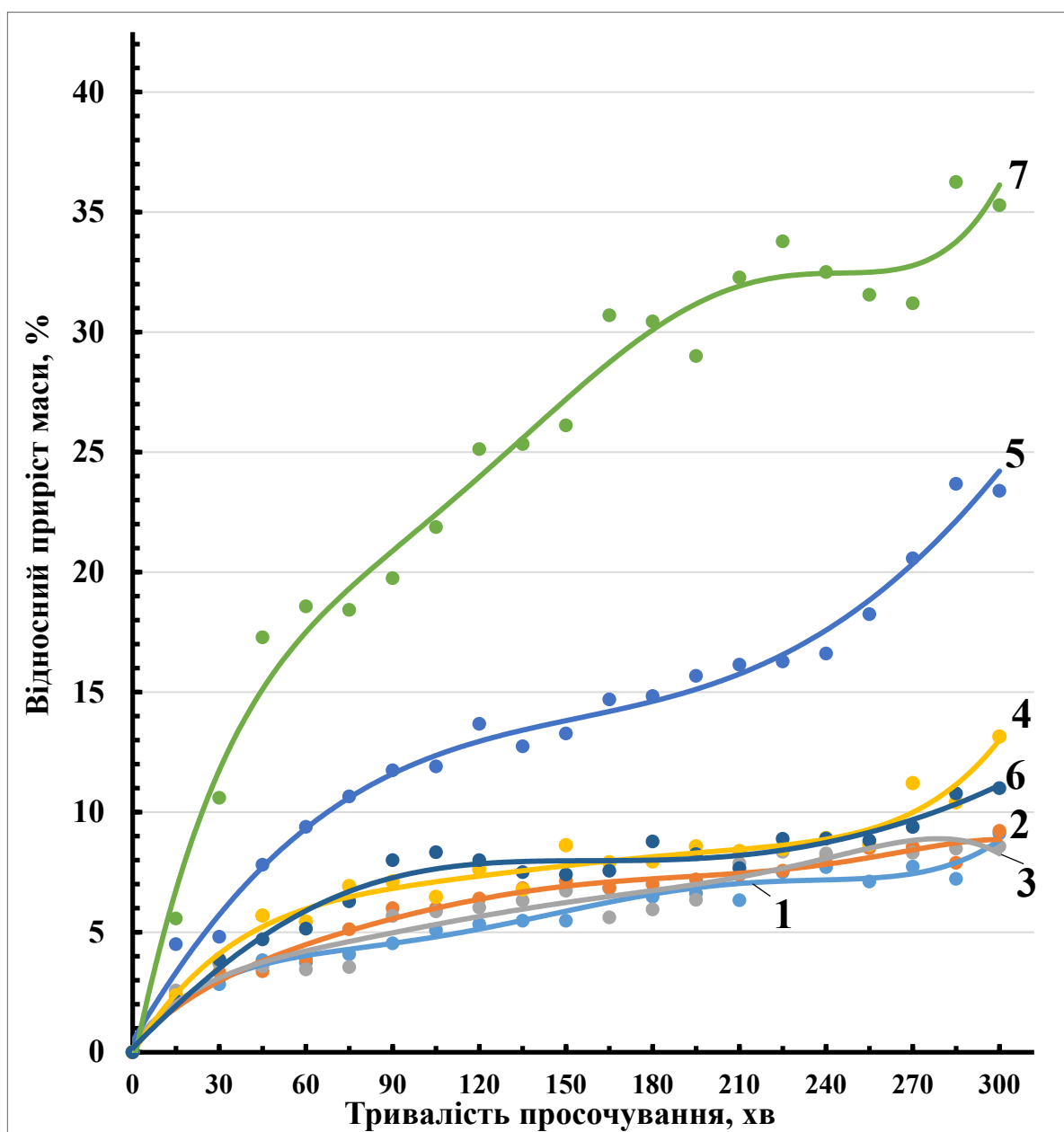


Рис. 1. Залежність відносного приросту маси зразка від тривалості просочування:  
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — за режимами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 відповідно  
 Джерело: авторська розробка

Апроксимацію експериментальних залежностей виконано за допомогою функції «Лінія тренда» програми MS Excel 2010. В результаті було отримано однофакторні математичні моделі для всіх досліджених умов просочення. Всі моделі є поліноміальними функціями, що адекватно описують залежності відносного приросту маси зразка від загального часу просочення (табл. 2). Ступінь апроксимуючого полінома — 5 і 6.

**Висновки.** У технологічну схему перероблення відходів асептичного пакування рекомендується включати стадію підготовки до розпускання. Це може бути просочування у розчині гідроксиду

натрію (можливо під тиском) упродовж 15–45 хв. В основу такого оброблення покладено здатність целюлозного волокна до набухання у лужному середовищі. За концентрації розчину їдкого натрію 5% відбувається набухання целюлози, переважно, у її аморфних ділянках. При цьому волокна збільшуються в розмірах, сили адгезії плівки до целюлози значно слабшають, що призводить до самовільного відокремлення полімерної плівки від поверхні картону [6, с. 63]. Для забезпечення більшої площі контакту картонного шару з лугом відходи пакування до просочення треба подрібнити.

### Література

1. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку, 2015. 114 с. URL: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/504c5765-89d4-4be1-916e-ea27aa94feaf/22+.pdf?MOD=AJPERES&CVID=INpI3Ew>.
2. Екологія. Право. Людина. URL: <http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/buklet-A3.pdf>
3. Чиркова Е А, Крейтус А. Э. Сорбция растворителей целлюлозой и целлюлозными материалами из жидкой фазы. Высокомолекулярные соединения. 1989. Т. (А)XXXI. № 10. С. 2079–2083.
4. Movchaniuk O., Koval A. Speed of liquid absorption by fiber layer of aseptic packaging // Results of modern scientific research and development. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Madrid, Spain. 12–14 December 2021.
5. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 368 с.
6. Ванчаков М. В., Кулешов А. В., Александров А. В., Гаузе А. А. Технология и оборудование переработки макулатуры: учебное пособие/ ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2019. Часть I. 107 с.

**Мітряєв Сергій Сергійович**

*студент*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**Митряев Сергей Сергеевич**

*студент*

*Харьковского национального университета радиоэлектроники*

**Mitriaiev Serhii**

*Student of the*

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

**Сергієнко Олександра Сергіївна**

*студентка*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**Сергиенко Александра Сергеевна**

*студентка*

*Харьковского национального университета радиоэлектроники*

**Serhiienko Oleksandra**

*Student of the*

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

**Олійник Олександр Олександрович**

*асистент кафедри Програмної інженерії*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

**Олейник Александр Александрович**

*ассистент кафедры Программной инженерии*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

**Oliinik Oleksandr**

*Assistant of the Software Engineering Department*

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АУТЕНТИФІКАЦІЯ НА ОСНОВІ  
ВІДБИТКУ ПАЛЬЦЯ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ВІЗУАЛЬНОЇ КРИПТОГРАФІЇ**

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АУТЕНТИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ  
ОТПЕЧАТКА ПАЛЬЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВИЗУАЛЬНОЙ КРИПТОГРАФИИ**

**IDENTIFICATION AND AUTHENTICATION  
BASED ON FINGERPRINT USING  
VISUAL CRYPTOGRAPHY**

**Анотація.** Захист біометричних даних викликає все більший інтерес, та, таким чином, методи створення цифрових водяних знаків є одним з найкращих способів захисту біометричних даних від випадкових та умисних атак. Ми пропонуємо схему створення водяних знаків відбитків пальців, що заснована на візуальній криптографії, для ідентифікації та аутентифікації.

**Ключові слова:** відбиток пальця, цифровий слід, візуальна криптографія, ідентифікація, аутентифікація.

**Аннотация.** Защита биометрических данных приобретает все больший интерес, и, следовательно, методы создания цифровых водяных знаков являются одним из лучших способов защиты биометрических данных от случайных или преднамеренных атак. Мы предлагаем схему создания водяных знаков отпечатков пальцев, основанную на визуальной криптографии, для идентификации и аутентификации.

**Ключевые слова:** отпечаток пальца, цифровой след, визуальная криптография, идентификация, аутентификация.

**Summary.** Protecting biometric data is gaining more and more interest, and therefore, digital watermarking techniques are one of the best ways to protect biometric data from accidental or deliberate attacks. We propose a fingerprint watermarking scheme based on visual cryptography for identification and authentication.

**Key words:** fingerprint, Digital watermarking, Visual cryptography, Identification, Authentication.

**Б**іометрія — це наука про встановлення особистості на основі фізичних характеристик, таких як обличчя, відбитки пальців, хода тощо [1]. Відбитки пальців є найбільш широко використовуваною формою біометричної ідентифікації. Завдяки своїм унікальним характеристикам біометрична аутентифікація вважається надійним методом аутентифікації в найближчому майбутньому.

Дослідники пропонують кілька способів підвищення безпеки систем аутентифікації. Серед них використання цифрових водяних знаків [2] для безпечного обміну даними між клієнтом і сервером, особливо в мережевих середовищах. Крім того, цей метод можна використовувати для мультибіометричних систем аутентифікації, в яких один або кілька біометричних даних можуть бути вбудовані в інші біометричні дані для підвищення точності та зменшення пропускну здатності [3].

Біометричний водяний знак був введений як синергетична інтеграція біометричних даних і технології цифрових водяних знаків [4]. На сьогоднішній день водяний знак використовується разом із кількома біометричними показниками, включаючи відбиток пальця, підпис, обличчя, руку, райдужну оболонку, голос, сітківку.

Відбитки пальців — це унікальні біометричні дані, які в основному використовуються для миттєвого встановлення особистості [5]. Однак вони сприйнятливі до випадкових та умисних атак під час передачі по мережі. Таким чином, необхідна захисна схема, яка збереже правильність і не допустить змін. Це є найбільш важливим для біометричних ідентифікаторів з урахуванням їх унікальності. Рішенням розглянутої ситуації є використання водяних знаків.

Наведемо короткий опис (2, 2) схеми візуальної криптографії. Для шифрування секретної інформації, використовуючи (2, 2) схему візуальної криптографії, секретна інформація поділяється на дві частки так, що кожен піксель у вхідному зображенні замінюється блоком з двох субпікселів, що не перекриваються. Кожен, хто володіє лише однією часткою, не буде мати змогу відновити секретну інформацію, бо єдина частка не містить повну секретну інформацію.

На рис. 1 зображено схему кодування для (2, 2) візуальної криптографічної схеми, яка буде застосовуватися до кожного пікселю секретної інформації. Якщо піксель Р білий, то він буде замінений на два однакових блоків субпікселів. Якщо

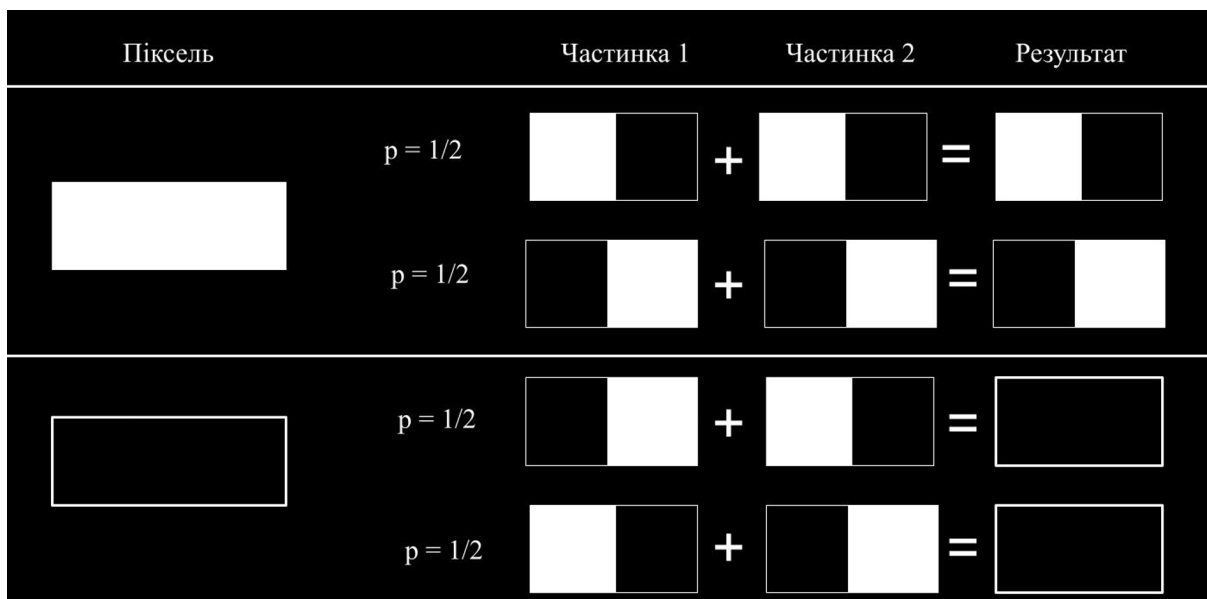


Рис. 1. Схема кодування для (2, 2) візуальної криптографічної схеми



Таблиця 1

Правила генерації частини-перевірки

Колір <i>i</i> -го пікселя в патерні <i>W<sub>i</sub></i>	<i>i</i> -й елемент в бінарній матриці <i>Z</i>	Пари бітів ( <i>V<sub>i1</sub></i> , <i>V<sub>i2</sub></i> ), які будуть призначені в частині-перевірки
Чорний	1	(0.1)
Чорний	0	(1.0)
Білий	1	(1.0)
Білий	0	(0.1)

піксель *P* чорний, то він буде замінений на два доповнюючих блока субпікселів. Для того, щоб розшифрувати секретну інформацію, субпікселі кожної частини накладаються одне на одного, роблячи їх прозорими.

На рис. 2 зображена запропонована схема водяних знаків відбитків пальців. Оригінальний відбиток пальця і зображення мають бути зареєстровані у організації. Організація використовує цю інформацію разом з секретним ключем для того, щоб згенерувати частину патерну відбитку пальця, потрібного для верифікації частин, використовуваних у (2, 2) візуальній криптографічній схемі. Під час виконання ідентифікації та аутентифікації організація використовує позначене зображення, спільний ресурс перевірки та секретний ключ для створення другого спільного ресурсу- шаблону відбитка пальця, який називається основним ресурсом. Ці дві частки використовуються для вилучення візерунка відбитків пальців. Співвідношення між вилученим візерунком відбитків пальців і оригінальним візерунком відбитків пальців є вирішальним фактором для ідентифікації та аутентифікації.

Схема вбудовування відбитків пальців. Щоб вставити відбиток пальця *H* розміру  $P * Q$  на зображення *I* розміру  $X * Y$ , вибирається число «*K*» як секретний ключ. Секретний ключ повинен бути різним для різних зображень і його потрібно зберігати таємно. Схема вбудовування включає в себе наступні кроки:

Вхід: секретний ключ (*K*), зображення (*I*) розміром  $X * Y$ .

Вихід: Помічене зображення (*M*) розміром  $X * Y$ .

Крок 1. Виберіть число *K* як секретний ключ для зображення (*I*) і відбитка пальця (*H*).

Крок 2. Перетворіть *H* на дворівневе зображення (*W*) за допомогою *im2bw* функції MATLAB.

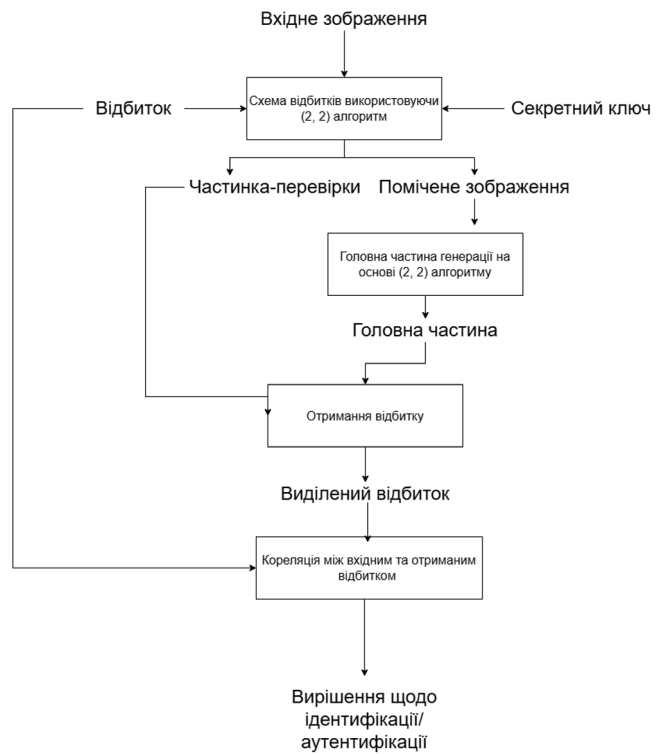


Рис. 2. Схема водяних знаків відбитків пальців

Крок 3. Використовуйте «*K*» як початкове значення для випадкового генерування  $P * Q$  числа на проміжку  $[1, h]$ , де  $h = X * Y$ .

Крок 4. Призначте *i*-ю пару (*V<sub>i1</sub>*, *V<sub>i2</sub>*) частки-перевірки (*V*) на основі інформації, наведеної в таблиці 1, використовуючи значення пікселя *W* і матриці *Z*.

Крок 5. Зберіть всі значення пари, щоб побудувати частку-перевірки (*V*). Розмір частки перевірки буде  $P * 2Q$ , оскільки один піксель відбитка пальця *H* розділений на два субпікселі для створення спільної перевірки.

**Література**

1. Low C. Fusion of LSB and DWT biometric watermarking using offline handwritten signature for copyright protection / C. Low, A. Teloh, C. Tee. 2009. № 5558. P. 786–795.
2. Ratha N. A. Secure data hiding in wavelet compressed fingerprint images / N. A. Ratha, J. G. Connell, R. M. Bolle // Proceeding of the ACM multimedia workshops. 2000. P. 127–130.
3. Schaathun H. G. On watermarking/fingerprinting for copyright protection / H. G. Schaathun // IEEE Computer Society. 2006. № 3. P. 50–53.
4. A study on iris feature watermarking on face data / K. Ryoung, D. S. Jeong, B. J. Kang, E. C. Lee // Proceedings of the 8th international conference on adaptive and natural computing algorithms № 4432. P. 414–423.
5. Tzouveli P. Human face watermarking based on zernike moments / P. Tzouveli, K. Ntalianis, S. Kollias // Proceedings of the fifth IEEE international symposium on signal processing and information technology. 2005. P. 399–404.

УДК: 004.051

**Середа Дар'я Антонівна**

*студентка*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**Середа Дарья Антоновна**

*студентка*

*Харьковского национального университета радиоэлектроники*

**Sereda Daria**

*Student of the*

*Kharkiv National University of Radio Electronics*

**Квасняк Катерина Миколаївна**

*студентка*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**Квасняк Екатерина Николаевна**

*студентка*

*Харьковского национального университета радиоэлектроники*

**Kvasniak Kateryna**

*Student of the*

*Kharkiv National University of Radio Electronics*

**Науковий керівник:**

**Олійник Олександр Олександрович**

*асистент кафедри ПІ*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

## КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА КРИПТОГРАФІЯ

## КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И КРИПТОГРАФИЯ

## QUANTUM COMPUTING AND CRYPTOGRAPHY

**Анотація.** Досліджено теоретичні питання щодо впливу квантових комп'ютерів на криптографію.

**Ключові слова:** квантовий комп'ютер, асиметричне шифрування, криптографія, безпека даних, кубіти, ключ, пост-квантова.

**Аннотация.** Исследованы теоретические вопросы о влиянии квантовых компьютеров на криптографию.

**Ключевые слова:** квантовый компьютер, асимметричное шифрование, криптография, безопасность данных, кубиты, ключ, пост-квантовая.

**Summary.** Theoretical questions about the influence of quantum computers on cryptography have been studied.

**Key words:** quantum computer, asymmetric encryption, cryptography, data security, qubits, key, post-quantum.

**К**вантові комп'ютери можуть бути дуже корисними для наукових розробок завдяки новому та швидкому способу виконання обчислень. Однак, як тільки вони будуть доступні, вони можуть порушити криптографію, що використовується в даний час, і підірвати захист (особистих) даних.

Фізичні закони квантової механіки дозволяють створити альтернативний метод для обробки інформації сучасними комп'ютерами. У той час як традиційні комп'ютери використовують біти (0 або 1), квантові комп'ютери використовують квантові біти або кубіти, які одночасно можуть бути комбінацією  $|0\rangle$  і  $|1\rangle$ .

Можливий спектр значень, які може приймати один кубіт, найкраще зображено поверхнею сфери Блоха на рисунку 1. Сфера Блоха — це геометричне зображення кубіта. Кожний з кубітів може приймати значення кожної точки на поверхні, що описується двома кутами  $\varphi$  і  $\theta$ . Поліосними точками є  $|0\rangle$  або  $|1\rangle$ .

У той час як біти допускають два дискретних значення, кубіти можуть зберігати точку в двовимірному континуумі, поверхню сфери. Квантові обчислення можуть скористатися перевагами цих потужніших кубітів і виконувати операції не тільки для визначеного значення  $|0\rangle$  або  $|1\rangle$ , а й для всіх можливих суперпозицій одночасно [1]. Отже, квантові обчислення досягають переваги в ефективності перед бінарними обчисленнями для окремих завдань. Деякі завдання були б здійсненні лише завдяки такому підвищенню ефективності, якби було доступне відповідне апаратне забезпечення квантового комп'ютера.

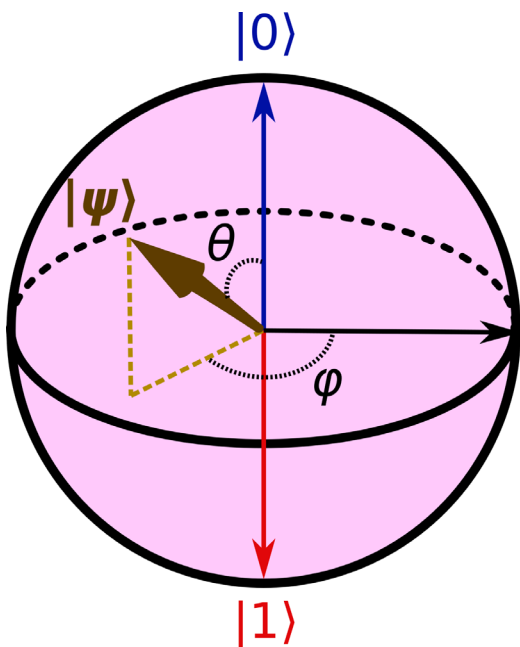


Рис. 1. Сфера Блоха

Існує багато причин, чому квантові обчислення можуть мати значний вплив на захист даних з точки зору безпеки даних і конфіденційності комунікацій. Однією з причин є можливість зламати криптографічний алгоритм. Квантові обчислення можуть зламати безліч алгоритмів сучасної класичної криптографії.

Криптографія з відкритим ключем, також відома як асиметричне шифрування, є методом шифрування даних з використанням криптографічних протоколів, заснованих на алгоритмах. Для цього потрібні два окремих ключі, приватний і відкритий ключ. Алгоритм Rivest-Sharmir-Adleman (RSA) — це криптографічна система, яка використовується для криптографії з відкритим

ключем і зазвичай використовується під час надсилання конфіденційних даних через Інтернет. Алгоритм RSA дозволяє шифрувати повідомлення як відкритими, так і закритими ключами, щоб їх конфіденційність і автентичність залишалися незмінними.

Квантові комп'ютери дозволили би криптографічним системам з відкритим ключем піддаватися небезпеці з боку зломників, якщо вони мали би достатньо потужний квантовим комп'ютер, який міг би здійснити розшифровку без попереднього знання приватного ключа. Ураженими могли би бути, наприклад, цифрові підписи, важливі Інтернет-протоколи, такі як HTTPS (TLS), необхідні для безпечного перегляду, онлайн-банкінг, інтернет-магазини, тощо [2]. Приклад такого квантового комп'ютера представлено на рисунку 2.

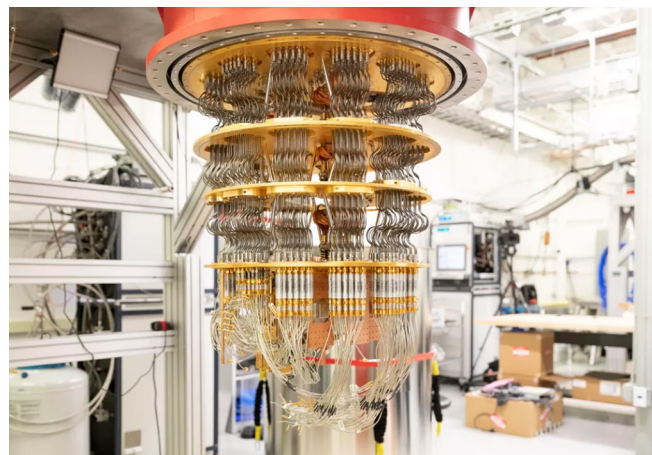


Рис. 2. Квантовий комп'ютер

Квантові обчислення також можуть мати негативні наслідки для гарантії безпеки симетричних криптографічних систем, таких як Advanced Encryption Standard (AES). Асиметрична (наприклад, RSA) і симетрична (наприклад, AES) криптографія часто використовуються разом, наприклад, із використанням HTTPS. Симетрична криптографія потребує практичних способів конфіденційного обміну приватними ключами. Щоб гарантувати безпеку даних, обмін приватними ключами повинен залишатися безпечним. Але ключові методи обміну, які використовуються сьогодні на практиці, засновані на проблемах, які можуть поставити під загрозу квантові обчислення. Щоб гарантувати конфіденційність даних, весь обмін ключами повинен залишатися безпечним.

Пост-квантова криптографія або квантово-безпечна криптографія відноситься до криптографії, на безпеку якої, як вважають, не впливають квантові комп'ютери. Це досягається використанням дуже різних математичних будівельних блоків, які включають математичні операції, які

квантові комп'ютери не можуть вирішувати ефективніше, ніж інші комп'ютери [3].

Проте пост-квантова криптографія, ймовірно, буде мати недоліки в продуктивності та буде потребувати більших обчислювальних ресурсів, наприклад, для шифрування і розшифрування даних, та більше мережових ресурсів для обміну довгими ключами та сертифікатами. Пост-квантова криптографія ще не стандартизована. Національний інститут США Standards and Technology (NIST) працює над стандартом для пост-квантової криптографії та планує опублікувати проект з першим алгоритмом у 2022 чи 2024 році. Після стандартизації алгоритми буде необхідно інтегрувати зі стандартними інтернет-протоколами, такими як HTTPS [4].

Станом на 2020 рік прототипи (нестандартизованої) пост-квантової криптографії доступні для тестування у вигляді вихідного коду, програмних

бібліотек (наприклад, для OpenSSL), хмарних сервісів (наприклад, Amazon AWS і Cloudflare) і споживчого програмного забезпечення (наприклад, Google Chrome). За оцінками, повний перехід на практиці може зайняти навіть 15–20 років. Організації повинні враховувати, як довго їм потрібно гарантувати абсолютну конфіденційність даних і захист від ретроспективного розшифрування.

Виходячи з того, що ми знаємо сьогодні, в осяжному майбутньому квантовий комп'ютер не представляє безпосередньої загрози. Можливо, знадобляться десятиліття, щоб створити придатний для використання квантовий комп'ютер, який може виконувати відомі алгоритми. Але для даних, які повинні залишатися в безпеці дуже довго, ця невизначеність створює проблему, яка може вимагати раннього переходу до постквантової криптографії.

#### Література

1. Jack D. Hidary Quantum Computing: An Applied Approach. 2020. P. 1265.
2. Quantum computers could crack today's encrypted messages. That's a problem // Cnet: [Веб-сайт]. URL: <https://www.cnet.com/tech/computing/quantum-computers-could-crack-todays-encrypted-messages-thats-a-problem/> (дата звернення: 30.11.2021).
3. Валиев К. А. Квантовые компьютеры: можно ли их сделать «большими»? // УФН. 1999. Т. 169. С. 691–694.
4. Steane A. M., Rieffel E. G. Beyond Bits: The Future of Quantum Information Processing // IEEE Computer. January 2000. P. 38–45.



**Тимченко Николай Петрович**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Tymchenko Nikolay**

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine*

**Фиалко Наталия Михайловна**

*доктор технических наук, профессор,  
член-корреспондент НАН Украины, заведующая отделом  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Department Head  
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine*

DOI: 10.25313/2520-2057-2021-18-7569

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ В КОНТЕКСТЕ МАТЕРИАЛОВ РУКОВОДЯЩИХ ОРГАНОВ ЕС

### ENERGY FUNCTIONALITY AND ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN THE CONTEXT OF THE MATERIALS OF THE EU GOVERNING INSTITUTION

**Аннотация.** Рассматриваются основополагающие директивы ЕС, которыми регламентируются процессы реформирования домового фонда. Освещаются новые законодательные инициативы ЕС по энергетической функциональности и эффективности зданий.

**Ключевые слова:** директива, энергетическая функциональность, энергоэффективность, домовой фонд.

**Summary.** The fundamental EU directives, which regulate the processes of reforming the house fund, are considered. New EU legislative initiatives on energy functionality and building efficiency are covered.

**Key words:** directive, energy functionality, energy efficiency, home fund.

**К**лючевыми законодательными документами, которыми регламентируется процесс реформирования домового фонда являются директивы ЕРВД [1; 2]. Кроме действующих Директив ЕРВД, другой важной Директивой, которая напрямую касается проблемы энергоэффективности зданий является Директива 2012/27/ЕС «Об энергоэффективности» (англ. Energy Efficiency Directive, дальше Директива ЕЕфД) [3]. Вместе с ЕРВД 2018 они образуют костяк энергетического законодательства ЕС. Директива ЕЕфД предназначена для уменьшения зависимости Европы от импорта ископаемых энергоресурсов, предотвращение экологических, экономических и климатических угроз.

Одновременно Директива ЕЕфД считается одной из почти универсальных средств решения указанных проблем<sup>1</sup>. Относится к одному из «сложных» текстов, производимых Европой, хотя при этом на

<sup>1</sup> Вследствие некаленифицированного (неоправданной синонимичности) перевода как «энергетическая эффективность» названий обоих понятий «Energy performance» (более информативный перевод: «энергетическая совершенство» или «энергетическая функциональность») и «Energy efficiency» (очевидный вариант перевода: «энергетическая эффективность») возникает терминологическая путаница (непроизвольное отождествление двух терминов) и теряется идентификация этих двух понятий как взаимодополняющих (а не аналогичных) со своими собственными сферами использования, предметами директив, их целями и целевыми показателями.

пленарном заседании Европарламента Директива ЕЕФД была проголосована большинством голосов. Характерной чертой является общее обязательство о результатах (например, 20/20/20), но не средств их достижения, которые государство-член выбирает самостоятельно. Недавно была кардинально модифицирована Директивой 2018/844 и Регламентом 2018/1999. Сейчас структура Директивы 2012/27/ЕС состоит из 30 статей в пяти разделах и 15 приложений. В ЕЕФД выделяются и отдельно рассматриваются два основных направления: достаточно коротко эффективность использования энергетики (в 13 статьях главы II) и более подробно эффективность энергоснабжения (две статьи главы III: статья 14 «Повышение эффективности отопления и охлаждения» и статья 15 «Преобразование, передача или передача и распределение энергии»). ЕЕФД реализуется путем составления и выполнения периодических обновляемых национальных планов действий. Но известна критика ЕЕФД о недостаточной эффективности на практике «постоянно пренебрегаемого приоритета (энергоэффективности) европейской энергетической стратегии» [4].

Определенная часть приведенных выше рекомендаций, содержащихся в рассматриваемых версиях Директивы EPBD, в Украине или уже учтена, или были составлены (и выполнены) планы действий по их внедрению. Но, как показывает опыт, процесс появления новых документов по эффективности строительства (в том числе, инженерных систем, а конкретно электрооборудования) со временем не прекращается, а лишь ускоряется. Эта информация содержится в документах типа программ, стратегий, сценариев, дорожных карт, прогнозов, рекомендаций ЕПР, других органов и комиссий ЕС, а также стандартов ряда международных организаций и союзов. Естественно, они могут содержать ранее заявленные, разработанные или уже реализованы направления деятельности, цели, например, — рассматриваемую Директиву EPBD. Эту ситуацию иллюстрирует презентация Европейской комиссией в октябре 2020 года новой стратегии «Реновационная волна» (CPB, англ. Strategy of Renovation Wave [5]). Она разработана и выполняется в рамках European Green Deal — Европейского зеленого соглашения (ЕЗС) [6], которая была образована годом ранее — 11.12. 2019 г. Оба проекта хорошо финансируются. Сообщается, что ≈0,25 триллионов евро инвестиций пойдет на финансирование целей в рамках ЕЗС [7].

В планах ЕЗС к 2050 году предусматривается создание в ЕС современной, эффективной и конкурентоспособной экономики, рост которой будет происходить при условии отсутствия выбросов ПГ, уменьшения загрязнения, отрицательной корреляции с использованием ресурсов и достижения нейтральности климата. Предполагается также стимулирование эффективного использования

ресурсов, переход к чистой безуглеродной замкнутой экономики; попытке восстановления биоразнообразия. Предложенный Европейский закон «О климате», целью которого является легитимизация политических обязательств<sup>2</sup>. Перечень рассмотренных основных директивных и недирективных материалов руководящих органов ЕС по энергетической функциональности и эффективности зданий приводится на рис. 1.

Новой стратегии «Реновационная волна» (CPB) в планах ЕЗС принадлежит ключевое место. CPB является очередной инициативой по повышению энергоэффективности в строительном секторе, поскольку здания по-прежнему является одним из самых значимых источников потребления энергии в Европе и сегодня отвечают за треть выбросов ЕС. Стратегия содержит план действий с конкретными регуляторными, финансовыми мерами для стимулирования масштабов глубокой реновации сооружений. По состоянию на конец второго десятилетия 21 века последнюю ежегодно проходят лишь 1% зданий. ЕЗС ставит задачу увеличить темпы реновации так, чтобы Европа в течение следующих 10 лет (до 2030 года) по результатам выполнения CPB по крайней мере удвоила ежегодные показатели энергетического обновления и к 2050 году стала первой в мире зоной нейтральной к климату (имела нулевые выбросы CO<sub>2</sub>).

В рамках «справедливой реформы» ЕС окажет финансовую и техническую поддержку тем, кто пострадает от перехода к зеленой экономике. В течение 2021–2027 гг. в наиболее пострадавших регионах на это выделено 100 млрд. евро.

Предполагается, что фундамент CPB образуют мероприятия, согласованные в рамках 4ЕП «Чистая энергия для всех европейцев», в фокусе которой лежит Директива EPBD-2018. Чтобы учесть местные особенности и аспекты, каждая страна ЕС должна разработать долгосрочную энергетическую стратегию на основе Директивы EPBD-2018. Также должны быть составлены связанные с целями ЕС национальные энергетические и климатические планы.

Таким образом, при разработке строительных норм Украины, как ассоциированного члена ЕС,

<sup>2</sup> Пока еще единственной страной в мире, которая имеет «Закон об изменении климата 2008 года», является Великобритания [8]. Она установила долгосрочное юридически обязательную цель по сокращению выбросов парниковых газов по меньшей мере на 80% (по сравнению с 1990 г.) к 2050 г. Конечный срок достижения сокращений соответствует календарю Киотского протокола. В законодательном порядке устанавливаются 5-летние углеродные бюджеты. Выполнены уже два шага-бюджета 2008-2012, 2013-2017 гг. Успешно завершается бюджет 2018-2022 и разработан бюджет на 2023-2027. В 2019 году была предложена еще более амбициозная цель - к 2050 году достичь полного нулевого уровня выбросов ПГ. В сферу действия британского закона входит разработка мероприятий адаптации к изменениям климата. Вопреки снижению выбросов, особенно в энергосекторе, экономика королевства растет.



Рис. 1. Основные директивные материалы и соглашения руководящих органов ЕС по энергетической функциональности и эффективности зданий

кроме работы по адаптации национального законодательства к текущему уровню Acquis ЕС (догонять ЕС), нужно иметь в виду существование и появление большого количества энергетических программ и проектов с их сложными комплексами новых разнотипных целей. В нормативном пространстве ЕС много документов по совершенствованию зданий сейчас находятся на стадии разработки и внедрения. Желательно, чтобы соответствующие обновленные цели, целевые критерии и параметры, вопреки текущему статусу этих материалов как «проектных» (то есть еще не официальных) документов, по возможности, при разработке документов национального, в том

числе украинского, технического регулирования учитывались заранее, то есть на опережение. Параметрический метод нормирования предоставляет такую возможность. Примером является требование учета будущего, ожидаемого развития электромобильности и, как следствие, создание минимальной зарядной инфраструктуры, хотя бы введением определенного количества зарядных устройств, например, на паркингах или гаражах высотных сооружений<sup>3</sup>.

Последнее означает необходимость синхронизации усилий Украины и ЕС в сфере обновления нормодокументов, которые актуализируют повестку дня современной энергетической политики.

<sup>3</sup> Есть предложение обязать оборудовать зарядными станциями каждое десятое место для парковки [9].

**Литература**

1. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02010L0031-20210101>
2. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02010L0031-20210101&qid=1624185404412>
3. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02012L0027-20210101>
4. Zgajewski T. (June 2014). Energy efficiency: the ever neglected priority of the European energy strategy — Egmont Paper 66 (PDF). Ghent, Belgium: Academia Press (for Egmont — The Royal Institute for International Relations). Retrieved 20.05 2021
5. URL: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave\\_en#a-renovation-wave-foreurope](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en#a-renovation-wave-foreurope)
6. URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
7. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2020/10/13/7115296/>
8. Climate Change Act 2008. URL: [https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga\\_20080027\\_en.pdf](https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf)
9. Розвиток інфраструктури для електромобілів. URL: <https://eu4business.org.ua/success-stories/developing-the-infrastructure-for-electriccars>

**Фіалко Наталія Михайлівна**

*доктор технічних наук, професор,  
Член-кореспондент НАН України, завідувач відділу  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Фиалко Наталия Михайловна**

*доктор технических наук, профессор,  
Член-корреспондент НАН Украины, заведующий отделом  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Corresponding Member NAS of Ukraine, Head Department  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Прокопов Віктор Григорович**

*доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Прокопов Виктор Григорьевич**

*доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Prokopov Viktor**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Шеренковський Юлій Владиславович**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Шеренковский Юлий Владиславович**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
ведущий научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Sherenkovskiy Julii**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher,  
Leading Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Меранова Наталія Олегівна**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Меранова Наталья Олеговна**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
ведущий научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Meranova Nataliia**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher,  
Leading Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Альошко Сергій Олександрович**

*кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*



**Алешко Сергей Александрович**

*кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Aloshko Serhii**

*Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Юрчук Володимир Леонідович**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Юрчук Владимир Леонидович**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Yurchuk Volodymyr**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Полозенко Ніна Петрівна**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Полозенко Нина Петровна**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Polozenko Nina**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Рокитько Костянтин Володимирович**

*кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Рокитько Константин Владимирович**

*кандидат технических наук, младший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Rokytko Kostiantyn**

*Candidate of Technical Sciences, Junior Research  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Реграгі Абубакр**

*кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Реграги Абубакр**

*кандидат технических наук, младший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Regragui Abubakr**

*Candidate of Technical Sciences, Junior Research  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Кліщ Андрій Володимирович**

*молодший науковий співробітник  
Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Клищ Андрей Владимирович**

*младший научный сотрудник  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Klishch Andriy**

*Junior Research*

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

DOI: 10.25313/2520-2057-2021-18-7758

## **ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ ВОГНЕТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТА НА ТЕПЛОВИЙ СТАН СТІНОК СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я**

## **ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ ОГНЕТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕНОК СТАБИЛИЗАТОРОВ ПЛАМЕНИ**

## **INFLUENCE OF THE LOAD OF A FIRE TECHNICAL OBJECT ON THE HEAT STATE OF THE FLAME STABILIZERS WALLS**

**Анотація.** Виконано дослідження температурних та теплових режимів стінок стабілізаторів полум'я мікрофакельних пальників при різних рівнях навантаження вогнетехнічного об'єкта. Проведено аналіз впливу конструктивних особливостей стабілізаторів (наявність або відсутність нішових порожнин на їх бічних поверхнях) на характер розподілу температур та теплових потоків уздовж поверхні стабілізаторів у діапазоні зміни навантаження, що розглядається.

**Ключові слова:** мікрофакельні пальники, стабілізатори полум'я, навантаження вогнетехнічного об'єкта, розподіл температури, теплові режими.

**Аннотация.** Выполнено исследование температурных и тепловых режимов стенок стабилизаторов пламени микрофакельных горелочных устройств при различных уровнях нагрузки огнетехнического объекта. Проведен анализ влияния конструктивных особенностей стабилизаторов (наличие или отсутствие нишевых полостей на их боковых поверхностях) на характер распределения температур и тепловых потоков вдоль поверхности стабилизаторов в рассматриваемом диапазоне изменения нагрузки.

**Ключевые слова:** микрофакельные горелки, стабилизаторы пламени, нагрузка огнетехнического объекта, распределение температуры, тепловые режимы.

**Summary.** A study of the temperature and heat regimes of the flame stabilizers walls of microjet burners was carried out at various load levels of the fire-technical object. The analysis of the influence of the design features of the stabilizers (the presence or absence of niche cavities on their lateral surfaces) on the nature of the temperatures and heat fluxes distribution along the surface of the stabilizers in the considered range of load variation is carried out.

**Key words:** microjet burners, flame stabilizers, load of a fire-technical object, temperature distribution, heat regimes.

**Вступ.** Мікрофакельні пальники стабілізаторно-го типу широко застосовуються в енергетичній практиці з огляду на їх безумовні достоїнства [1–15]. При цьому такі пальники, зазвичай, оснащуються спеціальними системами охолодження.

Застосування цих систем повинно забезпечувати такий стан стінок стабілізаторів полум'я, при якому їхня температура не перевищує деяку допустиму величину. З огляду на це актуальним є дослідження теплового стану стінок стабілізаторів полум'я при різних навантаженнях

вогнетехнічного об'єкта. Становить також інтерес зіставлення вказаного теплового стану для різних конструкцій стабілізаторів полум'я, що відповідають наявності і відсутності нішових порожнин на їх бічних поверхнях.

У даній роботі розглядаються системи самоохолодження, у яких паливний газ використовується як охолоджувач перед його подачею на горіння.

**Результати досліджень.** На рис. 1 наводяться конструкції стабілізаторів полум'я, тепловий стан яких підлягає дослідженню.

Характерні результати виконаних досліджень наводяться на рис. 2, 3. Представлені дані одержані для таких вихідних параметрів: витрата природного газу  $G = 200$  м<sup>3</sup>/год, що відповідає 100% навантаженню котлоагрегату; коефіцієнт

надлишку повітря дорівнював 1,1; температура газу на вході в систему охолодження  $t_2^{ex} = 15$  °С; температура повітря на вході в паливниковий пристрій  $t_n^{ex} = 20$  °С; матеріал стінки стабілізатора — нержавіюча сталь 12Х18Н9Т; коефіцієнт

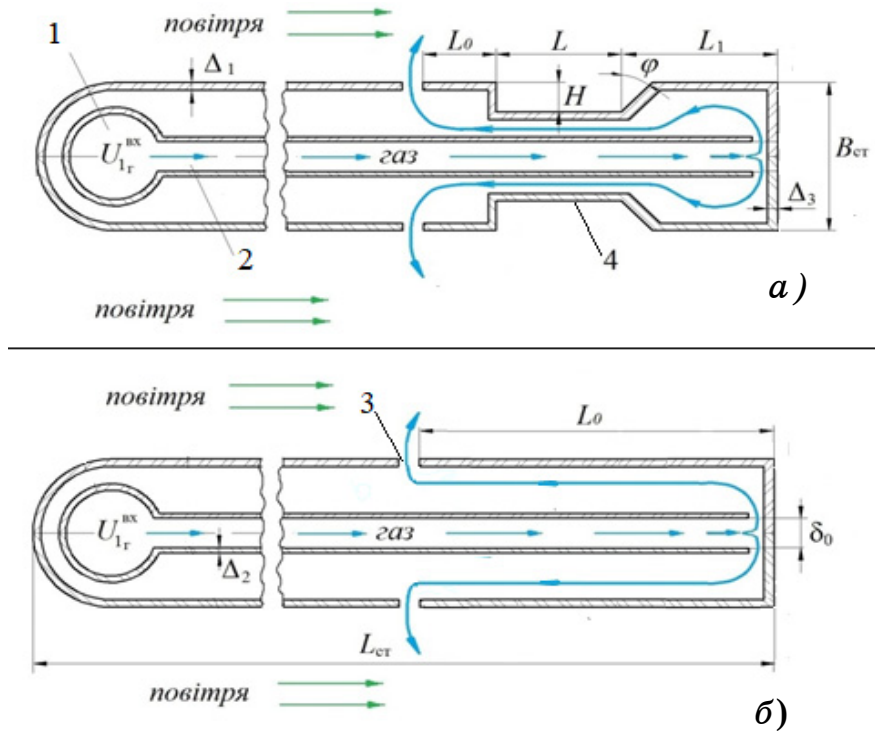


Рис. 1. До постановки задачі: а) стабілізатор полум'я з нішовою порожниною; б) стабілізатор полум'я за її відсутності; 1 — газоподавальний колектор; 2 — канал для охолоджувального газу; 3 — газоподавальні отвори; 4 — нішова порожнина.

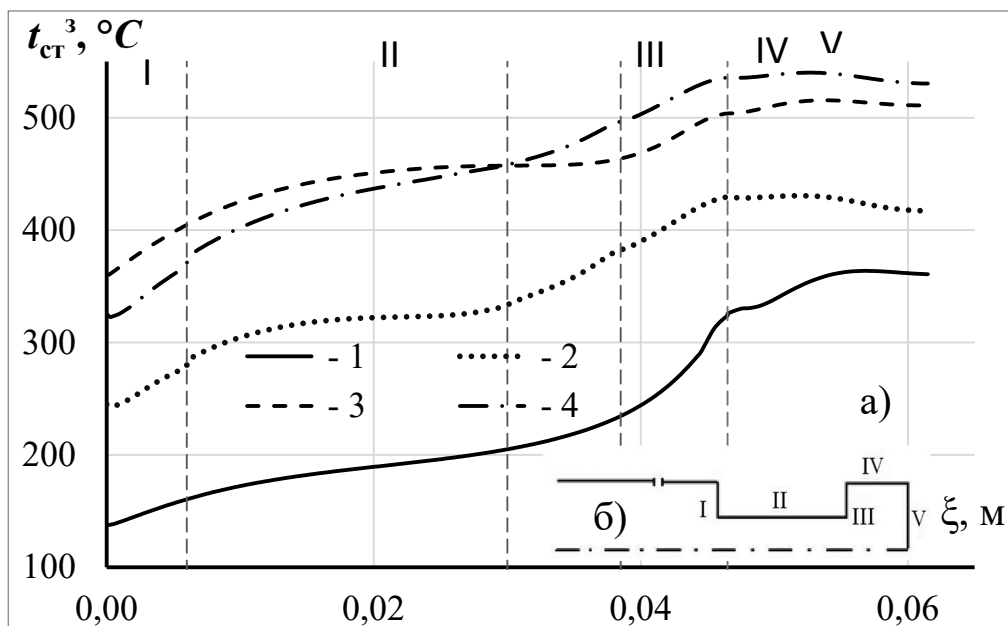


Рис. 2. Розподіл температури (а) вздовж зовнішньої поверхні стабілізатора полум'я в перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, за відсутності (1, 3) і наявності (2, 4) нішової порожнини на бічній поверхні стабілізатора при навантаженні вогнетехнічного об'єкта  $N = 100\%$  (1, 2) та  $N = 30\%$  (3, 4) і розташування на даній поверхні характерних зон (б)

затінення прохідного перетину каналу  $k_f = 0,4$ ; діаметр газоподавальних отворів  $d_r = 0,0043$  м; відносний крок розташування отворів  $S/d_r = 3,72$ ; довжина стабілізатора  $L_{cr} = 0,225$  м; ширина стабілізатора  $B_{cr} = 0,030$  м;  $L_0 = 0,012$  м;  $L_0^* = 0,05$  м;  $L = 0,024$  м;  $L_1 = 0,014$  м;  $\Delta_1 = 0,0015$  м;  $\Delta_2 = 0,001$  м;  $\Delta_3 = 0,002$  м;  $\delta_0 = 0,006$  м.

Рисунок 2 ілюструє розподіли температури на зовнішній поверхні стабілізаторів полум'я при навантаженнях вогнетехнічного об'єкта 100% та 30%.

Як свідчать одержані дані зі зменшенням навантаження вогнетехнічного об'єкта знижується ефективність систем охолодження (через зниження

витрат охолоджувального газу), а відтак зростає температура стінок стабілізатора полум'я. Звертає на себе увагу той факт, що при різних навантаженнях вогнетехнічного об'єкта співвідношення температур стінок стабілізаторів з нішами і без них суттєво відрізняється. Так, при номінальному навантаженні вогнетехнічного об'єкта ( $N = 100\%$ ) температура зовнішньої стінки стабілізатора полум'я з нішою є вищою ніж відповідна температура для стабілізатора за відсутності. Вказане перевищення є досить значним і може досягати 140 °С. Воно є дещо меншим на торцевій поверхні стабілізатора, де умови теплопідводу для двох досліджуваних конструкцій виявляються близькими.

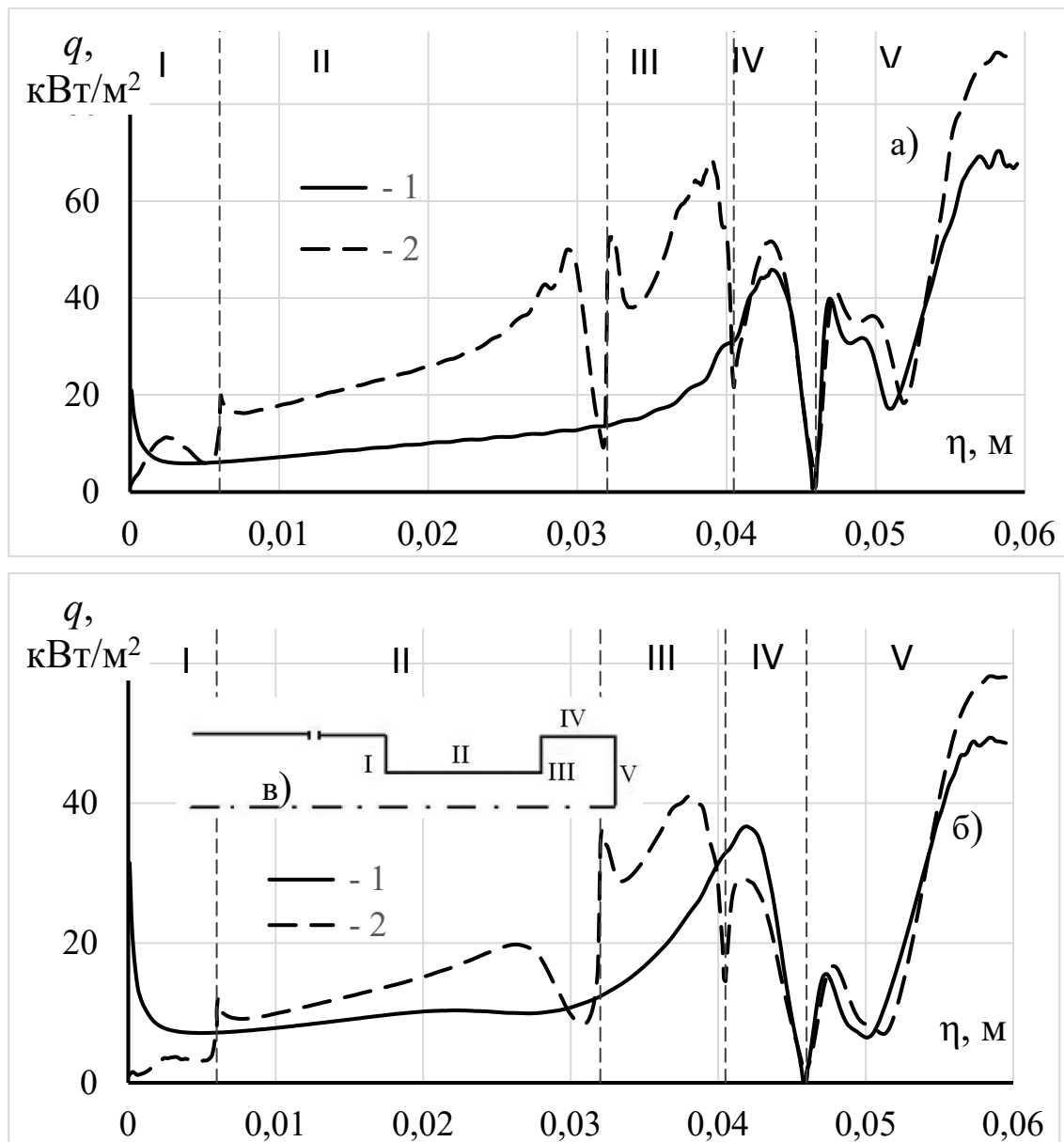


Рис. 3. Розподіл густини теплового потоку  $q$  вздовж зовнішньої поверхні стабілізатора полум'я в перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, за відсутності (1) і наявності (2) нішової порожнини на бічній поверхні стабілізатора при навантаженні вогнетехнічного об'єкта  $N = 100\%$  (а) та  $N = 30\%$  (б) і розташування на даній поверхні характерних зон (в)

При навантаженні вогнетехнічного об'єкта, рівному 30% від номінального, мають місце незначні відмінності температур зовнішньої поверхні стабілізаторів полум'я за наявності і відсутності нішових порожнин. До того ж ці відмінності носять різний характер на різних ділянках даної поверхні. На торцевій поверхні стабілізатора полум'я і прилеглий до неї бічній поверхні вищою є температура стабілізатора полум'я з нішовими порожнинами. На віддалені від торця рівень температури цього стабілізатора стає нижчим ніж відповідного стабілізатора без нішових порожнин.

Слід особливо зазначити, що для обох досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум'я максимальна температура їх зовнішньої поверхні, що має місце на торці стабілізатора, не перевищує допустимий рівень — 550 °C.

На рисунку 3 наводяться розподіли густини теплового потоку, що відводиться від внутрішньої поверхні стабілізатора полум'я при навантаженні

вогнетехнічного об'єкта 100% і 30% для досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум'я. Як свідчать одержані дані значення потоків  $q$  для стабілізаторів з нішовими порожнинами в цілому перевищують відповідні значення за відсутності даних порожнин. При цьому найбільші відмінності величин  $q$  спостерігаються в зонах, що відповідають розташуванню нішової порожнини.

**Висновки.** Отже, виконані дослідження показали, що при застосуванні системи охолодження з обдувом внутрішньої торцевої поверхні стабілізатора полум'я плоским імпульсним струменем паливного газу забезпечується сприятливий тепловий стан стінок стабілізатора, при якому їх температура не перевищує допустимих значень в усьому діапазоні навантажень вогнетехнічного об'єкта. Встановлено, що вищевикладене правомірне для обох досліджуваних конструкцій стабілізаторів полум'я — за наявності і відсутності на їх бічних поверхнях нішових порожнин.

#### Література

1. Фіалко Н. М., Бутовский Л. С., Прокопов В. Г., Меранова Н. О., Алешко С. А., Полозенко Н. П. Особенности обтекания плоских стабилизаторов ограниченным потоком. Промышленная теплотехника. 2010. № 5. С. 53–57.
2. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Алешко С. А., Полозенко Н. П. и др. Анализ влияния геометрической формы нишевой полости на аэродинамическое сопротивление канала. Промышленная теплотехника. 2012. № 1. С. 72–76.
3. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Бутовский Л. С., Шеренковский Ю. В. и др. Особенности течения топлива и окислителя при эшелонированном расположении стабилизаторов пламени. Промышленная теплотехника. 2011. № 2. С. 59–64.
4. Фіалко Н. М., Бутовский Л. С., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., Меранова Н. О., Алешко С. А., Полозенко Н. П. Компьютерное моделирование процесса смесеобразования в горелочных устройствах стабилизаторного типа с подачей газа внедрением в сносящий поток воздуха. Промышленная теплотехника. 2011. № 1. С. 51–56.
5. Fialko N. M., Aleshko S. A., Rokitko K. V., Maletska O. E. and other. Regularities of mixture formation in the burners of the stabilizer type with one-sided fuel supply. Технологические системы. 2018. 3(38). С. 37–43. ISSN-print: 2074-0603.
6. Fialko N. M., Prokopov V. G., Sherenkovskiy Ju. V., Aleshko S. A., Meranova N. O., Yurchuk V. L., Hanzha M. V. Modeling of heat transfer processes in stabilizer burners with heat-resistant coatings. The development of technical sciences: problems and solutions: Conference Proceedings, April 27–28, 2018. Brno: Baltija Publishing. P. 189–192.
7. Фіалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Майсон Н. В., Меранова Н. О. и др. Интенсификация процессов переноса в горелочном устройстве с цилиндрическим стабилизатором пламени. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.5. С. 136–142.
8. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Бутовский Л. С., Шеренковский Ю. В., Меранова Н. О., Алешко С. А., Коханенко П. С., Полозенко Н. П. Моделирование структуры течения изотермического потока в эшелонированной решетке плоских стабилизаторов пламени. Промышленная теплотехника. 2010. № 6. С. 28–36.
9. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., Альошко С. О., Меранова Н. О., Рокитко К. В. CFD моделювання температурних режимів зони горіння пальників стабілізаторного типу з асиметричною подачею палива. Теплофізика та теплоенергетика. 2019. № 4. С. 13–18.
10. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., С. А. Алешко, Меранова Н. О., Абдулин М. З. Системы охлаждения микрофакельных горелочных устройств с плоскими стабилизаторами пламени. Киев: Изд-во «София-А», 2016. 200 с.
11. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., Алешко С. А. и др. Компьютерное моделирование процессов переноса в системе охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа. Промышленная теплотехника. 2012. № 1. С. 64–71.



12. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Алешко С. А., Шеренковский Ю. В., Меранова Н. О. и др. Эффективность систем охлаждения горелочных устройств струйно-стабилизаторного типа. Технологические системы. 2012. № 1. С. 52–57.

13. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Алешко С. А., Шеренковский Ю. В., Меранова Н. О., Полозенко Н. П., Малецкая О. Е. Влияние ширины стабилизатора на аэродинамические и тепловые характеристики систем охлаждения микрофакельных горелочных устройств. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23.7. С. 83–87.

14. Fialko N. M., Prokopov V. G., Alyoshko S. A., Sherenkovskiy J. V. Performance analysis of cooling stabilizing burners for different stress boiler unit. Вісник НУ «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. 2013. № 756. С. 43–46.

15. Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., Алешко С. А. и др. Исследование эффективности систем охлаждения микрофакельных горелочных устройств. Промышленная теплотехника. 2013. № 1. С. 36–42.

УДК 343.98.065

**Береговец Ярослав Борисович**

*головний судовий експерт сектора дактилоскопічного обліку*

*Відділу криміналістичних видів досліджень*

*Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр*

*Міністерства внутрішніх справ України*

**Береговец Ярослав Борисович**

*главный судебный эксперт сектора дактилоскопического учета*

*Отдела криминалистических видов исследований*

*Харьковский научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр*

*Министерства внутренних дел Украины*

**Berehovets Yaroslav**

*Chief Forensic Expert*

*Kharkiv Scientific Research Forensic Center of the*

*Ministry of Internal Affairs of Ukraine*

**Колісник Надія Іванівна**

*судовий експерт сектора дактилоскопічного обліку*

*Відділу криміналістичних видів досліджень*

*Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр*

*Міністерства внутрішніх справ України*

**Колесник Надежда Ивановна**

*судебный эксперт сектора дактилоскопического учета*

*Отдела криминалистических видов исследований*

*Харьковский научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр*

*Министерства внутренних дел Украины*

**Kolisnyk Nadiia**

*Forensic Expert*

*Kharkiv Scientific Research Forensic Center of the*

*Ministry of Internal Affairs of Ukraine*

**НОВІТНІ РОЗРОБКИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ДАКТИЛОСКОПІЇ  
В РОЗВИНУТИХ КРАЇНАХ СВІТУ**

**НОВЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ В ОТРАСЛИ ДАКТИЛОСКОПИИ  
В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ МИРА**

**THE LATEST DEVELOPMENTS AND FUTURE  
DIRECTIONS OF RESEARCH IN THE DACTYLOSCOPY  
IN THE DEVELOPED COUNTRIES IN THE WORLD**

**Анотація.** У статті розглянуті новітні розробки зарубіжних дослідників в галузі дактилоскопії, зокрема використання нових засобів, прийомів та методів.

**Ключові слова:** Дактилоскопія, відбитки пальців рук людини, новітні розробки, засоби та методи, ідентифікація особи, криміналістична техніка.

**Аннотация.** В статье рассмотрены новейшие разработки зарубежных исследователей в отрасли дактилоскопии, в частности использование новейших средств, приёмов и методов.

**Ключевые слова:** Дактилоскопия, отпечатки пальцев рук человека, новейшие разработки, способы и методы, идентификация личности, криминалистическая техника.

**Summary.** In article we considered the latest developments of foreign researchers in dactyloscopy in particular is usage new means, receptions and methods.

**Key words:** Dactyloscopy, human fingerprints, the latest developments, ways and methods, identification of a person, forensic technique.

На сьогоднішній день ідентифікація особи використовується не лише в процесі розкриття злочинів, але й в побуті, наприклад в якості шифру, котрий неможливо зламати або підібрати. Так, наприклад, для розблокування телефону або інших гаджетів, для входу в різні секретні лабораторії, приміщення, військові бази, для відкриття сейфів, використання «штучного інтелекту» в будинках тощо. Система автоматично сканує папілярний узор та тільки при повному збігу особливих ознак папілярного узору, знімається блокування. Навіть в біометричних паспортах використовується унікальність папілярного узору пальців рук людини. Світовий рубіж в один мільярд оточуючих датчиків був досягнутий в травні 2019 році.

Сліди дактилоскопічного походження, як відображення особливостей рельєфу шкіри рук людини, а також унікальні властивості папілярних узорів, їх індивідуальність, неповторність, та незмінність з давніх часів цікавили людство. Відбитки пальців обох рук, як метод реєстрації злочинців, вперше почали застосовувати у Великій Британії у 1895 році. Вже через рік її ввели на всій території Британської Індії, у 1901 році — в Англії, у 1903 році — в Німеччині. В подальшому з метою боротьби зі злочинністю дактилоскопічна реєстрація була впроваджена в Угорщині, Данії, Італії, Нідерландах [1, с. 180].

Отже ми бачимо, що із самого початку застосування дактилоскопії в поліцейській практиці та до цих пір науковцями ведуться різноманітні дослідження, спрямовані на вдосконалення процесу пошуку, фіксації, вилучення та дослідження відбитків пальців рук людини. Однією із сучасних тенденцій у роботі з відбитками пальців і долонь рук є вдосконалення методик виявлення латентних слідів. Так Lumatec (Германія) є новатором в області високоефективних оптичних технологій та широко використовується в криміналістиці для ефективного огляду місця події та виявленню скритих слідів. Перші моделі джерел експертного світла були розроблені спільно з департаментом з Департаментом поліції Мюнхена та продовжують удосконалюватись за допомогою криміналістів Германії та інших країн. На сьогодні Lumatec — це універсальний інструмент, який ефективно служить багатьом спеціалістам

в галузі криміналістики в усьому світі. Ще одна революційна технологія для виявлення невидимих відбитків пальців рук людини це Люміцин (Lumiscano), розроблений групою вчених у лабораторії макромолекулярної фотофізики та фотохімії в Парижі (Франція). За допомогою флуоресцентного барвника — теразину, що входить до його складу, він дозволяє в одноетапному процесі виявити відбитки пальців на непористих або напівпористих поверхнях. Він усуває зайвий етап докращування та опилування порошком, відбитки відразу «світяться». Перевагою виявлення слідів рук за допомогою люміцину є те, що він залишає сліди придатними для подальшого дослідження ДНК [2]. Цей інноваційний засіб отримав визнання у французьких судово-медичних лабораторіях, в підрозділах німецької поліції, Скотланд-Ярд та ФБР. Наступний продукт високотехнологічної інновації в галузі дактилоскопії EVISCAN був розроблений та схвалений Управлінням карної поліції Німеччини. Даний експонат німецької інженерії, являє собою сучасне рішення для криміналіста, яке дозволяє легко та ефективно досліджувати об'єкти на місці злочину. EVISCAN об'єднує усі етапи, які зазвичай виконуються в звичайній судово-експертній лабораторії, в єдиний цифровий робочий процес. Ніякої попередньої обробки не потрібно, відповідно не гається час. Крім того, EVISCAN підтримує велику кількість типів файлів для цифрового виводу результатів. Таким чином більше не потрібні зайві додаткові дії, такі як наприклад фотографування та переведення в цифровий формат знайдених слідів. Більшість методів створення контрасту між латентними відбитками та слідосприймаючою поверхнею потребує чимало допоміжних засобів, до яких відносяться дактилоскопічні порошки, агресивні хімічні речовини або пари, деякі з них небезпечні для здоров'я людини. Замість цього EVISCAN вирішує всі питання, з якими на сьогодні зустрічаються криміналісти. Завдяки технології безконтактного дактилоскопіювання техніки-криміналісти, судово-медичні експерти та співробітники поліції можуть швидко порівняти відбитки пальців на місці злочину з віртуальною базою даних. Окрім цього, дана технологія дозволяє спеціалістам отримати на місці злочину відбитки пальців рук

найкращої якості [3]. Одразу після вилучення цифровий образ відбитку можна надсилати до різних баз даних, таких як EURODAC, DCFS чи AFIS й одразу ж використовуватися для ідентифікації осіб. EURODAC — база дактилоскопічних даних Євросоюзу з метою ідентифікації біженців та осіб, які незаконно перетинають кордон. DCFS — система ідентифікації за відбитками пальців департаменту сім'ї США [4]. AFIS — автоматична система пошуку за відбитками пальців — спочатку була розроблена у США і використовувалася ФБР лише під час розслідування злочинів, але згодом була використана і для загальної ідентифікації [5]. Зняття відбитків пальців як форма ідентифікації особи — це вдосконалена методологія, котра перевірена на практиці та визнана судами.

Група вчених Чеської Республіки та Південної Кореї провела дослідження про те, як впливають дерматологічні захворювання шкіри рук на можливість ідентифікації людини за відбитками пальців рук. В результаті вивчення близько трьох десятків захворювань шкіри рук, учені винайшли програмне забезпечення з алгоритмами покращення цифрових зображень відбитків та створили базу даних із пошкодженими дерматологічними захворюваннями відбитків пальців. Та у 2015 році французькими вченими з Інституту Ланжевена<sup>1</sup> в Парижі було винайдено новий дактилоскопічний пристрій для сканування так званих «внутрішніх відбитків» пальців рук. Причиною розробки такого пристрою став той факт, що, близько 5% людей мають проблеми з використанням звичайних сканерів через дефекти або пошкодження шкіри. Дефекти можуть бути утворені, як в процесі трудової діяльності та через дерматологічні захворювання, так і умисно, з метою протидії правоохоронним

органам щодо встановлення особистості. Цей сканер використовує технологію з найменуванням «оптична когерентна томографія» та успішно застосовується в медицині для діагностування певних захворювань. Принцип дії сканера, полягає в тому, що промінь світла проходить через біологічний об'єкт і наново з'єднується з вихідним променем, в результаті чого отримується чітке відображення дактилоскопічного узору, розташованого на глибині приблизно пів міліметра під шкірою, який ідентичний папілярному візерунку на зовнішньому шарі шкіри пальців рук. Також пристрій відображає потові пори, які самі по собі є додатковою ідентифікуючою ознакою. Отже, цей пристрій може використовуватися, як для ідентифікації осіб з пошкодженою шкірою долонь і пальців рук, так і протидії використанню штучних підроблених відбитків [6, с. 63–64].

**Висновки.** Враховуючи вище викладене, робимо висновки, що, метод дактилоскопічної ідентифікації особи в США та в країнах Західної Європи постійно вдосконалюється та змінюється в більш сучасні системи ідентифікації. Також ми маємо можливість спостерігати той факт, що системи дактилоскопічної ідентифікації все ще залишаються надійними та швидкими для вирішення покладених завдань. З метою виходу України на належний рівень впровадження новітніх дактилоскопічних та інших ідентифікаційних технологій в системі правоохоронних органів України необхідне інтенсивне проведення навчання й обміну практичним досвідом з фахівцями правоохоронних органів зарубіжних країн, спостереження за новітніми науковими розробками та вдосконалення заходів у галузі матеріально-технічного забезпечення.

#### Література

1. Чудінова А. В. Використання дактилоскопічної інформації: передовий досвід країн світу та перспективи розвитку в Україні / А. В. Чудінова // Криміналістичний вісник. 2011. № 2 (16). С. 179–182.
2. Lumicyano<sup>TM</sup>; Th. Forensic Science International. URL: <https://www.crimesciencetechnology.com/lumicyano-us>
3. Contactless Latent Fingerprint Detection // German Forensics GmbH. URL: <https://www.eviscan.com>
4. DCFS Finger Print Lookup. URL: <https://fingerprintsearch.dcfis.illinois.gov/Content/Search.aspx>
5. SearchSecurity. URL: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/Automated-Fingerprint-Identification-System>
6. Лапта С. П. Перспективні напрями розвитку дактилоскопії у зарубіжних країнах / С. П. Лапта // Вісник ХНУВС. 2017. Вип. 3 (78). С. 59–66.
7. Бахин В. П. Библиографический указатель диссертаций по криминалистике / В. П. Бахин, Е. Н. Викторова, А. В. Ищенко. М.: ВНИИ проблем укрепления законности и правопорядка. 1989. С. 156.
8. Чудінова А. В. Використання дактилоскопічної інформації: передовий досвід країн світу та перспективи розвитку в Україні / А. В. Чудінова // Криміналістичний вісник. 2011. № 2 (16). С. 179–182.

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

Збірник наукових статей

№ 18(118)

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

Київ 2021

**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 15.12.2021. Формат 60×84/8  
Папір офсетний. Гарнітура UkrainianSchoolBook.  
Умовно-друкованих аркушів 8,37. 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.