

# МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

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

INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»

№ 19 (99) / 2020  
1 том



**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ  
«ІНТЕРНАУКА»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»**

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

*Збірник наукових праць*

**№ 19(99)**

**1 том**

**Київ 2020**



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: **Колодін 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 «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)

#### ***Розділ «Педагогічні науки»:***

Член редакційної колегії: **Кузава Ірина Борисівна** — доктор педагогічних наук, доцент (Луцьк, Україна)  
Член редакційної колегії: **Мулик Катерина Віталіївна** — доктор педагогічних наук, доцент (Харків, Україна)  
Член редакційної колегії: **Лігоцький Анатолій Олексійович** — доктор педагогічних наук, професор (Київ, Україна)  
Член редакційної колегії: **Рибалко Ліна Миколаївна** — доктор педагогічних наук, професор (Полтава, Україна)  
Член редакційної колегії: **Остапівська Ірина Ігорівна** — кандидат педагогічних наук, доцент (Луцьк, Україна)





**ЗМІСТ**  
**CONTENTS**  
**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВІЙСЬКОВІ НАУКИ**

- Біліченко Валерій Віталійович**  
ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОГО ВІДБОРУ  
МАЙБУТНІХ ПОЛІЦЕЙСЬКИХ ..... 7

**ПЕДАГОГІЧНІ НАУКИ**

- Покалюк Віктор Миколайович**  
АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО НАУКОВОГО ДИСКУРСУ СТОСОВНО ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА УПРАВЛІННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ..... 10

**ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

- Hvozdiev Valerii, Hvozdieva Tetiana, Strakhov Yevhen**  
UNCERTAINTY ESTIMATION AND USAGE FOR DEEP LEARNING MODELS ..... 15

- Завгородня Ганна Анатоліївна, Кулагін Станіслав Олександрович,  
Пінчук Олександр Олександрович, Завгородній Валерій Вікторович**  
ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОГО ГЕЙМПЛЕЮ ..... 21

- Кислиця Ліна Вікторівна, Журавльова Віра Олександрівна**  
ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ ..... 24

- Коваленко Сергій Павлович, Семінський Олександр Олегович**  
ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ ШЛЯХОМ  
ВИКОРИСТАННЯ ЦИЛІНДРІВ ВІДКРИТОГО ТИПУ ..... 27

- Кошурніков Максим Юрійович, Семінський Олександр Олегович**  
ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ  
ПАПЕРО- ТА КАРТОНОРОБНИХ МАШИН ..... 30

- Лебідь Вікторія Вікторівна, Ніколаєнко Анжела Сергіївна**  
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИБОРУ СПОСОБУ ДОСТАВКИ ПОШТОВИХ ВІДПРАВЛЕНЬ ... 33

- Лобов Вячеслав Йосипович, Митрофанов Олександр Вячеславович**  
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ ЗАЛІЗОРУДНИХ  
ОБКОТИШІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ..... 37

- Марчевский Виктор Николаевич, Гламазда Денис Александрович,  
Галайковский Антон Олегович, Николаев Владислав Олегович**  
ПРЕССОВАЯ ЧАСТЬ СОВРЕМЕННОЙ КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ..... 46

<b>Новохат Олег Анатолійович, Запорожець Олександр В'ячеславович</b> СПОСІБ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАРТОНУ .....	50
<b>Павліченко Данило Олегович</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ У ВЕБ-СЕРВІСІ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОРИСТУВАЦЬКОЇ ІНФОРМАЦІЇ .....	53
<b>Пунов Євгеній Андрійович, Михайлов Сергій Ростиславович</b> АДАПТИВНИЙ ПРОПОРЦІЙНО-ІНТЕГРАЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР У РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ .....	58
<b>Рижов Антон Ігорович</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ДОДАТКУ «ДОВІДНИК МАНДРІВНИКА» .....	64
<b>Тимченко Николай Петрович, Фіалко Наталья Михайловна</b> ОЦЕНКА СОБСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ...	71
<b>Фіалко Наталия Михайловна, Прокопов Виктор Григорьевич, Навродская Раиса Александровна, Шевчук Светлана Ивановна, Степанова Алла Исаевна</b> УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫМОВЫХ ТРУБ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С СИСТЕМАМИ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИИ .....	75
<b>Цой Ігор Сергійович, Олійник Олена Володимирівна</b> ВИКОРИСТАННЯ ПАРАЛЕЛІЗМУ У ПЛАТФОРМІ .NET CORE 3.1 .....	81
<b>Черба Олена Анатоліївна</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ WEB-СЕРВІСУ ДЛЯ ВБУДОВУВАННЯ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ У РАСТРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ .....	84
<b>Шаричев Олег Романович</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРЕНДИ АВТОМОБІЛІВ .....	89

**ІНШЕ**

<b>Ткачик Олена Володимирівна, Шумаков Вадим Дмитрович</b> АКТУАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУ «CYBERSECURITY» У СУЧАСНИХ АНГЛОМОВНИХ ТЕКСТАХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ .....	94
--	----

УДК 354.54+35.74(477)

**Біліченко Валерій Віталійович**

*старший викладач кафедри тактико-спеціальної підготовки  
Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ*

**Биличенко Валерий Витальевич**

*старший преподаватель кафедры тактико-специальной подготовки  
Днепропетровский государственный университет внутренних дел*

**Bilichenko Valeriy**

*Senior Lecturer at the Department of Tactical Special Training  
Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs*

## ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПРОФЕСІЙНОГО ВІДБОРУ МАЙБУТНІХ ПОЛІЦЕЙСЬКИХ

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА БУДУЩИХ ПОЛИЦЕЙСКИХ

## THEORETICAL ASPECT OF PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF PROFESSIONAL SELECTION OF FUTURE POLICE OFFICERS

**Анотація.** Проблема формування кадрового потенціалу поліції, що складається з висококваліфікованих фахівців, що володіють усіма необхідними для успішного здійснення професійної діяльності компетенції, дуже актуальна для вітчизняних правоохоронних органів. Кадри є пріоритетним фактором ефективного функціонування будь-якої організації. Очевидно, що вирішальне значення при цьому відіграє створення ефективної системи професійного психологічного відбору співробітників поліції. У зв'язку з цим вивчення зарубіжного досвіду набуває особливого значення. Однією з найбільш результативних систем такого відбору, що заслужила світове визнання, є система професійного відбору на службу в поліцію України.

**Ключові слова:** підготовка поліцейських, професійний відбір, курсанти, поліцейські.

**Аннотация.** Проблема формирования кадрового потенциала полиции, которая состоит из высококвалифицированных специалистов, обладающих всеми необходимыми для успешного осуществления профессиональной деятельности компетенции, очень актуальна для отечественных правоохранительных органов. Кадры это приоритетный фактор эффективного функционирования любой организации. Очевидно, что решающее значение при этом играет создание эффективной системы профессионального психологического отбора сотрудников полиции. В связи с этим изучение зарубежного опыта приобретает особое значение. Одной из наиболее результативных систем такого отбора, заслужила мировое признание, является система профессионального отбора на службу в полицию Украины.

**Ключевые слова:** подготовка полицейских, профессиональный отбор, курсанты, полицейские.

**Summary.** The problem of forming the human resources of the police, consisting of highly qualified specialists who have all the necessary competencies for the successful implementation of professional activities, is very important for domestic law enforcement agencies. Personnel is a priority factor in the effective functioning of any organization. It is obvious that the creation of an effective system of professional psychological selection of police officers is crucial. In this regard, the study of foreign experience becomes especially important. One of the most effective systems of such selection, which has earned worldwide recognition, is the system of professional selection for service in the police of Ukraine.

**Key words:** police training, professional selection, cadets, police.



**Постановка проблеми.** Професійний відбір тісно пов'язаний з проблемою професійної придатності, під якою розуміють наявність у кандидата комплексу знань, умінь і особистісних якостей, необхідних для виконання професійної діяльності відповідно до вимог до її ефективності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичний аспект відбору майбутніх поліцейських в різні часи був предметом дослідження багатьох відомих учених, а саме: В. Б. Авер'янов, О. М. Бандурка, Д. М. Бахрах, Ю. П. Битяк, А. С. Васильєва, І. П. Голосніченко та ін.

**Формулювання цілей статті (постановка завдань).** Аналіз різнобічних наукових праць та досліджень. Систематизування складників професійного відбору.

**Виклад основного матеріалу.** Під професійним відбором зазвичай розуміють складну спеціалізовану процедуру вивчення та оцінки придатності того чи іншого кандидата до оволодіння спеціальністю, досягнення рівня майстерності і успішного виконання обов'язків як в звичайних, так і в екстремальних умовах; систему засобів, що забезпечують прогностичну оцінку відповідності людини і професії в тих видах діяльності, які здійснюються в нормативно заданих умовах, вимагають від людини підвищеної відповідальності, здоров'я, працездатності, емоційно-вольової регуляції.

Науковий підхід до професійного відбору пов'язаний з ім'ям Френсіса Гальтона, який в кінці XIX в. заснував в Лондоні першу психофізіологічну лабораторію, де за кілька років обстежив понад 10 тис. чоловік. Ф. Гальтон і К. Пірсон провели велику роботу з дослідження здібностей людини, наблизилися до розуміння когнітивної складності інтелекту, сутності творчих і сенсорних можливостей особистості, розробили основи кореляційного аналізу, математико-статистичного методу оцінки форми, знака і тісноти зв'язку досліджуваних ознак.

Наукові висновки засновників психодіагностики і психометрики почали широко застосовуватися на практиці з метою професійного відбору кадрів для промисловості, військових потреб, в галузі освіти, спорту і т. д. На сьогодні професійний психологічний відбір є невід'ємною складовою частиною комплексування кадрів для поліції.

Метою професійного відбору є залучення на службу в поліцію найбільш гідних кандидатів, що володіють необхідними моральними якостями і особистісними здібностями. Співробітник поліції повинен вміти вибудовувати ефективне спілкування з будь-якими категоріями громадян, грамотно використовувати свої навички спілкування в напружених і конфліктних ситуаціях, працювати у великій команді і самостійно приймати життєво важливі рішення («соціальні компетенції»). Для успішного здійснення своєї професійної діяльності йому потрібен дуже високий рівень розвитку вольових

якостей і нервово-психічної стійкості. У ситуації конфлікту він не повинен дозволяти себе провокувати, але повинен вміти тримати себе в руках і конструктивно реагувати. Поліцейський повинен бути надзвичайно здібним до навчання, і йому необхідно швидко адаптуватися до різних стресових обставин, що виникають в процесі служби.

У статті 51 Закону України «Про Національну поліцію» зазначено, що під час відбору та просування по службі поліцейських має бути забезпечене об'єктивне оцінювання їх професійного рівня й особистих якостей [3].

В основному професійний добір в Україні являє собою чотири послідовні етапи: соціальний, медичний, психологічний та конкурсно-екзаменаційний. Під час відбору на деякі служби використовується так звана професійна проба або стажування, тобто заключне рішення щодо прийому на службу приймається тільки після спостереження за роботою кандидата протягом певного часу. Кожен вид професійного відбору здійснюють чотири різні групи експертів.

За результатами зазначеного психодіагностичного обстеження фахівці виділяють кілька груп кандидатів, індивідуально-психологічні особливості яких не відповідають вимогам більшості поліцейських професій. Наведемо приклади таких груп: Група 1. Показники по тесту Равена менше 36 балів (знижений інтелектуальний рівень). Група 2. Показники по тесту ММРІ мають підйоми вище 70 Т-балів за шкалами 2 (песимістичність), 7 (тривожність), 8 (індивідуалістичність) — астенічний тип дезадаптації, депресія. Група 3. Показники ММРІ мають підйоми вище 70 Т-балів за шкалами 4 (імпульсивність), 6 (ригідність), 8 (індивідуалістичність), 9 (оптимістичність) — гіперстенічна тип дезадаптації. Група 4. Показники ММРІ мають підйоми вище 70 Т-балів за шкалами 7 (тривожність) та 8 (індивідуалістичність) — ендогенна тривога. Група 5. Показники в профілі ММРІ мають підвищення до 80 Т-балів за будь-якою шкалою. Група 6. Показники кольорового тесту Люшера: два і більше додаткових кольору (0, 6, 7) знаходяться на перших двох позиціях або поєднуються з основними кольорами. Група 7. Показники тесту Люшера мають істотну негативну динаміку між двома виборами (переміщення 2–3 основних кольорів з перших позицій). Група 8. Психосоматичні і вегетативні розлади (нервово-емоційна нестійкість, психічний інфантилізм та ін.).

Проблема професійного відбору молодих майбутніх поліцейських, які вступають до ВНЗ МВС України в широкому плані на цей час ще практично не вивчалася, а методика її дослідження потребує коригування з урахуванням вимог сьогодення, загальної фізичної підготовленості правоохоронців, стану їх здоров'я, залежить процес засвоєння ними бойових прийомів єдиноборств, який в більшості випадків вирішує долю заходів по припиненню протиправних посягань [1].

**Висновки.** Отже, багатоступенева система відбору спрацьовує недостатньо ефективно. Соціально-правовий етап націлений, головним чином, на чистоту анкетних даних, медичний — на виявлення соматичної і психічної патології, конкурсно-екзаменаційний — на визначення рівня загальноосвітніх знань. Психологічний відбір, спрямований на залучення до лав поліції найбільш інтелектуально та мотиваційний підготовленої молоді, зараз знаходиться на етапі становлення, він ще не має достатньої самостійності, критеріїв і правового забезпечення. Але не тільки цим пояснюється низька результативність психологічного відбору в ОВС України.

Нагальною проблемою, що існує на даний час є те, що кандидати на посаду поліцейського в більшості випадків не можуть скласти базові нормативи з фізичної підготовки тому під час навчання вони не покращують свої навички а намагаються довести свої фізичні здібності до рівня вступних іспитів. Тому, на нашу думку важливо приймати на службу кандидатів, які фізично та психологічно відповідають стандартам. Після таких змін, кількість майбутніх кадрів для місцевих органів поліції зменшиться але рівень підготовки та професійності збільшиться [2].

Поняття відбору передбачає можливість вибору найкращих, з точки зору певних критеріїв,

осіб з досить великої кількості кандидатів. У наш час при прийомі багатьох служб органів внутрішніх справ не йдеться про підбір найбільш здібних і підготовлених, адже нерідко відсутня конкурс, не вистачає кандидатів. Наприклад, особовий склад дільничних інспекторів поліції в Києві на четвертому не укомплектований, під час підбору працівників цієї служби здійснюється відсів тільки осіб, які не придатних до служби в ОВС, в основному через медичні протипоказання. На психологічну неготовність кандидатів до професійної діяльності в НП зазвичай просто закривають очі; власні дослідження показали, що серед зарахованих на посади дільничних інспекторів четверта частина має знижений проти норми інтелект, несприятливі для діяльності значення інших психологічних особистісних рис (інтроверсії, тривожності, ригідності і т.п.). Подібний стан характерно і для багатьох інших поліцейських служб.

Отже, важливим резервом підвищення ефективності професійного психологічного відбору в НП є поліпшення профорієнтаційної роботи, піднесення престижу поліцейських професій в суспільстві, створення умов, при яких збільшилася б кількість молоді, яка бажає пов'язати своє життя і кар'єру зі службою в системі МВС України.

#### Література

1. Зозуля Є. В. Підготовку сучасного правоохоронця — на рівень європейських стандартів // Наукова бібліотека. 2014. № 4. С. 4.
2. Журавель О. В. Методичні матеріали з фізичної підготовки. Київ: РВЦ КНУВС, 2008. 46 с.
3. Про Національну поліцію: закон України від 02.07.2015 № 580-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/580-19> (дата звернення: 06.10.2020).
4. Конституція України прийнята 28.06.1996. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>
5. Дисциплінарний статут Національної поліції України від 15.03.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2337-19>
6. Заярін Г. О. Загальна спеціальна фізична підготовка працівників міліції: підручник. Донецьк: ДІВС, 2002. 304 с.
7. Пасько О. Система підготовки майбутніх працівників для Національної поліції // Национальный юридический журнал: теория и практика. 2016. Октябрь. С. 191–194.
8. Добрянський О. А. Психологічна готовність слідчих до професійної діяльності: монографія. О. А. Добрянський, С. М. Томчук. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 176 с.

УДК 355.232:614.8](73:477)

**Покалюк Віктор Миколайович***кандидат педагогічних наук, доцент,  
начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України***Покалюк Виктор Николаевич***кандидат педагогических наук, доцент,  
начальник кафедры пожарной тактики и аварийно-спасательных работ  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины***Pokaliuk Viktor***PhD in Technical Sciences, Docent,  
Head of the Chair of Fire Tactics and Emergency Rescue  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of  
National University of Civil Defence of Ukraine*

## АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО НАУКОВОГО ДИСКУРСУ СТОСОВНО ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА УПРАВЛІННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО ДИСКУРСА ОТНОСИТЕЛЬНО ИССЛЕДОВАНИЙ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

## THE ANALYSIS OF FOREIGN SCIENTIFIC DISCOURSE ON RESEARCH IN THE FIELD OF CIVIL PROTECTION AND MANAGEMENT IN EMERGENCIES

**Анотація.** У статті проаналізовано зарубіжні наукові дослідження у сфері цивільного захисту та управління в надзвичайних ситуаціях. Зазначено, що вивчення питань цивільної безпеки за кордоном здійснюється за такими напрямками: функціональному, в рамках якого вивчаються механізми забезпечення безперебійного функціонування оперативно-рятувальних служб; компетентнісному, завдяки якому уможливилось укладення освітніх стандартів; змістовному, в межах якого обговорюється набір навчальних дисциплін; соціально-освітньому, за яким досліджуються взаємозв'язок суспільства і освіти; навчально-методичному і навчально-виховному, що представляють результати досліджень, викладені у формі підручників, посібників, довідників, комплексів вправ і кейсів.

**Ключові слова:** напрям дослідження, цивільний захист, надзвичайні ситуації, підготовка фахівців, зарубіжні вчені.

**Аннотация.** В статье проанализированы зарубежные научные исследования в области гражданской защиты и управления в чрезвычайных ситуациях. Отмечено, что изучение вопросов гражданской безопасности за границей осуществляется по следующим направлениям: функциональному, в рамках которого изучаются механизмы обеспечения бесперебойного функционирования оперативно-спасательных служб; компетентностном, благодаря которому стала возможным разработка образовательных стандартов; содержательном, в рамках которого обсуждается набор учебных дисциплин; социально-образовательном, по которому исследуются взаимосвязь общества и образования; учебно-методическом и учебно-воспитательном, представляющие результаты исследований, изложенные в форме учебников, пособий, справочников, комплексов упражнений и кейсов.

**Ключевые слова:** направление исследования, гражданская защита, чрезвычайные ситуации, подготовка специалистов, зарубежные ученые.

**Summary.** based on the results of the analysis of foreign research in the field of civil protection and emergency management, it is established that they are conducted in the following areas: functional, which studies the mechanisms to ensure the smooth operation of rescue services; competence, thanks to which it is possible to conclude educational standards; meaningful, within which a set of disciplines is discussed; socio-educational, which explores the relationship between society and education; educational and methodical, which presents the results of research in the form of textbooks, manuals, reference books, sets of exercises and cases.

**Key words:** research direction, civil protection, emergencies, training of specialists, foreign scientists.

**А**наліз зарубіжного наукового дискурсу щодо питань цивільного захисту та управління в надзвичайних ситуаціях (НС) свідчить про значне зростання кількості публікацій за останні 2 десятиліття. Проте, як слушно зауважує І. Манок [Manock, 2001], очевидною причиною такого зростання є, передусім, збільшення кількості університетів, які пропонують відповідні курси і кваліфікації на рівні вищої освіти. Відтак, і кількість наукових праць і досліджень з цього питання зростає. Не можемо не погодитися з думкою австралійського науковця М. Елліс, що переважна більшість цих праць присвячена тематичним дослідженням та описам власного досвіду [Ellis, 2011, с. 104]. Причому, варто також зауважити, що більшість джерел з питань катастроф і лих та управління в НС належить американським науковцям. На це вказують і У. Пікок, Р. Дайнз [Peacock 1997; Dynes 1988]. Звичайно, є окремі публікації, що заслужили світове визнання фахівців та науковців і з інших країн [McEntire, Tso, 2019].

Узагальнюючи проаналізовані праці зарубіжних вчених, можемо констатувати, що ці тематичні дослідження і кейс-описи стосуються висвітлення різних проблем, пов'язаних з функціонуванням служб цивільного захисту та управління в НС, а саме: менеджменту НС; готовності і попередження НС; національної безпеки та цивільного захисту; законодавства у різних країнах щодо забезпечення правового врегулювання дій в умовах НС.

Зважаючи на те, що вказані теми досліджень об'єднує їх спільна риса — забезпечення безперервного функціонування, назвемо такий напрям **функціональним**.

Разом з тим зарубіжні вчені Н. Бріттон [Britton, 1999], І. Манок [Manock, 2001] вказують на те, що управління та реагування на НС є відносно молодого індустрією, в силу чого наявні практики та послуги є поки що доволі обмеженими. Припускаємо, що це повною мірою стосується й досліджень і висвітлення їх результатів у науковій літературі, про що засвідчив здійснений нами аналіз наявних джерел. Так, Н. Бріттон [Britton, 1999, с. 225] зазначає, що у літературі з питань управління НС спостерігається низка прогалин у теоретичній базі та емпіричних даних, зокрема з впливу законодавства на розвиток індустрії з управління НС, політики та прозорості діяльності в органах державного управління.

На думку іншого науковця Б. Бланчарда [Blanchard, 2005], основними недослідженими і не-

вивченими питаннями є обсяги та зміст знань менеджера з НС, підготовка персоналу, комплексний підхід до створення навчальних курсів з підготовки персоналу. Причини відсутності досліджень з цієї тематики вчений вбачає у складності управління НС і високих вимогах до кандидатів на працевлаштування, оскільки вони повинні мати конкретні практичні знання та фахову освіту, проявляти відповідальність та ініціативу в управлінні механізмами і процесами урегулювання НС та зменшення впливу небезпек різного роду. Крім того, питання національної безпеки й освіти не були пов'язаними: «між ними не існувало жодного містка»; відносини між ними розглядалися як «між кузенами» — жодних спільних практик і жодних спільних освітніх цілей.

Слушним, на наш погляд, є висловлення американських вчених С. Белавіти та Е. Гордона [Bellavita Gordon, 2006], які вважають, що до подій 11 вересня 2001 р. освіта для фахівців з забезпечення національної безпеки та урегулювання НС взагалі перебувала у США на «пре-парадигмальному» етапі, тобто на лише етапі зародження і формування як окремого напрямку в освіті.

Однак, незважаючи на освітні починання, що стосувалися національної безпеки та освіти в галузі управління НС, зокрема появу університетських навчальних програм, що активно почали розвиватися ще з 2000-х рр., на переконання Б. Бланчарда [Blanchard, 2008] і дотепер суттєвих результатів не має.

Попри песимізм американських науковців щодо стану освіти для підготовки фахівців оперативно-рятувальних служб, напрошується умовивід про те що, якщо вища фахова освіта наявна і функціонує, то значить провадяться й наукові дослідження у цій галузі. Адже логічно припустити, що науково-педагогічні працівники університетів, які забезпечують підготовку кваліфікованих оперативно-рятувальних фахівців, проводять наукові дослідження, здійснюють їх апробацію на різноманітних наукових, науково-практичних і навчально-методичних заходах, розробляють навчально-методичні матеріали та ін.

Крім того, як зауважує С. Карлсон [Carlson, 2017, с. 10], ранні дослідження у цій галузі вже створили необхідний фундамент, як для науковців для проведення їх подальших досліджень, так і для потреб практиків. Про це засвідчує цілий пласт наукових праць, які присвячено особливостям здобуття вищої



освіти менеджерів з урегулювання НС [Bellavita, Gordon, 2006; Blanchard, 2005; Manock, 2001] та розвитку необхідних компетентностей для цього фаху. Такий напрям досліджень назвемо **компетентнісним**. Причому, у цих працях внесок саме практиків є доволі незначним. Потрібно зауважити, що, на думку Б. Бланчарда [Blanchard, 2008, с. 4], практики того часу у США не мали вищої освіти і здобували свої знання виключно на робочому місці, без будь-якої теоретичної підготовки. Менеджери з НС працевлаштовувалися переважно на основі часткової зайнятості, їх не цінували як фахівців. Тому, коли в університетах почали відкриватися освітні програми з управління НС, практики привнесли з собою цінний досвід і відбувся зсув у сторону професіоналізації вищої освіти в галузі управління в умовах НС [Carlson, 2017, с. 70].

Питання підготовки фахівців для сфери цивільного захисту і управління з НС з точки зору компетентнісного підходу всебічно досліджувалися зарубіжними науковцями. Зокрема, на замовлення Міжнародної Асоціації менеджерів з НС (IAEM – International Association of Emergency Managers) вчений Д. Співак [Spiewak, 2005] аналізує освітню програму FEMA й виокремлює низку труднощів, серед яких і ті, що пов'язані зі знаннями та компетентностями майбутніх менеджерів з НС. Через визначення вхідних даних і 10 основних компетентностей, якими має володіти майбутній менеджер з НС, вчений здійснив спробу визначити той масив знань, якого необхідно набути в університеті, щоб відповідати запитам професії.

У продовження цієї теми варто згадати й роботи С. Квіяка [Cwiak, 2011], в яких він аналізує й здійснює рейтинг вагомих знань, умінь і навичок та компетентностей менеджера з НС. Цікаво, що перші 3 місця у першому аналізі (знання, уміння та навички) займають: теоретичні знання менеджменту НС, 4-х фаз їх управління, видів катастроф і стихійних лих (36%); навички усної та письмової комунікації (30%); міжособистісні стосунки, партнерство, тимбілдінг (від англ. *team building* — у перекладі «створення команди») (28%). Розглядаючи вже компетентності, вчений підкреслює, що на перший план виходить усна та письмова комунікативна компетентність (43%); на друге місце зсунувся менеджмент з НС (40%), однак вже не теоретичні знання, а обізнаність з найкращими практиками у цій галузі. 3-є місце посіла здатність взаємодіяти, працювати у політичному та бюрократичному контекстах, знати роль і завдання уряду в урегулюванні НС (33%). Таким чином, здійснений аналіз засвідчив, що серед професійно значущих компетентностей фахівця з НС пріоритетними є соціальні (м'які) навички, які з легкістю можуть бути перенесені й на інші спеціальності.

Дотичним до вище описаного напрямку досліджень у галузі підготовки фахівців оперативно-

рятувальних служб є **змістовий**. У дослідженнях цього напрямку науковці, насамперед, звертаються до визначення обсягу знань, створення курікулумів, переліку навчальних дисциплін та їх змістового наповнення. У цьому контексті варто згадати наукову працю Дж. А. Дероуен Дарлінгтон, американської вченої з університету Західного Іллінойса [Darlington, 2000] «Професія менеджера з надзвичайних ситуацій: освітні можливості та прогалини». В ній здійснена спроба визначити усі американські освітні заклади та урядові організації, що пропонують курси для підготовки фахівців у галузі цивільного захисту та управління в НС, та проаналізувати їх програми і навчальні плани, цілі й змістове наповнення кожної запропонованої навчальної дисципліни з метою систематизувати напрями підготовки і знання, необхідні менеджеру з НС. Так, Дж. А. Дарлінгтон виокремила 35 таких напрямів: від узагальнених, як «загальний менеджмент в НС» і «професія в менеджменті з НС» до вузькопрофільних, що стосуються видів катастроф і небезпек: землетруси, цунамі та інші геологічні небезпеки; небезпечні речовини; урагани, циклони, тайфуни та ерозія ґрунту; терористичні акти, атомні небезпеки, аварії та багато інших. Вчена підкреслює, що система освіти при підготовці фахівця з НС має також враховувати соціальні, політичні, економічні аспекти впливу НС і включати відповідні навчальні дисципліни у свої освітні програми. Крім того, важлива роль у підготовці фахівців з НС має відводитися і таким напрямам, як: етика, громадське здоров'я, психологія наслідків НС, законодавство.

В аналізі досліджуваної проблеми в зарубіжному дискурсі чітко простежується ще один напрям досліджень, який умовно ми можемо назвати **соціально-освітнім**. Загалом у працях, присвячених цій тематиці, розкривається коло питань, які акцентують увагу на взаємовпливі суспільства і його потреб на освіту фахівців служб цивільного захисту і управління в НС і навпаки — як освіта зазначеної категорії фахівців впливає на суспільство. Більш того, американський науковець Е. Кварантеллі [Quarantelli, 2009] навіть назвав ранні наукові розвідки у галузі урегулювання НС «соціологія +». Так, він відзначає, що з поміж 19 основних публікацій Комітету досліджень катастроф (Committee on Disaster Research), авторами чи співавторами 13 публікацій є соціологи, ще 3-х інших — антропологи. Кварантеллі підкреслює, що «динаміка» лих та їх значний вплив на суспільство потребуватимуть більших зусиль для ефективної діяльності з урегулювання НС у майбутньому, зокрема й тому, що зростання чисельності населення у містах збільшує ризики техногенних катастроф. А демографічні зміни (швидке старіння населення та їх концентрація у потенційно небезпечних зонах) приведуть до того, що вразливі верстви населення стануть ще вразливішими, а саме бідні та мігранти.

Відтак, соціальний контекст у підготовці фахівців служб цивільного захисту й управління в НС ліг в основу формування фундаментальних знань для фахівців відповідних служб в їх професійній освіті, а також для чиновників місцевого рівня.

Здійснений аналіз зарубіжних джерел засвідчує їх переважно практико-орієнтованість, що, безсумнівно, є надзвичайно вагомим у підготовці фахівців оперативно-рятувальних служб. Разом з тим, їх домінуючою характеристикою є опис кращих практик, власного досвіду та різноманітних кейсів. До таких джерел відносимо науково-навчальні матеріали, довідники, посібники, інструкції, описи симуляцій і комплекси вправ на розвиток тих чи інших затребуваних компетентностей. Іншими словами, це — навчально-методичне забезпечення підготовки фахівців служб цивільного захисту та управління в НС. Притримуючись логіки викладу результатів вивчення зарубіжного наукового дискурсу, маємо визначити напрям, за яким дослідники проводять свої наукові пошуки та висвітлюють їх результати. Оскільки вказані джерела не просто дають вправи та симуляції, але й описують методику їх використання й кращі практики, назвемо цей напрям **навчально-методичним**. Пізнавальною і змістовною у цьому відношенні є наукова стаття групи американських дослідників А. Міллер, Т. Селлау, Л. Нойбергер, А. Тодда та ін. [Miller, et al. 2017], що стосується аналізу наявної літератури з розвитку потенціалу фахівців оперативно-рятувальних служб здійснювати комунікації у НС.

Ще один напрям наукових пошуків, що представлений великою кількістю публікацій і який можна було б, по праву, віднести до навчально-

методичного, — це створення підручників, посібників, довідників не для підготовки власне фахівців цієї галузі, а для дітей та підростаючого покоління. Оскільки врегулювання НС залежить не лише від професійних умінь фахівців, але й від населення, то знайомство з правилами поведінки у НС найкраще розпочинати ще з раннього віку. Це завдання покладено на науковців, методистів, учителів. Для прикладу, у рубриці «Освітні матеріали» на відомій онлайн платформі Preventionweb (від англ. prevention — попередження, профілактика), що широко використовується у підготовці фахівців з НС, є підрубрика «Освіта та безпека школярів» (Education and School Safety) (Educational Materials, 2020). У їхній бібліотеці пропонуються посібники, ігри, довідники на різних мовах світу для різних категорій школярів. Їх основна мета — у доступній формі ознайомити школярів з основами цивільного захисту, як правильно реагувати на НС, як себе поводити під час різних катаклізмів і катастроф. Показовим у цьому відношенні є серія «Соре» (у перекладі з англ. мови — зуміти, справитися), започаткована на замовлення ЮНІСЕФ. Її мета — ознайомити дітей у доступній формі з усіма видами стихійних лих та катаклізмів та як убезпечитися в НС. Консультантами серії стали відомі науковці і науково-педагогічні працівники з університетів Малайзії, Австралії, Китаю, Великої Британії та інших країн.

Крім зазначених публікацій, за цим напрямом здійснюються ґрунтовні наукові дослідження, як донести таку важливу інформацію щодо зменшення ризиків катастроф до дітей і молоді у всьому світі, які відповідно до Сендайської рамки зменшення



Рис. 1. Напрями досліджень підготовки фахівців цивільної служби і управління в умовах НС у зарубіжному науковому дискурсі

Джерело: самостійно систематизовано автором

ризиків катастроф упродовж 2015–2030 рр., вважаються «агентами змін».

Все викладене вище дає підстави узагальнити напрями дослідження предмету нашої наукової розвідки у зарубіжному дискурсі й представити їх графічно (рис. 1).

Таким чином, у зарубіжному науковому просторі дослідження у сфері цивільного захисту та управління в НС проводяться за такими напрямками: *функціональний*, що безпосередньо не стосується підготовки фахівців, але в рамках якого вивчаються механізми забезпечення безперебійного функціонування оперативно-рятувальних служб; *компетент-*

*нісний*, завдяки якому уможливилось укладення стандартів підготовки фахівців цивільної служби та управління в умовах НС; *змістовий*, в межах якого вивчаються курикулуми підготовки фахівців, обговорюється набір навчальних дисциплін та їх наповнення; *соціально-освітній напрям*, за яким досліджуються взаємозв'язок і взаємовплив суспільства і освіти фахівців оперативно-рятувальних служб; *навчально-методичний і навчально-виховний напрями*, що тісно пов'язані між собою і представляють результати досліджень, викладені у формі підручників, посібників, довідників, комплексів вправ і кейсів.

### Література

1. Manock I. D. (2001). Tertiary emergency management education in Australia // National Emergency Response. Vol. 16. Issue 1. URL: <https://training.fema.gov/hiedu/downloads/imanock.pdf>
2. Ellis M. (2011). Emergency management in New South Wales: an analysis of competence, obstacles and opportunities. Bachelor Degree Honours Thesis in Geography. University of New South Wales.
3. Peacock W. G. (1997). Cross-national and Comparative Disaster Research // International Journal of Mass Emergencies and Disasters. № 15(1). PP. 117–133.
4. Dynes R. R. (1988). Cross-Cultural International Research: Sociology and Disaster // International Journal of Mass Emergencies and Disasters. № 6(2). PP. 101–129.
5. McEntire D. A., Tso Y. E. (2019). The importance of comparison for emergency management. Denton, Texas: University of North Texas.
6. Britton N. R. (1999). Whither the emergency manager? // International Journal of Mass Emergencies and Disasters, 17(2), 223–235.
7. Blanchard B. W. (2005). Top ten competencies for professional emergency management // Emergency Management Institute, National Emergency Training Center, Federal Emergency Management Agency, Department of Homeland Security. Emmitsburg, Maryland, USA.
8. Bellavita C., Gordon E. (2006). Changing homeland security: Teaching the core // Homeland Security Affairs. № 2(1). URL: <https://www.hsaj.org/articles/172>
9. Carlson C. D. (2017). Homeland security and emergency management education: an investigation into workforce needs // Dissertation for Degree of PhD in Security and Disaster Management: Interdisciplinary Program. University of Alaska Fairbanks. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/286607693.pdf>
10. Spiewak D. L. (2005). Top 10 core competencies and courses as selected by practicing emergency managers // Federal Emergency Management Agency. Website. URL: <https://training.fema.gov/emiweb/downloads/daryl%20spiewak.doc>
11. Cwiak C. L. (2011). Framing the future: What should emergency management graduates know? // Journal of Homeland Security and Emergency Management. № 8(2).
12. Darlington J. A. DeRouen. (2000). The profession of emergency management: educational opportunities and gaps. FEMA Training Materials. URL: [https://training.fema.gov/hiedu/downloads/prof\\_em.pdf](https://training.fema.gov/hiedu/downloads/prof_em.pdf)
13. Quarantelli E. L. (2009). The earliest interest in disasters and crises, and the early social science studies of disasters, as seen in a sociology of knowledge perspective (Working Paper No. 91). Newark: University of Delaware Disaster Research Center. URL: <http://udspace.udel.edu/handle/19716/5745>
14. Miller A. N., Sellnow T., Neuberger L., Todd A., Freihaut R., Noyes J., Allen T., Alexander N., Vanderford M., Gamhewage G. (2017): A Systematic Review of Literature on Effectiveness of Training in Emergency Risk Communication. Journal of Health Communication. 00, 1–19. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10810730.2017.1338802>
15. Educational Materials. (2020). Preventionweb. URL: <https://www.preventionweb.net/educational/list/>

УДК 004.89

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

**Hvozdiev Valerii**

*Master Student of the*

*Odessa I.I. Mechnikov National University*

**Гвоздєв Валерій Дмитрович**

*студент*

*Одеського національного університету імені І.І. Мечникова*

**Гвоздев Валерий Дмитриевич**

*студент*

*Одесского национального университета имени И.И. Мечникова*

**Hvozdieva Tetiana**

*Master Student of the*

*Odessa I.I. Mechnikov National University*

**Гвоздєва Тетяна Юріївна**

*студентка*

*Одеського національного університету імені І.І. Мечникова*

**Гвоздева Татьяна Юрьевна**

*студентка*

*Одесского национального университета имени И.И. Мечникова*

**Strakhov Yevhen**

*PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor*

*Odessa I.I. Mechnikov National University*

**Страхов Євген Михайлович**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент*

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова*

**Страхов Евгений Михайлович**

*кандидат физико-математических наук, доцент*

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова*

## UNCERTAINTY ESTIMATION AND USAGE FOR DEEP LEARNING MODELS

## ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ НЕПЕВНОСТІ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ

## ИЗМЕРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕУВЕРЕННОСТИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

**Summary.** The default DL approaches in ML tend to output only prediction, but not an uncertainty measure alongside the prediction. There are several approaches to DL model modification that allow deciding if the model can be trusted. The approaches vary by computational load and performance considering given constraints. In the real world project, it is often not possible to modify the model or perform retraining to apply common uncertainty estimation techniques (black box problem).

In the first part of the paper, we aim to measure the uncertainty of the model in practice. We have researched tolerable perturbations as a way to enforce noise in the input data. A framework was built that acts as a compound for a prediction model in image classification tasks and allows output uncertainty for given samples. For test purposes, a CNN model will be used over the CIFAR-10 dataset to showcase uncertainty evaluation. We also show how to use uncertainty values to get data insights into a real-world task.



In the second part, we discuss how to get a model to know when prediction is uncertain. We built a selective classifier to increase the performance of the model by narrowing the confidence interval on the input data and used the aforementioned uncertainty estimations in the rejection classifier. To showcase classifier features, we made an experiment with a softmax-based uncertainty classifier (vanilla) and Dirichlet distribution based value. To measure the performance of the predictor, we took the Brain Tumor Classification (MRI)[6] dataset as an example. For the received predictors we measured coverage and selective risks. We have shown that one could get significant accuracy gains by using selective models given accurate uncertainty measure.

**Key words:** machine learning, deep learning, uncertainty estimation, selective predictor, image classification.

**Аннотація.** Зазвичай, техніки глибокого навчання на виході дають тільки прогнозоване значення, але не міру непевності в прогнозі. Існує безліч методів модифікувати модель так, що існуватиме можливість оцінити, наскільки моделі можна довіряти. Ці методи відрізняються вимогами до обчислювальних потужностей і точності з урахуванням заданих обмежень. На практиці, часто не існує можливості модифікувати модель або перетренувати з використанням технік оцінки непевності (моделі типу чорний ящик).

У першій частині статті, ми визначимо і дослідимо толерантні перетворення як засіб додання шуму у вхідні дані з метою виміряти непевність моделі. Ми побудуємо фреймворк, який буде визначати непевненість для задач пов'язаних з класифікацією зображень. Для тесту, був узятий датасет CIFAR-10, щоб порахувати непевність на зображеннях. Показано, як метрика непевності дозволяє отримати додаткову інформацію про набір даних на практиці.

Іноді важливо розуміти, коли модель не впевнена в своєму прогнозі. У другій частині статті, буде побудований вибірковий класифікатор з метою поліпшення точності моделі шляхом звуження довірчого інтервалу. Класифікатор буде отримувати на вхід метрику непевності в прогнозі. Щоб показати як працює класифікатор, був проведений експеримент з використанням softmax-значення непевності і непевненістю на підставі розподілу Діріхле. Щоб оцінити якість предиктора, був використаний набір даних Brain Tumor Classification (MRI)[6]. Для отриманих предикторів виміряні покриття і вибірковий ризик. Продемонстровано, що можна отримати значний приріст точності моделі, якщо використовувати хороші дані про непевність.

**Ключові слова:** машинне навчання, глибоке навчання, визначення непевності, вибірковий предиктор.

**Аннотация.** Обычно, техники глубокого обучения на выходе дают только предсказание, но не меру неуверенности в предсказании. Существует множество методов модифицировать модель так, что будет возможность оценить, насколько модели можно доверять. Эти методы отличаются требованиями к вычислительным мощностям и точности с учетом заданных ограничений. На практике, часто нет возможности модифицировать модель либо перетренировать с использованием техник оценки неуверенности (модели типа черный ящик).

В первой части статьи, мы определим и исследуем толерантные преобразования как средство добавления шума во входные данные с целью измерить неуверенность модели. Мы построим фреймворк, который будет поверх предсказывающей модели определять неуверенность для задач связанных с классификацией изображений. Для теста, был взят датасет CIFAR-10, чтобы посчитать неуверенность на изображениях для примера. Будет показано, как метрика неуверенности позволяет получить дополнительную информацию о наборе данных на практике.

Иногда важно понимать, когда модель не уверена в своем предсказании. Во второй части статьи, будет построен выборочный классификатор с целью улучшения точности модели путем сужения доверительного интервала. Классификатор будет получать на вход метрику неуверенности в предсказании. Чтобы показать как работает классификатор, был проведен эксперимент с использованием softmax-значения неуверенности и неуверенностью на основании распределения Дирихле. Чтобы оценить качество предиктора, был использован набор данных Brain Tumor Classification (MRI). Для полученных предикторов измерены покрытие и выборочные риски. Продемонстрировано, что можно получить значительный прирост точности модели, если использовать хорошие данные о неуверенности.

**Ключевые слова:** машинное обучение, глубокое обучение, определение неуверенности, выборочный предиктор.

**Part I. Background.** Uncertainty is the state of having limited knowledge where it is impossible to exactly describe the existing state. Understanding if a model is under-confident or falsely overconfident can help reason about the model and dataset. There are several types of uncertainty, but aleatoric and epistemic are most widely used. Aleatoric uncertainty is important in cases where parts of the observation space have higher noise levels than others. Concrete examples of the aleatoric uncertainty in stereo imagery are occlusions (parts of the scene a camera can't see), lack of visual features (i.e a blank wall), or overexposed

(underexposed) areas. Epistemic uncertainty measures the influence of a lack of training data over model false predictions. A possible way to observe the epistemic uncertainty in action is to train one model on part of a dataset and to train a second model on the entire. The model trained on part of the dataset will have higher average epistemic uncertainty. It is important because it identifies situations the model was never trained to understand (lack of training data). It is also helpful in dataset exploration, e.g. it shows whether a model is using primary base parameters instead of unwanted secondary features of the dataset.

From the implementation perspective, it matters if the model is open for modification. Generally speaking, there are three cases of model modification availability: black-box, grey-box and white-box. The black-box stands for a closed model, where there is no access to the internal module structure. Grey-box is a case when the internal structure of the model is accessible, while parameters are not. White-box case describes a model fully available for modification. The uncertainty estimation of the black-box model is particularly challenging but appears to be a more universal solution.

**Problem statement.** We will be looking to solve the aleatoric uncertainty estimation problem for the black-box model. We have model  $F(x)$  that is trained to produce class affiliation prediction. We know the shape and the type of the input  $x$ , the classes that model supposed to infer, and meaning of the model output  $y$ . Since the model is black-box, there is no possibility to either read or write model structure and weights. We have to propose a framework that could be built on top of the model to estimate the uncertainty of the model for a given input.

**Related work.** A neural network is usually composed of a large number of parameters and activation functions, which makes the posterior distribution of a network prediction hard to interact with. To approximate the posterior, existing methods deploy different techniques, mainly based on Bayesian inference and Monte-Carlo sampling [5]. There are other options besides essentials, including modifications of the algorithms.

**The suggested approach.** To derive the softmax distribution we will have to perform multiple inferences of the same sample with different noise factors (according to the subject area). To force the data uncertainty, we will use tolerable perturbations. Tolerable perturbation is a method of causing small changes in the model input, that exploits model dependence on the input transformations. Let  $T$  denote a transformation. Then  $T'$  denotes an inverse transformation and  $T \cdot T'$  cancels the transformation. If input  $x$  is an  $H \times W$  matrix, the variance  $\in t$  estimated through transformation is also an  $H \times W$  matrix.

We will be using rotate, mirror, white noise, and translate perturbations with random parameters. If we train a model using a data augmentation with a similar idea, we might expect a reduction in variance when applying perturbations to test samples. The understanding of tolerable and intolerable perturbation might be inferred based on the knowledge of the subject area.

The first primary aim would be to implement a few algorithms and research its behavior given certain synthetic cases. We will try a few datasets within our research but begin with cifar10[1]. For the experiment purposes, the whole airplane class images were cut off the testing set. We expect to find that the under-trained class should stand out from the others in terms of uncertainty measure. Ideally, the measurements should provide formal criteria for the class that lacks

data samples. After the initial train with 40 epochs, the model scored 73% of accuracy, given it did not encounter any images of airplane class.

To derive uncertainty estimation, the model should be tuned to provide softmax distribution rather than softmax output. As we are focused on the black-box estimation, we should get the distribution first. Considering there is no access to the model structure, we have to get the different outputs for the single sample. To achieve that, tolerable perturbations were used [2] (fig. 1).



Fig. 1. Perturbation example. Left to right: original image, skew, mirror, white noise, rotate, translate

**Results interpretation.** Expectedly, the model produces different softmax outputs for each perturbation of the same sample, which forms certain distribution of softmax. Given the distribution, several scales of uncertainty might be calculated.

$$u_i = \sum p_i * \log_{10}(p_i).$$

The formula gives a per-class entropy for a given sample. This data gives insights into the model performance. The following observations were received. For each sample, we perform 50 tolerable perturbations and calculate entropy with the formula given above.

The chart (fig. 2) is built the following way:

1. 500 samples randomly picked from the test set.
2. Per-class entropy is calculated for each sample.
3. The results are gathered to the data frame.
4. Uncertainties grouped by class and averaged.

Intuitively, such distributions suggest that the higher entropy within a class in relation to the other classes, the more model ready to correctly predict that class. For all classes except airplane, we observe that target class entropy is much higher than the entropy of other classes within the sample. The other explanation is that the model distributes the noise among the invalid classes thus ending up with a correct prediction. Also, the general entropy for non-airplane outputs is higher for airplane samples. The airplane variance is most often the second high after the primary class. The model was unable to infer the unseen class feature set, therefore its softmax output reacts heavily to any data change. This fact is deeply researched in this publication [3]. Next, we produced the same calculations using variance uncertainty calculation instead of entropy.

The per-class variance provides a clearer view of the class confidence by softmax output change (fig. 3). The small changes are evaluated closer to zero, which makes a class more outstanding among the others.

Next, we'll calculate a single-value constrained uncertainty for a sample. To achieve that, the softmax should be modelled as a certain distribution. Among

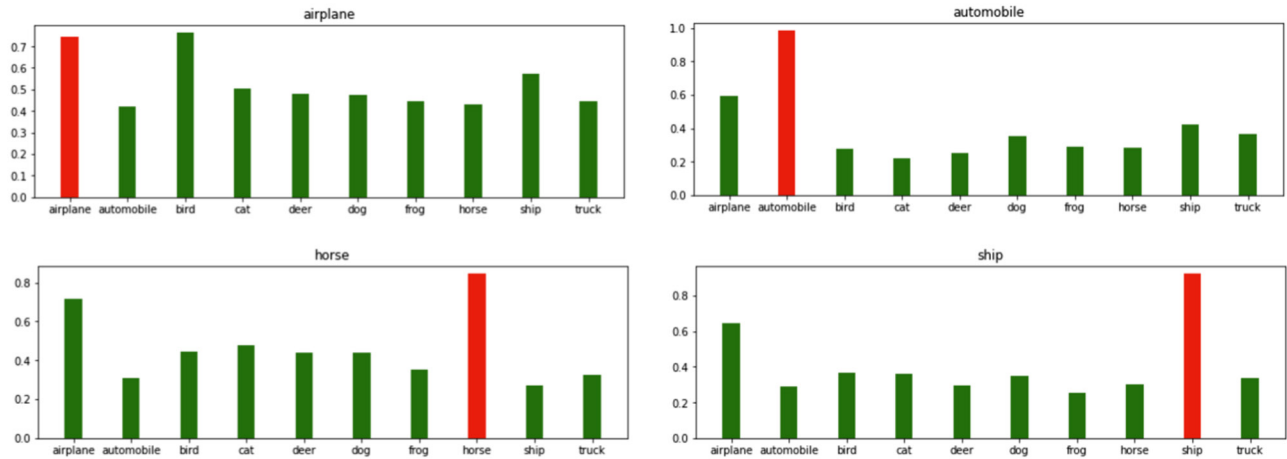


Fig. 2. Softmax distributions per samples of certain classes (red bars)

the distributions, the Dirichlet distribution was selected because it has a straightforward formula to derive a theoretical uncertainty measurement that falls between 0 and 1. The uncertainty is calculated by the following formula:

$$U(X) = \frac{\sum 1}{\sum 1 + \alpha}.$$

Where  $U$  is an uncertainty measure,  $\sum 1 = N$ ,  $N$  is a number of classes,  $\alpha$  is a Dirichlet parameter. To get  $\alpha$ , we have to derive the distribution from samples. The Maximum Likelihood Estimation approach was chosen to get the  $\alpha$  parameter. After we have per-sample uncertainty calculated with the formula above, we could try to get data insight.

Here are some observations based on the estimator output:

1. The uncertainty varies from 19 to 85 percent.
2. The higher uncertainty usually occurs where the image is dark or a deer looks like a cat or dog.
3. Most of the time, the antlers make the model confident in its predictions.
4. Model considers surroundings green grass and a silhouette is confidently predicted as deer.

**Intermediate conclusion.** We got 3 values for uncertainty — entropy, variance and single-value uncertainty. For the calculated types of uncertainties, we received meaningful results and the results are pretty decent in comparison to the ones produced by existing approaches. We are able to get some intuition on what those values show and how to use them to analyze flaws in training data / training procedure.

**Part 2. Uncertainty application for DL model boosting.** It is worth mentioning that there are lots

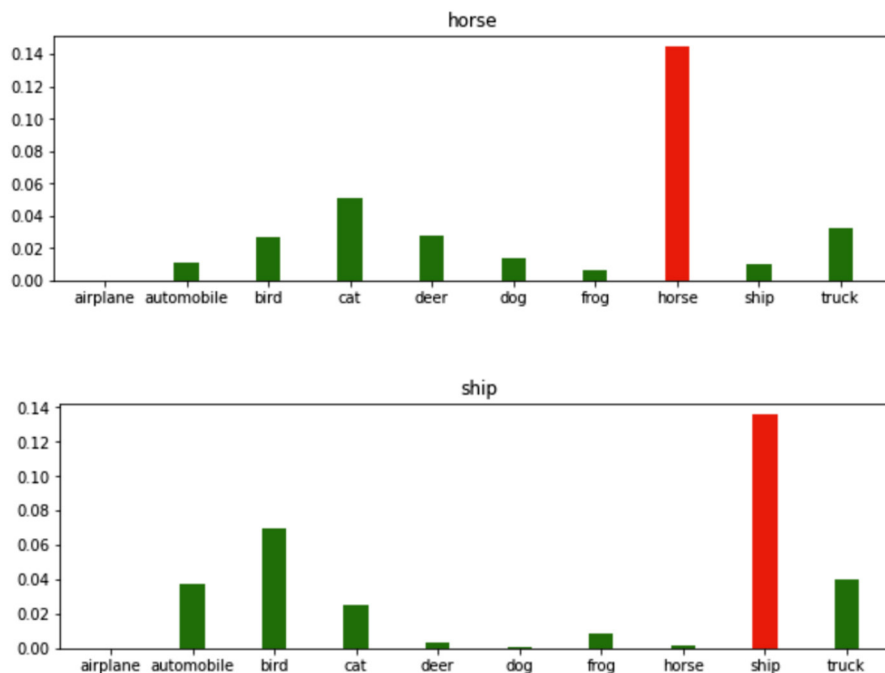


Fig. 3. Per-class variance for certain classes (red bars)

of publications on the uncertainty estimation itself, but there are no user-friendly frameworks, allowing to apply such kinds of instruments to the established ML system. Besides, the complete formal solution to this problem is also missing. Based on the materials found, we will evaluate its further development and usage in the existing models. While working on the materials for the paper, we have encountered multiple ways to make use of uncertainty. However, we will be mostly focused on the Selective Predictor.

**Selective predictor.** The selective predictor [4] is used when it is critical to work with the prediction that model is very confident in. It is crucial that the model would not give the wrong answer. The essential idea of the approach is that the system should choose if its prediction should be used based on the certain parameters or otherwise returned “I don’t know” answer for this input. In our case, such an answer is based on the uncertainty parameter.

**Selective predictor background.** A selective predictor is a pair  $(f, g)$ , where  $f$  is a predictor, and  $g: X \rightarrow \{0, 1\}$  is a selection function, which serves as a binary qualifier for  $f$  as follows,

$$(f, g)(x) = \begin{cases} f(x), & \text{if } g(x) = 1 \\ \text{don't know}, & \text{if } g(x) = 0 \end{cases}$$

Thus, the selective predictor rejects from prediction at a point  $x$  if  $g(x) = 0$ . The concepts of coverage and risk are introduced for its evaluation.

**Coverage and selective risk.** The coverage of a selective predictor  $(f, g)$  is the mean value of the selection function  $g(x)$  taken over the underlying distribution  $P$ ,  $\varphi(f, g) = EP[g(x)]$ , where  $EP$  is expected value for initial dataset distribution  $P$ . We calculate the risk of a selective classifier  $(f, g)$  as the average loss on the accepted samples,  $R(f, g) = EP[l(f(x), y)g(x)]\varphi(f, g)$  where  $l(f(x), y)$  is a loss function for the selected task. Basically, the risk of a selective classifier can be traded-off for coverage. The entire performance profile of such a classifier can be specified by its risk-coverage (RC) curve, defined to be risk as a function of coverage.

**Selective predictor implementation.** Since we are working with the image classification task, it is obvious that we have chosen a simple Convolutional Neural Network (CNN) to build a predictor over it. It should be noted that we didn’t take into account complex models as the main purpose of the work is to obtain improvements for simple, but promising models based on neural networks.

We have chosen a medical-type dataset of brain tumor classification task. So, our task is to predict the category (type) of brain cancer on the basis of MRI images or choose a category that corresponds to its absence. The dataset is quite small: ~3000 training images and about ~400 test images. Image resolution is 512x512. 4 categories total. After 12 epochs of training, CNN model evaluated to 75% accuracy on the validation dataset. The model was frozen and later used for tests. Now we

can apply the uncertainty estimation techniques over the trained model. We took two uncertainty measures to work with — softmax (vanilla) and dirichlet single-value uncertainty. It is worth mentioning that softmax usage as uncertainty value is technically incorrect. Note, however, that we are not concerned with the standard probabilistic interpretation (which needs to be calibrated to quantify probabilities). The softmax values research has shown that model is probably overfitted. Softmax vectors tend to have values close to 1 in the predicted class position. The softmax outputs suggest that there is a problem with the model.

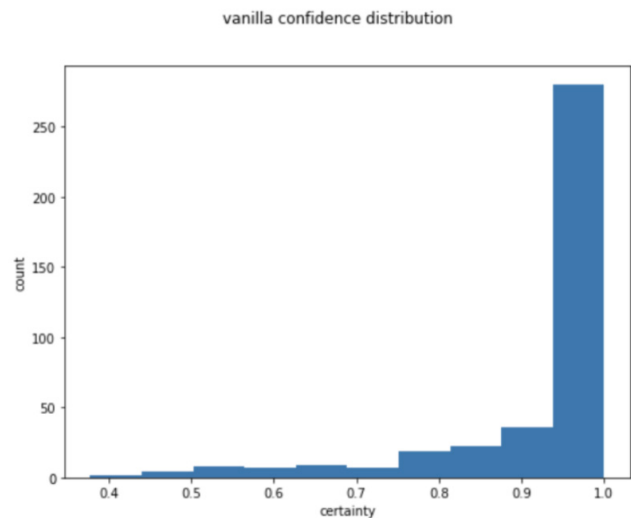


Fig. 4. A certainty distribution for a subset of data

For the single-value uncertainty, the distribution of the uncertainty (fig. 4) suggests that the classifier works well. We can see that it varies from approximately 15 to 90 percent. Estimator does not stick to the same uncertainty level. Overall, it is noticeable that model is rather not confident (depends on the threshold of uncertainty).

Expectedly, after selective classifier implementation, we should have get the increased accuracy over relatively wide coverage. As mentioned earlier, the main characteristics of the classifier are coverage and risk. We have measured them and also implemented functions to compute accuracy considering coverage for the given dataset. We received the following results (fig. 5, 6).

**Conclusion.** Within this work we have applied the uncertainty estimation theory and implemented uncertainty estimator for the backbox DL model for image classification task. We have analyzed the output of different uncertainty estimators and given some intuition on how to interpret those results considering task and dataset.

In the second part of the work, we have researched ways to apply uncertainty estimation to improve model accuracy and to give model a possibility to be used in risk-sensitive areas.



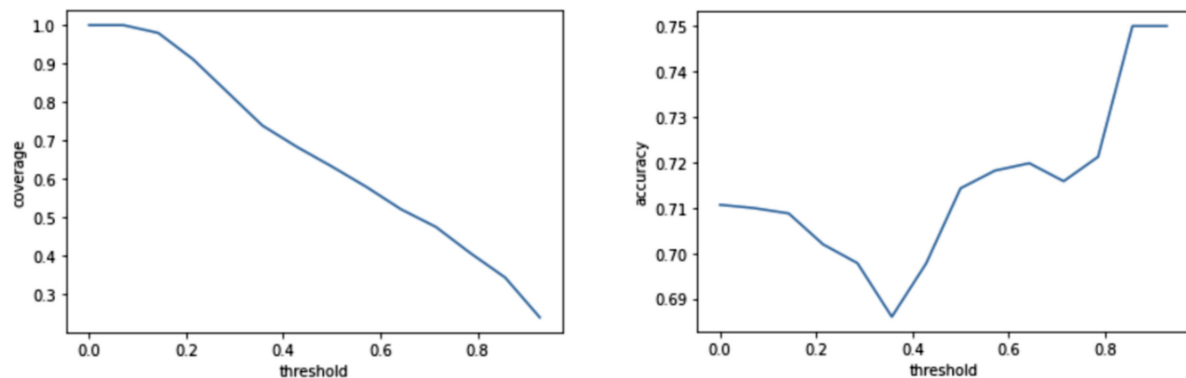


Fig. 5. Coverage and accuracy charts for Dirichlet-based uncertainty

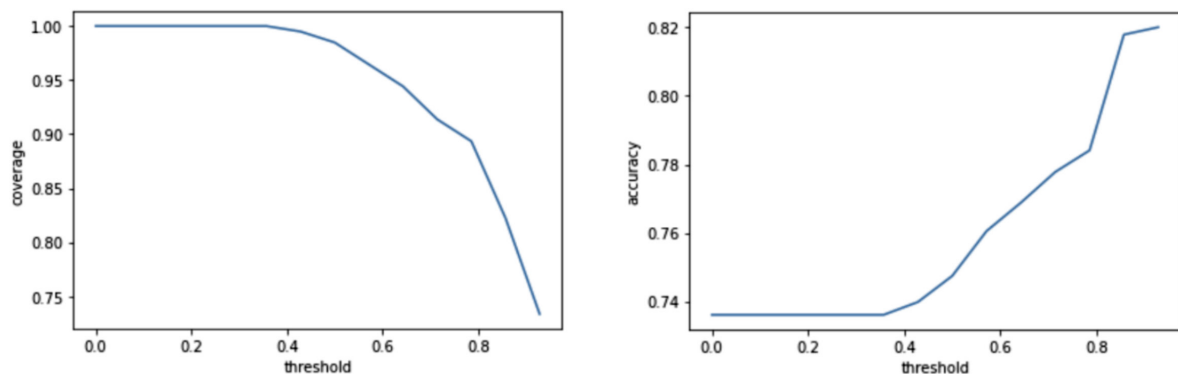


Fig. 6. Coverage and accuracy charts for softmax-based uncertainty

The experiment results have clearly shown that uncertainty estimator selection is an important subtask for classifier construction. Intuitively, it seems that the following points should be considered:

1. Model architecture
2. Dataset content and labelling quality
3. Subject area.

We have confirmed that vanilla uncertainty estimations (raw softmax) proven to be a good option for

certain tasks, despite that practically softmax is not an uncertainty measure. The monotonic increasing function of accuracy of threshold shows how solid the result selective predictor would be. The results suggest that selection of the uncertainty estimation is important. The selected method is shown rather model and dataset imperfection but did not provide for selective classifier construction task.

### References

1. CIFAR-10 and CIFAR-100 datasets. URL: <https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html>11.
2. Mi L., Wang H., Tian Y., and Shavit N. Training-Free Uncertainty Estimation for Neural Networks. arXiv preprint arXiv:1910.04858, 2019.
3. Ovadia Y. Can You Trust Your Model's Uncertainty? Evaluating Predictive Uncertainty Under Dataset Shift", arXiv preprint arXiv:1910.04858, 2019.
4. Geifman Y. and El-Yaniv R. Selective Classification for Deep Neural Networks. arXiv preprint arXiv:1705.08500, 2017.
5. Ian O. "Risk versus uncertainty in deep learning: Bayes, bootstrap and the dangers of dropout", in Advances in Neural Information Processing Systems Workshops, 2016.
6. Brain Tumor Classification (MRI) dataset. URL: <https://www.kaggle.com/sartajbhuvaji/brain-tumor-classification-mri>

УДК 004

**Завгородня Ганна Анатоліївна**

*старший викладач кафедри інформаційних технологій та дизайну*

*Державний університет інфраструктури та технологій*

**Завгородняя Анна Анатольевна**

*старший преподаватель кафедры информационных технологий и дизайна*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий*

**Zavgorodnaya Anna**

*Senior Teacher of Information Technologies and Design Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

**Кулагін Станіслав Олександрович**

*магістр кафедри інформаційних технологій та дизайну*

*Державного університету інфраструктури та технологій*

**Кулагин Станислав Александрович**

*магистр кафедры информационных технологий и дизайна*

*Государственного университета инфраструктуры и технологий*

**Kulagin Stanislav**

*Master of Information Technologies and Design Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

**Пінчук Олександр Олександрович**

*магістр кафедри інформаційних технологій та дизайну*

*Державного університету інфраструктури та технологій*

**Пинчук Александр Александрович**

*магистр кафедры информационных технологий и дизайна*

*Государственного университета инфраструктуры и технологий*

**Pinchuk Alexander**

*Master of Information Technologies and Design Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

**Завгородній Валерій Вікторович**

*кандидат технічних наук, доцент*

*доцент кафедри інформаційних технологій та дизайну*

*Державний університет інфраструктури та технологій*

**Завгородний Валерий Викторович**

*кандидат технических наук, доцент*

*доцент кафедры информационных технологий и дизайна*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий*

**Zavgorodnii Valerii**

*Candidate of Technical Sciences, Docent,*

*Associate Professor of Information Technologies and Design Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

## **ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОГО ГЕЙМПЛЕЮ**

## **ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ГЕЙМПЛЕЯ**

## **APPROACHES TO ORGANIZING MULTIPURPOSE GAMEPLAY**

**Анотація.** В роботі розглянуті три ключових методи, які використовують сьгоднішні розробники при створенні багатокористувачьких ігор для мобільних пристроїв, кожен з яких дозволяє створити сильний дизайн сесій, працювати з обмеженнями мобільних пристроїв і дати гравцеві відчуття присутності в живому співтоваристві.

**Ключові слова:** методи, геймплей, мультиплеєр, мобільний пристрій, багатокористувачька гра.

**Аннотация.** В работе рассмотрены три ключевых метода, которые используют сегодняшние разработчики при создании многопользовательских игр для мобильных устройств, каждый из которых позволяет создать сильный дизайн сессий, работать с ограничениями мобильных устройств и дать игроку ощущение присутствия в живом сообществе.

**Ключевые слова:** методы, геймплей, мультиплеер, мобильное устройство, многопользовательская игра.

**Summary.** The paper discusses three key techniques used by today's developers in creating multiplayer games for mobile devices, each of which allows you to create strong session design, work with the limitations of mobile devices and give the player a sense of presence in a live community.

**Key words:** methods, gameplay, multiplayer, mobile device, multiplayer game.

Сильний, багатокористувачький геймплей, є визначальним фактором успіху будь-якої free-to-play-гри. Цей успіх зумовлений двома очевидними причинами [1]:

1. В мультиплеєрі завжди є місце невизначеності: ви не можете передбачити, як поведе себе інший гравець, і це робить гру цікавою. Саме ця невизначеність дозволяє вам насолоджуватися грою, не дивлячись на обмеженість контенту. І якщо в одиночній грі розробник змушений витратити довгі місяці на виробництво контенту, то в багатокористувачькій грі на його частку припадає лише частина подібної роботи.

2. Багатокористувачькі ігри набагато більш ефективні в плані залучення гравців, адже користувачам подобається перебувати в співтоваристві живих людей. Гравці самі вибудовують прийнятні норми спілкування, до цього їх підштовхує сама необхідність взаємодії з реальними людьми.

Однак створити по-справжньому соціальний багатокористувачький геймплей на мобільному пристрої аж ніяк не просто. Цю і без того важку дизайнерську задачу ще більш ускладнюють відомі обмеження мобільних платформ: маленький екран, короткі сесії і нестабільне з'єднання.

Через ці проблем досі не з'являлося по-справжньому успішних і повністю синхронізованих багатокористувачьких ігор на мобільних платформах, за винятком декількох ключових прикладів: Hearthstone, 8-ball Pool та World of Tanks. Навіть граючи в Hearthstone — гру, що найбільш успішно адаптувалася до мобільних пристроїв, — необхідно бути гранично зосередженим, а крім того, не має можливості вийти з гри в будь-який момент.

Розвиток відеоігор буде йти до повністю синхронного мультиплеєру, і талановиті розробники навчаються створювати його переваги для систем, найбільш пристосованих до мобільних обмежень.

**Фальшива синхронність.** Багато free-to-play-ігор створюють відчуття синхронної гри, але насправді це не так. Замість реального суперника гравець взаємодіє з ботом. Розробники таких ігор вважають, що

гравці не здатні відчувати різницю між живим гравцем і ботом. Але це можна зробити, хоча і з труднощами.

Як приклад приведемо гру Contest of Champions від Kabam. Хоча гра створює відчуття багатокористувачької, насправді кожен гравець бореться з ботом. Таким чином розробники позбулися проблем, пов'язаних із синхронізацією файтингу при переривчастому інтернет-з'єднанні.

У грі CSR Racing відбувається щось подібне: ви змагаєтесь на трасі або з фантомом реального гравця, або з ботом. Геймплей влаштований так, що гравець ніяк не може впливати на швидкість свого партнера. Тому різниця між живою людиною та ботом не дуже помітна.

Звичайно, це не йде ні в яке порівняння з можливостями синхронного мультиплеєра. Розробники Real Racing 3 спробували це виправити: вони використовують збережений запис гонки іншого гравця, і ви фактично змагаєтесь з його фантомом. Під час гонки ви можете врізатися в машину суперника або виштовхнути його з траси, проте він дивним чином знову повертається в те місце, де в цей час гонки знаходився його прототип. Та все-таки це вже трохи ближче до синхронної гри.

В цілому такий підхід дозволяє імітувати найпростішу взаємодію між гравцями, вирішує проблему нестабільного з'єднання і навіть залучає гравця. Однак в цій грі немає відчуття гри з живим гравцем.

**Одночасний мультиплеєр.** Другий підхід використовують лише деякі з мобільних ігор. Вперше його застосували в браузерних іграх і в спортивних фентезі-іграх в кінці 90-х і на початку 2000-х років (прикладом таких ігор є Travian і Hat-Trick).

У одночасному мультиплеєрі гравців просять заздалегідь підготувати свої стратегії, а потім пара таких стратегій програється одночасно [2]. Таким чином, гравці роблять свій вибір до того, як настає їхня черга грати, і щоб взаємодіяти і змагатися один з одним, їм не потрібно бути в мережі в один і той же час.

Гра Top Eleven від Nordeus — це одна з небагатьох, які використовують цю систему. Її матчі про-

ходять в строго встановлений час. Кожен гравець заздалегідь визначає тактику, стратегію і розстановку своєї команди, а потім чекає початку свого матчу. Гра запускається незалежно від того, активні гравці чи ні. Цей підхід хороший тим, що він забезпечує природне залучення в геймплей:

- гравці відчувають, що з ними поводяться справедливо, так як кожен з них може призвести за день рівну кількість дій.
- дизайн сесій прив'язаний до запланованого часу, і гравці звикають до постійного ритму гри.

Однак застосування цього методу може призвести до багатьох проблем: в такій системі дуже важко забезпечити монетизацію і не перетворити free-to-play-гру в pay-to-win. Кожен день всі гравці роблять однакову кількість дій. Якщо ті, хто платять, будуть здійснювати більше дій або отримають якісь інші переваги, то це відразу відчують їх суперники. При цьому дуже важливим стає правильний підбір пар гравців.

Дизайн сесій в грі досить обмежений. Після того, як гравець визначився зі стратегією, йому фактично нічого робити до наступного матчу. Дизайнерам нелегко визначитися з розкладом матчів: якщо ігри будуть занадто частими, гравці почнуть нервувати, а якщо занадто рідкісними, то взагалі занудять. Проблема цієї системи полягає в її зайвій регламентованості і недостатній гнучкості.

*Асиметрична і асинхронна багатокористувацька гра.* Найпопулярніший спосіб створити багатокористувацьку гру на мобільному пристрої заснований на асинхронному мультиплеєрі.

Такі ігри як Words with Friends або Draw Something мають повністю асинхронний мультиплеєр. Всі гравці грають по черзі, а потім чекають, поки гру закінчать їх друзі. Хоча це за самою своєю суттю залучає процес, більшість ігор, які дотримуються такого асинхронного стилю, зазнали фіаско при виході на мобільний ринок. Крім того, дизайн

сесії обмежує монетизацію в основному через труднощі в складанні пар.

Втім, асинхронність не обов'язково повинна будуватися саме таким чином. Подібні ігри можуть бути асиметричними і асинхронними [3].

Асиметричні асинхронні гри ділять увагу гравця між геймплеєм двох типів — активним та пасивним. Активні гравці втягуються в один вид геймплея — атакуючий геймплей, а неактивні гравці — в інший різновид геймплея — захисний геймплей. Саме така механіка реалізована в Clash of Clans, Rage of Bahamut та в іграх Theives.

Ключем до успіху подібних ігор є добре збалансовані геймплеї обох типів. Адже гравцям дійсно важко розірватися: з одного боку, вони змушені вести захисну гру, щоб убезпечити свої ресурси від зазіхань суперників, з іншого — повинні брати участь в атакуючій грі, щоб встигнути накопичити ці ресурси і забезпечити свій прогрес.

До останнього часу асиметричні ігри для мобільних пристроїв підтримували стиль Clash of Clans (атака проти захисту). Іноді робилися спроби піти від цієї формули, наприклад, в Zombination, де гравець може вибрати, на чому йому зосередитися: на атаці (зомбі) або на захисті (люди). Але в системі є величезний потенціал для появи інших ігор, наприклад, застосування формули «пасивний проти активного» до нових жанрів і нового геймплею.

**Висновки.** Існує кілька типів багатокористувацьких ігор для мобільних пристроїв. Можна створити повністю синхронний геймплей, але це може спричинити проблеми з довжиною сесій і критичною масою. Можна створити повністю асинхронний геймплей, але знову ж таки залишається питання з критичною масою, пасивністю гравців і продовженням сесій. Або можна створити лідерборди або організовувати змагання для того, щоб отримати по-справжньому успішний соціальний мультиплеєр.

#### Література

1. Финни, К. 3D-игры: Все о разработке / К. Финни. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. 133 с.
2. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. М.: Питер, 2018. 608 с.
3. Паласиос, Хорхе Unity 5.x. Программирование искусственного интеллекта в играх / Хорхе Паласиос. М.: ДМК Пресс, 2016. 849 с.

УДК 692.41

**Кислиця Ліна Вікторівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технології будівельного виробництва  
Придніпровська державна академія будівництва і архітектури*

**Кислица Лина Викторовна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры технологии строительного производства  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

**Kyslytsia Lina**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of Construction Production Technology  
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Журавльова Віра Олександрівна**

*магістр  
Придніпровської державної академії будівництва і архітектури*

**Журавлева Вера Александровна**

*магистр  
Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры*

**Zhuravlyova Vira**

*Master of the  
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*

## **ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ**

### **ЗЕЛЕНАЯ КРОВЛЯ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **GREEN ROOFS IN MODERN CONSTRUCTION**

**Анотація.** На сьогоднішній день, проблема енергозбереження при зведенні будівель є одною з найактуальніших. Крім того, дуже гостро постає питання поліпшення екологічного стану у мегаполісах. Одним з варіантів вирішення зазначених питань є використання зелених покрівель при новітньому будівництві. У статті розглянуто доцільність використання енергоефективних зелених покрівель у сучасному будівництві.

**Ключові слова:** зелена покрівля, енергоефективність, конструкції покрівель.

**Аннотация.** На сегодняшний день, проблема энергосбережения при возведении зданий является одной из самых актуальных. Кроме того, очень остро стоит вопрос улучшения экологического состояния в мегаполисах. Одним из вариантов решения указанных вопросов является использование зеленых кровель при новейшем строительстве. В статье рассмотрена целесообразность использования энергоэффективных зеленых кровель в современном строительстве.

**Ключевые слова:** зеленая кровля, энергоэффективность, конструкции кровель.

**Summary.** Today, the problem of energy saving in the construction of buildings is one of the most pressing. In addition, the issue of improving the environmental situation in megacities is very acute. One of the options to address these issues is the use of green roofs in the latest construction. The article considers the feasibility of using energy efficient green roofs in modern construction.

**Key words:** green roof, energy efficiency, roof constructions.

У зв'язку зі стрімким зростанням технічного прогресу енергоефективне будівництво набирає обертів. Яскравим прикладом є зелене будівництво,

а саме — «зелені покрівлі», які є одним із видів інверсійних покрівель. Перші «зелені покрівлі» — це ніяк не новітнє надбання людства, про що свідчать



усім відомі Сади Семіраміди — одне з семи чудес світу, які-розташовані у Вавилоні. Ще з давніх часів люди утеплювали покрівлю деревом та мохом, в результаті чого таке поєднання добре розросталося і зберігало тепло будинку ранньою весною та пізньою осінню. Таким чином, «зелена покрівля» — це давня архітектурна традиція, яка має своє продовження та розвиток у сучасному світі, яка приваблює архітекторів та замовників.

Мета авторів довести, аналітичним методом, актуальність та доцільність використання конструкції «зелена покрівля» спираючись на погляди експертів та фахівців,

**Визначення переваг та недоліків щодо використання зелених покрівель.** Ряд закордонних та вітчизняних дослідників і спеціалістів даної сфери погоджуються з тим, що зелені конструкції підвищують енергоефективність будівель [1, с. 81–84].

Наприклад, доктор технічних наук, професор Київського національного університету будівництва та архітектури Ткаченко Т. М. приводить ряд переваг щодо «зеленої покрівлі» [2, с. 387–392; 3]:

- створення додаткової теплоізоляції;
- здатність поглинати дощову воду, що зменшує навантаження на міську систему зливової каналізації;
- здатність охолоджувати поверхню покрівлі за рахунок випарного охолодження.

До цих переваг, інші спеціалісти [4] зазвичай додають суттєве підвищення строку експлуатації конструкції, що досягається завдяки рослинності на покрівлі, яка служить природнім захисним «щитом» від коливання температур, механічних пошкоджень та впливу ультрафіолетового опромінення. Також, важливою складовою є простота виконання монтажних робіт, виключення ймовірності швидкого поширення вогню на покрівлі під час пожежі, додаткове джерело кисню, підвищення рівню звукоізоляції, наявність додаткового місця для відпочинку та естетичної виразності конструкції покрівлі.

Спираючись на досвід спеціалістів та враховуючи ряд перелічених переваг, можна сказати, що «зелена покрівля» гарантує збереження енергії тепла у зимовий період, а в спекотній літній сезон така

покрівля не перегрівається. На погляд авторів, на деяких нових забудовах, в умовах міста Дніпро, було б логічним влаштування таких покрівель не лише з конструктивних міркувань, а і з точки зору підвищення екологічної складової.

Але, чи можемо ми однозначно стверджувати, що цього досить, щоб влаштовувати на нових забудовах «зелену покрівлю»? На це питання, досить детально висловив свій погляд відомий закордонний експерт, директор Building Science Corporation Джозеф Лстибурек [5], який сказав, що «зелена покрівля» — це доволі спірна ідея, якщо існує дещо більш ефективне та менш дороге, а саме — плівки та мембрани, які відображають тепловий шар. Майже на кожному з перерахованих переваг він має свою точку зору, яка спрощує технологію та конструкцію влаштування покрівлі. «Потрібно запобігати скупченню води — будуйте під ухилом» така його головна порада як експерта для проектувальників та будівельників.

Безумовно, існує багато способів уникнути влаштування «зеленої покрівлі» і це може бути значно дешевше. Покрівля з ухилом проти скупчення води, мембрани, що відображають тепло задля запобігання перегріву покрівлі та таке інше. Але, у ХХІ столітті, в епоху технічного прогресу, коли однією з першочергових завдань людства стоїть екологічна безпека планети, влаштування зелених покрівель є ключовим у вирішенні подібних питань — підвищення кількості зелених насаджень, створення додаткових екологічно чистих зон відпочинку посеред міста, співпраця з природою, а не безглузде її використання.

Вдалим прикладом впровадження «зелених покрівель» є школа художнього дизайну та медіа в Сінгапурі, збудована архітектурною фірмою CPGConsultans, де покрівля використовується не тільки для проведення часу студентів, але й для збору дощової води для догляду за озелененням. Житловий комплекс Waldspiral [6], спроектований дизайнером-архітектором Фріденсрайхом Хундертвасером, покритий не тільки газонами та квітами, а ще й чагарниками та деревами.

Аналізуючи подібне будівництво в Україні, можна навести приклади із залученням зеленої

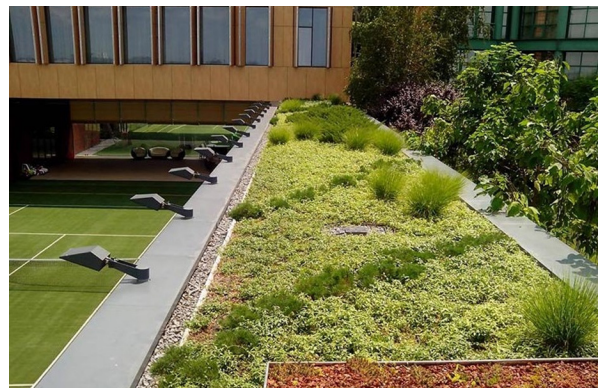
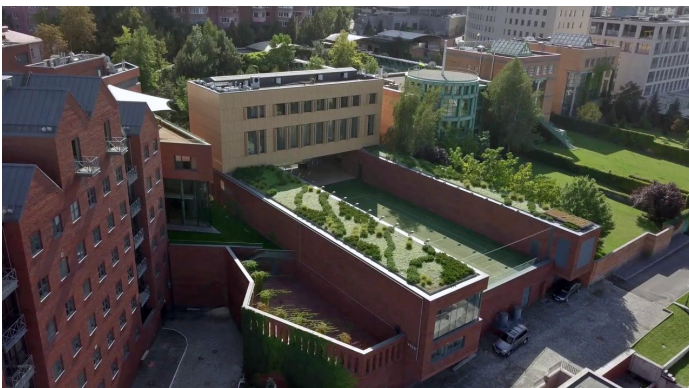


Рис. 1. Вілла Олімпія, м. Дніпро



Рис. 2. ТЦ Каскад Плаза, м. Дніпро

конструкції покрівлі на Вілла Олімпія (рис. 1) у нашому місті Дніпро, яка потрапила до міжнародного каталогу ZinCo, а також «зелений дах» торговельного центру «Каскад Плаза» (рис. 2) [7].

**Висновки.** В результаті аналітичного дослідження, встановлено, що на сьогоднішній день «зелена покрівля» — це не тільки декоративна прикраса передмістя, а й важлива функціональна частина міста, яка спрямована зробити життя у сучасному мегаполісі набагато комфортнішим та екологічно

чистим. Отже, безсумнівно варто впроваджувати «зелені покрівлі» в «зелене» будівництво України, що дозволить адаптувати європейські підходи до проектування енергоефективних будівель в країні.

Надалі, планується розробка методики раціонального проектування й розрахунку експлуатованої «зеленої покрівлі» із використанням сучасних матеріалів та конструктивно-технологічних особливостей влаштування подібних оздоблювальних робіт.

#### Література

1. Энергоэффективные конструкции в строительстве: электрон. учеб. пособие / А. В. Захаров, Е. Н. Сычкина, А. Б. Пономарев. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. 103 с. ISBN 978-5-398-01816-5
2. Ткаченко Т. Н. Энергоэффективность зеленых технологий в современных урбоценозах / Т. Н. Ткаченко, И. Крист, Ю. В. Полевая // Научно-технический сборник «Энергоэффективность в строительстве та архітектурі». К.: КНУБА, 2016. Вип. 8. С. 387–392.
3. Многофункциональность «зеленых» покрытий. URL: <http://architecture.az/index.php?newsid=144>
4. Зеленая кровля. URL: [https://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya\\_krovlya](https://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya_krovlya)
5. Lstiburek W. J. Seeing Red Over Green Roofs // ASHRAE. 2011. June.
6. ТОП-5 самых впечатляющих в мире зеленых крыш. URL: <https://www.zinco.ru/top-5-samyx-vpechatlyayushhix-v-mire-zelenyx-krysh/>
7. Зеленая крыша: как озеленяют кровли в Украине и мире. URL: <https://ecotechnica.com.ua/stati/979-zelenaya-krysha-kak-ozelenyayut-krovli-v-ukraine-i-mire.html>

УДК 676.058.1

**Коваленко Сергій Павлович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Коваленко Сергей Павлович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Kovalenko Serhii**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінський Олександр Олегович**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Александр Олегович**

*кандидат технических наук, доцент*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminskyi Oleksandr**

*PhD, Associate Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ  
ПЕРИФЕРИЧНОГО НАКАТУ ШЛЯХОМ  
ВИКОРИСТАННЯ ЦИЛІНДРІВ ВІДКРИТОГО ТИПУ  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ  
ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НАКАТА ПУТЕМ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ ОТКРЫТОГО ТИПА  
MODERNIZATION OF REEL  
BY USING OPEN-TYPE CYLINDERS**

**Анотація.** Наведено пропозицію щодо модернізації периферичного наката паперо- або картоноробної машини шляхом встановлення циліндра відкритого типу.

**Ключові слова:** накат, полотно, циліндр.

**Аннотация.** Описано предложение относительно модернизации периферического наката бумаго- или картоногелательной машины путем установки цилиндра открытого типа.

**Ключевые слова:** накат, полотно, цилиндр.

**Summary.** A proposal for modernization of roll for paper or cardboard machine by installing an open-type cylinder is described.

**Key words:** reel, cylinder, web.



На целюлозно-паперових виробництвах продукцію одержують у вигляді рулонів полотна паперу або картону. Для намотування рулонів використовуються накати. У складі сучасних паперо- та картоноробних машин застосовуються накаті периферичного типу (варіант такої конструкції зображений на рис. 1 [1]).

Особливістю накатів такого типу полягає у тому, що намотування полотна на тамбурний вал здійснюється шляхом його притискання до циліндра накату з системою охолодження, який обертається з постійною швидкістю.

Використання периферичного накату дозволяє забезпечити рівномірне щільне намотування рулонів у широкому діапазоні швидкостей і ширин паперо- та картоноробних машин. Намотування відбувається при незначному натяжінні полотна, що дозволяє зменшити кількість його обривів.

На сьогоднішній день циліндри накатів мають конструкцію закритого типу, що складається з циліндричної обичайки і приєднаних до неї по торцях кришок із цапфами. Циліндр накату охолоджується. Для цього всередині циліндра встановлюється трубчаста система з пристроями для підведення холодної і відведення нагрітої води, яка, за потреби, може бути доповнена елементами для підведення стиснутого повітря.

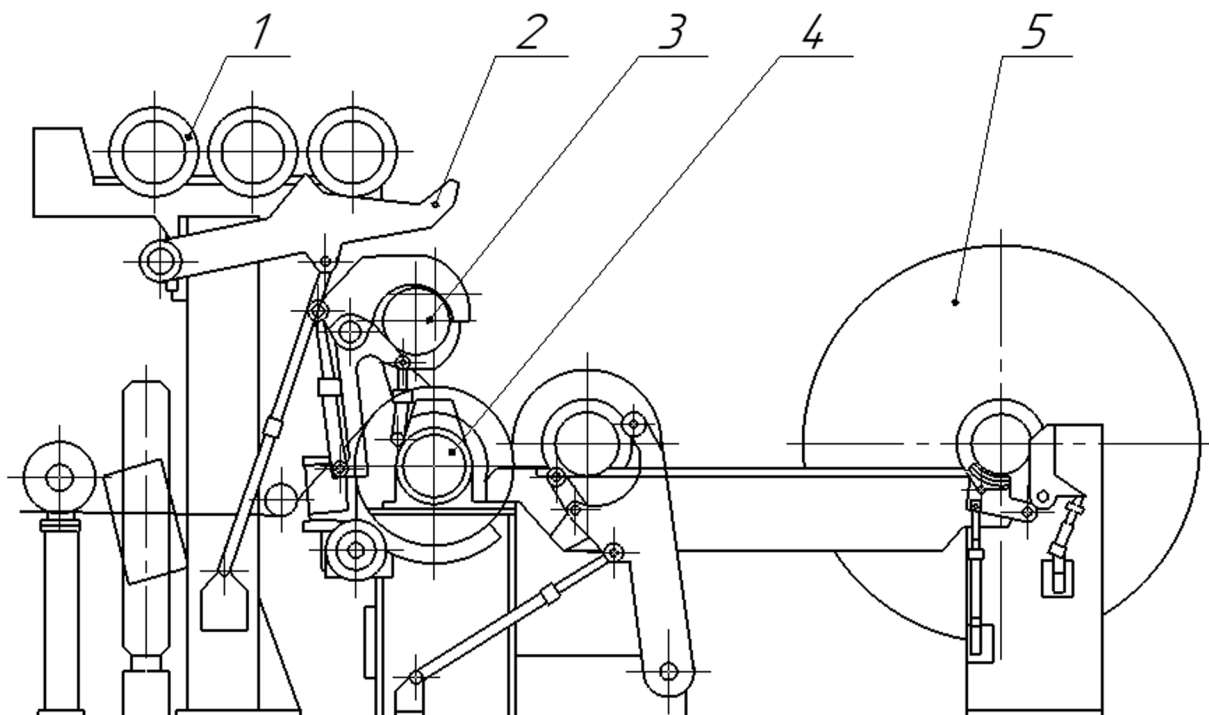
Така конструкція має ряд недоліків: складність виготовлення і монтажу, великі металовитрати, необхідність встановлення допоміжного обладнання системи охолодження.

Позбутися цих недоліків можливо, замінивши циліндр накату закритого типу конструкцією відкритого типу (рис. 2) [2], ідея якої полягає у тому, що оболонка циліндра накату встановлюється на суцільному валу за допомогою радіальних спиць. Оболонка закрита по торцях діафрагмами, за які заведені патрубки для підведення холодної і відведення теплої води.

Таке компонування циліндра дозволяє суттєво спростити та полегшити конструкцію і відкриває можливості для підвищення швидкості паперо- та картоноробних машин, а система підведення і відведення води дає можливість позбутися використання стиснутого повітря для відведення води.

Авторами публікації проведено розрахунки, які дозволяють вдосконалити зазначену конструкцію шляхом відмови від центрального валу і встановлення циліндра на окремі співвісні цапфи, утворені короткими валами з опорними елементами, що забезпечують переміщення води по стінці оболонки у осьовому напрямі. При цьому, у якості опорних елементів можуть бути використані спиці у наведеній конфігурації.

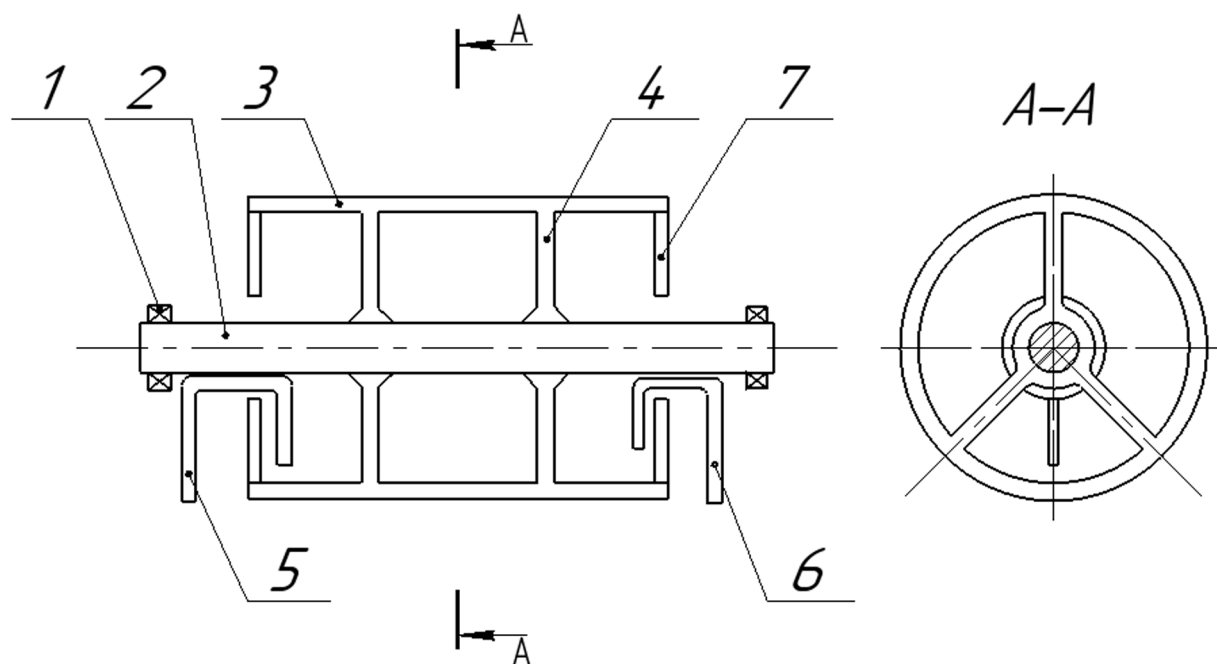
Отже, використання накатів з циліндрами відкритого типу дозволить спростити їх конструкцію та підвищити її ефективність. Такі циліндри можуть бути встановлені на нове обладнання, а також використані для модернізації обладнання вже задіяного на виробництві. Циліндри відкритого типу мають великий потенціал для використання і в інших частинах паперо- та картоноробних машин, ставши уніфікованою та універсальною складовою обладнання.



1 — магазин тамбурних валів; 2 — важіль подачі; 3 — робочий тамбурний вал;  
4 — циліндр накату; 5 — намотаний рулон

Рис. 1. Накат з пристроєм для автоматичної подачі тамбурних валів [1]





1 — підшипники; 2 — суцільний вал, 3 — оболонка; 4 — спиці; 5 — патрубок для підведення холодної води;  
6 — патрубок для відведення теплої води; 7 — діафрагма

Рис. 2. Циліндр накату відкритого типу

### Література

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб.: Политехника, 2005. 423 с.
2. Патент № 133228 України. МПК (2019.01) F01P 3/04, D21D 1/00. Циліндр холодильний / В.М. Марчевський, С.П. Коваленко; заявники Коваленко С.П., Марчевський В.М.; № у 2018 10834; заявл. 01.11.2018; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6.

УДК 676.056.712

**Кошурніков Максим Юрійович**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Кошурников Максим Юрьевич**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Koshurnikov Maksym**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінський Олександр Олегович**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Александр Олегович**

*кандидат технических наук, доцент*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminskyi Oleksandr**

*PhD, Associate Professor,*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИЛІНДРІВ ПАПЕРО- ТА КАРТОНОРОБНИХ МАШИН**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ БУМАГО- И КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН**

## **RESEARCH OF MODERN DESIGNS OF COOLING CYLINDER DESIGNS OF PAPER AND CARDBOARD MACHINES**

**Анотація.** На основі результатів проведеного патентного дослідження виділено та описано нетривіальні рішення при вдосконаленні конструкцій холодильних циліндрів паперо- та картоноробних машин.

**Ключові слова:** картоноробна машина, папероробна машина, охолодження, полотно, циліндр.

**Аннотация.** На основе результатов проведенного патентного исследования выделено и описано нетривиальные решения при усовершенствовании конструкций холодильных цилиндров бумаго- и картоноделательных машин.

**Ключевые слова:** картоноделательная машина, бумагоделательная машина, охлаждение, полотно, цилиндр.

**Summary.** Based on the results of the patent research, highlighted and described non-trivial solutions for improving the designs of cooling cylinders of paper and cardboard machines.

**Key words:** cardboard machine, paper machine, cooling, web, cylinder.

У целюлозно-паперовій промисловості для сушіння паперового та картонного полотна найбільшого застосування набули контактні сушильні установки у складі паперо- або картоноробних машин (сушильні частини). Основні вузли сушильних частин — це сушильні, сукносушильні і холодильні циліндри. Холодильні циліндри призначені для охолодження і часткового зволоження полотна. Для цього один або два такі циліндри встановлюються в кінці сушильної частини [1].

Процес охолодження на холодильних циліндрах дозволяє знизити температуру полотна з 90...85 до 55...50, та збільшити його вологість на 1,5...2,5% за рахунок конденсації водяних парів на поверхні циліндрів, що призводить до підвищення пластичності без зменшення міцності полотна. Цей процес значно покращує якість полотна після каландрування та знижує ймовірність його обриву. [2]

Необхідність підвищення ефективності охолодження та часткового зволоження полотна, зниження енерговитрат і зменшення металоємності холодильних циліндрів зумовлює активний пошук інженерних рішень для розробки нових конструкцій. Результати проведеного патентного дослідження підтверджують актуальність робіт у цьому напрямі, і дозволяють виділити деякі нетривіальні підходи до вдосконалення холодильних циліндрів.

На рисунку 1 наведена конструкція холодильного циліндра з перфорованою оболонкою [3].

За задумом цієї конструкції картонне або паперове полотно з сушильної частини надходить на зовнішню поверхню холодильного циліндра, який обертається. Холодна вода подається в патрубок підведення під тиском, у результаті чого вона потрапляє у внутрішню порожнину циліндра. Під дією

відцентрової сили вона проходить через отвори подачі води на периферію та рівномірно розподіляється на внутрішній поверхні оболонки. Внаслідок контакту з оболонкою циліндра, відбувається передача тепла від гарячого полотна до холодної води. Нагріта полотном вода відводиться з внутрішньої поверхні циліндра через отвори відведення і потрапляє у канал сполучення з патрубком відведення, через який видаляється з циліндра.

Оптимальний кут охоплення циліндра складає 250...330, а оптимальна площа отворів складає 0,5...2,5% від всієї площі зовнішньої оболонки [3].

Холодильний циліндр, конструкція якого наведена на рис. 2 [4], працює наступним чином: полотно подається на зовнішню поверхню циліндричної оболонки, що обертається. Охолоджувальна вода під тиском подається в циліндр і розподіляється по впускним стоякам, по яким вона підводиться до внутрішньої поверхні теплообміну. Під дією відцентрової сили вода проходить по гвинтовому каналу, рівномірно розподіляючись по всій внутрішній поверхні циліндричної оболонки. Через стінку оболонки відбувається теплообмін між водою і полотном, внаслідок чого полотно охолоджується, а вода — нагрівається. Нагріта вода надходить у впускні стояки, через які відводиться з циліндра.

Отже, аналіз результатів проведеного патентного дослідження свідчить про активний пошук інженерних рішень і широку варіативність підходів до вирішення задачі інтенсифікації теплообміну при охолодженні полотна. Однак, у більшості розглянутих конструкцій (з наведеними включно) покращення умов теплообміну досягається ціною їх ускладнення, що вказує на доцільність подальших розробок щодо вдосконалення холодильних циліндрів.

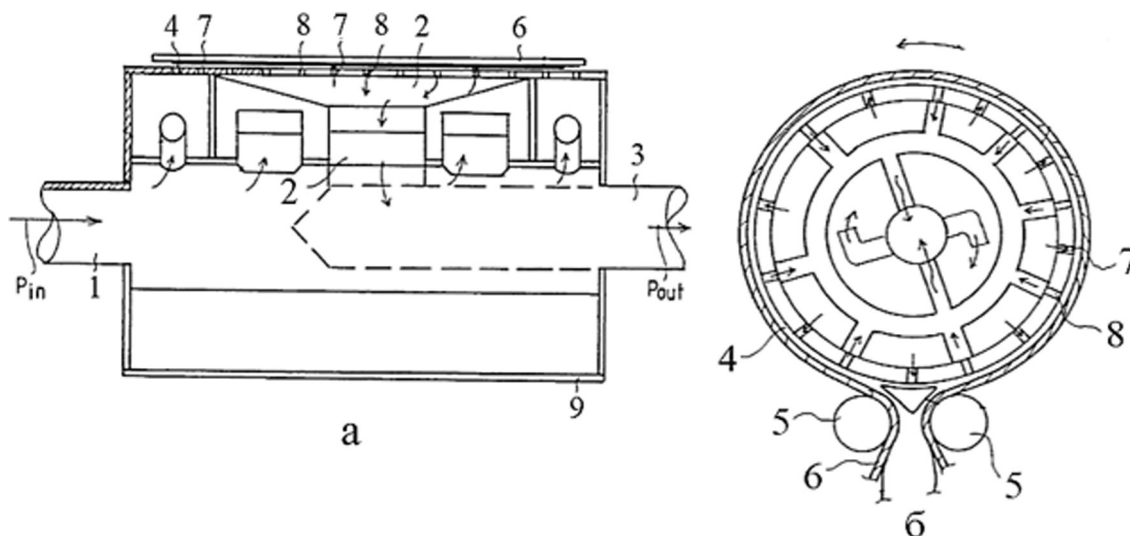


Рис. 1. Схема конструкції холодильного циліндра з перфорованою оболонкою [3]:

а) поздовжній розріз; б) поперечний розріз;

- 1 — патрубок подачі холодоагента; 2 — канал сполучення з патрубком відведення; 3 — патрубок відведення; 4 — підтримуюча стрічка; 5 — напрямний ролик; 6 — полотно; 7 — отвори подачі холодоагента на периферію; 8 — отвори відведення холодоагента з периферії; 9 — зовнішня оболонка

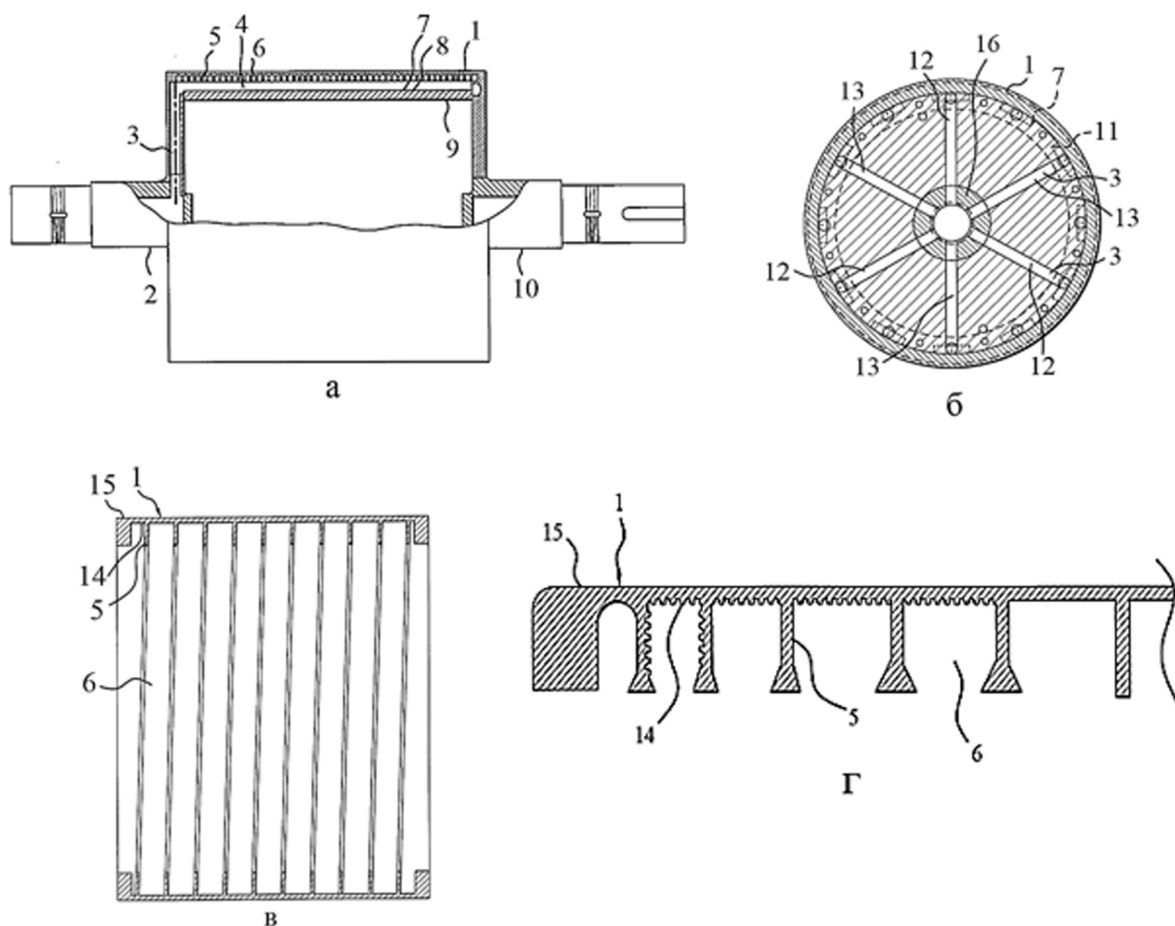


Рис. 2. Холодильний циліндр [4]:

а) загальний вигляд циліндра; б) поперечний розріз циліндра; в) канавки зовнішньої оболонки;

г) канавки на оболонці циліндра;

1 — циліндрична оболонка; 2 — лицьова цапфа; 3 — стояки; 4 — порожнина; 5 — перегородки;  
 6 — гвинтовий канал; 7 — обичайка; 8 — зовнішня поверхня обичайки; 9 — внутрішня поверхня обичайки;  
 10 — приводна цапфа; 11 — канавки; 12 — випускні стояки; 13 — впускні стояки; 14 — внутрішня поверхня оболонки; 15 — зовнішня поверхня оболонки; 16 — ступиця

### Література

1. Чичаев В. А., Глезин М. Л., Евдокимова В. А. и др. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2 Бумагоделательные машины. М.: Лесная пром-сть, 1981. 264 с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3-х томах. Т. II Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб: Политехника, 2005. 423 с.
3. Method and device for drying or cooling a paper web: pat. US 5,575,084 B2: Int. Cl. F26B 13/20 / Inventor: Vesa Vuorinen, Turku, Finland; Assignee: Valmet Corporation, Helsinki, Finland; Jun. 7, 1995.
4. High production chill roll: pat. US 5,983,993: Int. Cl. F28D 11/02; Inventors: Carter H. Watson, Allan A. Whillcock, Charles E. Gibbons; Assignee: International Paper Company, Tuxedo Park, N. Y.; Aug. 30, 1996.



УДК453.14

**Лебідь Вікторія Вікторівна**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет

**Лебедь Виктория Викторовна**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры международных перевозок и таможенного контроля  
Национальный транспортный университет

**Lebid Viktoriia**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of  
International Transportations and Custom Control  
National Transport University

**Ніколаєнко Анжела Сергіївна**

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти  
кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національного транспортного університету

**Николаенко Анжела Сергеевна**

получатель второго (магистерского) уровня высшего образования  
кафедры международных перевозок и таможенного контроля  
Национального транспортного университета

**Nikolaienko Anzhela**

Applicant for the second (master's) level of higher education of the  
Department of International Transportations and Custom Control  
National Transport University

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИБОРУ СПОСОБУ ДОСТАВКИ ПОШТОВИХ ВІДПРАВЛЕНЬ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫБОРА СПОСОБА ДОСТАВКИ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ

## STUDY OF THE ADVISABILITY OF SELECTING A METHOD FOR DELIVERING POSTAL CONSIGNMENTS

**Анотація.** Проаналізовано та охарактеризовано умови доставки замовлень — одне з ключових питань ще з часу появи ніші електронної комерції як такої. Описано умови впровадження поштових відправлень. Визначено актуальність теми дослідження розвитку поштових відправлень у сучасному суспільстві, через брак часу на походи у звичайні магазини.

**Ключові слова:** електронна комерція, поштові відправлення, доставка товарів, транспортні компанії.

**Аннотация.** Проанализированы и охарактеризованы условия доставки заказов — одно из ключевых вопросов еще со времен появления ниши электронной коммерции как таковой. Описаны условия внедрения почтовых отправок. Определена актуальность темы исследования развития почтовых отправок в современном обществе, из-за недостатка времени на походы в магазины.

**Ключевые слова:** электронная коммерция, почтовые отправления, доставка товаров, транспортные компании.

**Summary.** The conditions of order delivery have been analyzed and characterized – one of the key issues since the emergence of the e-commerce niche as such. The conditions for the introduction of postal items are described. The relevance of the topic of research on the development of postal items in modern society, due to lack of time for trips to regular stores, is determined.

**Key words:** e-commerce, postal items, delivery, transport companies.

**Постановка проблеми.** Організація доставки замовлень — одне з ключових питань ще з часу появи ніші електронної комерції як такої. І досі багато гравців на цьому ринку не в змозі запропонувати досить широкий вибір варіантів доставки, щоб задовольнити потреби своїх покупців. Українці щорічно збільшують кількість отриманих і відправлених посилок.

**Мета статті** — проаналізувати та обрати оптимальний вибір доставки поштових відправлень, таким чином зменшивши витрати на перевезення і, як наслідок, підвищити фінансові показники підприємства.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно з даними Державної служби статистики (Держстат) в 2019 році обсяг послуг у сфері поштового та кур'єрської діяльності збільшився на 23% до 7,55 млрд. гривень. 27% послуг отримало населення, 66% — підприємства. Одним з найважливіших двигунів цього процесу, як і в усьому світі, є розвиток електронної комерції. Українці все частіше замовляють товари через вітчизняні та іноземні інтернет-сайти.

Ця тема досить актуальна у сучасному суспільстві, через брак час на походи у звичайні магазини. Але разом з ростом кількості замовлень онлайн, на звичному рівні повинні залишатися якість, швидкість і надійність доставки. Вся справа в очікуваннях різних категорій покупців: якщо одні готові почекати, заощадивши на вартості доставки, то інші, навпаки, готові заплатити більше, але куплений товар потрібен їм якомога швидше. І завдання власника бізнесу — задовольнити потреби кожного з цих типів клієнтів.

Існує декілька основних способів організації доставки замовлень з інтернет-магазину покупцеві, у кожного з яких є свої особливості. Один варіант краще підходить на старті, інший буде більш оптимальним для бізнесу з великими оборотами, в загальному плюсів і мінусів вистачає. Тому доцільно буде розглянути можливі варіанти доставки різними службами, та визначити найбільш доцільний варіант за таки-

ми критеріями, як: швидкість, вартість доставки, якість, програма лояльності для постійних клієнтів. Тому розглянемо більш детально різні способи доставки, які на даний момент пропонують основні компанії на ринку перевезень.

Доставка товарів кур'єром — цей спосіб організації доставки замовлень найбільш доцільний у великих містах і практично не має попиту з боку покупців у регіонах. Основний плюс в тому, що доставка кур'єром дає можливість клієнту отримати свій товар у той же день або протягом 24 годин.

Кур'єрська доставка, що називається «до дверей», зазвичай коштує дорожче, ніж відправлення поштою або транспортною компанією, тому рекомендувати цей варіант можна для негабаритні товарів.

Транспортні компанії, які займаються доставкою різних посилок, зокрема і замовлень з інтернет-магазинів, успішно працюють у всіх країнах СНД уже не перший рік. В Україні найбільш популярна «Нова Пошта», про яку чув уже, напевно, кожен користувач мережі. Практично всі великі українські інтернет-магазини пропонують можливість доставки за допомогою цієї транспортної служби як одну з опцій.

Основні конкуренти «Нової пошти» — такі компанії, як «Ін-Тайм» і «Міст Експрес». Фактично це трійка лідерів на ринку, оскільки через несприятливу ситуацію в економіці ускладнюється поява нових операторів.

Серед переваг цього способу доставки можна назвати такі:

- висока швидкість доставки, у декілька разів швидше, ніж звичайною поштою;
- надійність, оскільки компанії дорожать своєю репутацією;
- можливість доставки габаритних вантажів, наприклад меблів.

Мабуть, єдиним недоліком такого варіанта роботи можна назвати високу вартість при доставці габаритних товарів. Але варто відзначити, що з кожним роком її ціна знижується.

Таблиця 1

Порівняння вартості доставки посилок різними службами, ціни в грн

	Нова Пошта	Укрпошта	Міст Експрес	Інтайм	Делівері	Justin
Вага: 0,5 кг Габарити: 17x12x10	40	26	52	32	36	37
Вага: 10 кг Габарити: 60x35x29	80	94	75	94	46	57
Вага: 20 кг Габарити: 123x80x37	348	123	975	235,5	280	До 90 см

Таблиця 2

## Порівняння служб доставки

	Нова Пошта	Укрпошта	Meest Express	Інтайм	Делівері	Justin
Кількість відділень	5000+	11 500	2654	600+	1800	500+
Сроки доставки	1–2 дні	1–6 днів	1–3 дні	1–2 дні	1–3 дні	1–2 дні
Мобільний додаток	+	+	+	+	+	—
Програма лояльності	+	+	+	—	+	—
Міжнародна доставка	+	+	+	+	+	+
Фулфілмент	+	—	—	+	—	—
Доставка крупногабаритних вантажів	+	+	+	+	+	—

Основний аргумент на користь доставки замовлень транспортними компаніями — швидкість, особливо якщо йдеться про великі міста.

Вартість доставки — один з найважливіших критеріїв вибору служби. У компаній різні тарифи, які залежать від ваги, габаритів і відстані між пунктами призначення. Нам стало цікаво, з якими компаніями вигідніше відправляти маленькі посилки, а з якими — великі. Для порівняння, взято за приклад посилки з однаковими габаритами і вагою, та один із популярних ж маршрутів з Києва до Одеси. Дізнатися точну вартість доставки допомогли калькулятори на сайтах служб [1].

Виявилося, що невеликі вантажі дешевше перевозити службами Укрпошта (26 грн) та Автолюкс (27 грн). Середні — Делівері (46 грн) та Міст Експрес (75 грн). А для великих дешевше використовувати Укрпошту (123 грн) та Інтайм (235,5 грн).

Найдорожче перевозити невеликі вантажі в службах Міст Експрес (52 грн) та Нова Пошта (40 грн). Середні — в службах Укрпошта (94 грн) та Інтайм (94 грн). А за доставку об'ємних вантажів найбільше доведеться заплатити Міст Експресу (975 грн).

Лідер ринку Нова Пошта утримує середні ціни в різних категоріях доставки, що трохи здивувало, адже вона має репутацію служби з завищеними цінами. Також виявилося, що з Укрпоштою, яка відома як найдешевша служба доставки в Україні, порівняно дорого надсилати середні посилки.

Представлено порівняння служб доставки з інтернет-магазинів за декількома критеріями: кількість відділень, терміни доставки, наявність мобільного застосування та програми лояльності, наявність міжнародної доставки, фулфілмент і доступність транспортування великогабаритних вантажів.

Безсумнівним лідером ринку за кількістю відділень є «Укрпошта» (11500 відділень). Також великими мережами відділень володіють Meest Express і «Нова Пошта».

Строки доставки у компаній в цілому однакові — 1 день між великими містами і 2+ днів в невеликі населені пункти. «Укрпошта», наприклад, пропонує два тарифи — стандарт і експрес. Виходячи з цього,

відправлення за нижчою вартістю буде доставлено пізніше [2].

Також цікавий формат для ринку — розміщення почтоматов і міні-відділень у великих супермаркетах (Сільпо, Фора). За таким принципом працює компанія Justin [3].

Поштомати. — це автоматизована станція для отримання відправлень, яка за своїм зовнішнім виглядом нагадує камери схову в супермаркетах. Нововведення на ринку, призначене для обслуговування приватних клієнтів

Принцип простий: при виборі цього методу доставки покупець отримує на вказаний номер телефону номер комірочки і місце розташування поштомату, а також код, який її відкриває. Забирати посилку дійсно зручно, адже зробити це можна практично в будь-який час, уникаючи при цьому черг, як у випадку зі звичайною поштою, але цей варіант підходить тільки для невеликих відправлень, що є значним мінусом.

Пункти самовивезення. Привілей, який можуть собі дозволити, мабуть, тільки великі інтернет-магазини в ключових для свого бізнесу містах. Йдеться про спеціальний склад/офіс, де покупець може показати паспорт або інше посвідчення особи і забрати своє замовлення на місці. Серед плюсів цього методу — зручність для покупця і безкоштовність, оскільки він сам забирає товар. Крім того, при отриманні є можливість прийняти готівку.

Отже можна зробити висновки про те, що при виборі виду доставки та компанії, яка буде здійснювати доставку, необхідно виділити декілька основних критеріїв які важливі для клієнта такі, як час і вартість. Посилки різних габаритів вигідно буде відправляти різними службами доставки, так невеликі вантажі дешевше перевозити службами Укрпошта та Автолюкс, середні — Делівері та Міст Експрес, а для великих — Укрпошта та Інтайм. Найшвидшою серед усіх буде Нова Пошта, а від Укрпошти прийдеться довше чекати своє замовлення. Кожна з описаних нами служб доставки має як плюси, так і мінуси. Таким чином, необхідно обирати службу, яка відповідатиме саме власним вимогам.

#### **Література**

1. Щодо основних способів організації доставки замовлень. Журнал «PaySpaceMagazine». URL: <https://psm7.com/articles/bystree-deshevle-loyalnee-obzor-ukrainskix-sluzhb-dostavki.html> (дата звернення: 20.10.2020)
2. Щодо порівняння українських служб доставки. Журнал «Хорошоп». URL: <https://horoshop.ua/ua/blog/obzor-ukrainskikh-sluzhb-dostavki/> (дата Звернення: 20.10.2020)
3. Огляд українських служб доставки. URL: <https://horoshop.ua/ua/blog/obzor-ukrainskikh-sluzhb-dostavki/> (дата звернення: 21.11.2020)



УДК 004.451.25:[622.788:621.867]

**Лобов Вячеслав Йосипович**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій  
Криворізький національний університет*

**Лобов Вячеслав Иосифович**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры автоматизации, компьютерных наук и технологий  
Криворожский национальный университет*

**Lobov Viacheslav**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Kryvyi Rih National University*

**Митрофанов Олександр Вячеславович**

*аспірант кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій  
Криворізького національного університету*

**Митрофанов Александр Вячеславович**

*аспирант кафедры автоматизации, компьютерных наук и технологий  
Криворожского национального университета*

**Mytrofanov Oleksandr**

*Graduate Student of the  
Kryvyi Rih National University*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-19-6678

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ ЗАЛІЗОРУДНИХ ОБКОТИШІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

## **STUDY OF THE PROCESS OF CONTROL OF HEAT TREATMENT OF IRON ORE ROLLS USING THE NEURAL NETWORK**

**Анотація.** На основі аналізу існуючих способів управління процесом термічної обробки залізорудних окатишів на машині конвеєрного типу обґрунтовано необхідність розробки нових більш точних способів управління регламентними параметрами технологічних зон, враховуючи вплив на них сусідніх зон. Досліджено можливість підтримки регламентних параметрів технологічних зон з використанням технологій штучних нейронних мереж. Визначено структуру штучної нейронної мережі для технологічної зони, враховуючи взаємозв'язок з сусідніми зонами, фізико-хімічні властивості окатишів і швидкість переміщення візків конвеєрної стрічки протягом технологічної зони. Виконано комп'ютерне моделювання технологічної першої зони сушіння, яка взаємопов'язана з другою зоною сушіння і зоною охолодження, що дозволило створити модель системи, яка забезпечила стабілізацію температури верхнього шару окатишів у першій зоні сушіння на базі нейромережевої адаптації параметрів температури теплоносія газоповітряного потоку.

**Ключові слова:** машина конвеєрного типу, сушіння, залізорудні обкотиші, технологічна зона, нейронна мережа.

**Аннотация.** На основе анализа существующих способов управления процессом термической обработки железорудных окатышей на машине конвейерного типа обоснована необходимость разработки новых более точных способов управления регламентными параметрами технологических зон, учитывая влияние на них соседних зон. Исследована возможность поддержки регламентных параметров технологических зон с использованием технологий искусственных нейронных сетей. Определена структура искусственной нейронной сети для технологической зоны, учитывая взаимосвязь с соседними зонами, физико-химические свойства окатышей и скорость перемещения тележек конвейерной ленты в течение технологической зоны. Выполнено компьютерное моделирование технологической первой зоны сушки, которая взаимосвязана со второй зоной сушки и зоной охлаждения, что позволило создать модель системы, которая обеспечила стабилизацию температуры верхнего слоя окатышей в первой зоне сушки на базе нейросетевой адаптации параметров температуры теплоносителя газовой воздушной смеси.

**Ключевые слова:** машина конвейерного типа, сушка, железорудные окатыши, технологическая зона, нейронная сеть.

**Summary.** Based on the analysis of existing methods for controlling the process of heat treatment of iron ore pellets on a conveyor-type machine, the need to develop new more accurate methods for controlling the regulatory parameters of technological zones is substantiated, taking into account the influence of neighboring zones on them. The possibility of supporting the regulatory parameters of technological zones with the use of artificial neural network technologies has been investigated. The structure of an artificial neural network for the technological zone has been determined, taking into account the relationship with neighboring zones, the physical and chemical properties of the pellets and the speed of movement of the conveyor belt carts during the technological zone. Computer simulation of the technological first drying zone was carried out, which is interconnected with the second drying zone and the cooling zone, which made it possible to create a model of the system, which ensured the stabilization of the temperature of the upper layer of the pellets in the first drying zone based on the neural network adaptation of the temperature parameters of the coolant of the gas-air flow.

**Key words:** conveyor type machine, drying, iron ore rolls, technological zone, neural network.

**Постановка проблеми.** У сучасних випалювальних машинах конвейерного (ВМКТ) типу ОК-306, ОК-1-324/336, LURGI-278A та інших передбачені наступні технологічні зони (ТЗ): сушіння (ЗС), попереднього нагрівання (ЗПН), випалювання (ЗВ), рекуперації (ЗР) та охолодження (ЗО). В залежності від типу ВМКТ, вони мають різну кількість ТЗ і потребують для кожної ТЗ різні регламентні параметри для якісного оброблення обкотишів у цих зонах [1; 2].

Більшість існуючих способів і методів автоматизованого керування процесом термічного оброблення обкотишів на ВМКТ розглядають як незалежне керування окремими ТЗ або агрегатами, або локальними процесами. При цьому не враховують одну з головних особливостей ТЗ — взаємозв'язок між собою технологічних зон. Це не дозволяє комплексно врахувати для кожної ТЗ чітку і повну виробничу інформацію. Одночасно, не враховуються більшість зворотних зв'язків (ЗЗ) між ТЗ, що приводить до постійних, переважно неконтрольованих, коливань якісних та кількісних показників обкотишів, що обробляються на сусідніх взаємопов'язаних ТЗ. Зазначене вимагає постійного втручання у хід технологічного процесу з метою переналаштування режимних параметрів кожної ТЗ, тому усунення таких недоліків вимагає подальшого дослідження системних зв'язків і вдосконалення методу узгодженого керування технологічними зонами ВМКТ із застосуванням сучасних підходів на базі нечіткої логіки або штучних нейронних мереж (НМ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Створенню та модернізації систем керування процесом

термічного оброблення обкотишів на ВМКТ присвячено багато науково-дослідних робіт зарубіжних та вітчизняних вчених [3–5]. При керуванні цим процесом використовуються такі критерії як стабілізація гранулометричного складу сирих обкотишів при сталій або максимальній продуктивності ВМКТ [6], стабілізація продуктивності агрегату [7], мінімізація витрат енергоспоживання [8], стабілізації ГПП у кожній технологічній зоні [9], та впродовж ВМКТ [10]. Проте дослідники при проведенні досліджень не враховують, що ТЗ, в силу конструктивних особливостей ВМКТ, не є повністю ізольованими і здійснюють взаємний вплив на температурні режими сусідніх ТЗ, в яких протікають ці процеси. Це приводить до невисокої точності та невідповідності регламентним параметрам ТЗ і, як наслідок виготовлення некондиційних готових обкотишів.

Іншою альтернативою є способи керування процесом оброблення обкотишів на ВМКТ шляхом автоматичної стабілізації параметрів температури ГПП у конкретній ТЗ і впровадження у виробництво локальних систем [11–13]. Основними недоліками цього способу керування є потреба враховувати фізико-хімічні параметри обкотишів, що вже оброблені у попередніх ТЗ, висота шару обкотишів на візках КС і швидкість їх переміщення впродовж ТЗ. При таких способах керування виникає суттєва похибка при вимірюваннях і тому складно забезпечити регламентний температурний режим впродовж усіх ТЗ машини та мінімізувати витрати енергоносіїв.

**Постановка задачі.** Існуючим способам керування процесом оброблення обкотишів на ВМКТ притаманні суттєві недоліки, що для забезпечення

регламентних параметрів технологічного процесу в ТЗ не враховуються вплив цих параметрів від сусідніх ТЗ і швидкість переміщення візків КС впродовж ТЗ. Отже існує необхідність розробки нових високоточних способів керування процесом оброблення обкотишів на ВМКТ. Регламентні параметри ТЗ значення такі, як рівень вологи і висоти шару обкотишів на візках КС, температура теплоносія ГПП, що приходить із попередньої ТЗ, швидкість переміщення візків КС змінюються в значних діапазонах і суттєво впливають на температуру верхнього шару обкотишів, вологість і висоту шару обкотишів на виході із ТЗ. Насамперед, вказані регламентні параметри ТЗ в повному обсязі на виробництві неможливо визначити засобами, що вимірюють, і використати для проведення кореляційного аналізу і подальшого знаходження взаємозв'язків між конкретними ТЗ. Встановити залежності між цими параметрами достатньою важко при математичному опису процесу керування обробленням обкотишів на ВМКТ. Проте, розвиток інформаційних технологій дозволяє суттєво підвищити точність визначення регламентних параметрів ТЗ шляхом застосування керування ТП у ТЗ штучної нейронної мережі (НМ) [14; 15].

**Основна частина.** Основною автоматизації процесу керування термічним обробленням обкотишів на ВМКТ є застосування НМ у кожній ТЗ. НМ виконує автоматизований збір, обробку вимірних характеристик для кожного блоку управління ТЗ і видає на основі прогнозування вхідних даних висновок про її стан. Як показали результати моделювання різних типів НМ, для автоматизації термічного процесу оброблення обкотишів найбільш прийнятною є застосування НМ типу Feed-forward distributed time delay (пряма розподілена затримка). Управління ТЗ із прогнозом використовує принцип мінливого обрію. Нейромережева модель керованого технологічного процесу передбачає реакцію управління ТЗ на певному інтервалі часу в майбутньому. Пророцтва використовуються програмою чисельної оптимізації для того, щоб обчислити керуючий сигнал, який мінімізує наступний критерій якості управління [14].

Для дослідження взаємозв'язку між взаємопов'язаними ТЗ на ВМКТ у програмі «Simulink» середовища Matlab, використовуючи графічний інтерфейс, створено власну НМ, наприклад, для ЗСІ. Так, як ВМКТ має дві зони сушіння (ЗСІ) і (ЗСІІ) з протилежним напрямком подачі теплоносія газоповітряного потоку (ГПП). Це необхідно для забезпечення регламентних параметрів сушіння у шарі обкотишів на візках конвеєрної стрічки (КС). У ЗСІ теплоносій ГПП із температурою 300–350° подається димососом із зони охолодження ВМКТ і, проходячи через шар обкотишів, нагріває і підсушує його знизу, а потім викидається в димову трубу. Іншим димососом у ЗСІІ подається теплоносій ГПП із температурою 250 ÷ 350 °С із колектора

відпрацьованих газів ЗВ. Вторинний теплоносій із зони охолодження ВМКТ через колектор прямого перетікання з температурою на рівні 700 ÷ 800 °С подається у ЗСІІ, а відпрацьовані гази скидаються в димову трубу. Регулюючи подачу і відсмоктування теплоносія ГПП через шар обкотишів підтримують у ЗСІІ розрідження на рівні 10–50 даПа, а горн ЗСІ працює під розрядження 30 ÷ 100Па.

Для створення НМ на вхід подаємо масиви вхідних даних:  $\bar{X} = [\Psi_1; H_1; T_{p1}; V_{kv}, \beta]$ , а потім вихідних —  $\bar{Y} = [T_{sh1}; \Psi_2; H_2]$ , отриманих із виробничих експериментів. У масивах позначено:  $\Psi_1$  — значення вологи обкотишів на візках КС, %;  $H_1$  — рівень висоти шару сирих обкотишів на візках КС, мм;  $T_{p1}$  — температура теплоносія ГПП, що приходить із ЗОП, °С;  $V_{kv}$  — швидкість переміщення візків КС, м/с;  $\beta$  — основність сирих обкотишів;  $T_{sh1}$  — температура верхнього шару обкотишів, що виходять із ТЗ, °С;  $\Psi_2$  — вологість обкотишів на виході із ТЗ, %;  $H_2$  — висота шару обкотишів на виході із ТЗ, мм.

При визначенні вимог до входів, необхідних для роботи схеми автоматизації ЗСІ, заснованої на НМ, проаналізовані та оброблені експериментальні данні, що отримані із скріншотів працюючих у промислових умовах ВМКТ. Набір вхідних даних, отриманий при дослідженні технологічної зони (вектор стану зони), відображає мінімум, за яким можна визначити її стан. Дані являють собою послідовність числових значень-координат перехідної характеристики (у векторній формі), знятих через певні, рівні проміжки часу в певному обмеженому діапазоні.

При створенні нейронної мережі Network / Data Manager у командному вікні MATLAB вводимо команду `>> nntool` і задамо послідовність входів і цілей у робочій області GUI-інтерфейсу, використовуючи вікно Create New Data. Після створення нової НМ для ЗСІ визначено діапазони вхідних параметрів і встановлено кількість нейронів (Number of neurons) першого шару (Layer 1) рівним двом, а решту при створенні мережі залишимо за замовчуванням. Після цього виконано ініціалізацію мережі за допомогою закладки Initialize. Це дозволило відкриття діалогової панелі Network: ЗСІ.

На основі введених даних виконано тренування НМ, яка підлаштована так, що конкретні дані на вході призводить до отримання певних цільових даних на виходах. Після завантаження функції `nnstart` і відкриття діалогової панелі Welcome to Neural network Start і вибрано пристрої введення-виведення і підгонки кривої — Fitting fpp. У вікні Select Data встановлені вхідні та вихідні дані (`vxid` і `vuxid`), що присутні в НМ та зразки, що встановлені у стовбці. У інших вікнах програми встановлюємо: відсотки зразків, які використовуються: для навчання (Training), перевірки (Validation) і тестування (Testing), кількість прихованих нейронів (Number of Hiddtn Neurons), алгоритм навчання, наприклад, Levenberg-Marquardt (Левенберг-Марквард).

Результат навчання НМ при різних кількості прихованих нейронів (10, 30 і 50) представлено у файлі Neural Network Training (nntraintool). При цьому 100% даних розподілено так: на навчання 70%, перевірку і тестування по 15%.

Результати навчання НМ наведено на рис. 1, де якість навчання НМ на обраній навчальній послідовності відображається відповідними графіками. Видно, що до кінця процесу навчання помилка стає дуже малою. Neural Network підтримує різні алгоритми навчання, в тому числі кілька методів градієнтного спуску і сполучених градієнтів, метод Левенберга-Марквардта (LM) і пружний алгоритм зворотного поширення (RProp). Графіки після обробки результатів для аналізу якості мережі, що включають середньоквадратичну помилку на валідаційні наборі даних для послідовних епох навчання (рис. 1) відповідно для 10, 30 і 50 прихованих нейронів. Найменша кількість трьох епох досягається при наявності 30 прихованих нейронів. Навчальний стан із навчань нейронної мережі (сюжет) представлено на рис. 1, г), д), е) показує, що найкращі показники відповідають НМ при 30 прихованих нейронах.

Слід зазначити, що в даному випадку точність апроксимації заданої функції вийшла не дуже високою — максимальна абсолютна похибка становить 0.055, відносна — 5.5%, у чому можна перекоонатися, переглянувши значення помилок (ЗСІ\_errors) або виходів (ЗСІ\_outputs) мережі. Зауважимо, що точність апроксимації тут можна було б підвищити, конструюючи мережу з великим числом нейронів, але при цьому необхідна і більш представницька навчальна вибірка. Гістограми похибки, що представлені на рис. 2, а), б), в) показали, що найменша похибка для етапів навчання, валідації та тестування досягається при 30 прихованих нейронах.

Лінійні регресії між виходом НС і цілями при 10, 30 і 50 прихованих нейронах відповідно представлені на рис. 2, г), д), е). Для оцінки точності апроксимації характеристик оброблення інформації НМ використаємо середньоквадратичну похибку виду (MSE) [16]:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y[k+1] - \hat{y}_i[k+i])^2,$$

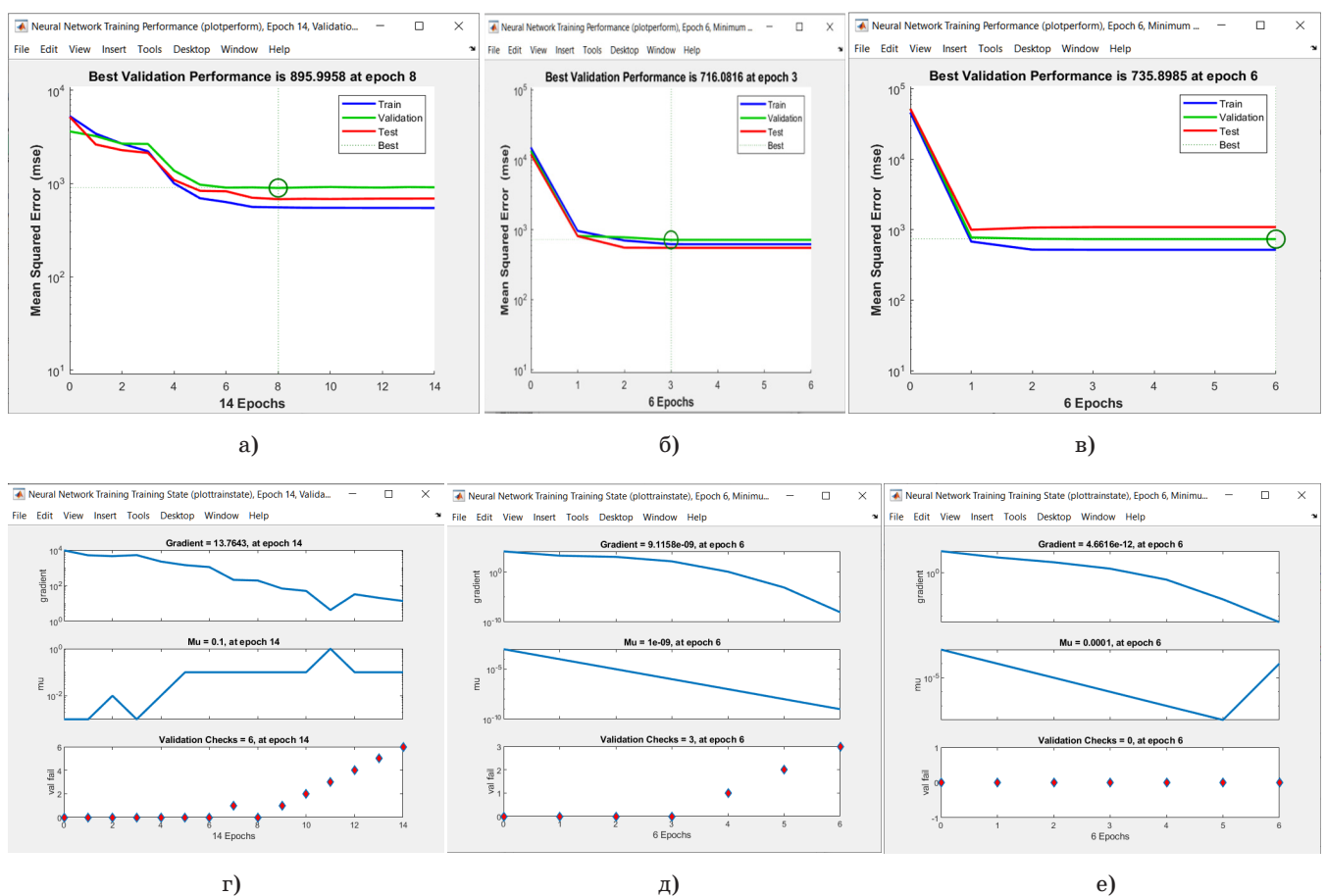


Рис. 1. Результати навчання:

а), б) і в) — зміна помилки мережі в процесі навчання;  
г), д) і е) — навчальний стан із навчань нейронної мережі (сюжет);  
а) і г) — для 10, б) і д) — 30; в) і е) — для 50 прихованих нейронів



де  $y[k+i]$  — складова вектору вихідних значень об'єкту  $Y$ ;  $y[k+i]$  — складова вектору вихідних значень моделі процесу  $\hat{Y} = [y[k] \ y[k+1] \dots \ y[k+N]]^T$

Згідно даних (табл. 1 і табл. 2) найкращі показники моделювання навчання із використаннями алгоритмів Levenberg-Marquardt і Scaled Conjugate Gradient досягаються при 10 прихованих нейронів, Test Network для яких склав MES — 626.57192e-0, а R — 4.3738e-1.

Згідно даних (табл. 1 і табл. 2) найкращі показники моделювання навчання із використаннями алгоритмів Levenberg-Marquardt і Scaled Conjugate Gradient досягаються при 10 прихованих нейронах, Testing для яких відповідно склали MES — 680.01847e-0 і R — 9.84337e-1 та MES — 717.60443e-0 і R — 9.83256e-1.

Далі виконано розробку і навчання НМ, для налаштування параметрів температури верхнього шару обкотишів і теплоносіїв ГПП у ЗСІ. Відзначимо, що для моделювання НМ після виконання функції

gensim, визначена структура нейронної мережі, а потім на блоках Layer1 і Layer2 отримано детальну інформацію про структуру вхідного і вихідного шарів і час затримки у вхідному шарі, вікна моделей яких представлені на рис. 3. і визначено вагові коефіцієнти мережі.

У результаті проведених досліджень встановлені оптимальні параметри нейроконтролера, а саме вагові матриці  $w$  і вектори зсуву  $b$ , дані яких наведені в табл. 3 і 4.

У Matlab Simulink розроблена програма моделювання системи стабілізації температури верхнього шару обкотишів у ЗСІ процесу керування термічним обробленням обкотишів на ВМКТ на базі нейромережової адаптації параметрів температури, блок-схема представлена на рис. 4. Блок-схема включає блок керованого процесу Control Object і блок контролера NN Predictive Controller, а також блоки генерації еталонного ступеневої сигналу зі випадковою амплітудою Random Reference, відліку часу Clock,

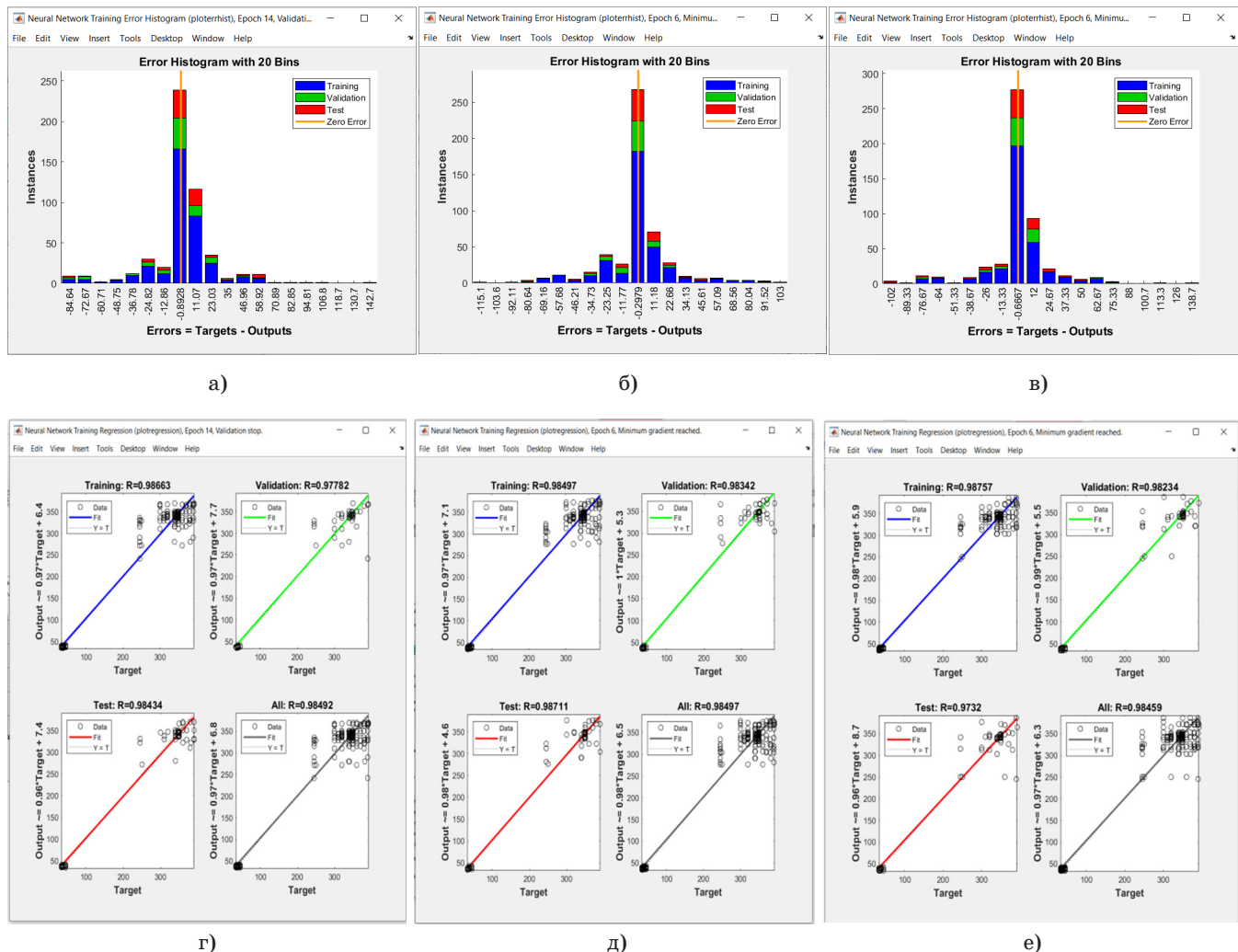


Рис. 2. Вікна результатів навчання:

а), б) і в) — найкраща ефективність валідації;

г), д) і е) — лінійної регресії між виходом НС і цілями при прихованих нейронах:

а), г) — 10; б), д) — 30; в), е) — 50



Таблиця 1

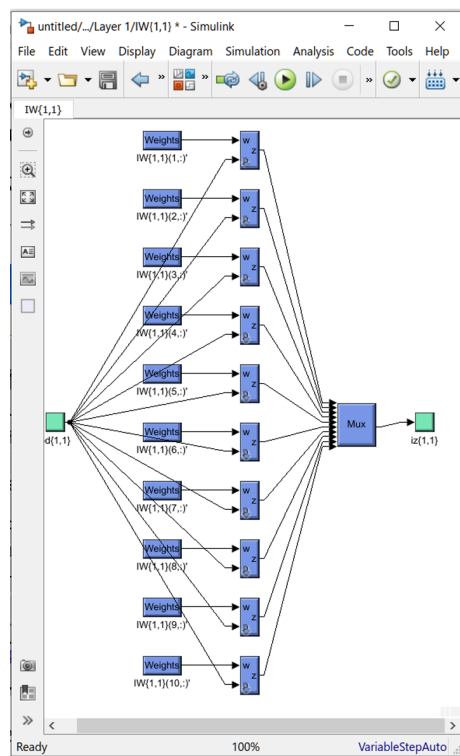
Результат моделювання навчання при використанні алгоритму  
Levenberg-Marquardt (Левенберг-Марквард)

Дія	Samples (зразки)	Number of Hiddtn Neorons (Кількість прихованих нейронів)					
		10		30		50	
		MSE	R	MSE	R	MSE	R
Training (Навчання)	118	555. 43098e-0	9. 8663e-1	626. 50730e-0	9. 8497e-1	519. 64269e-0	9. 8757e-1
Validation (Перевірка)	26	895. 99580e-0	9. 7782e-1	397. 27523e-0	9. 9142e-1	735. 89850e-0	9. 8234e-1
Testing (Тестування)	26	680. 01847e-0	9. 8434e-1	974. 82056e-0	9. 7603e-1	1090. 70929e-0	9. 7319e-1

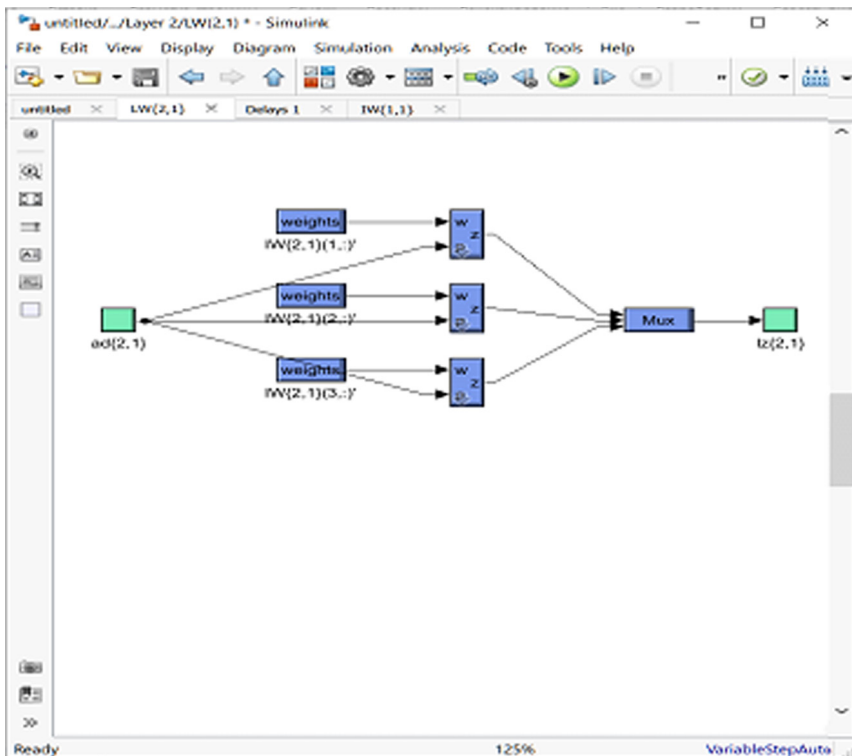
Таблиця 2

Результат моделювання навчання при використанні алгоритму  
Scaled Conjugate Gradient (Масштабний кон'югатний градієнт)

Дія	Samples (зразки)	Number of Hiddtn Neorons (Кількість прихованих нейронів)					
		10		30		50	
		MSE	R	MSE	R	MSE	R
Training (Навчання)	118	631. 03709e-0	9. 8464e-1	746. 3612e-0	9. 8206e-1	659. 46846e-0	9. 8418e-1
Validation (Перевірка)	26	709. 62778e-0	9. 8367e-1	755. 08293e-0	9. 8203e-1	773. 59481e-0	9. 8141e-1
Testing (Тестування)	26	717. 60443e-0	9. 8326e-1	753. 08728e-0	9. 8176e-1	838. 65821e-0	9. 8023e-1



а)



б)

Рис. 3. Вікна моделей:

а, б — вагові коефіцієнти відповідно вхідного і вихідного шарів

Таблиця 3

Вагові коефіцієнти першого шару

Номер нейрона	$w_{i0}$	$w_{i1}$	$w_{i2}$	$w_{i3}$	$w_{i4}$	$b_{it}$
1	1.2739	-1.9559	1.3714	1.6543	1.8709	-1.6827
2	-0.0966	1.9952	0.0527	-1.0397	0.7373	-3.3112
3	-2.1755	1.0336	1.5490	4.1903	-0.9801	0.58426
4	1.4892	-0.5498	2.5715	-3.4376	1.5098	-1.1126
5	1.2967	0.9612	0.1054	0.0614	3.6139	2.0145
6	-1.8722	-2.2613	1.4139	0.7425	-0.7052	0.5320
7	-2.2863	-0.1694	1.4013	0.6500	2.1754	-0.8009
8	-0.2120	2.2198	0.3993	3.5676	0.6933	0.7349
9	3.6750	0.2109	0.0862	2.7590	-2.3002	2.7139
10	0.0331	1.1591	-3.2618	-2.0533	-0.1979	2.1894

Таблиця 4

Вагові коефіцієнти другого шару

Номер нейрона	$w_{i0}$	$w_{i1}$	$w_{i2}$	$w_{i3}$	$w_{i4}$	$w_{i5}$	$w_{i6}$	$w_{i7}$	$w_{i8}$	$w_{i9}$	$b_{it}$
1	-0.1492	-0.1896	-0.4422	0.022	-0.4487	0.2763	0.07467	0.0869	0.4593	-0.52953	0.3047
2	0.6673	0.4790	0.1481	-0.076	0.0318	0.1133	-0.6274	-0.4083	0.1878	-0.4689	0.0544
3	-0.1727	-0.3014	-0.2587	-0.2993	0.0533	-1.1061	1.3373	-0.4699	0.4452	0.0028	0.2967

побудови графіків Graph. Особливість цієї структури полягає в тому, що вона виконує не тільки функції блок-схеми системи Simulink, але і функції дисплею користувача Display Block.

Виконано порівнянне дослідження перехідного процесу зміни температури верхнього шару обкотишів на візках КС у ЗСІ ВМКТ із використанням нейромережевого контролера Model Reference

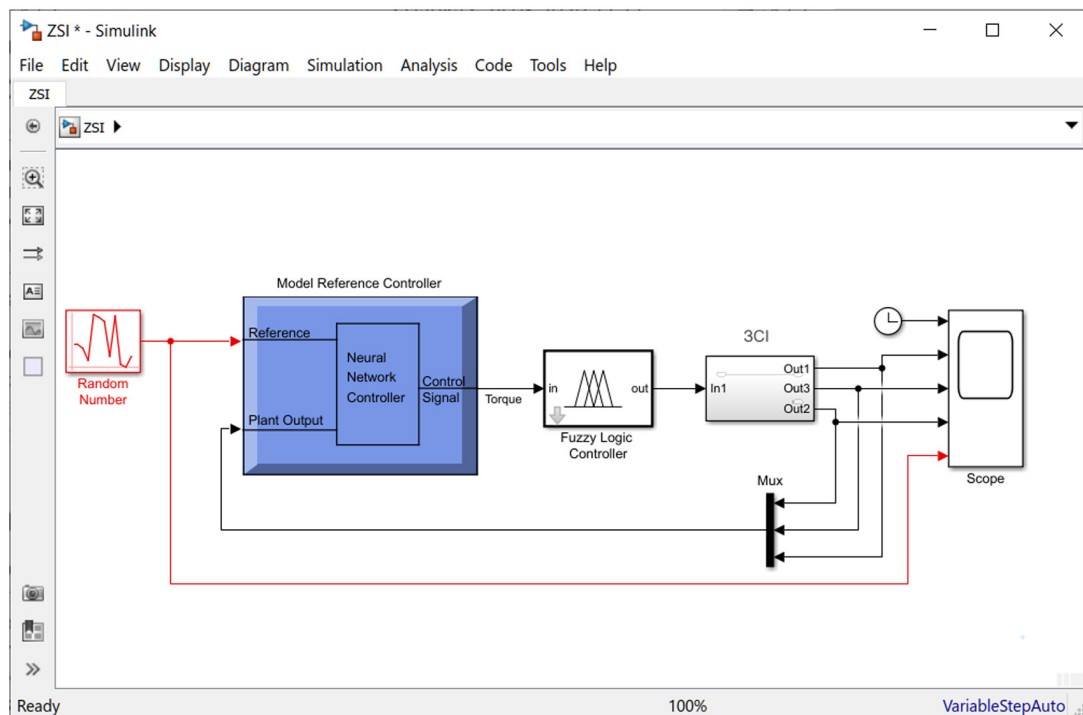


Рис. 4. Блок-схем для моделювання системи стабілізації температури верхнього шару обкотишів у ЗСІ на базі нейромережевої адаптації параметрів температури теплоносія ГПП

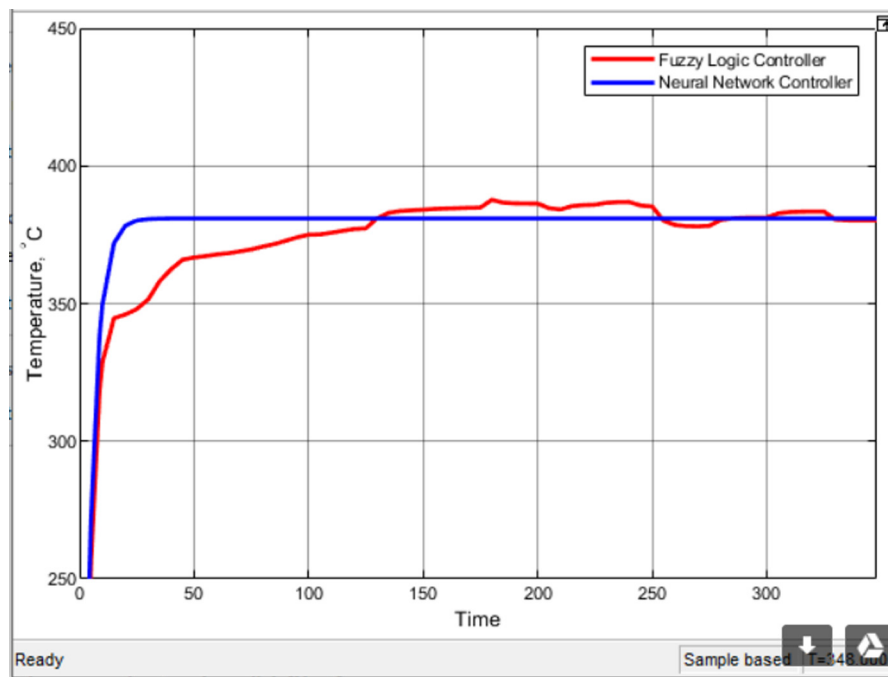


Рис. 5. Результат порівняння перехідний процесу зміни температури верхнього шару обкотишів у зоні сушіння ВМКТ при різних способах керування

Controller і регулятора нечіткої логіки. Результат представлено на рис. 5.

Як видно з перехідних процесів, що представлені на рис. 5, стабілізація температури верхнього шару обкотишів у ЗСІ процесу термічного оброблення обкотишів на ВМКТ на базі нейромережевої адаптації забезпечує високі динамічні характеристики і стабілізує температуру верхнього шару обкотишів у ЗСІ за час у 25 с. В той же час регулятор нечіткої логіки стабілізує цю температуру у 10 разів повільніше.

### Висновки

1. Результати проведених досліджень показують, що на основі НМ, може бути виконана автоматизація процесу керування термічним оброблення обкотишів на ВМКТ, забезпечуючи стабілізацію температур верхнього шару обкотишів і теплоносіїв ГПП у кожній ТЗ із високими статичними і динамічними характеристиками. НМ дозволяє створити модель кожної ТЗ ВМКТ, точно відтворити її динаміку,

не вимагаючи додаткових знань про її структуру і параметри.

2. Як показали результати досліджень, впровадження нейроконтролера у порівнянні з регулятором, реалізованого на нечіткій логіці, дозволить скоротити витрати, підвищити точність при обробці обкотишів, зменшити витрати енергоносіїв і збільшити продуктивність ВМКТ.

3. Приведено порівняльні дослідження декількох варіантів нейронної мережі прямого поширення з різними вхідними та вихідними шарами і кількістю нейронів. Розроблена нейромережева адаптація параметрів для ЗСІ дозволяє стабілізувати температуру верхнього шару обкотишів під час їх обробки шляхом навчання параметрів термічного процесу.

4. Оптимальним значенням параметрів нейроконтролера є кількість шарів і нейронів. Розроблена НС для ЗСІ має 3 шари з 10 нейронами в першому шарі 3 нейрони в другому шарі та 3 нейрон у вихідному шарі.

### Література

1. Основы теории процессов при обжиге железорудных окатышей: научная монография / [Б. П. Юрьев, Л. Б. Брук, Н. А. Спирин и др.]; под ред. М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. Ин-т (фил.). Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2018. 310 с.
2. Технологическая инструкция по обжигу железорудных окатышей на обжиговой машине ОК-1-324/336. Система качества. ДСТУ ISO 9001-2001.СТП ЦГОК -11-2010. 19 с.
3. Автоматизовані системи керування процесами термічної обробки кутунів на конвеєрній випалювальній машині: монографія / В. Й. Любов, Л. І. Єфіменко, М. П. Тиханський, С. А. Рубан. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д. О., 2015. 250 с.

4. Мных А. С. К вопросу синтеза тепловой модели термообработки железорудных окатышей // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015. № 7. С. 36–42.
5. Dynamic simulation of pellet induration process in straight-grate system / M. Barati // International journal of mineral processing. 2008. № 89. PP. 30–39.
6. Bobkov V. I., Borisov V. V., Dli M. I., Meshalkin V. P. Modeling the calcination of phosphorite pellets in a dense bed // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2015. No 2. PP. 176–182.
7. Пирматов Д. С. Математическая модель тепловой обработки окатышей в обжиговой машине / Д. С. Пирматов // Сборник трудов всероссийской конференции: Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве НТ — 2010. Воронеж, 2010. С. 88–89.
8. Lobov V. I., Kotliar M. O. Temperature distribution model of the iron ore pellets layer inside the combustion chamber of the belt kiln burning zone. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2015. No 2. PP. 109–117.
9. Кривоносов В. А. Математическая модель процесса обжига окатышей по зонам обжиговой машины для оптимизации режима / В. А. Кривоносов, Д. С. Пирматов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. № 5. С. 128–132.
10. Lobov V. Investigation of temperature distribution along the height of the layer of pellets on conveyor roasting machine / V. Lobov, K. Lobova, M. Koltiar // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 4. PP. 34–38.
11. Боковиков Б. А. Математическая модель обжиговой конвейерной машины как инструмент для оптимизации тепловой схемы агрегата / Б. А. Боковиков, В. В. Брагин, В. М. Малкин и др. // Сталь, 2010. № 9. С. 84–87.
12. Буткарев А. А. Исследование и оптимизация теплотехнических схем обжиговых конвейерных машин и режимов термообработки железорудных окатышей: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук: спец. 05.16.02 «Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика» / А. А. Буткарев. Екатеринбург, 2012. 46 с.
13. Lobov V., Lobova K., Mytrofanov O. Determining the influence of parameters for gas air flows on the thermal process of producing iron ore pellets // Eastern European journal of enterprise technologies, 2019. No 2. PP. 43–54.
14. Богатилов, В. Н. Построение систем управления на основе нейронных сетей: Учебно-методическое пособие / В. Н. Богатилов, Л. В. Дранишников, А. Е. Пророков. Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2011. 41 с.
15. Hinton G. E. A practical guide to training restricted Boltzmann machines / G. E. Hinton. Toronto: Machine Learning Group, University of Toronto, 2010.
16. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф. Нейроуправление и его приложения. Нейрокомпьютеры и их применение (Книга 2): пер. с англ. Н. В. Батина, под ред. д. т. н. проф. А. И. Галушкина и д. т. н. проф. В. А. Птичкина. М.: ИПРЖР, 2000. 271 с.



УДК 676.056.42

**Марчевский Виктор Николаевич**

*кандидат технических наук, профессор*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Marchevskiy Viktor**

*Candidate of Sciences in Technology, Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Гламазда Денис Александрович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Hlamazda Denys**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Галайковский Антон Олегович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Galaykovskiy Anton**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Николаев Владислав Олегович**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Nikolaiev Vladislav**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ПРЕССОВАЯ ЧАСТЬ СОВРЕМЕННОЙ КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

### **PRESS SECTION OF MODERN CARDBOARD MACHINE**

**Аннотация.** Приведена принципиальная схема прессовой части современной картоноделательной машины. Выполнен анализ конструкций прессов

**Ключевые слова:** картоноделательная машина, прессовая часть.

**Summary.** A schematic diagram of the press section of a modern cardboard machine is given.

**Key words:** cardboard machine, press section.

Основным назначением прессов картоноделательных машин является удаление значительного количества влаги, удерживаемой между волокнами картонного полотна за счет капиллярных сил, и свободной воды, которая осталась после формующей части из-за недостаточного разрежения или весьма непродолжительного действия вакуума.

Кроме непосредственного повышения сухости картонного полотна, что в свою очередь уменьшает расходы пара при сушке, прессование существенно влияет на улучшение прочностных характеристик картона, например, разрывной длины и количества двойных перегибов, путем уплотнения картонного полотна под действием внешней нагрузки, уменьшая пористость и обеспечивая прочную связь волокон друг с другом [1]. При этом, увеличение показателей прочности возрастает в прямой зависимости от количества прессований с последовательным увеличением давления в прессе. Потому, наиболее оптимальным условием, которое обеспечит необходимый прирост показателей прочностных характеристик, является последовательное увеличение давления при многократном прессовании [2].

Аналогичный метод повышения прочностных характеристик картона был использован при проектировании прессовой части современной картоноделательной машины. Принципиальная схема прессовой части этой машины (рис. 1) включает три пресса, установленные последовательно по ходу картонного полотна.

Картонное полотно массой  $80 \text{ г/м}^2$ , сформированное на последовательно установленных вакуум-формерах, передается сукном на гауч-пресс с начальной сухостью  $18\%$ . Под действием вакуума

и небольшого давления  $70 \text{ кН/м}$  в захвате гауч-пресса отфильтровывается свободная поверхностная вода и часть капиллярной воды.

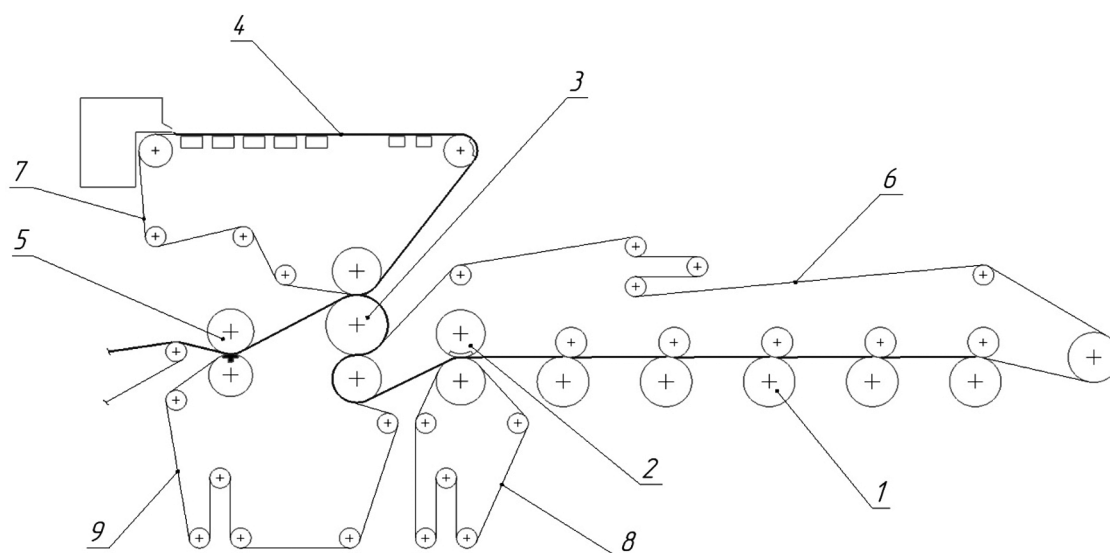
Картонное полотно, отпрессованное между двумя сукнами гауч-прессом до сухости  $25\div 30\%$ , направляется в первый захват трехвального поворотного пресса, где прессуется между двумя сукнами с повышенным давлением  $90 \text{ кН/м}$  до сухости  $34\div 38\%$ .

Одновременно с картонным полотном, отпрессованным в первом захвате, во второй захват трехвального поворотного пресса направляется картонное полотно массой  $100 \text{ г/м}^2$ , сформированное на плоскосеточном формере с начальной сухостью  $18\div 20\%$ . Под большим давлением валов  $135 \text{ кН/м}$  во втором захвате два картонных полотна соединяются.

Соединенное картонное полотно, отпрессованное между сеткой и сукном до сухости  $45\div 50\%$ , направляется в захват башмачного пресса, где обезвоживается под давлением до  $1500 \text{ кН/м}$  до сухости  $55\div 57\%$ , после чего направляется в первую сушильную секцию сушильной части картоноделательной машины.

Прессовая часть проектируемой картоноделательной машины оснащена современными прессами нетривиальных конструкций. Так, конструкция гауч-пресса содержит нижнее прессовое сукно и два вала: верхний отсасывающий, с камерой, присоединенной к вакуум-насосу, и нижний — вал с гидродержкой рубашки, с нанесенным на ее поверхность слоем термостойкого полиуретана для защиты от коррозии, и пустотелым сердечником для уменьшения массы вала.

Трехвальный поворотный пресс содержит прессовое сукно, нижний вал с гидродержкой оболочки, на поверхность которой нанесен слой резины



1 — вакуум-формер; 2 — гауч-пресс; 3 — трехвальный поворотный пресс; 4 — плоскосеточный формер;  
5 — башмачный пресс; 6 — сукно вакуум-формующей части; 7 — сетка плоскосеточного формера;  
8, 9 — прессовое сукно

Рис. 1. Принципиальная схема прессовой части проектируемой картоноделательной машины

с просверленными в нем глухими отверстиями для интенсификации процесса прессования картона, центральный и верхний валы с облицовкой из термостойкого полиуретана.

Модернизированные прессы, проектируемой машины, относятся к прессам с поперечной фильтрацией воды в прессовом сукне. Давление в зоне контакта гладких валов создает два градиента давления (рис 2): вертикальный по толщине картона и сукна и горизонтальный, вызывающий перемещение воды в сукне в сторону обратную движению сукна. Горизонтальный поток, преодолевая длинный участок сукна, испытывает значительное гидравлическое сопротивление, что снижает гидравлический градиент и, соответственно, скорость фильтрации. В прессах с поперечной фильтрацией воды в сукне вода фильтруется поперек сукна в пустоты на валу, выпаленные в виде канавок, глухих отверстий, подкладных сеток и др..

Из рисунка 2 видно, что основная масса воды удаляется фильтрацией во второй фазе, в результате чего сухость картона быстро возрастает. В третьей фазе происходит снижение градиента давления, соответственно снижается скорость обезвоживания до нуля и происходит быстрое обратное увлажнение

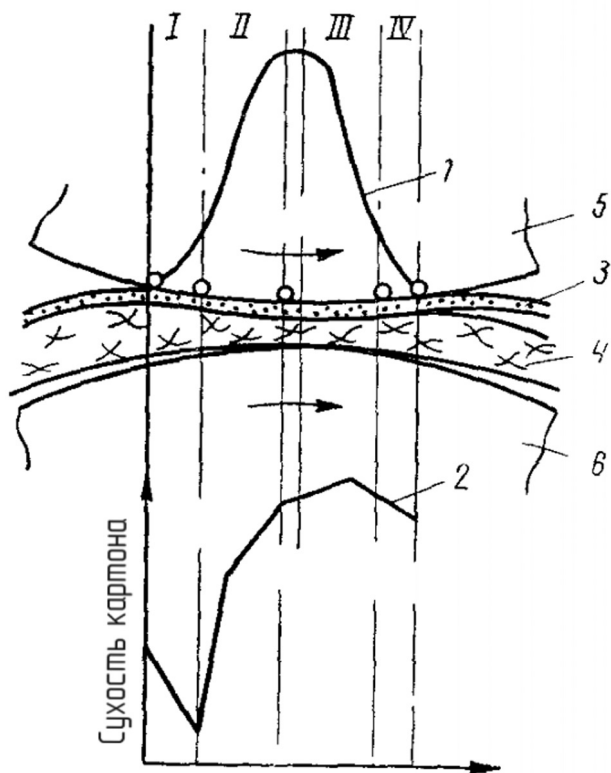
картона в результате релаксации объема волокон, увеличения толщины картона и впитывания воды из сукна капиллярами картона.

Анализ процессов в зоне контакта валов прессов показал, что к основным недостатками вальцевых прессов относятся: малое время прессования; обратное увлажнение картонного полотна.

Указанные недостатки не дают возможности получить высокую сухость картона после прессовой части машины. Поэтому в качестве концевой прессы принят башмачный пресс.

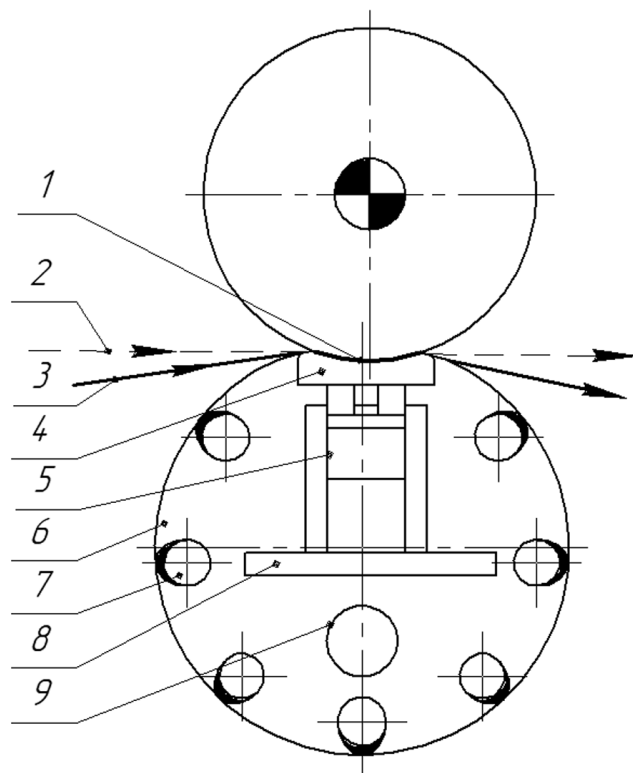
Башмачный пресс (рис. 3) содержит верхний приводной вал, под которым расположены башмак, прессовая лента, опорная балка (станина), опорные элементы (цилиндры с поршнями), направляющие и катки прессовой ленты.

Башмачный пресс выбран как наиболее эффективный пресс для механического обезвоживания картонного полотна. Конструкция башмачного прессы устраняет основные недостатки вальцевых прессов: малое время прессования и обратное увлажнение картона. Время прессования увеличено путем удлинения зоны контакта башмака с валом (рис. 4). Обратное увлажнение устранено в результате изменения профиля давления в зоне прессования. Выход



1 — общее давление; 2 — сухость картона;  
3 — картон; 4 — сукно; 5 — вал верхний; 6 — вал  
нижний; I, II, III, IV — Фазы обезвоживания

Рис. 2. Фазы удаления воды на вальцевых прессах, изменение давления и сухости по ширине зоны контакта валов [1]



1 — приводной вал с пористым покрытием;  
2 — картонное полотно; 3 — сукно; 4 — башмак;  
5 — гидроцилиндр; 6 — лента прессовая; 7 — катки;  
8 — станина; 9 — штуцер

Рис. 3. Башмачный пресс

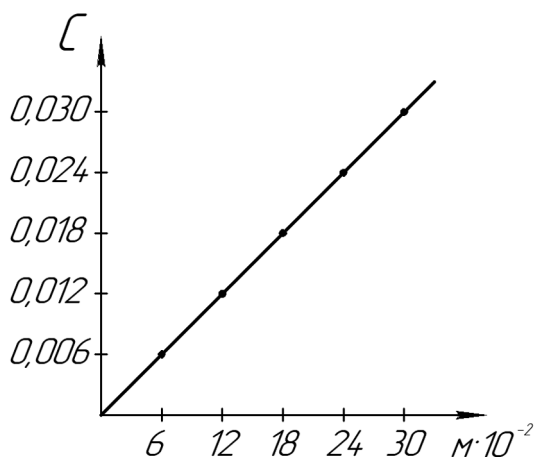


Рис. 4. Зависимость времени прессования от длины зоны контакта вала пресса и башмака при скорости 10 м/с

картонного полотна из зоны прессованная осуществляется при максимальном давлении мгновенно. При этом картонное полотно отделяется от сукна и, следовательно, не может впитывать воду.

Специальный профиль давления в зоне контакта башмака с валом создаётся профилированным башмаком, который прижимается к верхнему валу при помощи опорных элементов поршневого типа, расположенных в опорной балке. При этом, каждый из опорных элементов нагружается отдельно, независимо друг от друга, что позволяет менять профиль давления по ширине зоны прессования [3]. Примерный профиль давления приведен на рисунке 5.

Проблема продольной фильтрации воды в сукне касается так же башмачных прессов. Для её устранения применяют прессовые ленты с продольными дренажными канавками на поверхности, контактирующей с прессовым сукном. Однако, при работе пресса дренажные канавки засоряются мелким волокном и клеем. Это приводит к неравномерному распределению влаги по ширине картонного полотна что ведет к браку продукции.

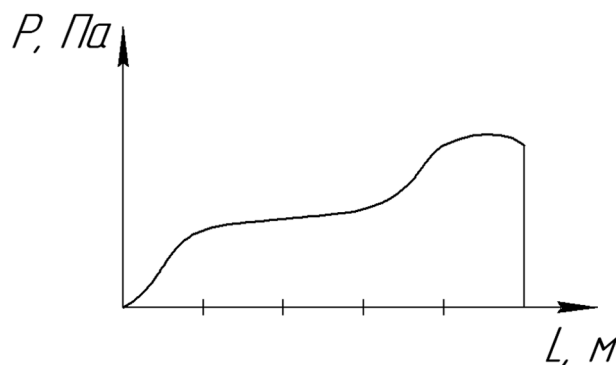


Рис. 5. Профиль давления в зоне контакта башмака с валом

Для устранения проблемы разработана принципиально новая конструкция прессовой ленты, защищенная патентом Украины. Особенностью прессовой ленты, используемой в башмачном прессе проектируемой картоноделательной машины, являются глухие отверстия на ее внешней поверхности, контактирующей с прессовым сукном. Глухие отверстия, способные к самоочищению под действием сжатого воздуха в них и центробежных сил [4]. Сама лента изготовлена из полиуретана, армированного кевларовыми нитями.

Использование такой ленты значительно интенсифицирует процесс прессования, так как отпрессованная вода, заполняя глухие отверстия, движется поперек прессового сукна, преодолевая сравнительно небольшое гидравлическое сопротивление прессового сукна.

**Выводы.** Проведен глубокий анализ конструкций современных прессов, обоснованы выбор и модернизация прессов для прессовой части проектируемой картоноделательной машины, что обеспечивает высокую конечную сухость после прессовой части и прочность картона.

### Литература

1. Коновалов А. Б., Смирнов В. А. Прессовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие // ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. 91 с.: ил. 50. ISBN 5-230-14391-6.
2. Дернова Е. В., Гораздова В. В., Гурьев А. В. Влияние условий прессования на формирование структуры и физико-механических свойств флютинга // Лесн. журн. 2016. № 5. С. 177–188. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Куров В. С. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины / В. С. Куров, Н. Н. Кокушин. Санкт-Петербург: Политехнический университет, 2006. 588 с.
4. Nikolaiev V. O. Modernization of the belt of the shoe press of the cardboard machine / V. O. Nikolaiev, V. M. Marchevskiy // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, м. Київ, 21–22 травня, 2020 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. С. 125–128. Бібліогр.: 3 назви.



УДК 676.056.521

**Новохат Олег Анатолійович**

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

**Новохат Олег Анатольевич**

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

**Novokhat Oleh**

*Candidate of Engineering Sciences (PhD), Senior Lecturer of Department of  
Machines and Apparatus of Chemical and Oil-Refineries Production  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Запорожець Олександр В'ячеславович**

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

**Запорожец Александр Вячеславович**

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

**Zaporozhets Aleksandr**

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

## СПОСІБ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАРТОНУ

## СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ КАРТОНА

## METHOD OF INTENSIFICATION OF CARDBOARD DRYING PROCESS

**Анотація.** Досліджено процес сушіння картонного полотна та наведено і проаналізовано криву сушіння. Розглянуто та описано пристрої для модернізації першої та другої групи сушильної частини картоноробної машини, отримано теоретичні залежності для оцінки ефекту від модернізації.

**Ключові слова:** сушильна частина, картоноробна машина, вакуум-ящик, крива сушіння.

**Аннотация.** Исследован процесс сушки бумажного полотна и приведена и проанализирована кривая сушки. Рассмотрены и описаны устройства для модернизации первой и второй группы сушильной части картоноделательной машины, получены теоретические зависимости для оценки эффекта от модернизации.

**Ключевые слова:** сушильная часть, картоноделательная машина, вакуум-ящик, кривая сушки.

**Summary.** The process of cardboard cloth drying is investigated and the drying curve is given and analyzed. Devices for modernization of the first and second groups of the drying part of the cardboard making machine are considered and described, theoretical dependences for estimation of effect from modernization are received.

**Key words:** dryer part, cardboard machine, vacuum box, drying curve.

Процес сушіння картону є дуже енергозатратним, адже на його реалізацію потрібно затрачати значну кількість теплоти. А сушильне обладнання є металоємним та потребує значних коштів на закупівлю та обслуговування. Тому було поставлено задачу інтенсифікувати процес сушіння картонного полотна з мінімальними затратами на модернізацію існуючого.

Тобто інтенсифікація сушіння актуальна, перш за все, для зменшення витрати електроенергії, а також металоємності конструкції, збільшення швидкості сушіння і зменшення часу знаходження картонного полотна в сушильній частині.

Розглядаючи сушильну частину картоноробної машини можна встановити, що сумарне теплове навантаження на картонне полотно залежить від кількості циліндрів та параметрів підведеної до них грійної пари. Проте конструктивно сушильні циліндри обмежені в можливості збільшувати інтенсивність сушіння шляхом підвищення тиску пари.

Сушіння на сушильних циліндрах також супроводжується проблемою великої вологості в зоні сушіння поблизу картонного полотна. Це зумовлено тим, що виділена з картонного полотна волога утримується в прилеглому до полотна прошарку повітря. Це призводить до зменшення рушійної сили сушіння, а також може викликати часткову конденсацію на поверхні картону. Ці явища зменшують інтенсивність сушіння та збільшують загальну тривалість цього процесу.

Розглянемо характер протікання процесу сушіння картонного полотна згідно залежностей вологовмісту та температури картону від часу, що зображені на рис. 1.

Криву сушіння (залежність вологовмісту від часу) умовно можна поділити на три частини. Відрізок АВ — де відбувається процес нагрівання матеріалу до температури мокрого термометра. На цьому проміжку теплота, що підводиться, витрачається на нагрівання та часткове випаровування води з матеріалу. Далі (відрізок ВС) проходить перший

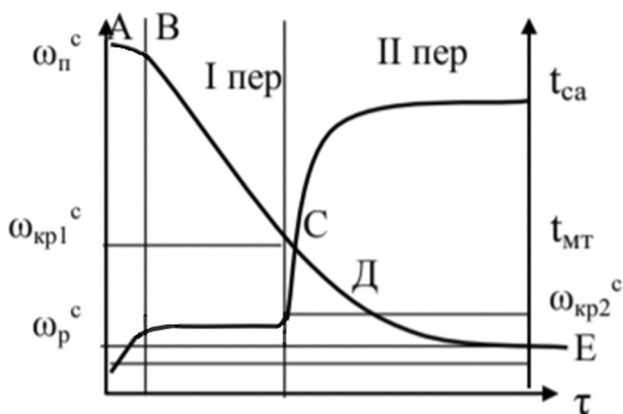


Рис. 1. Залежності вологовмісту та температури картонного полотна від часу

період сушіння, в якому швидкість сушіння постійна та максимальна, а температура залишається сталою. Процес проходить доки з тіла не випарується уся вільна волога. Наступним є проміжок СДЕ, на якому проходить другий етап сушіння — етап спадної швидкості сушіння до рівноважного стану картонного полотна. Це зумовлено тим, що волога, яка видалятиметься на цьому етапі буде адсорбційно зв'язаною. Температура матеріалу при цьому буде поступово збільшуватись до рівноважної температури [1].

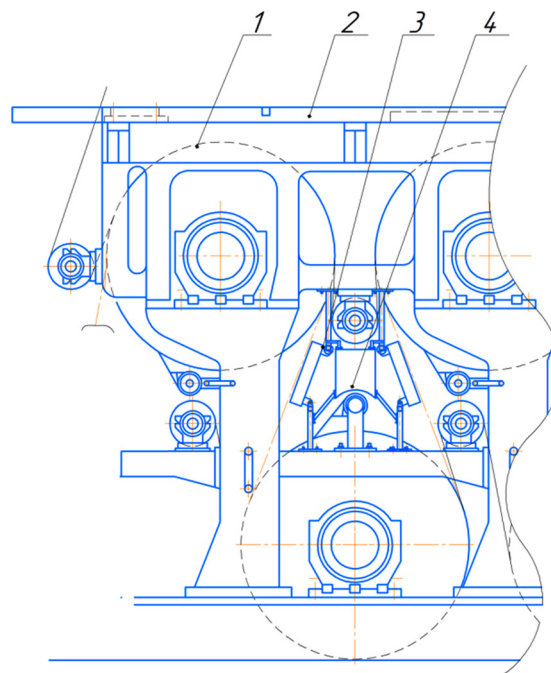
Дані графічні залежності характерні для сушіння капілярно-пористих тіл.

Значна кількість теплоти витрачається на початку на нагрівання картонного полотна до настання першого періоду сушіння. Полотно на початку сушіння містить значну кількість води. Тому доцільно збільшити теплове навантаження на картонне полотно. Оскільки волога не дасть змоги йому перегрітися та погіршити свої якісні показники.

Отже щоб максимально швидко нагріти картон та інтенсифікувати сушіння в першому періоді, зменшивши необхідну для цього кількість сушильних циліндрів, вирішено додатково встановити інфрачервоні випромінювачі [2]. Вони розміщуються на вільному від сукна місці, тому теплове випромінювання спрямоване безпосередньо на поверхню картону.

Для зменшення вологості повітря в зоні сушіння вирішено встановити вакуум-ящики, розташувавши їх між сушильними циліндрами сушильної групи.

Схему розташування інфрачервоних випромінювачів та вакуум-ящиків зображено на рис. 2.



1 — сушильний циліндр; 2 — станина; 3 — інфрачервоний випромінювач; 4 — вакуум-ящик

Рис. 2. Схема модернізованої сушильної групи

Таблиця 1

## Вихідні дані

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Величина
Продуктивність машини по абсолютно сухому картону	кг/с	7,258
Площа активної поверхні сушильного циліндра	м <sup>2</sup>	13,056
Питомий тепловий потік від сушильного циліндра на активній поверхні його нагрівання в період прогріву	$\frac{кВт}{м^2}$	60,56
Питомий тепловий потік від сушильного циліндра на активній поверхні його нагрівання в першому періоді	$\frac{кВт}{м^2}$	39,62
Вологовміст картонного полотна в кінці періоду прогріву	-	0,975
Тепловий потік від ІЧВ		
Вологовміст картонного полотна:	-	1,083

Таблиця 2

## Результати розрахунку

	До модернізації	Після модернізації
Кількість циліндрів в першому періоді	6,09	5,438
Кількість теплоти яка надійде до кінця першої сушильної групи		3148 кВт
Кінцевий вологовміст	0,862	0,08
Продуктивність по висушеній воді	$1,602 \frac{кг}{с}$	$2,057 \frac{кг}{с}$

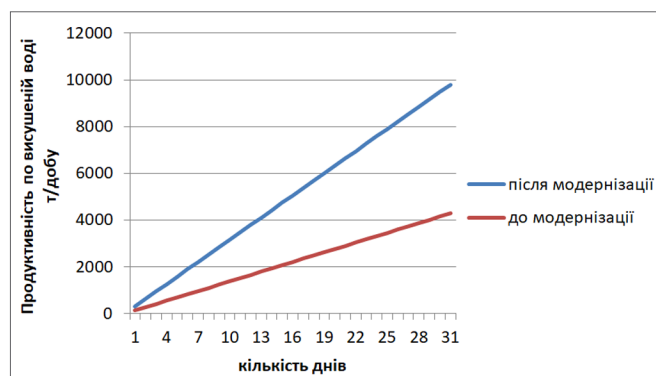


Рис. 3. Графік залежності продуктивності по висушеній воді від часу сушіння

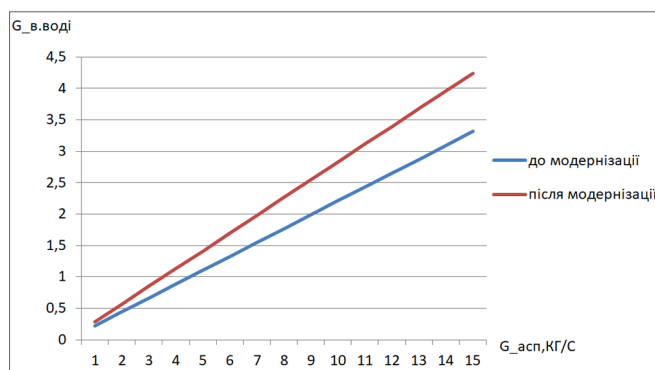


Рис. 4. Графік залежності продуктивності по видаленій волозі продуктивності картоноробної машини

Для оцінки теоретичного ефекту від вдосконалення виконано розрахунок модернізованої сушильної групи картоноробної машини [3]. Вихідні данні наведено в таблиці 1.

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.

За даними таблиці 2 побудовано графік залежностей продуктивності по висушеній воді та часу, який зображено на рис. 3.

Побудовано графік залежностей продуктивності по висушеній воді та продуктивність по абсолютно сухому картону (рис. 4).

Представлені графічні залежності дають змогу оцінити ефект по видаленій волозі за однакових умов в типовій та модернізованій сушильних групах.

## Література

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд., пер. и доп. М.: Химия, 1973. 754 с.
2. Jane E. Sugarman & Timothy J. Vitale (1992). Observations on the Drying of Paper: Five Drying Methods and the Drying Process // Journal of the American Institute for Conservation. № 31:2. PP. 175-197. DOI: 10.1179/01971369280606682
3. Etemoglu AB (2003). Mathematical modelling of simultaneous heat and mass transfer in heterogeneous materials, PhD Thesis, University of Uludag.

**Павліченко Данило Олегович**

*студент Інституту комп'ютерних систем*

*Одеського національного політехнічного університету*

**Павличенко Даниил Олегович**

*студент Института компьютерных систем*

*Одесского национального политехнического университета*

**Pavlichenko Daniil**

*Student of the Institute of Computer Systems*

*Odessa National Polytechnic University*

**Науковий керівник:**

**Мартинюк Олександр Миколайович**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри КІСМ*

*Одеський національний політехнічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ У ВЕБ-СЕРВІСІ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОРИСТУВАЦЬКОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В ВЕБ-СЕРВИСЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

## **RESEARCH OF MODELS AND METHODS OF SPEECH RECOGNITION IN A WEB SERVICE FOR ORGANIZATION OF USER INFORMATION**

**Анотація.** Розглядається побудова веб-сервісу для організації користувацької інформації із можливістю голосового вводу, розпізнавання мови для надання більш зручної функції збереження даних та подальшого використання їх. Були побудовані схема алгоритму голосового вводу та синтезу звуків у текст, схема основних етапів та методів розпізнавання мови, таких як метод на основі скритих Марковських моделей, метод на основі динамічного програмування, побудови нейронних мереж та метод на основі словникового пошуку. Останній був взятий за основу при розробці веб-сервісу, а модель отримала вдосконалення – введено додатковий словник, який будується та заповнюється динамічним шляхом. Даний підхід дозволяє прискорити пошук по мовним словникам за рахунок того, що тепер у запита є можливість оброблюватись за двома існуючими гілками, замість однієї. Також у дослідженні розглядається, основні аналоги розробленого веб-сервісу, їх недоліки та переваги. Представлено фрагмент побудованої мережі Петрі.

**Ключові слова:** web-сервіс, системи розпізнавання мови, клієнт, сервер, сховище даних, мережа Петрі, граф досяжних маркувань.

**Аннотация.** Рассматривается построение веб-сервиса для организации пользовательской информации с возможностью голосового ввода, распознавания речи для предоставления более удобной функции хранения данных и дальнейшего использования их. Были построены схема алгоритма голосового ввода и синтеза звуков в текст, схема основных этапов и методов распознавания речи, таких как метод на основе скрытых Марковских моделей, метод на основе динамического программирования, построения нейронных сетей и метод на основе словарного поиска. Последний был взят за основу при разработке веб-сервиса, а модель получила совершенствования – введено дополнительный словарь, который строится и наполняется динамичным путем. Данный подход позволяет ускорить поиск по языковым словарям за счет того, что теперь в запросах есть возможность обрабатываться по двум существующим ветвям, вместо одной. Также в исследовании рассматривается, основные аналоги разработанного веб-сервиса, их недостатки и преимущества. Представлен фрагмент построенной сети Петри.

**Ключевые слова:** web-сервис, системы распознавания речи, клиент, сервер, хранилище данных, сеть Петри, граф достижимых маркировок.



**Summary.** The construction of a web service for organizing user information with the possibility of voice input, speech recognition for more convenient data storage and further use is considered. The study also examines the construction of models and methods of speech recognition systems, the main analogues of the developed web service, their shortcomings and advantages. Among the disadvantages were identified inconvenient and incomprehensible interface, the inability to structure the information into categories, the system of voice input, information retrieval and synthesis into text is not developed. The general structural scheme of the service was built, which shows the connection of client, server and data warehouse, the scheme of algorithm of voice input and synthesis of sounds into text, the scheme of the main stages and methods of speech recognition, such as the method based on the hidden Markovsky models, the method based on dynamic programming, the construction of neural networks and the method based on dictionary search. The latter was taken as a basis for web service development. The web service is divided into three main parts – client, server and data warehouse. The user is also able to store not only text information, but also audio and video files, personal images and pictures. Another advantage of the developed service is the ability to structure information by categories and notebooks, and an intelligent and convenient text editor. There is also the construction of a Petri network and a graph of achievable markings. Petri network shows data exchange between client, server parts and data storage, time of data processing and thanks to statistics shows correct work of the system as a whole. Statistics shows how much data in the form of queries was processed by the system, minimum, maximum, average number of queries, and time of processing them. On its basis, the decision is made to refine the service, i.e. to simplify it in order to speed up its work.

**Key words:** web-service, language recognition systems, client, server, data storage Petri net, graph of achievable markings.

**Постановка проблеми.** Завданням розуміння в системах діалогу є переклад послідовності слів, отриманої з виходу розпізнавача слів, в смислове уявлення. Складність завдання розуміння пов'язана з великою невизначеністю в розпізнаній послідовності слів. Причинами спотворень можуть бути: помилки розпізнавання слів, акустичний шум, сторонні звуки, придиhi, плямкання губами, кашель, озвучені паузи (eee ..., ммм ..., і т.п.), повторення, переривання, пропуски слів, додаткові слова і т.д. Таким чином, основним завданням розуміння мови є нейтралізація перерахованих вище відхилень.

Розроблюваний веб-сервіс надає можливості зберігати користувацьку інформацію, та при необхідності редагувати, видаляти її. Для кожного користувача створюється особистий персональний запис у системі для того, щоб інші користувачі не мали доступу до чужої інформації. Прикладом користувацької інформації можуть бути важливі записи, замітки до якоїсь справи, фотографії, відео. Всі дані у розроблюваному сервісі зберігаються у вигляді заміток, які можна формувати у відповідних блокнотах. А інформацію можна заповняти за допомогою розпізнавання мови та синтезу у текст [1, с. 136].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Серед основних аналогів розроблюваного веб-сервісу можна виділити наступні:

- Сервіс «Evernote»;
- сервіс «OneNote»;
- сервіс «Google Keep»;

Серед головних плюсів першого сервісу можна виділити можливість створювати нотатки як друкованим текстом, так і рукописним. Будь-яку інформацію — як графічну, так і текстову — можна зберегти в Evernote скріншотом. При безкоштовному використанні Evernote місце під зберігання заміток не може перевищувати 60 Мб на місяць. Плюс до цього, кожне вкладення в замітку — документ, картинка, відео і т.д. — не може перевищувати 25 Мб.

Одним із головних мінусів цього сервісу можна вважати малий об'єм місця збереження заміток. Також до мінусів можна віднести відносно високу вартість платних функцій сервісу.

До плюсів другого сервісу можна віднести:

- по-перше, це інтеграція (причому двостороння) з MS Office. Наприклад, в разі Outlook можна як відправляти листи в OneNote, так і передавати завдання безпосередньо із записної книжки в календар Outlook, а в разі Word — з'єднувати з документами;
- по-друге, є можливість відправляти замітки на адресу me@onenote.com, і вони автоматично будуть додані в записну книжку.
- по-третє, інтеграція з різними сканерами, як «залізними» (Epson, наприклад), так і «софтверними» (Genius Scan), а також зовсім екзотичними, типу «розумних» ручок. По-четверте, після установки OneNote, в «Пристрої та принтери» з'являється новий принтер «Надіслати до OneNote», після чого будь-який додаток, яке вміє друкувати, може відправляти інформацію в записну книжку.

Серед недоліків можна виділити неможливість спільної роботи, відсутність синхронізації між різними пристроями (за винятком пристроїв на базі Windows Mobile), ризик втрати даних у разі неочікуваної поломки комп'ютеру і т.п. [4, с. 345].

Серед основних плюсів третього сервісу можна виділити:

- загальний доступ до даних. Можна запланувати сімейне свято або якийсь проект. Друзям і колегам буде доступна вся інформація, внесена в замітку;
- прискорений пошук і виділення записів кольором допоможуть швидко підібрати необхідні записи;
- синхронізація між пристроями дозволить працювати з нотатками у будь-який час і будь-якому місці;

Але, не дивлячись на це, Google Keep являється частиною «екосистеми» Microsoft, що є одним із

самих великих плюсів і одночасно з цього витікає багато мінусів:

- сервіс стає недоступним при оновленні сервісів Google;
- так як сервіс являється розробкою компанії Google, до прохань та пропозицій користувачів у більшості випадків навіть не звертають уваги; користувачі всеодно не зможуть відмовитись від використання продуктів цієї компанії, так як вони являються частиною системи Google.

**Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми.** На даний момент існує багато сервісів та веб-додатків, котрі надають змогу зберігати користувацьку інформацію, але є також один вагомий мінус — людина не завжди має змоги зупинитись та вводити інформацію «від руки». Тому

питання створення можливості вводу та зберігання інформації у голосовому вигляді та синтезі її у текст є відкритим і наразі [2, с. 125].

**Мета статті.** Розробка структури веб-сервісу із застосуванням нового методу розпізнавання мови — на основі динамічного створення додаткового мовного словника, який дозволить прискорити швидкість роботи розпізнавання, та проведення її аналізу.

**Викладення основного матеріалу.** На рисунку 1 показані основні етапи та методи розпізнавання мови. До них відноситься аналіз Фур'є, голосовий аналіз, метод побудови скритих Марковських моделей, побудова нейронних мереж, динамічне програмування, та метод на основі словникового аналізу [3, с. 250].

Розроблювана мережа Петрі поділяється на наступні основні частини:

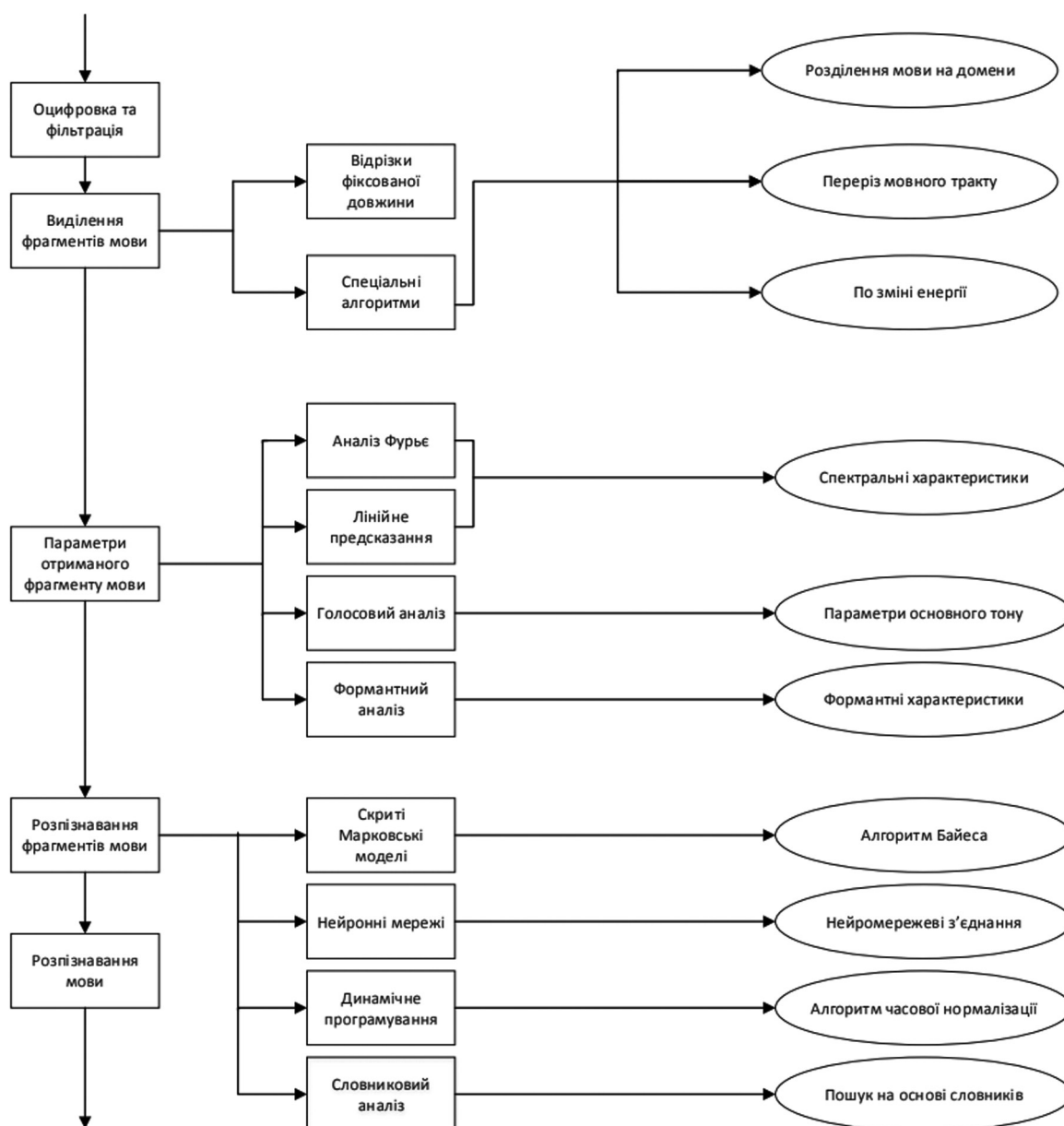


Рис. 1. Методи розпізнавання мови  
Джерело: розробка автора

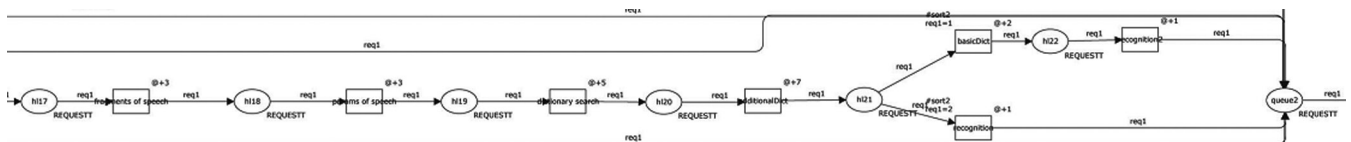


Рис. 2. Система розпізнавання мови у вигляді мережі Петрі

Джерело: розробка автора

- генератор та клієнтська, яка генерує 7 типів запитів (реєстрація, автентифікація, створення блоків та заміток, голосовий ввід, розпізнавання мови та синтез у текст, виправлення даних, пошук);
- серверна, у якій проводиться обробка всіх типів запитів;
- сховище даних, де зберігаються дані;
- рендерна, яка відображає на клієнтській частині веб-сервісу потрібну інформацію;
- статистична, у якій показується середній час обробки даних, їх мінімальна та максимальна кількість та сумарний час обробки.

На рисунку 2 наведено фрагмент мережі Петрі, що відповідає основним етапам розпізнавання мови на основі методу використання мовних словників.

Фрагмент, представлений вище показує такі етапи розпізнавання мови, як Фільтрація звукового сигналу, виділення фрагментів та параметрів мови, на основі яких проводиться словниковий пошук. Пошук здійснюється за допомогою основного словника та додаткового, який створюється динамічно на основі часто використовуваних слів.

Удосконалення заключається у введенні позицій  $P = \{hl_{17...22}\}$  й переходів:

$$T = \{\text{fragments of speech, params of speech, dictionary search, additionalDict, basicDict, recognition1, recognition2}\}$$

та зв'язків:

$$E_1 = \{(hl_{15} \times \text{encryption}), (hl_{16} \times \text{coincidence}), (hl_{17} \times \text{fragments of speech}), (hl_{18} \times \text{params of speech}), (hl_{19} \times \text{dictionary search}), (hl_{20} \times \text{additionalDict}), (hl_{21} \times \text{basicDict}), (hl_{21} \times \text{recognition1}), (hl_{22} \times \text{recognition2})\}$$

й:

$$E_2 = \{(\text{data processing}_{1...2} \times hl_{15...16})\}.$$

Нові зв'язки дають змогу оброблюватися запиту на розпізнавання мови швидше, ніж за допомогою одного мовного словника. Такий підхід дає перевагу у часі обробки перед аналогічними сервісами.

Процес голосового вводу показаний нижче на рис. 3. Для того, щоб почати процес голосового вводу, користувач має натиснути кнопку, яка вмикає мікрофон. У цей момент починається процес розпізнавання звуків. Кожен момент часу звук відправляється на сервер для обробки розпізнавання звуків, де на сервері відбувається процес розпізнавання звуків та синтез у текст.

У випадку, якщо користувач мовчить або на сервері не було розпізнано звуки — процес голосового

вводу вважається невдалим, та користувач має знову повторити процес вводу [5 с. 48].

У результаті успішної обробки, сервер відправляє відповідь у вигляді результату, синтезованого у текст. На протязі голосового вводу, сервер від-

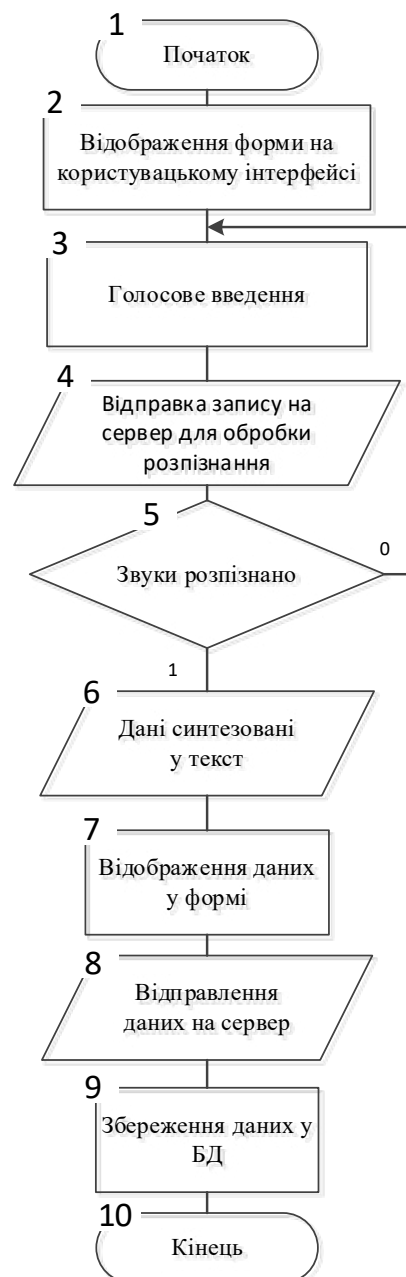


Рис. 3. Схема алгоритму голосового вводу та синтезу звуків у текст

Джерело: розробка автора



Рис. 4. Графіки залежності середнього часу обробки запитів від їх кількості

*Джерело: розробка автора*

правляє проміжні результати обробки. Фінальний результат відправляється, коли користувач завершає процес голосового вводу.

Наступним етапом дані, синтезовані у текст відправляються на клієнтську частину сервісу, після чого відображаються на користувацькому інтерфейсі у формі для вводу даних. Після чого дані з клієнтської частини сервісу відправляються на сервер, де проходять подальшу обробку. Сервер у свою чергу посилає запит до бази даних на збереження даних [5, с. 342]. У випадку вдалої операції збереження даних, база даних відправляє відповідь про це до сервера.

На цьому процес голосового вводу та синтезу звуків у текст вважається завершеним.

Нижче, на рисунку 4 представлені графіки залежності середнього часу обробки запитів від їх кількості для семи типів запитів. Моделювання проводилося п'ять разів із кроками від 10000 до 50000 запитів.

З графіків вище видно, що найбільше всього запитів поступало по сьомому ланцюгу, який відповідає пошуку у веб-сервісі. Час обробки цього запиту завжди мінімальний, бо несе найменше навантаження на сервіс. Один із найскладніших у обробці являється запит на розпізнавання мови та синтез мови у текст, бо складається з вводу голосової інфор-

мації, очистки та фільтрації від шумів, виділення частин мови, розпізнавання мови на основі словникового пошуку, синтезу у текст. Також це видно із часу обробки даного типу запиту.

**Висновки і пропозиції.** Розроблюваний web-сервіс повинен надавати користувачам можливість спрощувати процес збереження та структурування особистої інформації. Основними функціями являються реєстрація, автентифікація, створення блоктотів для структурування даних, створення заміток із можливістю вводу голосової інформації, відеофайлів, функція голосового вводу, розпізнавання мови та синтезу у текст, редагування даних, пошук та збереження особистої інформації у сховищі даних.

У дослідженні представлені побудова моделей та методів систем розпізнавання мови, схема алгоритму голосового вводу та синтезу звуків у текст, схема основних етапів та методів розпізнавання мови, таких як метод на основі скритих Марковських моделей, метод на основі динамічного програмування, побудови нейронних мереж та метод на основі словникового пошуку. Останній був взятий за основу при розробці веб-сервісу. Також представлено побудову фрагменту мережі Петрі, на основі яких був зроблений висновок щодо задовольняючого процесу роботи web-сервісу.

### Література

1. Моделі, методи, алгоритми та архітектури систем розпізнавання мови: [збірник] / Російська акад. наук, Обчислювальний центр ім. А. А. Дородніцина; [Відп. ред. В. В. Рязанов]. Москва: Обчислювальний центр ім. А. А. Дородніцина РАН, 2006. 136 с.
2. Фонетичний аналіз зливої промови на основі нейронної мережі / Б. А. Абдієв. М.: ВЦ АН СРСР, 1990. 306 с.
3. Метьюз Марті Динамічне веб-програмування / Марті Метьюз, Джон КРОНАУ. М.: Ексмо, 2015. 384 с.
4. Нізамутдінов Марсель Тактика захисту і нападу на Web-додатки / Марсель Нізамутдінов. М.: БХВ-Петербург, 2017. 432 с.
5. Петін Віктор API Яндекс, Google і інших популярних веб-сервісів. Готові рішення для вашого сайту. М.: БХВ-Петербург, 2015. 480 с.



УДК 681.515

**Пунов Євгеній Андрійович**

*студент кафедри Електронних приладів та пристроїв  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Пунов Евгений Андреевич**

*студент кафедры Электронных приборов и устройств  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Punov Yevhenii**

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

**Михайлов Сергій Ростиславович**

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

**Михайлов Сергей Ростиславович**

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

**Mykhailov Serhii**

*PhD, Docent of the Department of Electronic Devices  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-19-6562

**АДАПТИВНИЙ  
ПРОПОРЦІЙНО-ІНТЕГРАЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ  
РЕГУЛЯТОР У РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ**

**АДАПТИВНЫЙ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ  
РЕГУЛЯТОР В РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ**

**ADAPTIVE PROPORTIONAL-Integral-DIFFERENTIAL  
REGULATOR IN ROBOTIC SYSTEMS**

**Анотація.** Метою представленої магістерської дисертації є реалізація системи автоматичного налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора, що використовується у роботизованих системах.

Основним завданням роботи є виявлення факторів, що впливають на стабільність системи, що керується ПІД регулятором та вирішення питання налаштування коефіцієнтів при зміні цих факторів. Аналіз та побудова системи автоматичного налаштування коефіцієнтів. Пошук способів отримання даних зі зворотного зв'язку та регулювання цих даних. Створення реального прототипу системи керування на базі мікроконтролера та реалізація програмного забезпечення для роботи системи, що здатна автономно налаштовувати ПІД коефіцієнти у реальному часі. В роботі

досліджено вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на стабільність системи, обрано необхідні зворотні зв'язки для отримання даних до мікроконтролеру та створено програмне забезпечення роботи системи. Дана робота може бути застосована у промисловості та прототипуванні для швидкого та якісного налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора.

**Ключові слова:** ПІД-регулятор, роботизована система, адаптивний регулятор, мікроконтролер, зворотній зв'язок.

**Аннотация.** Целью представленной магистерской диссертации является реализация системы автоматической настройки коэффициентов ПИД регулятора, который используется в роботизированных системах.

Основной задачей работы является определение факторов, влияющих на стабильность системы, которые управляются ПИД регулятором и решение вопроса настройки коэффициентов при изменении этих факторов. Анализ и построение системы автоматической настройки коэффициентов. Поиск способов получения данных с обратной связи и регулирования этих данных. Создание реального прототипа системы управления на базе микроконтроллера и реализация программного обеспечения для работы системы, способной автономно настраивать ПИД коэффициенты в реальном времени. В работе исследовано влияние внешних и внутренних факторов на стабильность системы, избрана необходимая обратная связь для получения данных к микроконтроллеру и создано программное обеспечение работы системы. Данная работа может быть использована в промышленности и прототипировании для быстрой и качественной настройки коэффициентов ПИД регулятора.

**Ключевые слова:** ПИД-регулятор, роботизированная система, адаптивный регулятор, микроконтроллер, обратная связь.

**Summary.** The purpose of the submitted master's thesis is the implementation of a system for automatic tuning of the PID controller coefficients, which is used in robotic systems.

The main task of the work is to determine the factors influencing the stability of the system, which are controlled by the PID controller and to solve the issue of adjusting the coefficients when these factors change. Analysis and construction of a system for automatic adjustment of coefficients. Finding ways to get data from feedback and regulate this data. Creation of a real prototype of a control system based on a microcontroller and implementation of software for the operation of a system capable of autonomously adjusting PID coefficients in real time. In the work, the influence of external and internal factors on the stability of the system was investigated, the necessary feedback was chosen to receive data to the microcontroller, and the software for the operation of the system was created. This work can be used in industry and prototyping for fast and high-quality adjustment of the PID controller coefficients.

**Key words:** PID-controller, robotic system, adaptive controller, microcontroller, feedback.

**Вступ.** Системи автоматичного управління використовуються у різних сферах промисловості. Великого розповсюдження, наразі, набувають роботизовані системи, що керуються пропорційно-інтегрально-диференціальним регулятором. Це різного роду безпілотні автомобілі, літаки, промислові роботи та ін. При створенні такої системи, що керується ПІД регулятором, виникає необхідність складного та ретельного налаштування коефіцієнтів, щоб система працювала стабільно. У випадку зміни зовнішніх або внутрішніх факторів, необхідно налаштовувати коефіцієнти регулятора заново, що тягне за собою втрати часу та грошей.

Існують роботизовані системи, де налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора у реальному часі є необхідністю. Роботи, які отримують інформацію з, різного роду, оптичних приладів, залежать від освітленості. Також, кожна система замінює свої внутрішні параметри з часом в силу старіння електроніки. Система автоматичного налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора має забезпечити стабільну роботу, незважаючи на фактори, що впливають на неї. Окрім цього, процес первинного налаштування коефіцієнтів також цілком бере на себе адаптивний регулятор.

### Особенности построения адаптивного під-регулятора для роботизованных систем

Системи автоматичного управління (САУ) призначені для автоматичної зміни одного або декількох параметрів об'єкта управління з метою встановлення необхідного режиму його роботи. [1] САУ забезпечує підтримання сталості заданих значень регульованих параметрів або їх зміну по заданому закону або оптимізує певні критерії якості управління. Наприклад, до таких систем відносяться:

- системи стабілізації;
- системи програмного управління;
- системи стеження та ін.

Класична система автоматичного управління представлена на рис. 1.

Ключовим елементом будь-якої САУ є регулятор, що являє собою пристрій, який стежить за станом об'єкта управління і забезпечує необхідний закон управління. Процес управління включає в себе: обчислення помилки управління або сигналу неузгодженості  $e(t)$  як різниці між бажаною установкою (set point або SP) і поточною величиною процесу (process value або PV), після чого регулятор виробляє керуючі сигнали (manipulated value або MV).

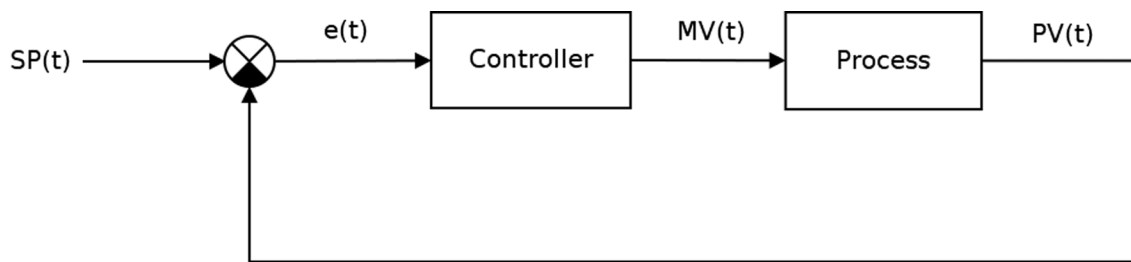


Рис. 1. Структурна схема системи автоматичного управління

Наразі, найбільшого розповсюдження набув ПІД регулятор, що використовується при розробці квадрокоптерів, літаків, 3D-принтерів, нагрівних систем та багато іншого. Порядку 90–95% регуляторів [2], що знаходяться в даний час в експлуатації, використовують ПІД алгоритм. Причинами такої великої популярності є простота побудови і промислового використання, ясність функціонування, придатність для вирішення більшості практичних завдань і низька вартість. Сама ідея ПІД регулятора не є новою, та являється базовим методом теорії автоматичного регулювання. Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор формує керуючий сигнал, який є сумою трьох складових: пропорційної, інтегральної і диференціальної (рис. 2).

На рис. 2

$e(t)$  — помилка неузгодженості,

$P = K_p \cdot e(t)$  — пропорційна,

$I = K_i \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau$  — інтегральна,

$D = K_d \cdot \frac{de(t)}{dt}$  — диференціальна складові (терми)

закону керування, який в підсумковому вигляді описується наступними формулами:

$$e(t) = SP(t) - PV(t), \quad (1)$$

$$MV(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt}. \quad (2)$$

При використанні ПІД регулятора найбільшою проблемою є те, що при змінні якихось параметрів системи, потрібно заново налаштовувати усі коефіцієнти, тобто перероблювати математичну модель системи, проводити необхідні розрахунки, або проводити налаштування практично, вводючи нові коефіцієнти та дивлячись на реакцію системи [3]. Особливо багато часу займає налаштування ПІД коефіцієнтів під час прототипування систем, коли до системи щоразу додаються або змінюються параметри (кількість датчиків та їх розміщення, контролер, живлення, електро-рушійні елементи та інше).

Ряд сучасних мікропроцесорних приладів автоматично розраховують коефіцієнти налаштування регуляторів, такі регулятори називаються адаптивними [4]. Адаптація виробляється:

- 1) У процесі виведення стану об'єкту на нову задану точку SP. У цьому випадку говорять про самоналаштування або самооптимізацію;
- 2) В процесі стабілізації стану об'єкта. У цьому випадку говорять про адаптивне управління. Адаптивне управління, яке, за самим визначенням цього терміна, має забезпечити стеження параметрів налаштування регулятора за властивостями об'єкта управління, що постійно змінюються. Адаптивні регулятори дозволяють поліпшити якість регулювання температури, наприклад, при зміні навантаження печі і зміні стану нагрівального елемента в процесі експлуатації.

В основі реалізації системи адаптивного ПІД регулятора лежить зворотній зв'язок [5]. На відмін-

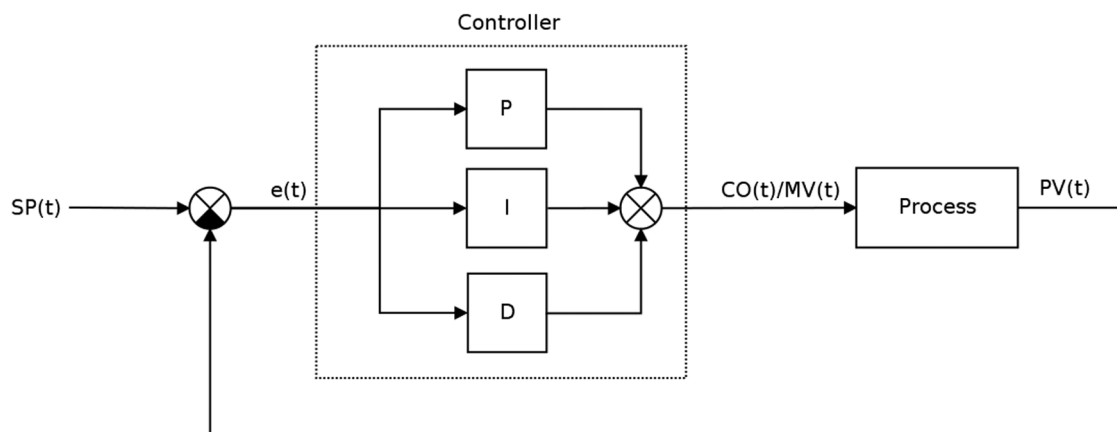


Рис. 2. САУ з ПІД регулятором

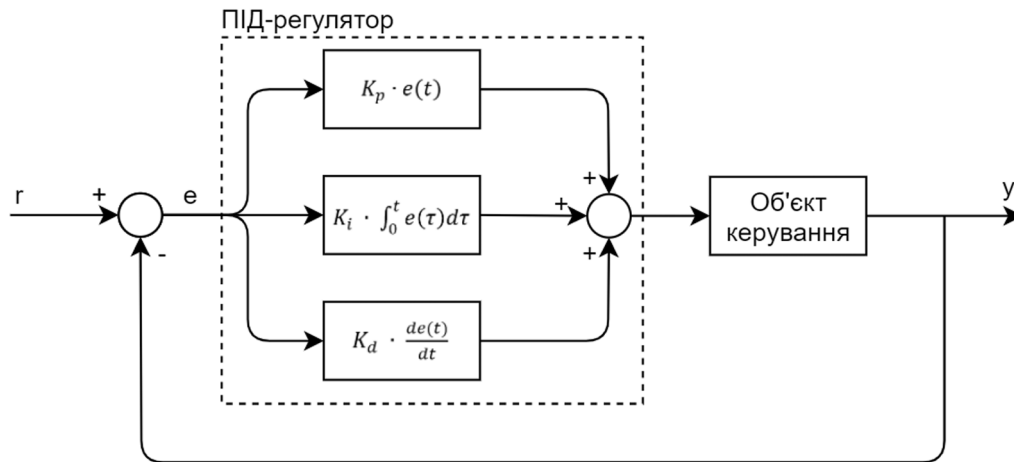


Рис. 3. Існуюча модель ПІД регулятора зі зворотнім зв'язком

ну від вже існуючих систем зі зворотнім зв'язком, у розробленій системі використовується не сигнал виходу самого регулятора (рис. 3), а сигнал додаткового незалежного сенсора (рис. 4).

Дані моделі регулятора, показані на рис. 3, не використовують отриману інформацію зворотного зв'язку для налаштування коефіцієнтів, що змушує користувача самостійно налаштовувати їх. Тобто у цій моделі, зворотній зв'язок не використовується, як складова для обрахунку коефіцієнтів. Він впливає лише на початкову помилку. Окрім цього, у даному прикладі, зворотній зв'язком є вихідний сигнал об'єкту керування, а не реакція усієї системи на зміни.

При використанні додаткового сенсора, у випадку розроблюваної системи — гіроскопа, з'являється можливість проаналізувати не самі значення, що генеруються ПІД регулятором, а те, як вплинули конкретні значення на всю систему загалом. Це дає змогу оцінити всі коефіцієнти та підправити їх. На основі нових даних, знов отримати інформацію про стан системи, та знову підправити коефіцієнти. Так може продовжуватися до того часу, поки система не вийде на, встановлений користувачем, час стабілізації системи.

Слід відмітити, що у якості контрольного сенсора, для різних видів роботизованих систем потрібно

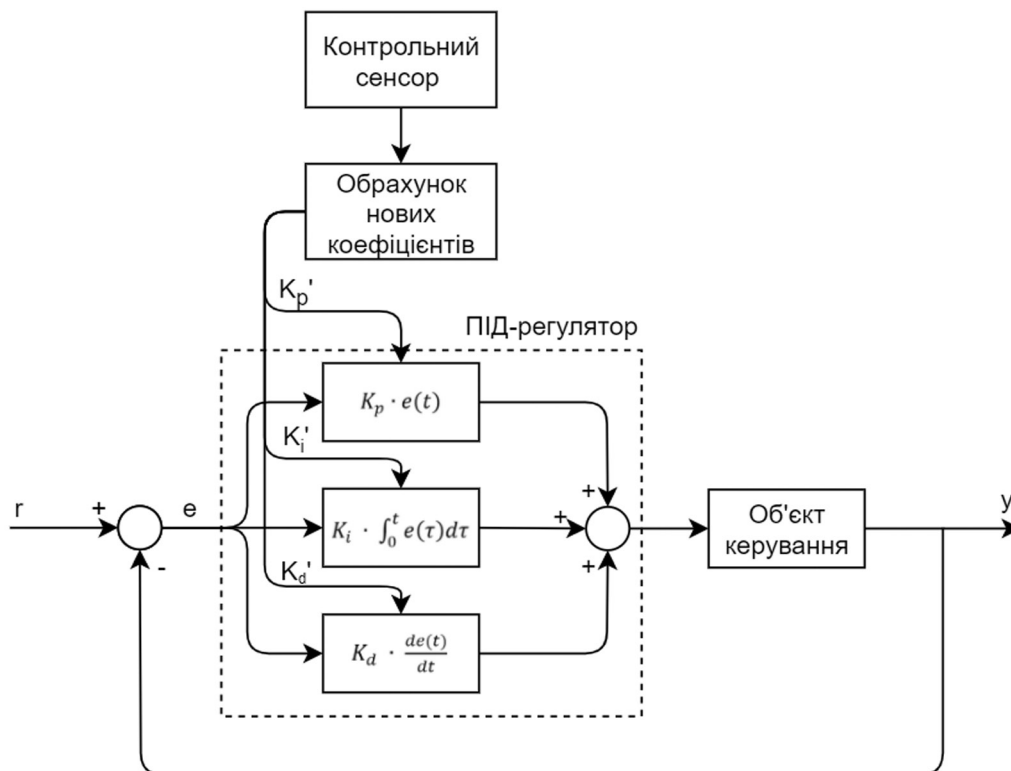


Рис. 4. Модель ПІД регулятора зі зворотним зв'язком контрольного сенсора



використовувати різні датчики. Наприклад, якщо система орієнтується у просторі за допомогою оптичних датчиків і фізично змінює своє положення, то в якості контрольного сенсору потрібно обрати гіроскоп, що надасть можливість слідкувати за реакцією системи на розрахунки ПІД-регулятора. Таким чином, таке регулювання буде схоже на ручне налаштування, так як за зміну коефіцієнтів відповідає незалежний блок, що «спостерігає» за системою ззовні.

Алгоритм опрацювання значень зворотного зв'язку показаний на рис. 5. Загалом, даний алгоритм є головним у всій програмі, адже саме у ньому відбувається налаштування коефіцієнтів. У реалізованому прикладі використовується найпростіша методика налаштування параметрів (збільшення або зменшення параметрів системи на задану кон-

станту), але можна запрограмувати будь-який метод знаходження коефіцієнтів.

Перш за все, дані отримані від контрольного сенсору — гіроскопу, фільтруються задля забезпечення більш стабільного сигналу та фільтрації шумів.

Другим етапом є накопичення отриманих даних у буфері до того моменту, поки не пройде час регулювання. Час регулювання задається під час налаштування базових параметрів. Час регулювання — це час, який повинен пройти між підналаштуванням коефіцієнтів. Цей параметр необхідно вибирати виходячи із самої системи, так як дуже малий час не дасть набратися достатній кількості даних для подальшої оцінки, що може привести до неправдивих результатів. Наприклад, щоб побачити динаміку системи з заданими параметрами, необхідно, щоб ПІД-регулятор зробив декілька коливань. Якщо

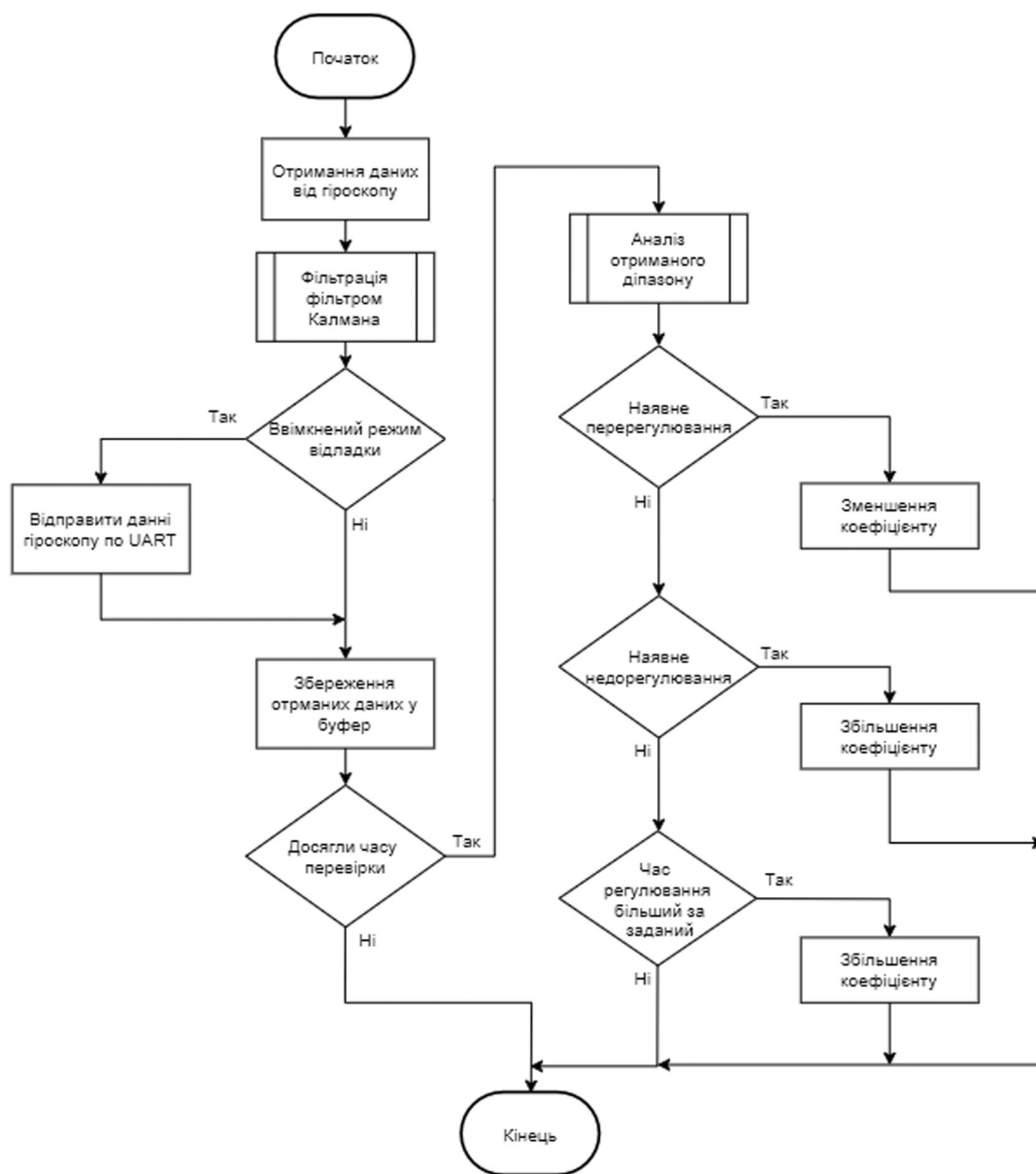


Рис. 5. Алгоритм обробки зворотного зв'язку

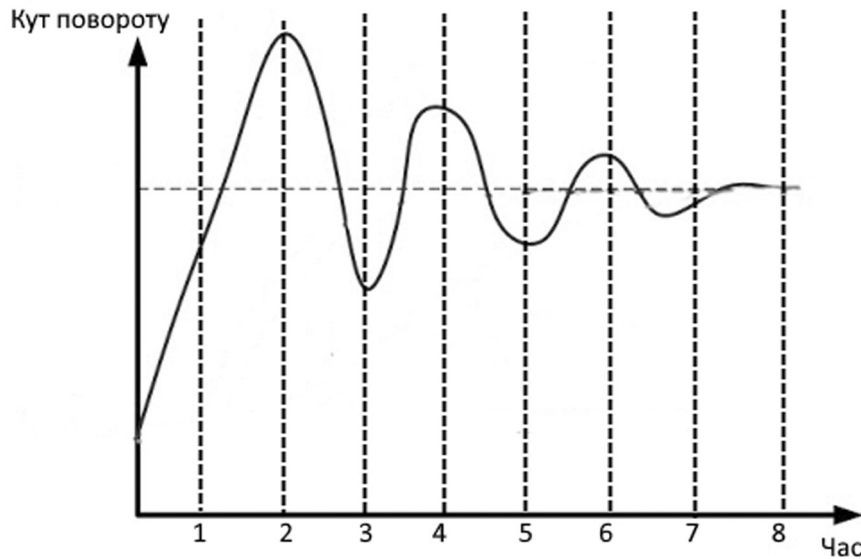


Рис. 6. Візуалізація оцінки поточного стану системи

зробити висновок лише на тому, функція пішла вгору, чи вниз, можна отримати невірні висновки про подальше налаштування коефіцієнтів. Якщо ж зробити час регулювання дуже великим, то система буде налаштовуватися занадто довго.

У ситуації у якій система досягла часу регулювання, отриманий масив даних передається у функцію, що аналізує отримані значення функції. Дані значення розбиваються на десять піддіапазонів, та у кожного діапазону обирається локальний мінімум на локальний максимум. Далі аналізується зміна локальних екстремумів, а також різниця між ними, що дає змогу оцінити поточний стан системи та зробити висновки щодо коефіцієнтів.

Таким чином, якщо система помічає постійну зміну максимумів і мінімумів і при цьому різниця між ними зростає, то можна зробити висновок, що система знаходиться у стані перерегулювання. Якщо ж різниця між екстремумами зменшується, то в такому випадку система вважає, що коефіцієнти підібрані вірно і очікується повна стабілізація системи.

Як тільки отримується результат, що система стабілізувалася, порівнюється час, котрий пройшов з моменту запуску процесу налаштування до мо-

менту стабілізації, та порівнюється з тим, що був заданий при базовому налаштуванні. Якщо час стабілізації більший ніж заданий, то програма збільшує коефіцієнти та запускає процес налаштування спочатку.

**Висновки.** Досліджені дані щодо конструктивних особливостей, та параметрів побудови ПІД-регуляторів для роботизованих систем дали необхідну інформацію про те, що слід враховувати під час проектування адаптивної роботизованої системи на основі ПІД-регулятора. Було проведено огляд основних проблем адаптивних ПІД-регуляторів та питань стосовно модернізації та автоматизації системи. Наразі існує декілька алгоритмів роботи адаптивних регуляторів, найперспективнішим з яких є система, що використовує нейронні мережі для налаштування початкових коефіцієнтів та адаптації під час роботи самої установки. При огляді було зроблено висновок, що усі адаптивні регулятори так, чи інакше потребують постійного контролю та правок зі сторони людини.

Таким чином, систему, розроблену на мікроконтролері STM32F405RGT6 можна вважати універсальною для різних видів роботизованих систем.

#### Література

1. Власов К.П. [Текст]: Теория автоматического управления. Основные положения. Примеры расчета / К.П. Власов: Навчальний посібник, 2-е видання, 2013. 531 с., ISBN 978-966-8324-84-0.
2. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. [Текст]: Основы теории автоматического управления / Т.Я. Лазарева: Навчальний посібник, 2-е видання, вид. Тамб. дер. техн. ун-та, 2004. 352 с., ISBN 5-8265-0149-9
3. Hogenauer E. [Текст]: An economical class of digital filters for decimation and interpolation // Acoustics, Speech, and Signal Processing [see also IEEE Transactions on Signal Processing, 1981. Vol. 29. No. 2. PP. 155–162.
4. Huang Y., Yasunobu S. [Текст]: A general practical design method for fuzzy PID control from conventional PID control / The Ninth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ IEEE 2000. Vol. 2. PP. 969–972.
5. Pereira D.S., Pinto J.O.P. [Текст] Genetic algorithm based system identification and PID tuning for optimum adaptive control. Advanced Intelligent Mechatronics. Proceedings, 2005 IEEE/ASME International Conference on. 2005. PP. 801–806.

**Рижов Антон Ігорович***студент Інституту комп'ютерних систем  
Одеського національного політехнічного університету***Рыжов Антон Игоревич***студент Института компьютерных систем  
Одесского национального политехнического университета***Ryzhov Anton***Student of the Institute of Computer Systems  
Odessa National Polytechnic University***Науковий керівник:****Мартинюк Олександр Миколайович***кандидат технічних наук, доцент кафедри КІСМ  
Одеський національний політехнічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ДОДАТКУ «ДОВІДНИК МАНДРІВНИКА»

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «СПРАВОЧНИК ПУТЕШЕСТВЕННИКА»

## RESEARCH OF THE CLIENT-SERVER APPLICATION «GUIDE TRAVELER»

**Анотація.** В дослідженні розглянуто аналоги розроблюваного додатку, розроблено модель яка має особливості – введені ділянки позицій та переходів для взаємодії додатку з сервісом Google, що надає користувачу можливість одразу отримувати карту – довідник, не застосовуючи інше програмне забезпечення, що дає економію внутрішньої пам'яті пристрою. Побудована модель була використана при проектуванні клієнт серверної системи що забезпечує карту-довідник. А також були розглянуті принципи структурної організації клієнт-серверних систем.

Спроектовано архітектуру системи її клієнтську та серверну частини, у вигляді UML діаграм визначена структура збереження даних користувача, та даних про об'єкти пошуку. Побудована мережа Петрі із графом досяжних маркувань, виконано аналіз та моделювання мережі. Також на основі граф схем алгоритмів було розроблено алгоритми необхідні для реалізації поставлених задач.

Розроблено систему яка реалізує додаток карту довідник яка може бути впроваджена в туристичній галузі для використання туристичними агентствами.

**Ключові слова:** клієнт-сервер, мережа Петрі, веб-сервіс, мережеві протоколи, карта-довідник, telegram-bot.

**Аннотация.** В исследовании рассмотрены аналоги разрабатываемого приложения, разработана модель, которая имеет особенности – введены участки позиций и переходов для взаимодействия приложения с сервисом Google, предоставляет пользователю возможность сразу получать карту-справочник, не применяя другое программное обеспечение, дает экономию внутренней памяти устройства. Построенная модель была использована при проектировании клиент серверной системы, обеспечивающей карту-справочник. А также были рассмотрены принципы структурной организации клиент-серверных систем.

Спроектирован архитектуру системы ее клиентскую и серверную части, в виде UML диаграмм определена структура хранения данных пользователя и данных об объектах поиска. Построенная сеть Петри с графом достижимых маркировок, выполнен анализ и моделирование сети. Также на основе граф схем алгоритмов был разработан алгоритмы необходимы для реализации поставленных задач.

Разработана система реализующая приложение карту, справочник которая может быть внедрена в туристической отрасли для использования туристическими агентствами.

**Ключевые слова:** клиент-сервер, сеть Петри, веб-сервис, сетевые протоколы, карта-справочник telegram-bot.

**Summary.** The study considers analogs of the developed application, a model has been developed that has features – the sections of positions and transitions are introduced for the interaction of the application with the Google service, provides the user with the opportunity to immediately receive a reference map without using other software, and saves the internal memory of the device. The constructed model was used when designing a client-server system providing a reference map. The principles of the structural organization of client-server systems were also considered.

The architecture of the system is designed, its client and server parts, in the form of UML diagrams, the structure of storing user data and data about search objects is determined. The constructed Petri net with a graph of reachable markings, the analysis and modeling of the net is performed. Also, based on the graph of algorithms schemes, the algorithms necessary for the implementation of the tasks were developed.

A system has been developed that implements the application of the map reference book, which can be introduced in the tourism industry for use by travel agencies.

**Key words:** client-server, Petri net, web service, network protocols, telegram-bot reference map.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день жодна людина не відправиться в подорож без карти, так необхідність додатку карти довідника обумовлена великим кроком в розвитку туристичної галузі та розвитку карт в вигляді веб сервісів. Одним з найважливіших переваг клієнт-серверних систем у порівнянні з їхніми аналогами є зниження мережного трафіка при виконанні запитів саме тому користувач повинен мати лише пристрій з доступом в інтернет для отримання можливості працювати з інтерактивною картою довідником. Саме тому додаток що розробляється має велику кількість можливостей для застосування, як в туристичній сфері так і для щоденного використання. Завдяки використанню стандартів протоколу TCP/IP користувач має можливість використання системи з різних пристроїв.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед прямих аналогів системи розробленої в даному проєкті можна відділити тільки один приклад. Цим прикладом є «TravelersBot».

Так «TravelersBot» Реалізує функції пошуку об'єктів, та пошук пробок на дорогах, також є можливість пошуку різних об'єктів за допомогою вводу тексту з клавіатури. Однак мінусом цього проєкту є його робота з Yandex.apі. що не дає можливості повного користування функціоналом проєкту. Таким чином ми не можемо використовувати функцію пошуку пробок на дорогах, та не можемо отримати більш детальну карту. Також потрібно зазначити що цей проєкт має функцію пошуку об'єктів схожу з функцією що розробляється проєкті, однак вони мають суттєві відмінності, так пошук об'єктів в проєкті що розробляється працює за допомогою Google.apі, тож проблем з доступом до карт не буде. Також варто зазначити що має функцію пошуку оптимального маршруту, та функцію додавання об'єктів пошуку в обране [1, с. 137].

**Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У наш час є багато відомих додатків для користування картами, але всі ці сервіси але для користування цими сервісами необхідні сторонні програми, саме тому створення такого додатку на базі месенджеру Telegram ви-

рішує проблему використання зайвого місця на телефоні, а також дає додаткову зручність під час використання.

**Мета і задачі статті.** Дослідження та аналіз моделі клієнт-серверної системи, яка призначена для надання користувачам карти-довідника. Основні задачі: дослідження вже існуючих аналогів, створення моделі майбутнього сервісу, проектування клієнт-серверного додатку.

**Виклад основного матеріалу.** Архітектура клієнт-сервер пред'являє специфічні вимоги як до клієнта, так і до сервера. Програмна система, яка задовольнить цим вимогам, може вважатися клієнт-серверних додатком, який виконує розподілену обробку даних. Під розподіленою обробкою розуміється виконання серверної частиною програми запитів клієнтської частини. Серверна частина програми забезпечує зберігання даних і їх обробку, а клієнтська частина передає серверу відповідні запити [2, с. 35].

Переваги клієнт-серверних систем

- клієнт-серверний підхід — модульний, причому серверні програмні компоненти компактні і автономні;
- оскільки кожен компонент виконується в окремому захищеному процесі призначеного для користувача режиму, збій сервера не вплине на інші компоненти операційної системи;
- автономність компонентів уможливорює їх виконання на кількох процесорах на одному комп'ютері (симетрична багатопроцесорна обробка) або на декількох комп'ютерах мережі (розподілені обчислення);
- обов'язок клієнта, як правило, — надавати призначені для користувача сервіси і, перш за все, призначений для користувача інтерфейс, тобто кошти для прийому, відображення і редагування даних, введених користувачем, які служать основою для запиту серверу. Крім того, клієнт можна налаштувати на обробку частини даних, щоб зменшити навантаження на ресурси сервера [2, с. 42].

Комунікаційні протоколи використовувані у клієнт-серверної архітектури



Комунікаційний протокол — це обумовлені наперед правила передачі даних між двома пристроями. До основних параметрів, які описує протокол, відносяться:

- тип перевірки помилок, що використовується;
- метод компресії (стискання) інформації (якщо такий є);
- спосіб визначення передаючим пристроєм завершення передачі [2, с. 49].

Протоколи відрізняються своїми характеристиками: одні — більшою надійністю, другі — швидкістю передачі даних, треті — простотою.

Мережеві протоколи поділяють на рівні. Розподіл на рівні — це принцип, який поділяє протоколи на рівні, кожен з яких виконує певну дію та взаємодіє з іншими частинами протоколу за чітко розробленими схемами.

Наприклад, один рівень зайнятий адресами (наприклад IP-адресами Internet protocol), ще один може описувати, як закодувати текст, інший описує, як поводитись з повідомленнями (Simple mail transfer protocol, наприклад), а інший знаходитиме помилки (transmission control protocol), а інший відповідає за формування потоків бітів (point-to-point protocol), завдання другого — електричне кодування бітів. Поділ на рівні дозволяє частинам протоколу розроблятися і тестуватися без величезної кількості різних варіантів і таким чином зберегти кожний протокол відносно простим. Крім того, поділ на рівні дозволяє близьким протоколам бути пристосованими до незвичайних обставин. Так, наприклад, поштовий протокол може бути пристосований для надсилання повідомлень літаку [2, с. 58].

Архітектура клієнт сервер-архітектурний шаблон програмного забезпечення взаємодію між

об'єктами в комп'ютерній мережі. Цей вид взаємодії називають розподіленою обробкою. Розподіленою обробкою називають передачу клієнтської частини запитів до сервера, та виконання серверною частиною програми запитів клієнтської частини. Серверна частина програми забезпечує зберігання даних і їх обробку [3, с. 62].

Для кращого розуміння архітектури необхідно зазначити що клієнт робоча станція, що взаємодіє з користувачем, часто це інтерфейсний (звичай графічний) компонент системи, надається кінцевому користувачу. А сервер це або робоча станція або інша машина, з програмним забезпеченням яка виконує сервісні функції по запити клієнта, надаючи йому доступ до певних ресурсів або послуг. В цьому проекті використовується дворівнева архітектура це значить що уся обробка запитів проходить на одній системі без використання сторонніх ресурсів [3, с. 84].

На рисунку 1 зображено діаграму прецедентів

Були реалізовані наступні функції:

- пошук об'єктів на карті;
- пошук маршруту до об'єктів зі списку обраного;
- додавання об'єктів в обране;
- відображення обраного;
- видалення обраного.

Першим актором на діаграмі є актор «Користувач».

Користувач має пряму асоціацію за чотирьома прецедентами «Відправка локації», «Видалити обране», «Відобразити обране», «Пошук об'єктів».

Пошук об'єктів має шість розширень «Додавання в обране», «Пошук кафе», «Пошук банкомата», «Пошук готелів», «Пошук розваг», «Пошук пам'яток». Варіант використання «Додавання в обране» вибір

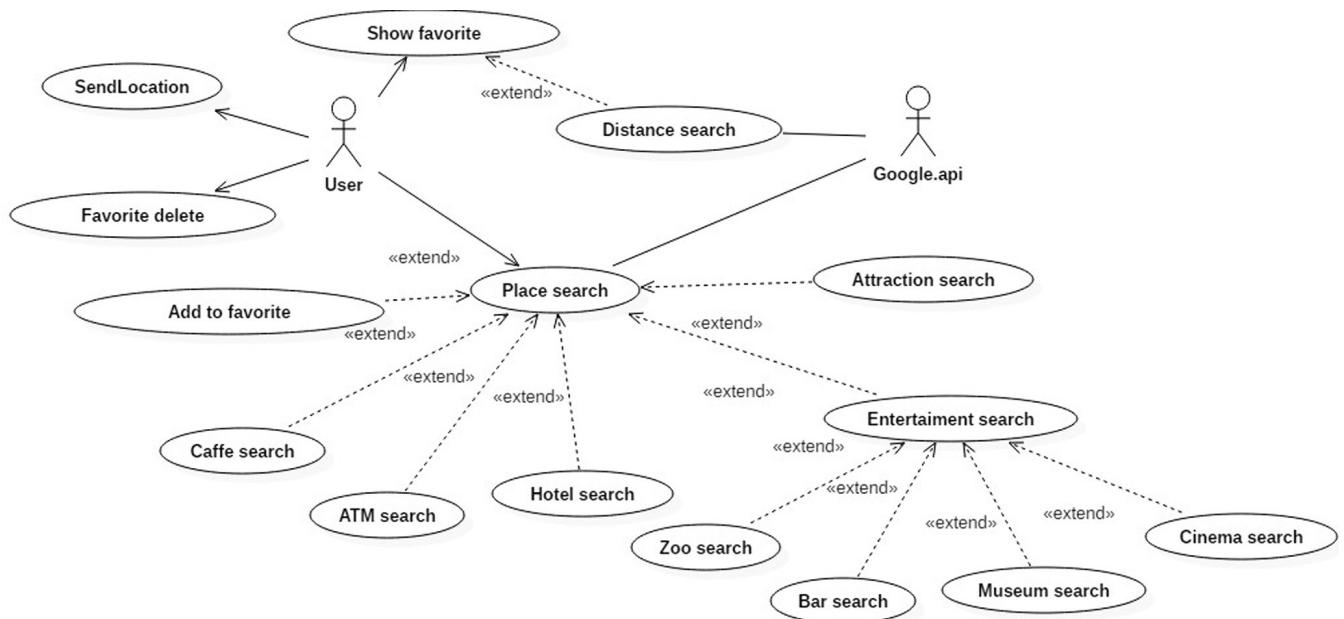


Рис. 1. Діаграма прецедентів

Джерело: складено автором

об'єктів користувачем, та додавання їх в таблицю обраного в базі даних. Варіанти «Пошук кафе», «Пошук банкомата», «Пошук готелів», «Пошук пам'яток», реалізують пошук відповідних об'єктів на карті, і є кінцевими варіантами використання. «Пошук розваг» в свою чергу теж має розширення, а саме «Пошук зоопарків», «Пошук музеїв», «Пошук кінотеатрів», «Пошук барів», «Пошук нічних клубів», усі приведені варіанти також виводять результат пошуку відповідних запитів користувача до системи.

Варіант використання «Відправка локації» не має залежних від нього прецедентів, та виконує запит функцію відправки місцезнаходження користувача в таблицю в базі даних системи.

Варіант використання «Видалити обране» також не має залежних від нього прецедентів, та виконує функцію відправки запиту на видалення об'єктів доданих користувачем в обране за бази даних.

Варіант використання «Відобразити обране» має залежний від нього прецедент, а саме «Пошук маршруту», який в свою чергу реалізує функцію пошуку маршруту до об'єктів на карті зі списку обраного, яка реалізується запитом системи, в Гугл, за допомогою google.api для отримання результатів пошуку. Сам варіант «Відобразити обране» виконує функцію запиту системи для відображення об'єктів доданих користувачем в обране з бази даних [4, с. 347].

Другим актором на діаграмі є актор «Google.api» який має непряму асоціацію з варіантами використання «Пошук об'єктів» та «Пошук маршруту» і служить для реалізації запитів до системи Гугл, за допомогою google.api, він необхідний для отримання

результатів запитів пошуку системи, та отримання результатів пошуку.

Система, розроблювальна в проекті є клієнт серверним додатком, це означає що вона складається з клієнтської та серверної частин: [4, с. 362]

- клієнтською частиною виступає веб сервіс — Telegram;
- серверною частиною виступає віддалений — сервер.

В ролі клієнтської частини виступає веб сервіс Telegram.Api, з цієї причини для зв'язку серверу з клієнтською частиною використано протокол tcp/ip http завдяки якому забезпечується взаємодія серверної та клієнтської частин, також для взаємодії з базою даних використано протокол tcp/ip який забезпечує передачу даних між клієнтською та серверною частинами. Клієнтська частина виконує функцію відображення інтерфейсу, завдяки якому користувач має можливість виконувати програмні функції. Серверна частина виконує зберігання об'єктів інтерфейсу користувача, та відправку їх на клієнтську частину, а також зберігання об'єктів які виконують програмні функції, а також зберігання даних.

Для роботи функцій «Add Favorite», «Show favorite», «Favorite delete», «SendLocation», необхідна база даних для зберігання даних.

На рисунку 2 зображена взаємодія клієнтської та серверної частин яка відбувається за допомогою мережевого протоколу «TCP IP», тож на початку роботи клієнтська частина отримує файл користувачького інтерфейсу яке включає в себе такі об'єкти: «Menu», «InlineKeyboardMenu», «TextMessage», за допомогою яких відбуваються відправка та

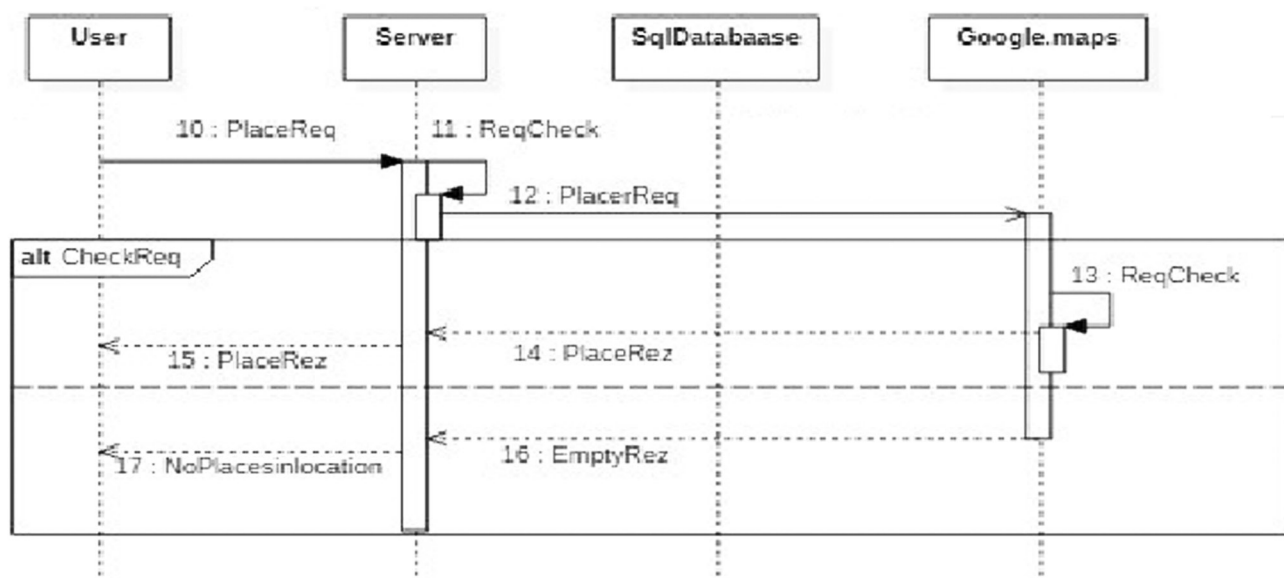


Рис. 2. Діаграма послідовності Відправка запиту на пошук об'єкту на карті

Джерело: складено автором

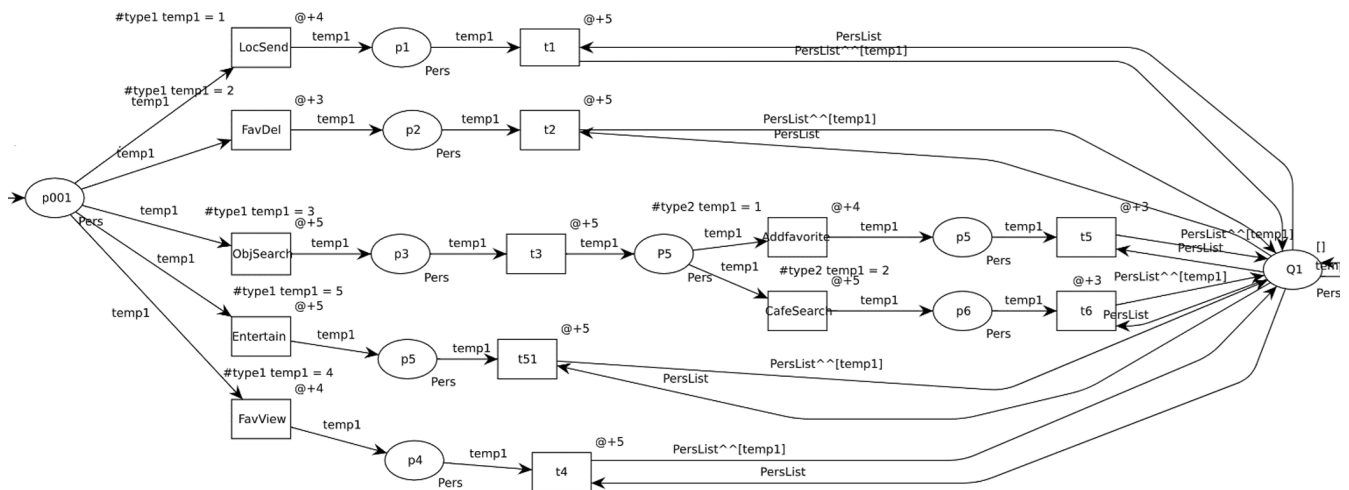


Рис. 3. Клієнтська частина мережі Петрі

Джерело: складено автором

відображення запитів користувача до серверу, також варто зазначити що усі запити та відображення інтерфейсів функціонує за допомогою «Telegram. арі» [5, с. 267].

Відправка запиту на пошук об'єктів на карті

При відправці запиту користувача на пошук об'єктів на карті відправляється запит до серверу, а також проходить перевірка локації користувача, з послідовною перевіркою на наявність об'єктів для обраного місцезнаходження.

На рисунку 2 представлена діаграма послідовності для цього варіанту розвитку.

- 1) Відправка користувачем запиту на сервер для пошуку об'єктів на карті (10);
- 2) Перевірка запиту сервером на коректність (11);
- 3) Відправка сервером Запиту користувача в гугл (12);
- 4) Обробка запиту в гуглі;
- 5) Якщо результат не пустий, гугл відправляє відповідь на сервер, з списком об'єктів відповідних критерію запиту який відправляється користувачу;
- 6) Якщо результат пустий, то гугл відправляє повідомлення про відсутність об'єктів, на сервер, а сервер відправляє повідомлення з інформацією про те що об'єкти в локації користувача відсутні.

Для моделювання систему була обрана мережа Петрі. Таким чином мережу Петрі що представлена на рисунку 6 можна поділити на 5 складових:

- користувач клієнт серверного додатку який виступає генератором запитів;

- клієнтська частина додатку — виконує обробку запитів користувача та відправляє їх подальшу обробку до серверної частини;
- серверна частина додатку — обробляє запити що надходять від клієнтської частини, та виконує відповідні запити до бази даних, після отримання відповіді від бази даних відправляє необхідну інформацію до клієнтської частини системи;
- база даних — виконує роль сховища даних, обробляє запити що надходять від серверної, та після обробки надсилає відповіді до серверної частини системи;
- частина система що відповідає за статистичний аналіз: — виконує збирання даних які модель отримує під час роботи: загальна кількість оброблених запитів, а також сумарний, максимальний мінімальний середній час обробки запитів.

На рисунку 3 наведено фрагмент мережі Петрі, що відповідає клієнтській частині клієнт-серверного додатку.

На рисунку 4 наведено фрагмент мережі Петрі, що відповідає серверній частині клієнт-серверного додатку.

Формальне подання мережі Петрі виглядає наступним чином:

$$C = (P, T, E),$$

де  $P$  — непуста кінцева множина позицій мережі,  $T$  — непуста кінцева множина переходів,  $E = (P \times T) \cup (T \times P)$  — відношення інцидентності позицій та переходів (множина дуг мережі).

Для отриманої мережі:

$$P = \{user, p_{001}, p_{51}, p_{1..12}, q_{1..3}, server, r_{1..5}, google.api, database, \}.$$

$$T = \left\{ \begin{array}{l} choose, locsend, favdel, objsearch, entertain, favview, addfavorite, cafesearch, \\ t_{0..14}, t_{24}, t_{34}, t_{44}, tr_{54}, t_{114}, t_{224}, t_{334}, t_{444}, t_{554}, t_{4444}, t_{5554}, t_{3334}, t_{2224}, t_{1114}, \\ t_{11114}, t_{22224}, t_{44444}, t_{55554}, t_{111114}, t_{222224}, t_{333334}, t_{444444}, t_{555554} \end{array} \right\}$$

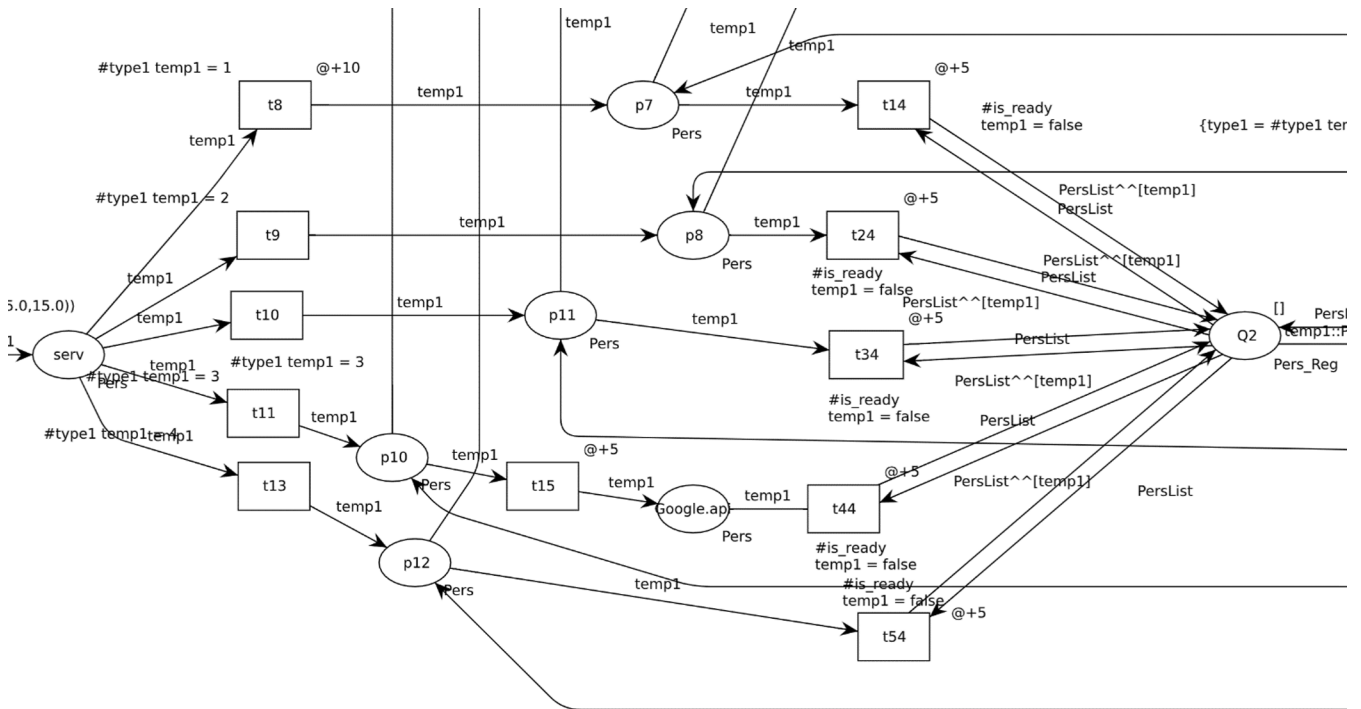


Рис. 4. Серверна частина мережі Петрі

Джерело: складено автором

Виділимо ділянку  $E_1 = (t_{15} \times google.api)$  та  $E_2 = (google.api \times t_{44})$ . Модель відрізняється тим що введені ділянки для взаємодії додатку з сервісом Google, що надає користувачу можливість одразу отримувати карту — довідник, не застосовуючи інше програмне забезпечення, що дає економію внутрішньої пам'яті пристрою.

Далі було побудовано граф досяжних маркувань мережі Петрі що представлений на рисунку 5.

Граф досяжних маркувань розділено на 5 частин кожна з яких відповідає одному з типів запитів користувача. Необхідно зауважити що кожна з частин має циклічний вигляд, це означає що кожна з частин є незалежною, що приводить до неможливості виникнення ситуацій, коли один тип запитів заважає роботі іншого.

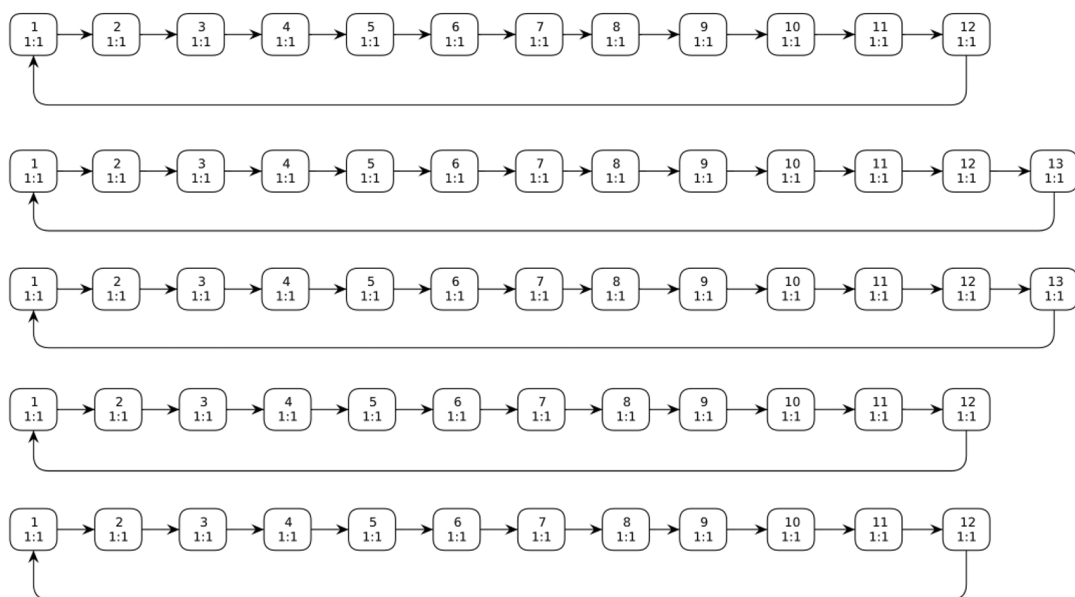


Рис. 5. Граф досяжних маркувань

Джерело: складено автором



Таблиця 1

## Результати моделювання

К-сть кроків	Середній час 1, мс	Середній час 2, мс	Середній час 3, мс	Середній час 4, мс	Середній час 5, мс
2000	47	35	42	48	36
6000	48	37	46	46	35
12000	47	37	47	46	36
20000	48	37	47	46	35
26000	46	37	47	46	35

Джерело: складено автором

## Реалізація та апробація

Результати моделювання мережі Петрі наведені у таблиці 1. Моделювання проводилось у середовищі «CPNTools» із наступним апаратним забезпеченням: процесор — «Intel Core i5-9300H», обсяг оперативної пам'яті — 8 Гб, відеоадаптер — «Nvidia Geforce GTX 1660 Super».

Проаналізувавши результати моделювання можна зробити висновок що найменшим є час відповіді на другий та п'ятий типи запитів — «Додавання в обране» та «Видалення обраного», такі результати через те що вони не потребують складних операцій, а тільки запиту до бази даних, та отримання відповіді користувачу, про вдалу обробку запиту. Найбільшим є час відповіді першого типу запитів а саме — «Відправка місцезнаходження», такі результати отримані через те що цей запит потребує запиту інформації з клієнтської частини системи, тобто клієнту, після чого необхідно обробити отримані дані, та надіслати та зберегти їх в базі даних. Середній час обслуговування знаходиться в діапазоні від 35 до 48 мс, такий результат є задовільним для сучасних клієнт-серверних систем.

**Висновок.** Під час дослідження було виконано проектування, розробку моделювання та реалізацію клієнт серверної системи яка забезпечує карту-довідник. Для показу моделі системи була побудована та змодельована мережа Петрі, за результатами якої можна зробити висновок що час обробки запитів, та надсилання відповіді користувачам задовільний на сьогоднішній день Одним з найважливіших переваг клієнт-серверних систем у порівнянні з їхніми аналогами є зниження мережного трафіка при виконанні запитів саме тому користувач повинен мати лише пристрій з доступом в інтернет для отримання можливості працювати з інтерактивною картою довідником. Клієнт серверний додаток реалізує алгоритм пошуку об'єктів на карті, пошук та відображення оптимального маршруту до об'єктів, також користувачу надана можливість додавання об'єктів в персональне сховище даних, для швидкого пошуку об'єктів, та маршруту до них. Саме тому додаток що розробляється в цьому проекті має велику кількість можливостей для застосування, як в туристичній сфері так і для щоденного використання.

## Література

1. Машнин, Т.С. Google App Engine Java и Google Web Toolkit: разработка Web-приложений / Т.С. Машнин. СПб.: BHV, 2014. 352 с.
2. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник / Євген Вікторович Буров. Львів: «Магнолія 2006», 2010. 262 с.
3. Erik Wilde, Cesare Pautasso. REST: From Research to Practice. Springer Science & Business Media, 2011. 528 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/229431202\\_REST\\_From\\_Research\\_to\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/229431202_REST_From_Research_to_Practice)
4. Чамберс Д., Пэккетт Д., Тиммс С. «ASP. NET Core. Розробка додатків», «Питер» 2017. 464 с.
5. Камер Дуглас, Стівенс Девід Л. «Сети TCP/IP, том 3. Розробка додатків типу клієнт-сервер», видавництво «Вільямс», 2002 г. 592 с.

УДК 338.264:351.863.14; 339.17; 620.9; 658, 621.365:697.27

**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 NAS of Ukraine*

**Фиалко Наталья Михайловна**

*доктор технических наук, профессор,*

*член-корреспондент НАН Украины, заведующая отделом*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

*Doctor Technical Sciences, Professor,*

*Corresponding Member NAS of Ukraine, Head Department*

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-19-6655

## ОЦЕНКА СОБСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

### EVALUATION OF OWN RESERVES FUEL- ENERGY RESOURCES OF UKRAINE

**Аннотация.** Рассматриваются данные о собственных запасах традиционных топливно-энергетических ресурсов Украины. Анализируются перспективы развития в Украине ядерной энергетики как одного из направлений декарбонизации энергетического сектора экономики.

**Ключевые слова:** собственные запасы, традиционные топливно-энергетические ресурсы, энергетическая безопасность.

**Summary.** The data on own reserves of traditional fuel-energy resources of Ukraine are considered. The prospects for the development of nuclear energy in Ukraine as one of the directions of decarbonization for the energy sector of the economy are analyzed.

**Key words:** own reserves, traditional fuel-energy resources, energy safety.

Основу запасов традиционных топливно-энергетических ресурсов Украины (ТТЭР) составляют три углеродосодержащих ископаемых видов топлива (УИВТ) органического природного происхождения — уголь, природный газ, нефть и два вида минерального топлива — уран и торий. Большинство стран мира, в том числе практически все страны-члены ЕС и ОЭСР, удовлетворяют основную часть своих потребностей в энергоресурсах путем внешних транзитных или прямых поставок. По сравнению с другими государствами по показателю обеспеченности ископаемыми видами топлива Украина находится в достаточно удовлетворительном состоянии: по углю — на 8 месте (из списка 38 стран), по природному газу — 23 (из 102 стран), по нефти — 36 (98). Энергетическая безопасность (ЭнБ)

Украины в значительной степени интегрирована в структурированную мировую систему энергетической безопасности.

С 2009 года Украина, как одна из 25 стран с высоким энергопотреблением, регулярно исследуется в плане национальной ЭнБ Институтом глобальной энергетики (GEI — Global Energy Institute) при Торговой палате США. По совокупности рисков Украине каждый раз достается последнее место в соответствующем рейтинге. При этом указанное происходит, несмотря на то, что Украина по отдельным ресурсным показателям (таким как подтвержденные геологические запасы и реальные объемы добычи угля, природного газа, сырой нефти, урана) или их комплексным оценкам превосходит многие страны с большим рейтингом ЭнБ (например, Данию,

Японию, Новую Зеландию, Южную Корею, Турцию). Низкие показатели ЭНБ Украины в рейтинге GEI не свидетельствуют о критической ситуации с угрозой отечественной ЭНБ по ресурсным показателям, а тем более о существовании для нее глобальной угрозы. Скорее всего, низкие рейтинги являются сигналом неудачной энергетической государственной политики или проявлением недостатков в создании и реализации программ экономической и национальной безопасности. Опыт государства, которое относительно недавно импортировало уголь антрацитового класса со всего мира (в том числе из Южной Африки, Пенсильвании), через схему «Роттердам+» ввозила другие марки энергетического угля, реализовала 100% нефизический реверс трубопроводного природного газа, практически не имела проблем на внутреннем рынке автомобильных бензинов и дизельного топлива, подтверждает этот тезис. Дефицит традиционных топливно-энергетических ресурсов (ТТЭР) может превратиться в угрозу глобального характера для Украины лишь с началом истощения мировых запасов ископаемых топливно-энергетических ресурсов.

Рассмотрим несколько подробнее вопрос о резервах угля и его добычи в Украине. На рис. 1 ломаная 1 отражает динамику добычи угля в Украине в период 1910–2019 гг. по данным [1–4].

Эксперты считают, что величина доказанных запасов угля в Украине достигает 33,983 млрд. т (в т.ч. 15,35 млрд. т антрацита и битумного угля; 18,522 млрд. т лигнита), что соответствует 4% мировых запасов и четвертому (после РФ, ФРГ, Польши) месту в Европе.

Уголь в Украине добывается, главным образом, в Донецком и Львовско-Волинском (ЛВВ) угольных

бассейнах. В Донецком бассейне по разным оценкам сосредоточено от 87% до 92,4% доказанных запасов украинского угля. В ЛВВ потенциал ежегодной добычи оценивается величиной до 14 Мт угля. Но в последние годы этот показатель сократился до 4 Мт, в 2019 году — до 1,43 Мт (табл. 1).

Сейчас рассматривается сценарий, согласно которому в ЛВВ останутся только две шахты из 15 активных. Главными потребителями угля ЛВВ является Бурштынская и Доброворская ТЭС.

Еще более сложная картина угледобычи имеет место в Донбассе. По геологическим условиям большинство угольных пластов Донбасса залегают глубоко (1,0 ÷ 1,3 км), являются маломощными (толщина 0,6 ÷ 1,5 м), характеризуются высоким содержанием серы и из-за высокого содержания шахтного метана взрывоопасны. Удобные для добычи залежи угля в Донбассе за более чем 100 лет уже отработаны. В результате возникла проблема высокой себестоимости украинского угля, что на фоне его высокозольности усложнило условия, как функционирования отечественной промышленности, так и возможности угольного экспорта. Угледобыча в Украине до 2014 года в значительной степени относилась к дотационным отраслям экономики. Размеры дотаций в 2012 г. составили 15 млрд. ₴, а на 2013 год было запланировано более 13 млрд. ₴ [6]. Объемы государственной поддержки угольной отрасли (15 и 13 млрд. ₴) [7] были сопоставимы с военным бюджетом Украины в 2013 году — 18,8 млрд. ₴ (при курсе доллара примерно в три раза меньше чем сейчас).

Ранее доминировало мнение, что угольная отрасль Украины является одной из ключевых,

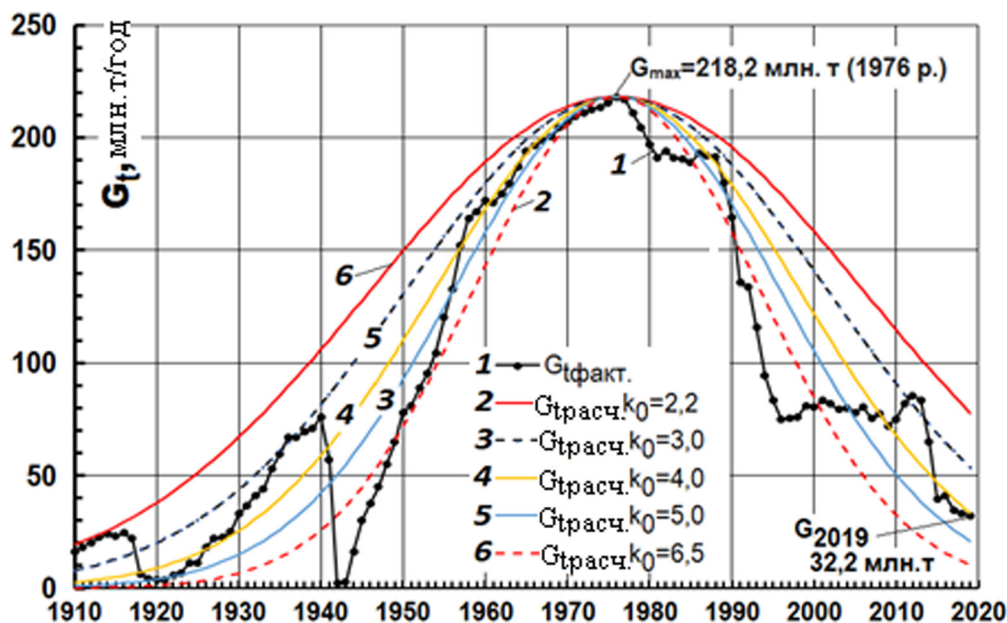


Рис. 1. Фактична (для України) 1 і модельні в приближении М. К. Хабберта кривые 2–6 добычи угля в Украине

Таблица 1

Добыча энергетического угля в Украине в 2018–2019 гг., Мт					
Область	2018		2019		$\delta_{2019-2018}$
Днепропетровская	19,778	72,0%	17,731	71,2%	-10,35%
Донецкая	5,535	20,1%	5,412	21,7%	-2,22%
Львовская	1,574	5,7%	1,360	5,46%	-13,60%
Луганская	0,492	1,8%	0,329	1,32%	-33,13%
Волынская	0,099	0,4%	0,070	0,28%	-29,29%
Всего	27,478	100%	24,902	100%	-9,37%

Источник: [5]

способна обеспечить энергетические потребности экономики и, более того, работать на экспорт. Еще в феврале 2011 г. в Украине планировалось для снижения импорта природного газа увеличить добычу угля с 74 Мт в 2010 г. до 100–105 Мт. Локальный максимум добычи за период 2010–2013 гг. был пройден в 2012 г. и составил 86 Мт. По данным Госстата Украины из-за форс-мажорных обстоятельств в 2014 добыча угля в Украине сократилась на 30,5%, в 2015 г. — на 38,1% по сравнению с предыдущими годами [8–9]. В 2019 году было добыто 32,2 Мт, из них 24,901 Мт энергетического угля, что на 9,4% меньше, чем в 2018 году (табл. 1). В 2018 году снижение темпов добычи было меньшим по сравнению с 2017 г. 1–2,2%. Шахты вертикально структурированного холдинга ДТЭК в 2019 г. добыли 18,207 Мт угля (89,8% от плана Минэнерго), что, однако, меньше на 10,3%, чем в предыдущем 2018 году. Сегодня лидерство в добыче энергетического угля в Украине перешло из донецко-луганского региона в Днепропетровскую область — в западную часть Донецкого бассейна.

На рис. 1 (кривые 2–6) в приближении модели МИФИ представлены аппроксимации кривых добычи угля в Украине. Исходным параметром этих модельных кривых было значение угольного пика (218,2 млн. / 1976 год). Параметр  $k_0$  (физический смысл которого — начальный темп добычи угля при  $t = 1910$  г.) варьировался в диапазоне от 2,2 до 6,5. Аппроксимации с варьированием  $k_0$  охватили фактическую кривую 1 добычи угля в Украине (в основном донецкого), которая учитывает множество факторов экономического и политического характера разнонаправленного действия. В том числе — две мировые войны, Гражданскую войну, индустриализацию, деиндустриализацию, переход к новой технологической эпохе и тому подобное.

Несмотря на то, что до истечения 33,983 млрд. тонн доказанных резервов угля в Украине еще далеко, практическая способность удовлетворять потребности страны в энергии за счет Донбасса выбрана почти полностью. Примерами стран, угольные бассейны которых прошли пики добычи, являются Великобритания (1913 г.), Япония (начало 1940-х) и др. Донбасс ждет судьба всех выработанных уголь-

ных бассейнов мира. Наиболее масштабными примерами успешного решения вопросов адаптации к новым реалиям депрессивных угледобывающих районов в Европе являются ФРГ и Великобритания, где шахтный способ добычи угля полностью прекращен. Население бывших моногородов благодаря специальным социально-экономическим программам развития нашло свое место в условиях нового постиндустриального общества. Актуальным вопросом в Украине является поиск подходов по возрождению Донбасса на базе национальных моделей неоиндустриального (высокотехнологичного) развития. Соответствующие работы ведутся в академических институтах экономического профиля, в частности в Институте экономики и прогнозирования, Институте экономики промышленности НАН Украины, Национальном институте стратегических исследований.

Оценка запасов нефти и газа в Украине в контексте безопасности ее нефтегазовой отрасли приводятся в работе [10].

Что касается перспектив развития ядерной энергетики Украины, то они в значительной степени связаны с мировыми запасами ядерного топлива. Поскольку запасы основного вида этого топлива ( $^{235}\text{U}$ ) намного уступают другим видам ТТЭР, то данный факт можно считать одним из факторов мирового тренда уменьшения нового строительства объектов ядерной генерации на фоне постоянного вывода из эксплуатации устаревших ядерных энергоблоков. То есть не в последнюю очередь замедление развития ядерной энергетики обусловлено общим дефицитом ядерного топлива по сравнению с УИВТ. По данным [11] пока в мировом энергомиксе ТТЭР, который состоит из УИВТ и  $^{235}\text{U}$ , энергетический потенциал УИВТ оценивается в 90%, а на  $^{235}\text{U}$  (как топливо для реакторов на тепловых нейтронах) приходится лишь 10%. Однако в дискуссии о путях развития энергетики определенное место принадлежит положительным оценкам перспектив развития АЭС. Если учесть гибридные технологии ядерной энергетики, совмещающие генерацию в реакторах как на тепловых (топливо  $^{235}\text{U}$ ), так и на быстрых нейтронах (топливо  $^{238}\text{U}$ ), то ситуация с соотношением энергоресурсов кардинально изменится.



Во-первых, мировых геологических запасов  $^{238}\text{U}$  в 15 раз больше, чем  $^{235}\text{U}$ . Во-вторых, энергетический потенциал топлива в технологиях электрогенерации, которые включают процессы бридинга, в 142 раза больше, чем в традиционных АЭС [11]. В этих условиях энергетический потенциал микса ТТЭР = УИВТ +  $^{235}\text{U}$  +  $^{238}\text{U}$  +  $^{232}\text{Th}$  на 94% будет состоять из потенциала ядерных топлив и лишь на 6% из потенциала УИВТ [11].

**Выводы.** Рассмотрены вопросы собственных запасов традиционных топливно-энергетических ресурсов Украины. Согласно приведенным данным по сравнению с другими государствами мира по показателю обеспеченности ископаемыми видами

топлива Украина находится в удовлетворительном состоянии: по углю — на 8 месте, по природному газу — на 23 и по нефти — на 36 месте в мире. Указывается на перспективность развития в Украине ядерной энергетики, учитывая значительные мировые геологические запасы различных изотопов урана. При этом отмечается, что особого внимания заслуживают гибридные технологии ядерной энергетики. Учитывая требования относительно допустимых бюджетов эмиссии  $\text{CO}_2$ , целесообразным также считается ограничение использования угля, его частичное замещение природным газом, электрификация транспорта и, что особенно важно, развитие возобновляемых источников энергии.

### Литература

1. Білецький В. С. Вугільна промисловість. // В кн.: Мала гірнича енциклопедія, т. 1 / За редакцією В. С. Білецького. Донецьк: Донбас, 2004. 640 с.
2. Сургай М. С., Толстой М. М. Вугільна промисловість // Енциклопедія сучасної України. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=30072](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=30072)
3. Объем добычи угля в Украине 2017. URL: <http://reform.energy/analitics/obem-dobychi-uglya-v-ukraine-za-26-let-sokratilsya-v-4-raza-minenergouglya-infografika-4044>;
4. Добыча угля в Украине. URL: <http://uglex.com/articles/234-zapasy-uglya-v-ukraine.html>;
5. Volumes of thermal coal production in Ukraine in 2019 decreased by 9.4%. URL: <https://kosatka.media/uk/category/ugol/analitics/ukrainskie-shahty-uskorili-snizhenie-tempov-dobychi-uglya> (Ukr.)
6. Dyenkov D. Coal subsidies: who and how much // Economic truth, 1 12.2014. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2014/12/1/509687/> (Ukr.)
7. Arhangelskij Yu. What about our coal? // The mirror of the week. Ukraine, 27.06.2014. URL: [https://zn.ua/ukr/energy\\_market/yak-spravi-z-nashim-vugillyam-.html](https://zn.ua/ukr/energy_market/yak-spravi-z-nashim-vugillyam-.html). (Ukr.)
8. Volumes of thermal coal production in Ukraine in 2019 decreased by 9.4%. URL: <https://kosatka.media/uk/category/ugol/analitics/ukrainskie-shahty-uskorili-snizhenie-tempov-dobychi-uglya> (Ukr.)
9. Kulitskij S. Coal industry of Ukraine: current state and problems of development // Ukraine: events, facts, comments. 2016. № 17. PP. 37–44. (Ukr.)
10. Leshchenko I. Ch. Analysis of indicators of energy security of the oil and gas industry of Ukraine // Problems of general energy. 2019, Iss. 2. PP. 4–12. (Ukr.)
11. Ulyanin Yu. A., Kharitonov V. V., Yurshina D. Yu. Forecasting the dynamics of depletion of traditional energy resources // Problems of forecasting, 2018. № 2. PP. 60–71. (Rus)

УДК 538.9:536.6

**Фиалко Наталия Михайловна**

*доктор технических наук, профессор,  
заведующая отделом теплофизики энергоэффективных теплотехнологий,  
член корреспондент НАН Украины,  
Заслуженный деятель науки и техники Украины  
Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

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

**Прокопов Виктор Григорьевич**

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

**Prokopov Victor**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher of the  
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies  
Institute of Engineering Thermophysics of  
National Academy of Sciences of Ukraine*

**Навродская Раиса Александровна**

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

**Navrodskaia Raisa**

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

**Шевчук Светлана Ивановна**

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

**Shevchuk Svetlana**

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

**Степанова Алла Исаевна**

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

**Stepanova Alla**

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

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-19-6657

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫМОВЫХ ТРУБ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С СИСТЕМАМИ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИИ

## IMPROVING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF CHIMNEYS OF BOILER PLANTS WITH HEAT RECOVERY SYSTEMS

**Аннотация.** Изложены результаты исследований теплотехнических и экологических параметров выбросов дымовых труб газопотребляющих котельных установок, оснащенных системами глубокой утилизации теплоты отходящих газов. Рассмотрены вопросы целесообразности применения тепловых методов предотвращения конденсатообразования в дымовых трубах для повышения их экологичности. Это методы частичного байпасирования отходящих газов котла мимо теплоутилизационного оборудования, подсушивания охлажденных после теплоутилизации дымовых газов в теплообменниках-газоподогревателях и подмешивания к этим газам сухого и нагретого воздуха от воздушоподогревателя котельной. Проанализирована эффективность использования этих методов с целью улучшения экологических показателей дымовых труб. Определено относительное уменьшение максимальной приземной концентрации таких вредных выбросов, как оксиды азота и углерода за счет использования указанных тепловых методов. Выполнено сопоставление эффективности применения данных методов для улучшения экологичности рассматриваемых дымовых труб. Показано, что предлагаемые методы, применяемые для антикоррозионной защиты дымовых труб котельных установок при использовании теплоутилизационных технологий с глубоким охлаждением дымовых газов, способствуют повышению экологичности этих труб.

**Ключевые слова:** газопотребляющие котлы, глубокое охлаждение отходящих газов, снижение вредных выбросов, тепловые методы.

**Summary.** The researches results of thermotechnical and environmental parameters of emissions from chimneys of gas-fired boiler plants equipped with systems for deep heat recovery of exhaust gas are presented. The issues of the expediency of using heat methods for preventing condensation formation in chimneys to improve their environmental friendliness are considered. These are methods of partial bypassing of boiler exhaust gases past the heat recovery equipment, predrying the exhaust gases cooled after heat recovery in heat exchangers-gas heaters and mixing dry and heated air from the boiler room air heater to these gases. The efficiency of using these methods in order to improve the environmental performance of chimneys is analyzed. A relative decrease in the maximum surface concentration of such harmful emissions as nitrogen and carbon oxides due to the use of these heat methods has been determined. Comparison of the effectiveness of the application of these methods to improve the environmental friendliness of the considered chimneys is carried out. It is shown that the proposed methods used for anticorrosion protection of chimneys of boiler plants when using heat recovery technologies with deep cooling of flue gases contribute to an increase in the environmental friendliness of these chimneys.

**Key words:** gas-fired boilers, deep exhaust-gas cooling, reduction of harmful emissions, heat methods.

Дымовые трубы являются важными элементами топливоиспользующих теплоэнергетических установок различного назначения и служат для безопасного удаления отработанных продуктов сгорания (отходящих дымовых газов) в окружающую среду. Поэтому к ним при проектировании и эксплуатации выдвигаются высокие требования относительно

их надежности и экологичности, связанной с соблюдением нормативных показателей рассеивания в атмосфере вредных веществ.

Помимо необходимости безопасности и экологичности дымовых труб к современным теплоэнергетическим установкам выдвигаются требования относительно экономии топлива, то есть повышения

их КПД или коэффициента использования теплоты топлива КИТТ, что обычно реализуется путем применения различных теплоутилизационных технологий [1–5]. Применение таких технологий зачастую приводит к отклонению условий эксплуатации дымовых труб от нормативных. Эти отклонения имеют как позитивные последствия (уменьшение температуры выбрасываемых газов и объемов вредных веществ), так и негативные — нарушение режимов работы дымовых труб касательно их безопасности и условий рассеивания загрязняющих веществ. Безопасность дымовых труб ухудшается при глубокой

теплоутилизации дымовых газов вследствие коррозионного разрушения оболочки труб из-за уменьшения температуры их внутренней поверхности ниже точки росы содержащегося в дымовых газах водяного пара [5–9]. Поэтому при проектировании и эксплуатации теплоутилизационных технологий для топливоиспользующих теплоэнергетических установок должны применяться мероприятия относительно улучшения экологичности и надежности их дымовых труб.

Данная работа посвящена исследованию целесообразности применения тепловых методов

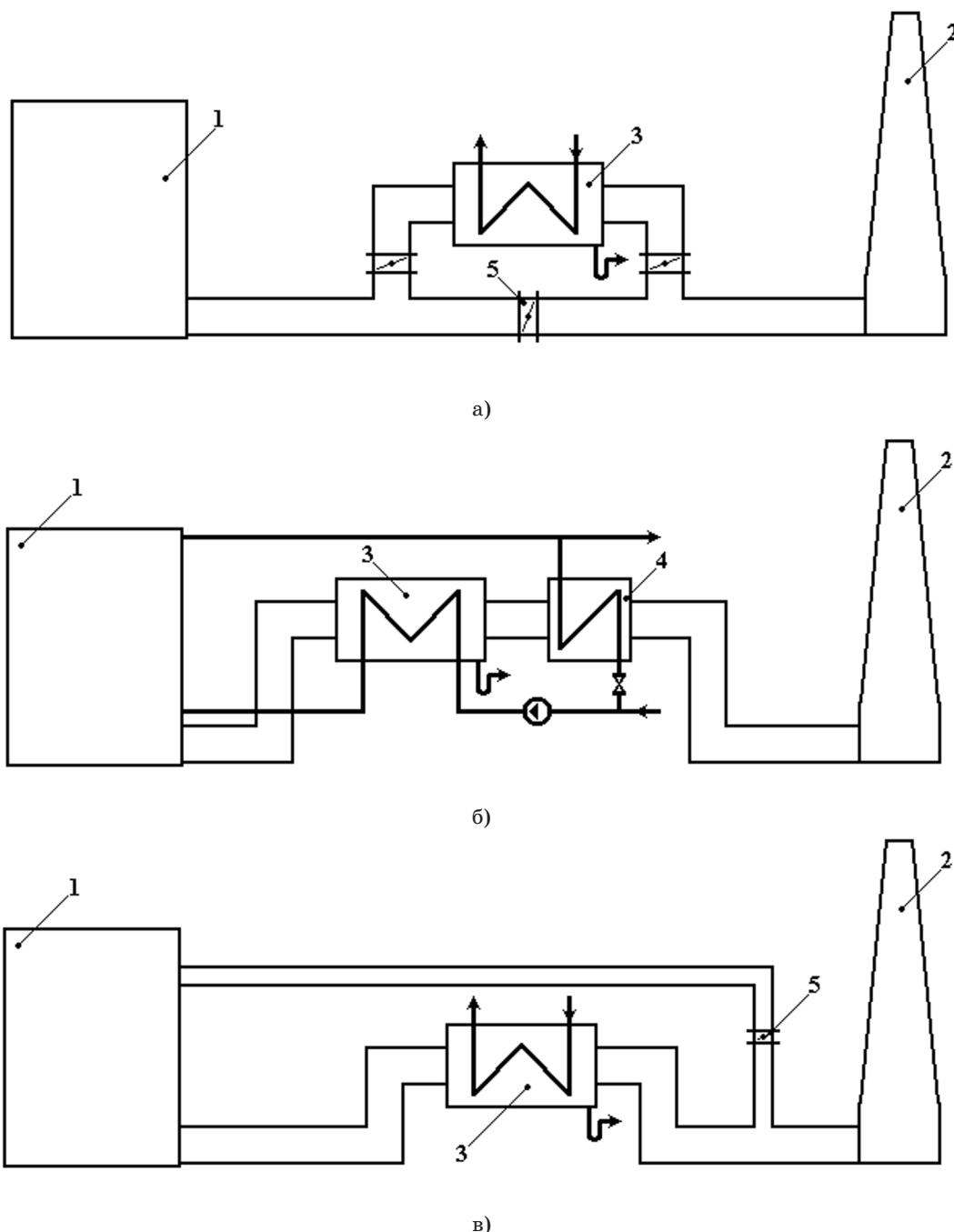


Рис. 1. Принципиальные схемы котельных установок с применением трех тепловых методов: байпасирования (а), подсушивания в газоподогревателе (б) и подмешивания сухого нагретого воздуха (в): 1 — котел; 2 — дымовая труба; 3 — конденсационный водонагреватель; 4 — газоподогреватель; 5 — шибер



предотвращения конденсатообразования в дымовых трубах различного типа для улучшения их экологичности. Проанализирована эффективность использования с целью улучшения экологических показателей дымовых труб таких тепловых методов, как: частичное байпасирование с долей  $\chi$  отходящих газов котла мимо теплоутилизационного оборудования, подсушивание (подогревание на величину  $\Delta t$ ) охлажденных после теплоутилизации дымовых газов в теплообменниках-газоподогревателях, подмешивание к охлажденным газам части  $\sigma$  сухого и нагретого воздуха от воздухоподогревателя котельной. Схемы соответствующих котельных установок с применением указанных тепловых методов приведены на рис. 1.

Рассматривались теплотехнические параметры (температура и скорость дымовых газов) отопительных котельных установок номинальной теплопроизводительностью 2 МВт, оснащенных теплоутилизаторами для нагревания теплосетевой воды. Данные параметры определялись на выходе из устья дымовых труб разного типа (металлической и кирпичной).

Изучалось влияние указанных параметров на уменьшение максимальной приземной концентрации у дымовой трубы таких вредных выбросов, как оксиды азота  $NO_x$  и углерода  $CO$ , при использовании предлагаемых тепловых методов. Исследования экологических показателей проводилось в соответствии с методическими рекомендациями [10]. При этом определялось относительное уменьшение  $C_{от}^{CO}$  и  $C_{от}^{NOx}$  указанных концентраций при применении методов  $C_m$  по сравнению с ситуацией без их применения  $C_o$ :

$$C_{от}^{NOx} = (C_o^{NOx} - C_m^{NOx}) / C_o^{NOx} \cdot 100\%, \\ C_{от}^{CO} = (C_o^{CO} - C_m^{CO}) / C_o^{CO} \cdot 100\%.$$

Расчеты осуществлялись для кирпичной и металлической из антикоррозионного материала дымовых труб высотой 45 м, расположенных в Украине в зоне южнее  $50^\circ$  южной широты. Расчетная масса вредного вещества, которая выбрасывается в атмосферу в единицу времени, составила  $M = 1,11 \dots 0,25$  г/с; коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере для газов и коэффициент влияния рельефа местности (для равной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающих 50 м на 1 км) принимались равными единице, расчетные безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья трубы составляли  $m = 0,98 \dots 1,23$  и  $n = 1,14 \dots 1,87$ ; разница  $\Delta t$  между температурой отходящих газов  $t_r$  и температурой окружающей среды  $t_{oc}$  менялась в пределах  $40 \dots 114^\circ C$ .

Исследования выполнялось в различных режимах работы котлов на протяжении отопительного периода в соответствии с температурой наружного

воздуха  $t_n$ . Расчеты производились при соблюдении проектных значений тепловой нагрузки котельных. Режимы работы соответствовали теплосетевому графику котельной с температурным перепадом  $\Delta t = 115-70^\circ C$ . В случае уменьшения ниже 50% тепловой нагрузки котлов уменьшалось количество рабочих котлов при соответствующем увеличении их тепловой мощности; температура отходящих дымовых газов за котлом в номинальном режиме составляла  $166^\circ C$ . Температура подмешиваемого воздуха принималась равной  $150^\circ C$ . Уровни байпасирования горячих газов  $\chi$ , подмешивания воздуха  $\sigma$  и нагревания охлажденных газов  $\Delta t$  принимались в практическом диапазоне значений, необходимых для отсутствия конденсатообразования в дымовой трубе [7].

Нормативное значение максимальной приземной концентрации (предельно допустимой нормы концентрации ПДК) принималось по данным работы [10] и равнялось  $5$  мг/м<sup>3</sup> для  $CO$ , а для  $NO_x$  —  $0,085$  мг/м<sup>3</sup>. Значения концентраций выбросов  $CO$  и  $NO_x$  в дымовых газах за котлом принимались согласно режимными картами обследованных авторами статьи котлов, эксплуатируемых в коммунальных котельных и соответствуют современным требованиям. Так, максимальная концентрация  $CO$  не превышала  $0,01$  мг/м<sup>3</sup>. Относительно содержания окислов азота  $C_r^{NOx}$  в дымовых газах за котлом, то выполнен анализ показал, что для подавляющего большинства котлов это содержание менялось в пределах  $50-200$  мг/м<sup>3</sup>. Наибольшее значение концентрации  $C_r^{NOx} = 200$  мг/м<sup>3</sup> соответствует согласно действующим нормам допустимой границы выбросов оксидов азота для газопотребляющих котельных установок.

В таблице 1 представлены основные результаты проведенных исследований. Как свидетельствуют полученные данные, применение предлагаемых тепловых методов приводит к улучшению условий эксплуатации дымовых труб. Так, наблюдается рост скорости, и особенно температуры дымовых газов, на выходе из устья дымовых труб по сравнению с ситуацией без использования данных методов. При этом величина относительного уменьшения выбросов колеблется от 1,5 до 32% в зависимости от режима работы котла, применяемого метода и его характеристик (долей байпасирования горячих газов  $\chi$ , подмешивания нагретого воздуха  $\sigma$  и уровня нагревания охлажденных газов  $\Delta t$ ).

Общими тенденциями для всех применяемых методов и дымовых труб является увеличение уровня относительного уменьшения выбросов с ростом температуры окружающей среды (что соответствует уменьшению тепловой нагрузки котла) и ростом величин  $\chi$ ,  $\sigma$  и  $\Delta t$ .

Следует отметить для металлической дымовой трубы вследствие большего уровня охлаждения дымовых газов в ней при прочих равных условиях

Таблица 1

## Показатели эффективности применяемых тепловых методов для улучшения экологичности дымовых труб

Наименование исследуемых показателей	Температура наружного воздуха, °C	Наименование применяемого метода и его характеристик для двух типов материала корпуса дымовых труб											
		Байпасирование с долей $\chi$ горячих газов котла в смеси перед дымовой трубой				Воздушный метод с долей $\sigma$ горячего воздуха в смеси перед дымовой трубой				Подсушивание с подогревом газов в газоподогревателе на величину $\Delta t$ , °C			
		Кирпич		Металл		Кирпич		Металл		Кирпич		Металл	
		$\chi=5\%$	$\chi=15\%$	$\chi=30\%$	$\chi=50\%$	$\sigma=4\%$	$\sigma=12\%$	$\sigma=16\%$	$\sigma=20\%$	$\Delta t=5^\circ\text{C}$	$\Delta t=10^\circ\text{C}$	$\Delta t=20^\circ\text{C}$	$\Delta t=40^\circ\text{C}$
Температура дымовых газов на выходе из устья трубы $t_r$ , °C	-10	74,5	81,6	90,3	105,3	74,0	79,8	79,4	82,1	75,9	80,8	88,1	107,0
	0	60,1	68,0	77,8	93,	59,8	66,1	67,4	70,0	61,0	65,9	73,6	92,4
	10	50,1	52,4	54,7	59,4	52,8	59,6	61,1	63,9	53,8	58,5	66,3	84,6
Скорость дымовых газов на выходе из устья трубы $V_r$ , м/с	-10	8,6	8,8	9,0	9,4	8,9	9,7	10,0	10,4	8,7	8,8	9,0	9,5
	0	5,8	5,9	6,1	6,3	6,0	6,5	6,7	7,0	5,8	5,9	6,0	6,3
	10	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,5	3,7	3,8	3,1	3,2	3,2	3,4
Относительное уменьшение выбросов оксидов азота и углерода $C_{от}^{NOx}$ , $C_{от}^{CO}$ , %	-10	2,8	8,2	15,2	23,4	5,2	14,0	17,8	21,2	3,9	7,5	13,8	24,2
	0	3,9	10,9	19,4	28,7	6,2	16,3	20,5	24,3	4,9	9,3	16,7	28,6
	10	1,5	4,4	8,5	13,6	6,9	17,9	22,2	26,2	5,8	10,9	19,1	31,7

величины  $C_{от}^{CO}$  и  $C_{от}^{NOx}$  меньше, нежели для кирпичной.

Что касается ранжирования применяемых тепловых методов, то для рассматриваемых условий, наиболее предпочтительным представляется метод нагревания дымовых газов в газоподогревателе, особенно при высоких уровнях подогрева  $\Delta t$ , а наименьшей эффективностью характеризуется метод байпасирования дымовых газов. Последний метод имеет наименьшие значения величин  $C_{от}^{CO}$  и  $C_{от}^{NOx}$  при высоких температурах окружающей среды,

вследствие уменьшения температуры байпасированных дымовых газов котла при уменьшении его нагрузки.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что предлагаемые тепловые методы, применяемые для антикоррозионной защиты дымовых труб котельных установок при использовании современных теплоутилизационных технологий с глубоким охлаждением дымовых газов, способствуют повышению экологичности этих труб.

## Литература

1. Фіалко Н. М., Пресіч Г. О., Гнедаш Г. О., Шевчук С. І., Дашковська І. Л. Підвищення ефективності комплексних теплоутилізаційних систем для підігрівання та зволоження дуттєвого повітря газоспоживальних котлоагрегатів // Промислова теплотехніка, 2018. № 40(3). С. 38–45. <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.06>
2. Фіалко Н. М., Навродская Р. А., Гнедаш Г. А., Пресич Г. А., Степанова А. И., Шевчук С. И. Повышение эффективности котельных установок коммунальной теплоэнергетики путем комбинированного использования теплоты отходящих газов // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 15. С. 126–129.
3. Фіалко Н. М., Навродська Р. О., Пресіч Г. О., Гнедаш Г. О., Шевчук С. І., Степанова А. І. Комбіновані теплоутилізаційні системи для газоспоживальних котлів комунальної теплоенергетики. Київ: Типографія «Про формат». 2019. 192 с.

4. Навродська, Р. О. Підвищення ефективності теплоутилізаційних технологій для котельних установок комунальної теплоенергетики // Науковий вісник НЛТУ України. 2015. № 25(9). С. 225–229.
5. Долинский А. А., Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Гнедаш Г. А. Основные принципы создания теплоутилизационных технологий для котельных малой теплоэнергетики // Промышленная теплотехника. 2014. № 4. С. 27–36.
6. Фиалко Н. М., Навродська Р. О., Пресіч Г. О., Меранова Н. О. Дослідження режимів роботи димових труб котелень за умов глибокого охолодження газів // Промышленная теплотехника. 2003. № 4. С. 72–74.
7. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Степанова А. И., Пресич Г. А., Гнедаш Г. А. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок Киев: Типография «Про формат», 2018. 248 с.
8. Навродська Р. О. Запобігання конденсатоутворенню у димових трубах за зниження теплового навантаження котелень // Науковий вісник НЛТУ України. 2015. № 25(9). С. 307–312.
9. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Пресич Г. А., Гнедаш Г. А., Глушак О. Ю. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок с глубоким охлаждением дымовых газов // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. 2014. № 2. С. 13–17.
10. Общесоюзный нормативный документ ОНД-86. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 93 с.

УДК 004.432.2

**Цой Ігор Сергійович**

*студент*

*Харківського національного університету радіоелектроніки*

**Цой Ігорь Сергеевич**

*студент*

*Харьковского национального университета радиоэлектроники*

**Tsoi Ihor**

*Student of the*

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

**Олійник Олена Володимирівна**

*старший викладач кафедри програмної інженерії*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

**Олейник Елена Владимировна**

*старший преподаватель кафедры программной инженерии*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

**Olinik Olena**

*Assistant Professor of Software Engineering Department*

*Kharkiv National University of Radioelectronics*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПАРАЛЕЛІЗМУ У ПЛАТФОРМІ .NET CORE 3.1**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛИЗМА В ПЛАТФОРМЕ .NET CORE 3.1**

## **PARALLEL PROGRAMMING IN .NET CORE 3.1**

**Анотація.** Досліджено можливості використання платформи .NET Core 3.1 для створення програмних додатків з використанням паралелізму.

**Ключові слова:** паралельні обчислення, цикли, потоки, SIMD команди.

**Аннотация.** Исследованы возможности использования платформы .NET Core 3.1 для создания программных приложений с использованием параллелизма.

**Ключевые слова:** параллельные вычисления, циклы, потоки, SIMD команды.

**Summary.** Investigation of the possibilities of parallel programming in .NET Core 3.1.

**Key words:** parallel computations, loops, threads, SIMD commands.

.NET Core — це модульна платформа для розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом. Платформа була розроблена компанією Microsoft. Додатки розроблені для .NET Core можуть бути виконані на наступних операційних системах: Windows, Linux та macOS.

Зараз платформа .NET має велику популярність у сфері серверної розробки, розробки настільних

додатків для ОС Windows, розробки кросплатформних мобільних додатків та у сфері розробки хмарних сервісів. Платформа дозволяє створювати програмні додатки з використанням різних видів паралелізму, надає конструкції для створення потоків, їх синхронізації та їх конфігурування.

Додатки для платформи .NET Core можуть бути розроблені з використання множини .NET-сумісних



мов. Найпопулярнішою мовою для створення програмних додатків на платформі .NET Core є мова C#.

Одним з видів паралелізму є використання SIMD команд [1]. SIMD команди реалізовані на рівні процесору. Вони дозволяють одночасно обробляти масив даних певного типу певною командою. Наприклад, можна отримати квадратний корінь для кожного елементу масиву чисел за одну операцію.

Для використання SIMD операцій в .NET Core існує тип `Vector<T>`. У якості параметру типу `T` можуть бути використані будь-які числові типи (`short`, `int`, `long` тощо).

Щоб дізнатися над скількома елементами певного типу можуть бути одночасно виконані SIMD операції використовується статична властивість класу `Vector<T>` — `Count`.

Завантажити значення у вектор можна за допомогою конструктору, який приймає у якості параметрів масив значень та індекс першого значення для завантаження. Якщо бажано отримати вектор з усіма елементами рівними 0, можна використати статичну властивість класу `Vector<int>` — `Zero`. Якщо всі елементи повинні дорівнювати одиниці — `One`.

Для прикладу застосування SIMD команд та визначення прискорення роботи додатків за рахунок використання SIMD команд порівнюється операція додавання елементів масиву лінійним алгоритмом та алгоритмом з використанням SIMD команд. Код функції додавання елементів масиву лінійним алгоритмом:

```
static int SumNaive(int[] integers)
{
    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < integers.Length; i++)
        sum += integers[i];

    return sum;
}
```

Код функції додавання елементів масиву алгоритмом з використанням векторних операцій:

```
static int SumVector(int[] integers)
{
    int vectorSize = Vector<int>.Count;
    var accVector = Vector<int>.Zero;
    int i;
    var array = integers;
    for (i = 0; i < array.Length - vectorSize; i += vectorSize)
    {
        var v = new Vector<int>(array, i);
        accVector = Vector.Add(accVector, v);
    }
    int result = Vector.Dot(accVector, Vector<int>.One);
    for (; i < array.Length; i++)
        result += array[i];

    return result;
}
```

Результат експерименту: використання SIMD операцій дає прискорення в 4 рази при розмірі вхідного масиву — 100'000'000 елементів (82 мс — лінійний алгоритм, 20 мс — SIMD алгоритм). Проте при розмірі масиву 1'000'000 — прискорення не маємо. При розмірі 100'000 елементів час додавання елементів масиву лінійним алгоритмом є меншим (0,4 мс — лінійний алгоритм, 1 мс — SIMD алгоритм). Це пов'язано з накладними витратами часу на створення векторів, копіювання елементів в вектор що зберігає проміжні результати. Ці витрати часу нівелюються при великому розмірі вхідного масиву, але при малому розмірі — лише знижують показники часу.

Іншим методом оптимізації програмних додатків є паралелізація циклів за рахунок використання потоків. Якщо додаток виконується на багатоядерній системі, потоки можуть виконуватися паралельно. Для паралельного виконання циклів існує статичний метод `For` класу `Parallel` [2]. У якості параметрів цей метод отримує початковий номер ітерації, наступний після останнього номер ітерації та функцію, яка повинна бути виконана для кожної ітерації. Ітерації циклу рівномірно розподіляються між потоками, кількість яких дорівнює кількості логічних ядер процесора. Таким чином, програміст може створювати паралельний код не працюючи безпосередньо з потоками. У якості прикладу використання методу `For` класу `Parallel` розглядається задача підрахунку кількості у масиві степенів трійки.

Функція-предикат:

```
static bool IsPowerOfThree(int integer)
{
    if (integer == 0)
        return false;
    while (integer % 3 == 0)
        integer /= 3;

    return integer == 1;
}
```

Код функції підрахунку степенів трійки у масиві лінійним алгоритмом:

```
static int CountPowersOfThree Sequentially
(int[] integers)
{
    int count = 0;
    for (int i = 0; i < integers.Length; i++)
    {
        if (IsPowerOfThree(integers[i]))
            count++;
    }
    return count;
}
```

Код функції підрахунку степенів трійки у масиві з використанням `Parallel.For`:

```
static int CountPowersOfThreeInParallel
(int[] integers)
{

```

```
int count = 0;
Parallel.For(0, integers.Length,
    localInit: () => 0,
    body: (int index, ParallelLoopState _,
        int localSum) =>
        IsPowerOfThree(integers[index])?
        (localSum + 1): localSum,
    localFinally: (int finalLocalSum) =>
        Interlocked.Add(ref count,
            finalLocalSum));
return count;
}
```

При невеликих розмірах масиву однопоточне рішення працює швидше, бо накладні витрати на паралелізацію суттєво перевищують час виконання кожної ітерації. Але при великих розмірах масиву, за рахунок паралельного виконання ітерацій, багатопоточне рішення працює значно швидше — з'являється суттєве прискорення (час зменшується у 3,5 рази).

Іншим способом оптимізації програм за рахунок паралелізму є виконання секцій коду у різних потоках. Клас `Parallel` має статичний метод `Invoke` [3]. Цей метод дозволяє паралельно запустити декілька функцій та дочекатися завершення їх виконання. Функції будуть рівномірно розподілені між пото-

ками, кількість яких дорівнює кількості логічних ядер процесора.

Використання паралелізації секцій коду є дуже зручним методом оптимізації якщо існує декілька різних задач які можуть виконуватися незалежно. При наявності однакових задач, більш зручним та логічним рішенням є реорганізація коду, після якої можна буде застосувати паралелізацію циклів.

Наразі, програмні додатки розроблені на платформі `.NET Core` не можуть досягати таких самих показників ефективності, як нативні додатки розроблені на мовах `C` чи `C++`. Це пов'язано з тим як влаштована платформа, а саме з залежністю від середовища виконання, наявністю збірки сміття тощо. Проте рівень складності розуміння, підтримки та тестування коду для платформи `.NET Core` є значно нижчим порівняно з мовами `C` чи `C++`. Ця властивість дозволяє більш швидко розробляти та розвивати програмні додатки.

Платформа гарно показує себе у сфері серверних додатків, що безумовно каже про високу якість реалізації у ній можливостей паралельного програмування. Отже платформа `.NET Core` може бути успішно використана для додатків які потребують паралельного виконання.

#### Література

1. Качко Е. Г. Параллельное программирование: Учебное пособие / Е. Г. Качко. Харьков: Форт, 2011. 528 с.
2. Parallel Programming in .NET. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/parallel-programming>
3. Parallel.Invoke method documentation. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.threading.tasks.parallel.invoke>

УДК 004.942

**Черба Олена Анатоліївна***студентка Інституту комп'ютерних систем**Одеського національного політехнічного університету***Черба Елена Анатольевна***студентка Института компьютерных систем**Одесского национального политехнического университета***Cherba Olena***Student of the Institute of Computer Systems**Odessa National Polytechnic University***Науковий керівник:****Мартинюк Олександр Миколайович***кандидат технічних наук, доцент кафедри КІСМ**Одеський національний політехнічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ WEB-СЕРВІСУ ДЛЯ ВБУДОВУВАННЯ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ У РАСТРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ WEB-СЕРВИСА ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В РАСТРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

## RESEARCH OF WEB SERVICE MODEL FOR EMBEDDING DIGITAL WATERMARKS IN BITMAP IMAGE

**Анотація.** Об'єктом дослідження є веб-сервіс, що дозволяє стеганографічним методом вбудувати (та вилучити) спеціальну інформацію (цифрові водяні знаки, далі – ЦВЗ) в мультимедійні файли, а саме – растрові зображення. Визначено, що поки що не існує спеціально прилаштованих веб-сервісів для вбудовування інформації в растрові зображення, при якому не помітно візуальних змін зображення. Проаналізовано сучасні аналоги професійних програм для вбудовування ЦВЗ, відзначено їх недоліки, основний з яких – надвелика вартість. Побудована мережа Петрі відображає роботу веб-сервісу та дозволяє зробити висновки щодо продуктивності та доцільності використання запропонованих методів проектування системи. Особливість моделі полягає у введенні умов та дій додаткової обробки в алгоритмі, що робить зображення з вбудованим ЦВЗ стійким до змін. Побудована загальна структура системи, що відображає обмін даними між клієнтською і серверною сторонами. В результаті моделювання система пройшла верифікацію та може використовуватись для задоволення реальних потреб користувачів.

**Ключові слова:** веб-сервіс, клієнтська сторона, серверна сторона, стеганографія, цифровий водяний знак, мережа Петрі.

**Аннотация.** Объектом исследования является веб-сервис, который позволяет стеганографическим методом встроить (а так же изъять) специальную информацию (цифровые водяные знаки, дальше – ЦВЗ) в мультимедийные файлы, а именно – растровые изображения. Пока что не существует специально пристроенных веб-сервисов для встраивания информации в растровые изображения, при котором не заметно визуальных изменений изображения. Проанализированы современные аналоги профессиональных программ для встраивания ЦВЗ, отмечены их недостатки, основной из которых – высокая стоимость. Построенная сеть Петри отображает работу веб-сервиса и позволяет сделать выводы относительно производительности и целесообразности использования предложенных методов проектирования системы. Особенность модели заключается во вводе условий и действий дополнительной обработки в алгоритме, который делает изображение со встроеным ЦВЗ стойким к изменениям. Построена общая структура системы, которая отображает обмен данными между клиентской и серверной сторонами сервиса. В результате моделирования система прошла верификацию и может использоваться для выполнения реальных задач.

**Ключевые слова:** веб-сервис, клиентская сторона, серверная сторона, стеганография, цифровой водяной знак, сеть Петри

**Summary.** The work analyzes the methods and technologies used to develop Web services, discusses the foundations of steganography, the principles of embedding digital watermarks into images, requirements and peculiarities of implementation, noted the drawbacks of modern analogue embedding of digital watermarks. The article investigates a web service for embedding digital watermarks in bitmap images and removing them. The web service implements an embedding algorithm similar to the Koch and Zhao algorithm, but differs in that the information is placed in the spatial area of the image, embedding information is performed by changing the brightness of the pixels. Developed a web service for embedding DWM in the image. The structure of the web service, its client and server side are described in detail. The interaction between the client and the server in the system takes place via HTTP protocol. The customer part is responsible for the ability of users to interact with software products. Here information is displayed, data is collected and processed and requests are generated, which are then sent to the server for further processing. The interaction between the user and the client is due to the user interface. The user interface in the web server is built thanks to the hypertext markup language HTML, cascading style sheet CSS and JavaScript. The server part of the developed web service is responsible for data processing, saving files, embedding the DWM in the image or removing it.

**Key words:** web service, client side, server side, steganography, digital watermark, Petri Net.

**Постановка проблеми.** У зв'язку з бурхливим розвитком технологій мультимедіа, гостро постало питання захисту авторських прав на інтелектуальну власність, представлену в цифровому вигляді. Прикладами можуть бути фотографії, аудіо, відеозаписи та інші мультимедійні продукти. Такі продукти є найбільш вразливими до крадіжок та модифікацій, тому, щоб цього уникнути розробляються різні заходи захисту інформації організаційного і технічного характеру.

Аналіз аналогічних реалізацій в області захисту інформації. Налічується декілька програмних забезпечень, котрі виконують функції схожі до розробленого сервісу. Основними аналогами є MyPictureMac і EIKONAmark. MyPictureMac вставляє цифрові водяні знаки по технології Digimarc (знак ©, особиста інформація про номер користувача і ряд додаткових даних), які повністю підтверджують авторське право на зображення. EIKONAmark призначена для трансформації ідентифікаційного номера власника авторського права (ID) в невидиму цифрову мітку і вставки її в зображення. Ідентифікаційний номер може бути доповнений логотипом автора, який також буде вставлений як невидима водяна мітка. В якості логотипу можуть використовуватися тільки бінарні зображення. Крім того, засоби Adobe Photoshop реалізують захист авторських прав за допомогою технології Digimark [1].

Головним недоліком цих професійних програм є їх надвелика вартість. Розроблений веб-сервіс на відміну від аналогів є вільним для користування.

На даний момент не існує веб-сервісів, які б дозволяли проводити вбудовування ЦВЗ в зображення в онлайн режимі. Тому доцільно вважати, що розроблений веб-сервіс буде корисним для тих користувачів, котрі бажають захистити свої мультимедійні файли від копіювання і несанкціонованого використання або користуватись реалізованим стеганографічним методом для таємного обміну інформацією.

**Мета статті.** Мета полягає у покращенні захисту веб-сервісу для вбудовування цифрових водяних знаків у растрові зображення для надання користувачам можливості ідентифікації мультимедійних файлів.

**Короткі відомості про стеганографію та цифрові водяні знаки.** Один з найбільш ефективних технічних засобів захисту мультимедійної інформації полягає у вбудовуванні в об'єкт невидимих міток, що захищаються — цифрових водяних знаків. Вбудовування ЦВЗ безпосередньо має відношення до стеганографії. Стеганографія — наука про захист інформації шляхом приховання факту передачі повідомлення [2, с. 125].

Існують два основні напрями в комп'ютерній стеганографії: пов'язане з цифровою обробкою сигналів і не пов'язане. У останньому випадку повідомлення можуть бути вбудовані в заголовки файлів, заголовки пакетів даних. Цей напрям має обмежене застосування у зв'язку з відносною легкістю розкриття і/або знищення прихованої інформації. Більшість поточних досліджень в області стеганографії, так або інакше, пов'язані з цифровою обробкою сигналів. Це дозволяє говорити про цифрову стеганографію. Можна виділити дві причини популярності досліджень в області стеганографії нині: обмеження на використання криптосредств у ряді країн світу і поява проблеми захисту прав власності на інформацію, представлену в цифровому виді [2, с. 154].

**Розробка системи та моделювання.** В розроблюваному веб-сервісі користувачі матимуть змогу вбудувати цифровий водяний знак (ЦВЗ) в растрове зображення, а також вилучити із зображення попередньо вбудований ЦВЗ. Формат растрового зображення обирається користувачем з наступного ряду: BMP, PNG, TIFF.

При реалізації, звертається увага на те, що ЦВЗ повинні відповідати наступним вимогам: непомітність для користувача, індивідуальність алгоритму нанесення, можливість для автора виявити несанкціоноване використання файлу, неможливість видалити неуповноваженими особами, стійкість до змін носія-контейнера (до зміни його формату і розмірів, масштабування, стискування, повороту) [3, с. 103].

Концепція проекту полягає у застосуванні «клієнт-серверної» архітектури. При взаємодії клієнта з сервером відбувається вбудовування і зчитування секретної інформації із зображення.



Стеганографічний метод вбудовування ЦВЗ повинен забезпечувати приховування факту наявності секретного коду у файлі. При роботі з веб-сервісом існує два основних сценарії по яким відбувається функціонування системи. Перший випадок — це коли користувачеві необхідно вбудувати ЦВЗ в зображення, та другий — коли необхідно провести його вилучення. Порядок роботи системи залежить від того, який сценарій обере користувач. Після того, як вибір був зроблений, на веб-сторінці шляхом обробки даних JavaScript відображає модуль форми для вбудовування або для вилучення.

Алгоритм обробки зображення обраний для реалізації є схожим до алгоритму Коха-Жао, проте основна відмінність в тому, що приховання інформації відбувається не в частотній області зображення, а в просторовій, тобто маніпуляція над пікселями відбувається за рахунок зміни їх яскравості.

Стеганографічний ключ служить основою для алгоритму. Лише знаючи правильний набір значень параметрів ключа, користувач, бажаючи вилучити інформацію із зображення, буде здатен це зробити. Першим компонентом ключа є кольоровий канал зображення (R, G, B). Користувач сам обирає в який саме канал буде поміщена інформація. Другий компонент це значення числа Seed — використовується для обчислення початкового значення послідовності випадкових чисел при утворенні маски, приймає лише цілочисельні значення від 0 до 100. Третій компонент це цілочисельне значення  $E$  — необхідна різниця між заданими середніми значеннями яскравості, або «поріг».

Узагальнений алгоритм зображено на рис. 1. Блоки 2–5 для початку алгоритмів вбудовування та вилучення є однаковими.

Для аналізу і верифікації веб-сервісу використовується мережа Петрі (загальний вид зображено на рис. 2), яка дозволяє змодельовати поведінку системи [5, с. 57]. Умовно роботу моделі було розподілено на 4 частини:

- 1) Генерація та обробка запитів користувача на стороні клієнта.
- 2) Обробка запитів клієнта на стороні сервера.
- 3) Збереження інформації у файловій системі.
- 4) Збір та обробка інформації для статистичного аналізу.

Основна частина навантаження системи припадає на серверну сторону — рис. 3. Через складність алгоритмів схему було максимально спрощено для кращого розуміння загальної роботи сервісу. Після тестування отриманих зображень з вбудованими

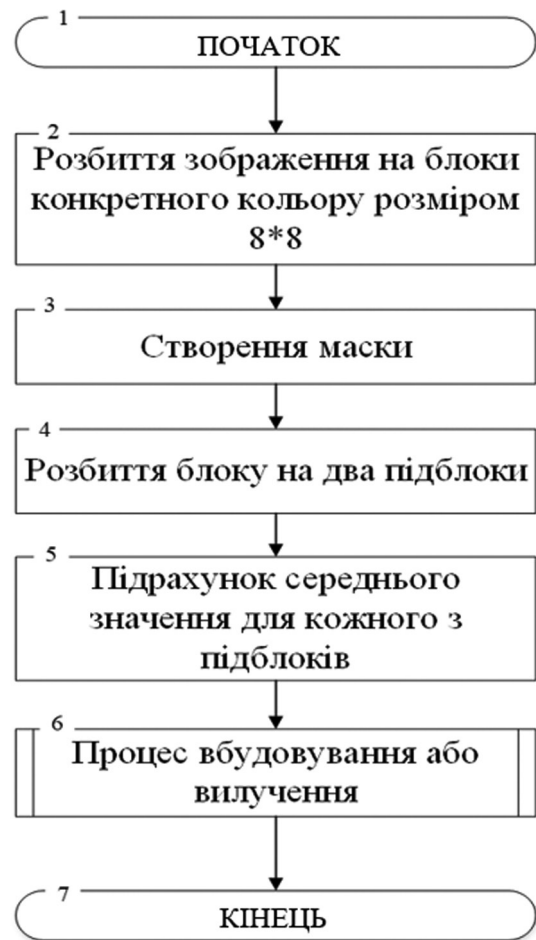


Рис. 1. Узагальнена граф схема алгоритму

ЦВЗ шляхом зміни їх розмірів та корекції кольорів було виявлено, що в деяких випадках закодована інформація може змінюватись. Тому для кращої стійкості було прийнято рішення покращити алгоритм вбудовування, шляхом вбудовування інформації в частотну область контейнера і відносної заміни величин коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення на позиціях  $P = \{p_{17}, p_{18}\}$  та переходах  $T = \{t_{13}, enc1\}$ .

Формальне подання мережі Петрі виглядає наступним чином:

$$C = (P, T, E),$$

де  $P$  — непуста кінцева множина позицій мережі,  $T$  — непуста кінцева множина переходів,  $E = (P \times T) \cup (T \times P)$  — відношення інцидентності позицій та переходів (множина дуг мережі).

Для отриманої мережі:

$$P = \{client, start, p_{1..19}, queue, server, fs\}.$$

$$T = \left\{ \begin{array}{l} gen, decode, alg1, alg2, loadText, inputText, loadImage, t_{1..13}, l_{1..6}, \\ decode_s, alg1_s, alg2_s, loadText_s, inputText_s, loadImage_s, \\ enc1, enc2, showText \end{array} \right\}.$$

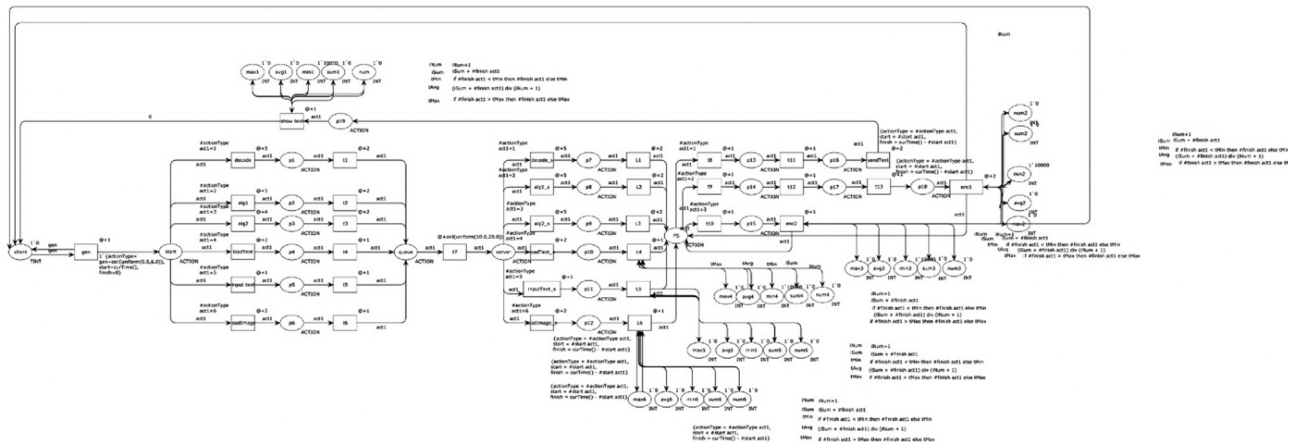


Рис. 2. Загальна мережа Петрі веб-сервісу

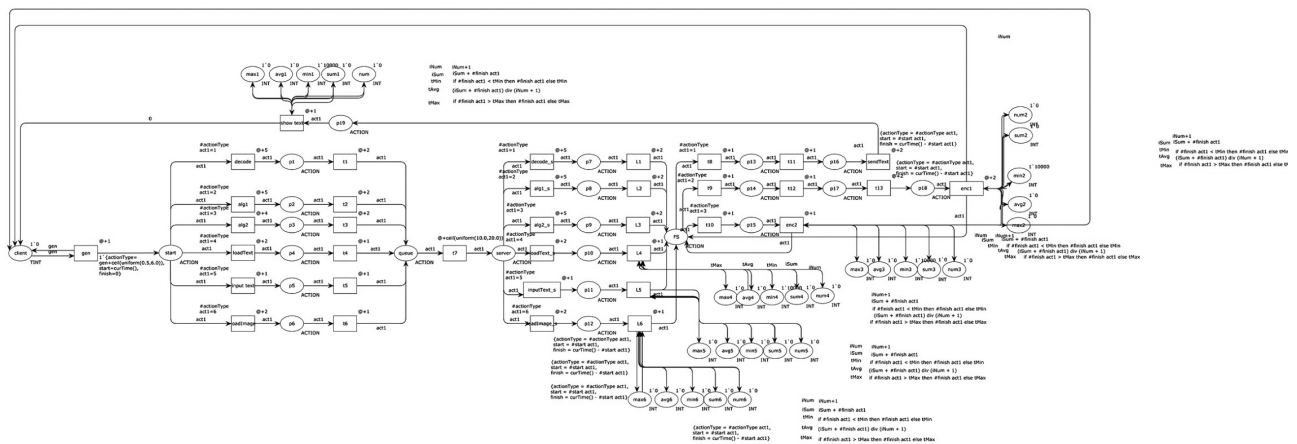


Рис. 3. Серверна частина системи у вигляді мережі Петрі

#### КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА СТРУКТУРА РОЗРОБЛЕНОГО WEB-СЕРВІСУ

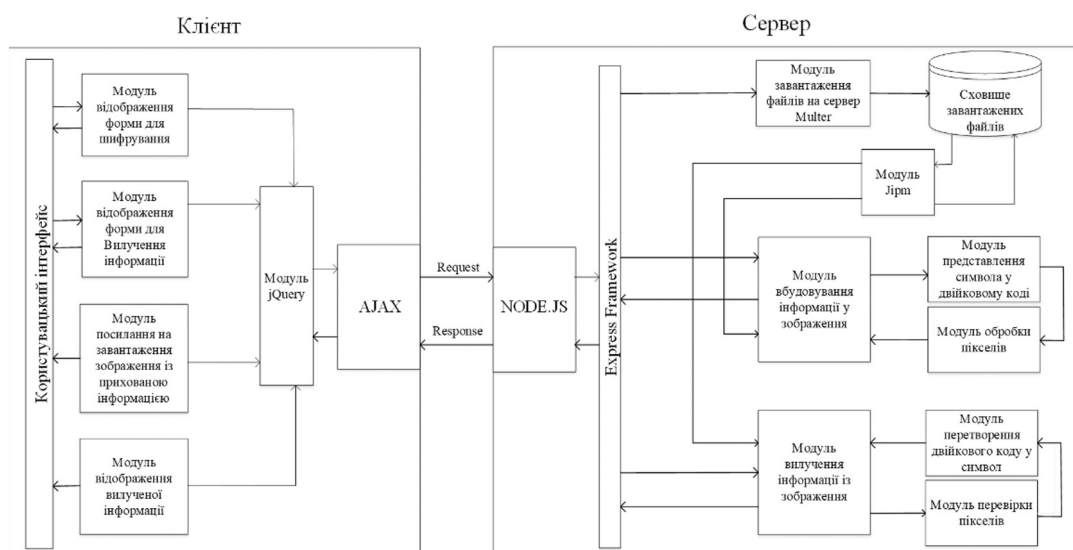


Рис. 4. Клієнт-серверна структура розробленого веб-сервісу

Таблиця 1

## Результати моделювання

К-сть кроків	Середній час 1, мс	Середній час 2, мс	Середній час 3, мс	Середній час 4, мс	Середній час 5, мс	Середній час 6, мс
2000	32	50	51	17	18	19
6000	32	57	56	17	18	19
12000	33	60	58	17	18	19
20000	32	61	59	17	18	19
26000	31	54	54	17	18	19

Залежності між компонентами моделі та їх ста-  
ни можна зобразити за допомогою графу досяжних  
маркувань, що відображає послідовність роботи  
в залежності від типу запитів користувача. Частини,  
що мають циклічний вид виконують запити вбудову-  
вання та вилучення ЦВЗ із зображення, при цьому  
виконується передача даних між клієнтською та  
серверною сторонами. Кінцеві частини графу від-  
повідають за завантаження тексту та зображень  
у файлову систему.

**Реалізація та апробація.** На рис. 4 зображена  
модель структури розроблюваного веб-сервісу.

Взаємодія між користувачем і клієнтом відбу-  
вається за рахунок користувацького інтерфейсу.  
Користувацький інтерфейс у веб-сервісі будується  
завдяки мові гіпертекстової розмітки HTML, каскад-  
ній таблиці стилів CSS та JavaScript. Взаємодія між  
клієнтом і сервером у системі відбувається по HTTP  
протоколу. На клієнтській стороні відображається  
інформація, збираються і оброблюються дані та  
формулюються запити, які надалі відсилаються на  
сервер для подальшої обробки. Серверна частина  
розроблюваного веб-сервісу відповідає за обробку  
даних, збереження файлів, виконання вбудовування  
ЦВЗ в зображення або його вилучення та надсилан-  
ня відповіді клієнту у вигляді JSON-об'єкта, що  
містить дані про зображення [5].

Моделювання системи проводилося у середовищі  
CPNTools v.4.0 на апараті з наступними характе-  
ристиками: процесор — Intel® Pentium® CPU 4415U  
2.30 GHz, оперативна пам'ять — 8 Гб. Результати  
моделювання мережі Петрі представлені у таблиці 1.

По результатам аналізу видно, що найменше  
часу витрачається на четвертий, п'ятий та шо-

стий типи запитів, а саме на «Завантаження тек-  
сту з текстового рядка», «Завантаження тексту  
з текстового файлу», «Завантаження зображення»  
у файлову систему. Ці запити потребують наймен-  
ше часу оскільки не потребують складних обчис-  
лювальних процесів. Найбільше часу займають  
типи запитів при яких відбувається вбудовування  
ЦВЗ у растрове зображення. Для вбудовування  
ЦВЗ зі сторони клієнта поступає запит на сервер,  
де відбуваються обчислення та процес кодування  
інформації після чого готовий результат посила-  
ється назад клієнту.

**Висновок.** В роботі досліджено веб-сервіс для  
вбудовування цифрових водяних знаків в растрові  
зображення та їх вилучення. Досліджено та проа-  
налізовано модель Web-сервісу за допомогою UML  
діаграм та мережі Петрі.

Для кращої стійкості стегакодеків було по-  
кращено алгоритм вбудовування, шляхом вбудо-  
вування інформації в частотну область контейнера  
і відносної заміни величин коефіцієнтів дискретного  
косинусного перетворення.

На даний момент не існує веб-сервісів, які б  
дозволяли проводити вбудовування ЦВЗ в зобра-  
ження в онлайн режимі, а програмне забезпечення,  
що для цього слугує є досить високовартісним та  
недоступним для кожного користувача.

Розроблений веб-сервіс буде корисним для ко-  
ристувачів, котрі бажають захистити свої мульти-  
медійні файли від копіювання і несанкціоновано-  
го використання або користуватись реалізованим  
стегаграфічним методом для таємного обміну  
інформацією.

## Література

1. Водяной знак для фотографии. Светлана Шляхтина. URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=9686> (дата звернення — 10.04.2019)
2. Цифровая стеганография / В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев. М.: СОЛОН-Пресс, 2002.
3. Архитектура клиент-сервер. Intelligent system design. URL: <http://www.intelsd.com/?tc=175&sc=197&lvl=2> (дата звернення 10.04.2019)
4. Котов В. Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. 160 с.
5. Змерзлий І. Клієнт-сервер архітектура та ролі серверів. Medium.com. URL: <https://medium.com/@IvanZmerzlyi/>

УДК 004.942

**Шаричев Олег Романович**

*студент Інституту комп'ютерних систем  
Одеського національного політехнічного університету*

**Шарычев Олег Романович**

*студент Института компьютерных систем  
Одесского национального политехнического университета*

**Sharychev Oleh**

*Student of the Institute of Computer Systems  
Odessa National Polytechnic University*

**Науковий керівник:**

**Мартинюк Олександр Миколайович**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри КІСМ  
Одеський національний політехнічний університет*

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ВЕБ-СЕРВІСУ  
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРЕНДИ АВТОМОБІЛІВ  
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ВЕБ-СЕРВИСА  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АРЕНДЫ АВТОМОБИЛЕЙ  
RESEARCH OF THE WEB SERVICE  
MODEL FOR CAR RENTAL**

**Анотація.** У дослідженні розглянуто аналоги до розроблюваного веб-сервісу – виділено їх переваги та недоліки й зроблено висновок, які функції потрібно додати до веб-сервісу. Побудовані UML діаграми прецедентів, компонентів та послідовностей, які показують основні запити та відповіді між клієнтом, сервером та базою даних, виконано аналіз цих діаграм та розрахунок верхньої оцінки обчислювальної складності їх реалізації. Виконано побудову мережі Петрі із графом досяжних маркувань, виконано аналіз та моделювання мережі, за результатами якого зроблено висновок щодо правильності побудованої на попередньому етапі проектування структури. Особливість моделі полягає у введенні позицій, переходів та зв'язків, що забезпечують можливість користувачам оплачувати оренду онлайн та використовувати карту місцевості для перегляду місцезнаходження автомобілю – це виділяє веб-сервіс серед аналогів. Також введено позиції, переходи та зв'язки, які забезпечують валідацію форм на клієнтській стороні веб-сервісу. Побудована загальна структурна схема, яка демонструє основні потоки даних на сервері та клієнті, а також між сервером та клієнтом. Виконано побудову основних граф-схем алгоритмів, які показують новизну розроблюваного веб-сервісу.

**Ключові слова:** веб-сервіс, клієнт-серверна програмна система, клієнт, сервер, мережа Петрі.

**Аннотация.** В исследовании рассмотрены аналоги разрабатываемого веб-сервиса – выделены их преимущества и недостатки и сделан вывод, какие функции нужно добавить в веб-сервис. Построены UML диаграммы прецедентов, компонентов и последовательностей, которые показывают основные запросы и ответы между клиентом, сервером и базой данных, выполнен анализ этих диаграмм и расчет верхней оценки вычислительной сложности их реализации. Выполнено построение сети Петри с графом достижимых маркировок, выполнены анализ и моделирование сети, по результатам которого сделан вывод о правильности построенной на предыдущем этапе проектирования структуры. Особенность модели заключается во введении позиций, переходов и связей, обеспечивающих возможность пользователям оплачивать аренду онлайн и использовать карту местности для просмотра местонахождения автомобиля – это выделяет веб-сервис среди аналогов. Также введено позиции, переходы и связи, которые обеспечивают валидацию форм на клиентской стороне веб-сервиса. Построена общая структурная схема, на которой представлены основные потоки данных на сервере и клиенте, а также между сервером и клиентом. Выполнено построение основных граф-схем алгоритмов, которые показывают новизну разрабатываемого веб-сервиса.

**Ключевые слова:** веб-сервис, клиент-серверная программная система, клиент, сервер, сеть Петри.



**Summary.** The study examines the analogues of the developed web service – highlights their advantages and disadvantages and concludes which functions should be added to the web service: UML diagrams of precedents, components and sequences, which show the main requests and responses between client, server and database analysis of these diagrams and the calculation of the upper estimate of the computational complexity of their implementation. The construction of a Petri net with a graph of achievable markings was performed, the analysis and modeling of the network was performed, based on the results of which a conclusion was made about the correctness of the structure constructed at the previous design stage. The feature of the model is the introduction of positions, conversions and connections that allow users to pay rent online and use the map to view the location of the car – this distinguishes the web service among analogues. Positions, transitions, and links have also been introduced to validate forms on the client side of the web service, which increases efficiency. A general block diagram is constructed, which demonstrates the main data flows on the server and the client, as well as between the server and the client. The construction of the basic graph-schemes of algorithms which show novelty of the developed web service is executed.

**Key words:** web-service, client-server software system, client, server, Petri net.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день проблема стрімкого зростання кількості автомобілів у великих містах стає все більш актуальною. Тому все більше людей починають віддавати перевагу оренді автомобіля, ніж придбання власного автомобіля. Це пов'язано із браком місць для паркування власного автомобіля у великих містах. Також, одною з основних причин того, що люди віддають перевагу орендованим автомобілям, є відсутність витрат на технічне обслуговування транспортного засобу. Від орендару автомобілю вимагається тільки своєчасна оплата оренди та оплата пального для автомобілю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Найбільш подібним аналогом до розроблюваного веб-сервісу є сервіс оренди автомобілів «DobaCar».

Із переваг даного сервісу можна виділити наступні: наявність функціоналу для створення для кожного оголошення календар оренди, який буде відображати доступні та недоступні дні для оренди; наявність функціоналу для перевірки особи за допомогою банківської системи; наявність функціоналу відгуків для кожного користувача; наявність функціоналу, який дозволяє орендарам залишати заявки до кожного оголошення й орендодавцю підтверджувати найбільш привабливі заявки [1, с. 250].

Також можна виділити наступні недоліки сервісу «DobaCar»: відсутність функціоналу для відправки приватних повідомлень; відсутність функціоналу для додавання коментарів до оголошень про оренду; відсутність функціоналу для онлайн оплати оренди; відсутність функціоналу для відображення місцезнаходження автомобіля на карті [1, с. 251].

З аналогів розроблюваного сервісу також можна виділити сервіс «Booking.com». Даний сервіс у першу чергу призначений для замовлення готельних номерів, але у ньому є функціонал для оренди автомобілів.

Можна виділити наступні переваги цього сервісу: наявність функціоналу для відображення місцезнаходження автомобіля на карті; наявність функціоналу для пошуку автомобілів за класом; наявність функціоналу для оплати оренди онлайн; наявність функціоналу для бронювання автомобілю заздалегідь [2, с. 314].

Недоліки сервісу «Booking.com»: відсутність функціоналу для забезпечення можливості приватним особам виставляти власні автомобілі для оренди; відсутність функціоналу для відправки та отримання приватних повідомлень [2, с. 314].

Згідно з оглядом існуючих аналогів розроблюваного веб-сервісу, можна зробити висновок, що до його функціоналу необхідно додати наступний функціонал, який буде забезпечувати: можливість онлайн оплати оренди автомобіля; можливість користувачам сервісу відправляти та отримувати приватні повідомлення; можливість побачити місцезнаходження автомобілю на карті; можливість користувачам додавати коментарі до кожного оголошення; можливість орендарам залишати заявки на оренду у кожному оголошенні, а орендодавцям підтверджувати їх.

**Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У мережі Інтернет на даний момент існує велика кількість різних сервісів, які забезпечують оренду автомобілів. Але всі ці сервіси не надають можливості приватним особам виставляти власні автомобілі для здавання їх у оренду. Тому проблема створення сервісу оренди автомобілів, який би дозволяв виставляти приватним особам власні автомобілі для здавання їх у оренду, є відкритою.

**Мета та задачі статті.** Мета полягає у дослідженні архітектури веб-сервісу для забезпечення оренди автомобілів. Основні задачі: дослідження аналогів, проектування архітектури веб-сервісу, створення моделі, реалізації та проведення експерименту.

**Розробка структури та моделі.** Діаграма компонентів веб-сервісу представлена на рисунку 1.

Веб-сервіс складається з трьох основних компонентів: «SQL Server» — сервер з базою даних, яка зберігає у собі всю необхідну інформацію для функціонування сервісу, «HTTP Server» — сервер, який забезпечує обробку запитів клієнта, та формує відповіді, має зв'язок з базою даних, та за потреби звертається до неї за потрібною інформацією, «Client» — клієнтська частина веб-сервісу, забезпечує комунікацію з клієнтом, містить графічний інтерфейс користувача, виконує валідацію форм, які заповнює клієнт [3, с. 110].



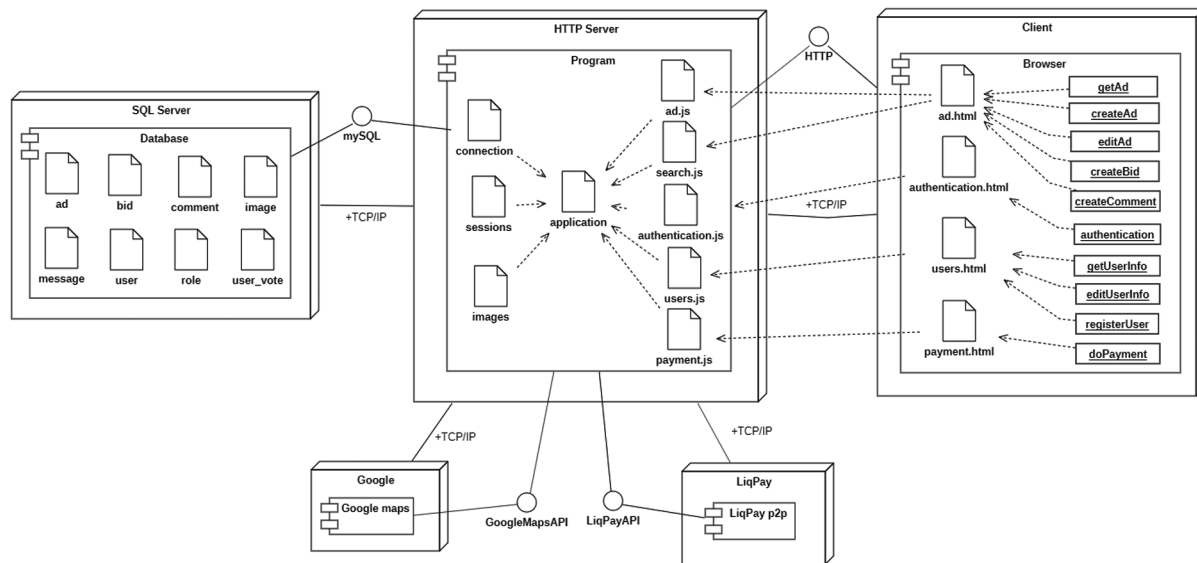


Рис. 1. Діаграма компонентів

Джерело: розробка автора

Також на рисунку представлені компоненти «Google» та «LiqPay» — перший забезпечує роботу з картами, на яких буде представлено місцезнаходження автомобілів, за допомогою «GoogleMapsAPI» [4, с. 470], другий компонент забезпечує оплату оренди онлайн за допомогою «LiqPayAPI» [4, с. 550]. Компонент «SQL Server» містить такі програмні компоненти: ad, bid, comment, image, message, user, role, user\_vote, які є таблицями у реляційній базі даних. Компонент «HTTP Server» містить такі програмні компоненти: connection, sessions, images, application, ad, search, authentication, users, payment, які є виконуваними файлами програми. Компонент «Client» містить такі програмні компоненти: ad, authentication, users, payment, які є файлами, що містять графічний інтерфейс користувача та обробники запитів користувача.

Мережу Петрі, представлену на рисунку 2, можна поділити на 5 основних складових: генератор

запитів, який умовно є клієнтом веб-сервісу, який виконує будь які дії, тобто відправляє запити; клієнтська частина веб-сервісу — приймає запити від клієнта та проводить їх первинну обробку, наприклад, проводить верифікацію форм.

Також мережа містить частину, яка відповідає за відображення (рендер) об'єктів на екрані користувача; серверна частина веб-сервісу — проводить обробку запитів, які надійшли від клієнтської частини, робить запити до бази даних, оброблює відповіді від бази даних й формує відповіді до клієнтської частини веб-сервісу; база даних — отримує запити від серверної частини веб-сервісу, оброблює їх та формує відповіді до серверної частини; вершини для збирання статистики — збирають дані, отримані під час роботи моделі, такі як: мінімальний, максимальний, середній, сумарний час обробки запитів та кількість оброблених запитів.

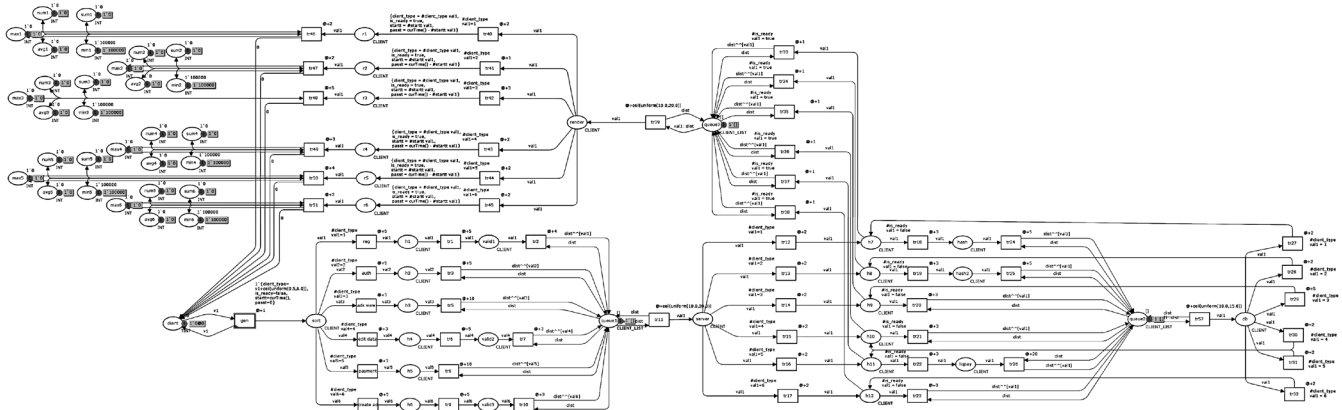


Рис. 2. Мережа Петрі

Джерело: розробка автора

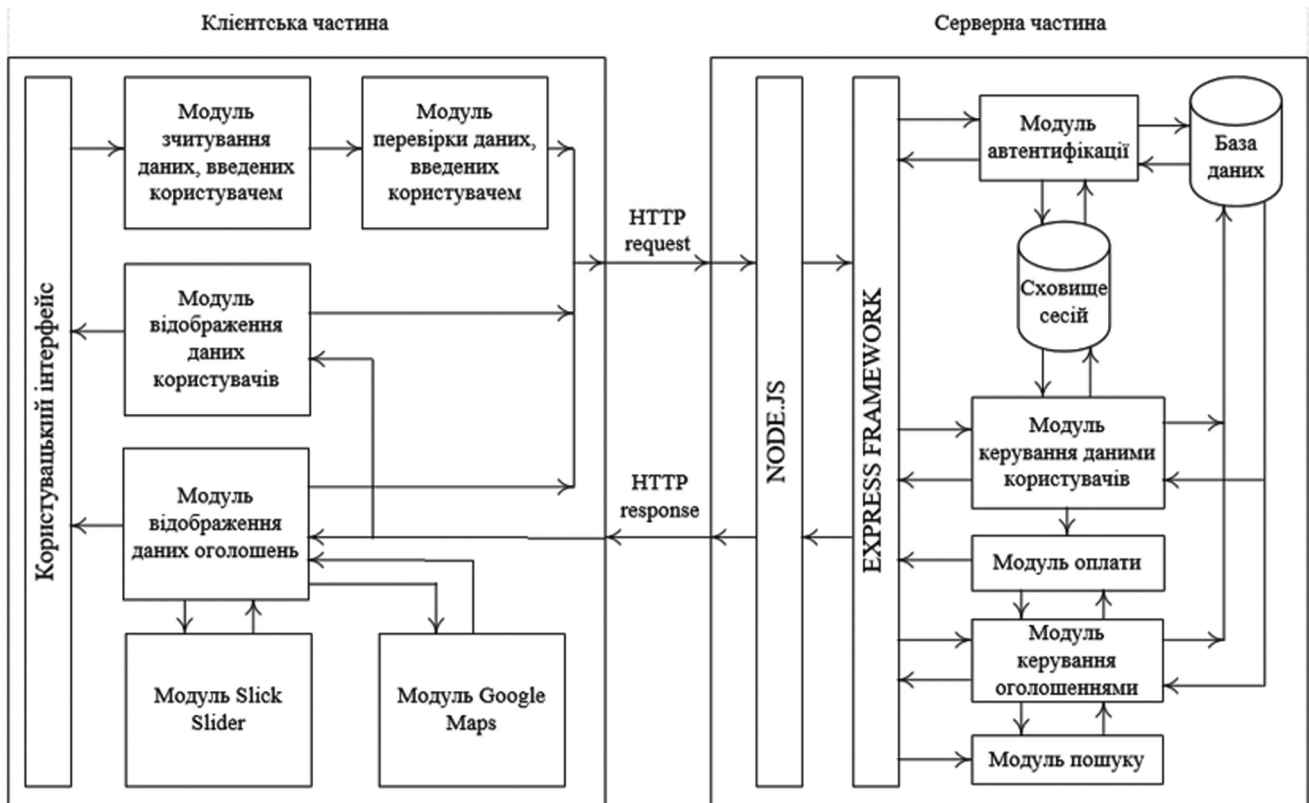


Рис. 3. Загальна структура

Джерело: розробка автора

Формальне подання мережі Петрі виглядає наступним чином: [5, с. 20]

$$C = (P, T, E),$$

де  $P$  — непуста кінцева множина позицій мережі,  
 $T$  — непуста кінцева множина переходів,  
 $E = (P \times T) \cup (T \times P)$  — відношення інцидентності позицій та переходів (множина дуг мережі).

Для отриманої мережі:

$$P = \{cl, sort, h_{1..12}, valid_{1..2}, queue_{1..3}, server, hash_{1,2}, liqpay, db, r_{1..6}\}.$$

$$T = \{gen, reg, auth, adsview, editdata, payment, createad, tr_{1..51}\}.$$

Особливість полягає у введенні позицій

$$P = \{liqpay, h_{12}\}$$

й переходів

$$T = \{tr_{22}, tr_{26}, tr_{23}\}$$

та зв'язків

$$E_1 = \{(liqpay \times tr_{26}), (h_{12} \times tr_{23})\} \text{ й } E_2 = \{(tr_{22} \times liqpay)\}.$$

Ці зв'язки введені задля забезпечення можливості користувачам оплачувати оренду онлайн та використовувати карту місцевості для перегляду місцезнаходження автомобіля.

Також введено позиції

$$P = \{valid_1, valid_2, valid_3\}$$

й переходів

$$T = \{tr_2, tr_7, tr_{10}\}$$

та зв'язків

$$E_1 = \{(valid_1 \times tr_2), (valid_2 \times tr_7), (valid_3 \times tr_{10})\}.$$

Ці зв'язки забезпечують валідацію форм на клієнтській стороні веб-сервісу.

Реалізація та апробація. Розроблена загальна структура веб-сервісу приведена на рисунку 3. Розроблюваний веб-сервіс має дволанкову клієнт-серверну архітектуру. Це означає, що клієнтська частина функціоналу сервісу виконується безпосередньо на пристрої користувача. Серверна частина, в свою чергу, відповідає за обробку та зберігання даних сервісу [6, с. 55]. Передача даних між серверною та клієнтською частиною відбувається за допомогою протоколу «HTTP».

Серверна частина розроблюваного сервісу поділяється на наступні модулі: «Node.js» — середовище виконання мови програмування «JavaScript»; «Express Framework» — веб-фреймворк, який надає набір функцій для роботи з веб-сервером; модуль автентифікації; модуль керування даними користувачів; модуль оплати; модуль керування даними оголошень; модуль пошуку; база даних — використовується для

Таблиця 1

## Результати моделювання

К-сть кроків	Середній час 1, мс	Середній час 2, мс	Середній час 3, мс	Середній час 4, мс	Середній час 5, мс	Середній час 6, мс
5000	63	54	53	58	57	59
10000	62	55	53	57	56	59
15000	60	55	52	56	56	57
20000	61	56	53	56	54	56
25000	60	56	53	55	54	57

Джерело: розробка автора

зберігання даних користувачів та даних оголошень; сховище сесій — використовується для зберігання даних про сесії авторизованих користувачів.

Клієнтська частина розроблюваного веб-сервісу складається з наступних модулів: користувацький інтерфейс; модуль зчитування даних, введених користувачем; модуль перевірки даних, введених користувачем; модуль відображення даних користувачів; модуль відображення даних оголошень; модуль Slick Slider; модуль Google Maps.

Передача даних між серверною та клієнтською частиною сервісу виконується за допомогою протоколу передачі «HTTP». На серверній частині модуль «Node.js» відповідає за прийом та передачу даних, в свою чергу, на клієнтській частині за передачу та прийом даних від серверної частини відповідають модулі перевірки даних, введених користувачем, відображення даних користувачів та відображення даних оголошень.

Результати моделювання мережі Петрі наведені у таблиці 1. Моделювання проводилось у середовищі «CPNTools» із наступним апаратним забезпеченням: процесор — «Intel Core i5-8250U», обсяг оперативної пам'яті — 8 Гб, відеоадаптер — «Nvidia Geforce MX130».

Із результатів моделювання мережі Петрі можна зробити висновок, що середній час обслуговування користувача знаходиться в межах 53–63 мс, що є цілком допустимим. Найбільш складним для оброб-

ки запитом є перший тип запитів — це реєстрація користувача, тому що виконується валідація форм та розрахунок хеш-суми SHA256 пароллю користувача, яка потім заноситься до бази даних. Найбільш простим для виконання є запит третього типу — це відображення доступних на даний час оголошень, тому що він потребує тільки запиту до бази даних та візуалізацію отриманих даних.

**Висновки і пропозиції.** У дослідженні представлено загальну структуру, діаграми послідовності розроблюваного сервісу та їх аналіз, визначено оцінку обчислювальної складності діаграм. Наведено побудовану мережу Петрі із графом досяжних маркувань та проведено його аналіз. Також проведено моделювання мережі Петрі, з результатів якого можна зробити висновок, що розроблена структура відповідає вимогам з часу обслуговування користувачів.

Розроблюваний веб-сервіс надає користувачам можливість пройти реєстрацію, автентифікацію, вибирати ті автомобілі, які їм до вподоби, зі списку доступних й оплачувати орендну плату онлайн. Також користувачі можуть розміщувати власні автомобілі для здавання їх у оренду й комунікувати один з одним за допомогою коментарів або приватних повідомлень.

Розроблюваний веб-сервіс може застосовуватися як платформа для того, щоб здавати або брати автомобілі в оренду, як приватними особами, так і підприємствами та фірмами.

## Література

1. Васкевич Девід Стратегії клієнт/сервер; Київ: Діалектика. Москва, 1996. 384 с.
2. Троелсен, Е. Мова програмування C# 5.0 й платформа.NET 4.5 / Э. Троелсен; Пер. з англ. Ю. Н. Артеменко. М.: Вільямс, 2013. 1312 с.
3. Резиг Джон JavaScript для професіоналів / Джон Резиг, Расс Фергюсон, Джон Пакстон. М.: Вільямс, 2015. 240 с.
4. Кузнецов М., Симдянов І., Голишев С. PHP 5. Практика створення Web-сайтів; БХВ-Петербург. М., 2017. 960 с.
5. Пітерсон Дж. Теорія мереж Петрі і моделювання систем. М.: Мир, 1984. 295 с.
6. Рассел Джессі Веб-сервер / Джессі Рассел. М.: Книга за вимогою, 2012. 100 с.

**Ткачик Олена Володимирівна**

доцент філологічних наук, професор,  
професор кафедри теорії, практики та перекладу англійської мови  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Ткачик Елена Владимировна**

доцент филологических наук, профессор,  
професор кафедры теории, практики и перевода английского языка  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

**Tkachyk Olena**

Associate Professor of Philology, Professor,  
Professor of the Department of Theory, Practice and Translation of English  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**Шумаков Вадим Дмитриевич**

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

**Шумаков Вадим Дмитриевич**

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

**Shumakov Vadim**

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

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-19-6645

## АКТУАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУ «CYBERSECURITY» У СУЧАСНИХ АНГЛОМОВНИХ ТЕКСТАХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

## АКТУАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПТА «CYBERSECURITY» В СОВРЕМЕННЫХ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТАХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

## ACTUALIZATION OF THE CONCEPT «CYBERSECURITY» IN MODERN ENGLISH TEXT OF THE REGULATORY FRAMEWORK INTERNATIONAL ORGANIZATIONS

**Анотація.** У статті досліджуються способи актуалізації концепту «CYBERSECURITY» в англomовних нормативно-правових документах міжнародних організацій та їх переклад.

**Ключові слова:** концепт, кібербезпека, нормативно-правові документи, репрезентація концептів, перекладацькі трансформації.



**Аннотация.** В статье исследуются пути актуализации понятия «КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ» в англоязычных юридических документах международных организаций и их перевод.

**Ключевые слова:** концепция, кибербезопасность, нормативно-правовые документы, представление концепций, переводческие преобразования.

**Summary.** The article investigates the ways of the concept «CYBERSECURITY» actualization in the English language legal documents of international organizations and their translation.

**Key words:** concept, CYBERSECURITY, normative-legal documents, representation of concepts, translation transformations.

На межі тисячоліть лексика англійської мови зазнала суттєвих змін, пов'язаних з виникненням нових понять, які потребували відповідної номінації. Через розширення сфер людської діяльності словниковий склад постійно оновлюється. До загальноживаних слів додаються нові лексеми. Кінець XX – початок XXI століття ознаменувався динамічним розвитком Інтернет-технологій, який призвів до тенденцій постійного поповнення англійської лексики. Інтернет-технології принесли не лише багато користі та величезний прогрес у суспільство, а й численні небезпеки та загрози, які породили новий вид діяльності — кібернетичну безпеку. Надійна і захищена робота мереж передачі даних, комп'ютерних систем і мобільних пристроїв є найважливішою умовою для функціонування держави і підтримки економічної стабільності суспільства. На безпеку роботи ключових інформаційних систем загального користування впливає багато факторів: кібератаки, порушення, викликані загрозою фізичної розправи, вихід з ладу програмного та апаратного забезпечення, людські помилки. Перераховані явища наочно демонструють, наскільки сучасне суспільство залежить від стабільності роботи інформаційних систем. Нормативно-правове регулювання такого нового для нашого суспільства явища, як кібербезпека, має мати системний характер і втілюватися як на науково-концептуальному рівні, так і на рівні формування політики у цій сфері, а також на рівні механізму правового регулювання через приписи і норми, затверджені у нормативно-правових актах. Сьогодні швидкими темпами розвивається терміноутворення й застосування термінів, які використовуються у законодавстві у галузі політики кібербезпеки.

Вибір текстів нормативно-правових документів в якості джерела матеріалу для мовно-стилістичного аналізу обумовлений інтересом сучасної лінгвістики до своєрідної мовної структури нормативно-правового документа, його функціональної специфіки, до особливостей його змісту, цільового призначення, які відбивають специфіку мовної свідомості особистостей, які здійснюють комунікацію в сфері правотворчості. Специфіка ця обумовлена не тільки своєрідністю мовної особистості комунікантів, а й особливостями самої сфери діяльності, яка має тривалу історію існування, що сформувалася під впливом різних мовних і немовних факторів особливої мови (мова закону), яка багато в чому відрізняється від природно національної української мови.

Актуальність теми пояснюється недостатньою кількістю ґрунтовних праць, які б досліджували особливості передачі концепту «CYBERSECURITY» в англійськомовному юридичному тексті, що пояснює актуальність обраної теми дослідження.

Проблеми концептології досліджували А. Бірд, Е. В. Будаєв, Ю. А. Веденєєв, А. Л. Голованівський, Дж. Джозеф, В. І. Карасик, Н. В. Сиромятнікова, К. С. Кубрякова, Т. Б. Крючкова, І. Ф. Протченко, О. Фельдман, А. П. Чудінов, Д. В. Шапочкін, Е. І. Шейгал, М. Едельман; перекладознавчими аспектами займалися І. С. Алексєєва, В. В. Алімов, Л. С. Бархударов, К. Басснетт, М. Бейкер, В. Н. Комісаров, В. М. Крупнов, Р. К. Міньяр-Белоручев, С. А. Манник, Л. Л. Нелюбін, П. Ньюмарк, Я. І. Рецкер, М. Снелл-Хорнбі, А. В. Федоров, Б. Хатім, А. Д. Швейцер тощо.

**Мета роботи** полягає в дослідженні способів актуалізації концепту «CYBERSECURITY» в англійськомовних нормативно-правових документах міжнародних організацій та їх перекладі.

У роботі розглянуто загальні жанрові особливості текстів нормативно-правової бази міжнародних організацій, було визначено, що правовий текст є одним з найбільш затребуваних, актуальних і складних сучасних текстів, головним концептом якого є право, а ключовою складовою — мова права. Правовий текст орієнтований на всі верстви суспільства і об'єднує велику кількість учасників: державу, представлену органами правосуддя, офіційними і правоохоронними органами, а також юридичні та фізичні особи: компанії, громадяни, які виступають у різних якостях. Визначено, що тексти нормативно-правового типу поєднують в собі риси двох функціональних стилів: офіційно-ділового та науково-технічного, який представлений термінологією різної тематики і способів функціонування.

Мова юридичного тексту фіксує свого роду приклад юридичної повсякденної картини світу, а це безпосередньо характеризує орієнтацію юридичного тексту на реалізацію мети нормування суспільних відносин. Ключовим компонентом юридичної картини світу виступає юридичний концепт. В певній мірі концепт є згорнутою моделлю тексту або його фрагментом, в якому латентно присутні всі можливі потенційні реалізації. Кожен тип інституційного тексту містить в своїй основі базовий концепт, який імпліцитно проявляє себе на рівні

макроінтенції мовців (в юридичному тексті — закон, в релігійному — віра, в політичному — влада тощо). У нашому дослідженні правового тексту зосередимо увагу на такому важливому концепті, як «CYBERSECURITY». На думку М. М. Безкоровайного та А. Л. Татузова, кібербезпека і пов'язаний з нею кіберпростір, може презентуватися такими ключовими складовими: інформаційні ресурси (information resources), комп'ютерна і мережева архітектура (computer and network architecture), способи взаємодії користувачів інформаційними ресурсами (how users interact with information resources) [3, с. 23].

Визначена семантична специфіка лексики документів Організації Об'єднаних Націй та Міжнародного союзу електрозв'язку. З'ясовано, що Резолюції ООН і МСЕ розглядають як частину дипломатичних текстів. Дипломатична мова має свої семантичні та стилістичні особливості. Дипломатичний текст є одним з видів інституціонального тексту. Загалом, дипломатична мова поєднує в собі риси відразу декількох елементів різних текстів, що передбачає міждисциплінарний характер дослідження.

Резолюції ООН і МСЕ можна розглядати як частину дипломатичних текстів. Дипломатична мова має свої семантичні та стилістичні особливості. Дипломатичний текст є одним з видів інституціонального тексту. Загалом, дипломатична мова поєднує в собі риси відразу декількох елементів різних текстів, що передбачає міждисциплінарний характер дослідження. Так, дипломатичний текст стикається, наприклад, з політичним текстом, таким чином, дослідженнями даного питання займаються вчені з різних галузей — політологи, дипломати, перекладачі, юристи та інші. Лінгвістами вивчається, в першу чергу, мова дипломатії як соціолінгвістичний феномен, виявлення особливостей і специфічних ознак, а також його відмінності від інших видів тексту.

Документи ООН та МСЕ можна розділити на два види: статутні та декларативні. Вони розрізняються за цільовими настановами і комунікативною спрямованістю. Так, статутні документи спрямовані на країни-члени ООН, а декларативні на світове співтовариство.

Відмінною рисою мови сучасної дипломатії є публічність. Всі тексти резолюцій ООН та МСЕ представлені в широкому доступі на кількох Інтернет-ресурсах, що дозволяє провести детальний аналіз досліджуваних документів. Крім того, резолюції ООН та МСЕ публікуються відразу на всіх офіційних мовах організацій.

Розглянуто особливості текстів резолюційного жанру. Визначено, що особливість нормативно-правового тексту в тому, що сукупності висловлювань, розсіяних в часі спрямовані на певну сферу суспільних відносин — правовідносин. Крім того, йому притаманний певний стиль, характер висловлювань, єдиний словник, що дозволяє формувати нормативно-правові тексти (юридична мова),

deskриптивні висловлювання (акти). Будь-який нормативно-правовий текст формується і транслюється в рамках юридичної практики і має певні особливості:

- оповідальна структура нормативно-правового тексту як і будь-якого іншого — предикативна, а оповідальна синтагма тексту нормативно-правового акта має імплікативний вид;
- оповідь нормативно-правового тексту підпорядковується вимогам правдивості, але ні в якому разі не правдоподібності. Так, нормативно-правове встановлення будь-якого нормативно-правового акта несе в собі завдання — введення певних правил поведінки, і при цьому у встановленні імпліцитно закладений критерій власної валідності реальним потребам держави і суспільства.

З'ясовано поняття, структуру і способи репрезентації концептів у сучасній лінгвістиці. Визначено, що у сучасній когнітивній лінгвістиці стрижневим поняттям стає поняття «концепт», яке в якості терміна використовується дослідниками, що займаються проблемами мовного подання когніцій.

У найзагальнішому вигляді концепт, на думку Ю. С. Степанова, можна уявити, як «згусток культури у свідомості людини: те, у вигляді чого культура входить у ментальний світ людини» [6, с. 93].

Наразі можна виокремити різні розуміння терміна «концепт».

Доречно звернути увагу на думку П. В. Чеснокова, який стверджував, що: «Концепт — це одиниця мислення, яка володіє окремим цілісним змістом і реально не розкладається на більш дрібні думки, тобто елементарна сторона внутрішнього шару» [8, с. 13].

Так, М. А. Холодна розкриває поняття «концепт» як «пізнавальну психічну структуру особливості організації якої забезпечують можливість відображення насправді в єдності різноякісних аспектів» [7, с. 201].

Поряд з цим К. С. Кубрякова подає наступне визначення поняття: «концепт — це одиниця ментальних або психічних ресурсів нашої свідомості і тієї інформаційної структури, яка відображає знання і досвід людини; оперативна змістовна одиниця пам'яті, ментального лексикону, концептуальної системи мови і мозку <...>, всієї картин світу, відображеної у людській психіці» [5, с. 4].

Наразі, слід визнати, що саме «концепт» є ключовим поняттям когнітивної лінгвістики.

Визначено особливості функціонування концепту «CYBERSECURITY» у текстах резолюційного жанру. Зазначено, що у сучасному інтерактивному суспільному житті все частіше мають місце такі негативні наслідки інформатизації як кібератаки, кібервійни, кіберексплуатація тощо, які у нормативних документах представлені такими лексикалізованими концептами як: *cyberattack*, *cyberwar*, *cyberespionage*, *cyber-agreement*, *cyber-theft*, *cyberpiracy*, *cyberthief*, *cyberlaw*, *cybercrime*, *cyber-sabotage*, *cy-*

*berbullying, CYBERSECURITY* тощо. Сьогодні у світі велика увага приділяється закріпленню концепту «CYBERSECURITY» на нормативно-правовому рівні у документах міжнародних організацій.

Серед вебалізаторів концепту «CYBERSECURITY» функціонує багато лексем на позначення суб'єктів кібербезпеки, які відзначаються багатоманітністю синонімією. Довший синонімічний ряд охоплює лексичні одиниці для позначення понять «торгівля» і «гроші»: *cybercommerce, cybertrade, cybershopping, ecommerce, d-commerce, electronic commerce, electronic shopping, e-shopping, Internet shopping, t-commerce, m-commerce, telesales, v-commerce* («електронна торгівля»); *beenz, cybercash, cybercurrency, cybermoney, e-cash, digital cash, egold, idollars, e-money, online bucks, flooz, virtual money* («віртуальні гроші» для розрахунків через Інтернет»).

Зокрема, Committee on National Security Systems наводить наступне визначення: *Intellectual property — creations of the mind such as musical, literary, and artistic works; inventions; and symbols, names, images, and designs used in commerce, including copyrights, trademarks, patents, and related rights. Under intellectual property law, the holder of one of these abstract «properties» has certain exclusive rights to the creative work, commercial symbol, or invention by which it is covered»* [12].

Наведені приклади свідчать, що динамічний розвиток інформаційних технологій активізує феномен «поліномінації», тобто коли одне поняття, одна річ набувають низку номінацій.

Визначений із словників обсяг імені концепту «CYBERSECURITY» такий: *a property of cyberspace that is an ability to resist intentional and/or unintentional threats and respond and recover*. В англійській мові загальна семантика наведених одиниць, що об'єктивують досліджуваний концепт в англійській мові, виявляє три загальні типові значення, згідно з аналізом словників: 1) *safety, freedom from attack, harm, or damage, a state in which or a place where you are safe and not in danger or at risk* (безпека, відсутність загрози нападу, шкоди, стан або місце, в якому немає загрози, небезпеки, або ризику); 2) *protection of a person, building, organization or country against threats* (захист людини, будівлі, організації або країни від різних видів загроз); 3) *things done to keep people, places, or things safe* (заходи для забезпечення безпеки людей, місць, речей) [2].

Таким чином, словникові дані формують ядро концепту «CYBERSECURITY» (кібербезпека) на ключовому параметрі концепту *threat* (загроза), опиняється в положенні дихотомії *cyber threat presence — cyber threat absence* («наявність кіберзагрози — відсутність кіберзагрози»), що тягне за собою неминучий розподіл розглянутої концепти на два взаємоспрямовані напрямки, що реалізуються шляхом взаємодії: *threat presence* (виникнення загрози) і *cyber threat absence* (відсутність загрози)

як одночасно впливаючі на ментальне явище, що лежить в основі даного концепту. Структурно дана дихотомія організовується більш дрібно, об'єднуючи різні аспекти і способи забезпечення її провідних значень. Серед таких виявляються номінації безпосередньо дій, маркованих ситуації виникнення загрози інформаційній безпеці або її відсутності, комплекс заходів, який обслуговує зазначені дії, а також джерела забезпечення ситуативного прецеденту в основі кожного з контекстів.

З'ясовані концептуальні зв'язки «CYBERSECURITY». Внаслідок різноманітності когнітивних установок, залучених у формування ментального образу концепту *safety / security* (безпека), можна стверджувати, що останній є компонентом структури концепту *safety / security* (безпека). В англійській мові загальна семантика наведених одиниць, що об'єктивують досліджуваний концепт в англійській мові, виявляє три загальних типових значення, згідно з аналізом словників [10; 11]:

- *safety, freedom from attack, harm, or damage, a state in which or a place where you are safe and not in danger or at risk* (безпека, відсутність загрози нападу, шкоди, стан або місце, в якому немає загрози, небезпеки, або ризику);
- *protection of a person, building, organization or country against threats* (захист людини, будівлі, організації або країни від різних видів загроз);
- *things done to keep people, places, or things safe* [9] (заходи щодо безпеки людей, місць, речей).

опиняється в положенні дихотомії *threat presence — threat absence* («наявність загрози — відсутність загрози»), що тягне за собою неминучий розподіл розглянутої концепти на два взаємоспрямовані напрямки, що реалізуються шляхом взаємодії: *THREAT PRESENCE* (ВИНИКНЕННЯ ЗАГРОЗИ) і *THREAT ABSENCE* (ВІДСУТНІСТЬ ЗАГРОЗИ) які одночасно впливають на ментальне явище, що лежить в основі даного концепту. Структурно дана дихотомія організовується більш дрібно, об'єднуючи різні аспекти і способи забезпечення її провідних значень. Серед таких виявляються

- номінації безпосередньо дій, що маркують ситуації виникнення загрози або її відсутності;
- комплекс заходів, який обслуговує зазначені дії;
- джерела забезпечення ситуативного прецеденту в основі кожного з контекстів.

Визначено особливості лексичної сполучуваності. Зазначено, що інтернаціоналізація концепту кібербезпеки зумовлена, в першу чергу, глобальним характером явища, переважанням англомовної термінології через дію екстралінгвістичних чинників (глобалізаційні процеси, пріоритетність окремих держав в галузі наукових досліджень, наявність досвіду у сфері державного управління певними явищами, широке поширення як світової мови тощо). Зазначене пояснює причину вжитку різних семантичних груп номінацій концепту



«CYBERSECURITY» у сфері інформаційної безпеки, починаючи із самого елементу «кібер», який став дуже продуктивним у словотворенні.

Природа ретермінізації мовних одиниць сфери, що досліджуються, також є очевидною. Техногенний характер кібербезпеки призводить до виникнення соціальних явищ, а це, у свою чергу, зумовлює необхідність вироблення урядами країн політики та її закріплення у нормативно-правових актах. Відповідно до стилістичних норм вжиття термінології обмежуються науковим стилем та його підстилями. Проте застосування юридичної термінології поза текстами наукових досліджень, а саме — в мові нормативно-правових документів — дещо розмиває саме наукові властивості терміну, надає йому нових якостей і функцій, тобто має місце детермінологізація. Має місце процес репрезентації термінології у нормативно-правових текстах. Терміни проходять

шлях від складової концепти як методологічної основи явища кіберзагрози до наукового втілення ідеї про кібербезпеку, а потім — і виходу за межі науки з перетинанням у сферу правотворчості. Через легалізацію (законодавче закріплення терміну) він отримує принципово інший статус, фактично стає складовою норм права, частиною механізму правового регулювання у сфері протидії кіберзагрозам.

Сьогодні в умовах динамічного розвитку інформаційних технологій та комп'ютеризації усіх сфер життєдіяльності людини актуалізується дослідження концепту «CYBERSECURITY», який належить до числа найважливіших орієнтирів безпеки поведінки, є одним з провідних концептів у сфері інформатизації суспільства. Реалії сьогодення вимагають належного закріплення концепту «CYBERSECURITY» на нормативно-правовому рівні.

#### Література

1. Алимов В. В. Теория перевода. Перевод в сфере профессиональной коммуникации: учебное пособие. Москва, 2004. 306 с.
2. Бакулина С. С. концепта права как фактор гуманизации культуры: автореф. ... дисс. канд. Культурологии. СПб. 2012. 23 с.
3. Безкоровайный М. М., Тулузов А. Л. Кибербезопасность — подходы к определению понятия // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 1(2). С. 22–27.
4. Электронный толковый словарь английского языка: URL: <http://engood.com>
5. Кубрякова Е. С. О современном понимании термина «концепт» в лингвистике и культурологии // Реальность, язык и сознание: межвузовский сб. науч. тр. Вып. 2. Тамбов: Издательство ТГУ им. Г. Р. Державина, 2002. С. 3–12.
6. Степанов Ю. А. Концепции. Тонкая пленка цивилизации: монография. Москва.: Изд-во ЛКИ, 2007. 248 с.
7. Холодная М. А. Психология концептуального мышления: от концептуальных структур к концептуальным способностям: монография. Москва: Издательство «Институт психологии РАН», 2012. 288 с.
8. Чесноков И. И. Эмоциональная концепция как объект культурной лингвистики // Наследие академика В. И. Борковского и проблемы современного языкознания: статьи, исследования, материалы. Волгоград: Издательство Волга, 2006. 236 с.
9. English-Russian Comprehensive Law Dictionary / под ред. А. С. Мамуляна. Москва, 2003. 688 с.
10. Longman Dictionary of English Language and Culture. England, 2005. 688 p.
11. Catford J. A Linguistic Theory of Translation: an essay on Applied Linguistics. London: Oxford University Press, 1995. 103 p.
12. Cyber Security Research and Development Act Pub. L. Nov. 27, 2002. PP. 107–305.





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

**Збірник наукових статей**

**№ 19 (99)**

**1 том**

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

**Київ 2020**

**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](mailto:editor@inter-nauka.com)**  
**[www.inter-nauka.com](http://www.inter-nauka.com)**

**Підписано до друку 15.12.2020. Формат 60×84/8**  
**Папір офсетний. Гарнітура SchoolBookAS.**  
**Умовно-друкованих аркушів 11,63. 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.**