

Бобирь Д. С., аспірант кафедри інформаційних технологій електронних засобів
Національного університету «Запорізька політехніка»
ORCID: 0009-0009-6635-3582

Тягунова М. Ю., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж
Національного університету «Запорізька політехніка»
ORCID: 0000-0002-9166-5897

ВИМОГИ ДО АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ ОЛИВ

У сучасних умовах розвитку транспортної інфраструктури та промислових технологій питання правильного добору мастильних матеріалів, зокрема моторної оливи, набуває особливої актуальності. Відповідність оливи технічними характеристиками і реальним умовам експлуатації безпосередньо впливає на ефективність, довговічність та безпеку роботи двигунів і машин. Однак наявність великого асортименту мастильних матеріалів на ринку, різниця у їхніх властивостях і стандартах, а також відсутність універсальних цифрових рішень для підбору ускладнюють цей процес як для професіоналів, так і для пересічних користувачів.

У роботі наведено аналіз сучасних інструментів добору оливи, серед яких онлайн-платформи, мобільні застосунки та модулі ERP-систем. Встановлено, що існуючі рішення мають суттєві обмеження: орієнтацію на конкретні бренди, недостатнє врахування умов експлуатації, обмежену масштабованість та слабку інтеграцію з іншими системами. Це підтверджує потребу у створенні нової автоматизованої системи підтримки прийняття рішень, яка була б незалежною від виробника, гнучкою, масштабованою і здатною враховувати широкий спектр технічних та експлуатаційних параметрів.

Запропоновано концепцію побудови такої системи, що включає модульну архітектуру, інтеграцію з зовнішніми базами даних через API, автоматичне оновлення інформації та застосування інтелектуальних алгоритмів обробки даних, включаючи машинне навчання. Розроблені функціональні та нефункціональні вимоги до системи передбачають високу швидкодію, стійкість до навантажень, захист персональних даних та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача.

Запропоновано вимоги до архітектури системи у вигляді клієнтського інтерфейсу як вебпорталу або мобільного застосунку, серверну логіку обробки запитів, централізоване сховище даних і аналітично-рекомендаційний модуль. Окремо розглянуто варіанти реалізації системи як у вигляді локального рішення для підприємств, так і як хмарного сервісу. Технічна реалізація повинна базуватися на відкритих технологіях, таких як Python, Django/Flask, PostgreSQL або MySQL, із використанням сучасних фреймворків для фронтенду.

Таким чином, запропонований підхід до створення автоматизованої системи добору моторної оливи забезпечує високу адаптивність, точність рекомендацій та відповідність вимогам сучасного ринку, що сприятиме підвищенню ефективності технічного обслуговування транспортних засобів і промислового обладнання.

Ключові слова: підбір оливи, автоматизована система, база даних, інтерфейс користувача, штучний інтелект.

Bobur D. S., Tiahunova M. Yu. Requirements for the automated oil selection system

In the current context of the development of transport infrastructure and industrial technologies, the issue of selecting the correct lubricants, particularly engine oils, is becoming increasingly important. The compliance of oil with technical specifications and real operating conditions directly affects the efficiency, durability, and safety of engines and machinery. However, the wide range of lubricants available on the market, differences in their properties and standards, as well as the lack of universal digital solutions for selection, complicate this process for both professionals and ordinary users.

The paper presents an analysis of modern oil selection tools, including online platforms, mobile applications, and ERP system modules. It has been established that existing solutions have significant limitations: a focus on specific brands, insufficient consideration of operating conditions, limited scalability, and weak integration with other systems. This confirms the need to create a new automated decision support system that would be manufacturer-independent, flexible, scalable, and capable of taking into account a wide range of technical and operational parameters.

A concept for building such a system is proposed, including modular architecture, integration with external databases via APIs, automatic information updates, and the use of intelligent data processing algorithms, including machine learning. Functional and non-functional requirements for the system have been developed, including high performance, load resistance, personal data protection, and an intuitive user interface.

Requirements for the system architecture are proposed in the form of a client interface as a web portal or mobile application, server-side logic for request processing, centralized data storage, and an analytical-recommendation module. Variants

of implementing the system as either a local solution for enterprises or a cloud service are considered separately. The technical implementation should be based on open technologies such as Python, Django/Flask, PostgreSQL or MySQL, using modern frontend frameworks.

Thus, the proposed approach to creating an automated engine oil selection system ensures high adaptability, recommendation accuracy, and compliance with modern market requirements, which will contribute to improving the efficiency of maintenance of vehicles and industrial equipment.

Key words: oil selection, automated system, database, user interface, artificial intelligence.

Постановка проблеми. У сучасних умовах інтенсивного розвитку транспортної інфраструктури та промислових технологій зростає потреба у надійному технічному обслуговуванні обладнання. Одним із критичних чинників, що впливають на ефективність та довговічність роботи машин і двигунів, є правильний добір мастильних матеріалів. Зокрема, якісна та коректно підібрана моторна олива забезпечує зменшення тертя, захист деталей від зносу, охолодження вузлів і стабільну роботу системи загалом.

У разі використання невідповідної оливи можуть виникати серйозні наслідки – від зниження продуктивності двигуна до його передчасного виходу з ладу. Ситуацію ускладнює велике розмаїття мастильних матеріалів на ринку, що відрізняються за показниками в'язкості, хімічним складом, експлуатаційними властивостями та відповідністю міжнародним стандартам.

У цьому контексті особливої актуальності набуває створення автоматизованої інформаційної системи, яка б дозволяла об'єктивно, швидко та з урахуванням індивідуальних характеристик техніки здійснювати вибір оптимальної оливи. Такий інструмент буде корисним як для кваліфікованих спеціалістів сервісних центрів, так і для звичайних користувачів, які бажають забезпечити належне функціонування своїх транспортних засобів. І хоча поточні інструменти частково вирішують завдання добору мастильних матеріалів, вони не забезпечують належного рівня адаптивності, масштабованості та комплексного врахування всіх факторів, що підтверджує необхідність розробки нових підходів і систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день на ринку представлено широкий спектр цифрових інструментів, призначених для допомоги у виборі мастильних матеріалів [1, 2]. Ці рішення реалізуються як у вигляді вебсервісів, так і у формі мобільних додатків, і в основному розроблені безпосередньо виробниками оливи.

Найбільш поширеними є:

- онлайн-платформи провідних брендів;
- мобільні застосунки;
- інтегровані модулі в ERP-системах.

Онлайн-платформи провідних брендів, таких як Motul, Castrol, Shell або Liqui Moly [3-6] пропонують інтерактивні каталоги, в яких користувач вводить дані про транспортний засіб (модель, марку, рік випуску, тип двигуна тощо), щоб отримати рекомендації щодо сумісної продукції;

Мобільні застосунки орієнтовані на швидкий доступ до функції добору оливи. Прикладами таких сервісів є Oil Finder [7], AutoMate, Oil Selector [8]. Вони переважно розраховані на автомеханіків або автовласників;

Інтегровані модулі в ERP-системах використовуються на автосервісах. Деякі системи управління автосервісами мають вбудовану функцію підбору оливи або забезпечують з'єднання з базами даних виробників мастильних матеріалів [9].

Проте більшість із цих рішень мають значні обмеження. Вони орієнтовані виключно на продукцію одного бренду, не завжди враховують специфічні умови експлуатації, такі як зношеність обладнання, екстремальні температури, інтенсивність навантаження, та іноді вимагають ручного введення великої кількості параметрів, що ускладнює роботу користувача.

Постановка завдання. Основна мета даної роботи – розробка концептуального підходу та вимог до побудови автоматизованої системи підтримки вибору моторної оливи на основі конкретних експлуатаційних умов та технічних характеристик об'єкта.

Виклад основного матеріалу. Проведений аналіз існуючих цифрових рішень для підбору мастильних матеріалів дозволяє виявити як позитивні аспекти, так і ключові недоліки. У більшості випадків сервіси, представлені на ринку, забезпечують користувачеві швидкий доступ до інформації, що дозволяє економити час. Також варто відзначити зрозумілий інтерфейс таких систем, який не потребує спеціальної технічної підготовки з боку користувача. Багато рішень реалізовано як у форматі вебплатформ, так і у вигляді мобільних застосунків, що розширює їхню доступність. Крім того, інформація, яку вони надають, оновлюється безпосередньо виробниками, що забезпечує високу актуальність даних.

Водночас, більшість наявних систем мають ряд суттєвих обмежень. Основна проблема полягає в обмеженні асортименту мастильних матеріалів лише до продукції конкретного бренду, що зменшує варіативність гнучкого вибору. Крім того, персоналізація добору оливи в більшості випадків відсутня, не враховується специфіка умов експлуатації, таких як стиль водіння, кліматичні умови, технічний стан двигуна чи його зношеність. Обробка даних у таких системах часто виконується вручну, що підвищує ймовірність помилок на

етапі введення параметрів. Також слід зауважити, що більшість цифрових сервісів функціонує як замкнуті платформи, без можливості обміну інформацією з іншими системами або зовнішніми базами даних, що ускладнює їх інтеграцію в існуючу інфраструктуру автосервісів або логістичних комплексів.

Однією з відмінностей пропонованого підходу є незалежність від конкретного бренду, що дає змогу забезпечити об'єктивний та максимально адаптивний добір продукції.

Крім того, важливою перевагою є можливість автоматичної обробки широкого переліку вхідних параметрів. Система має бути орієнтована на використання не лише технічних характеристик транспортного засобу, а й даних, що відображають реальні умови експлуатації. Не менш важливою є гнучкість налаштувань, що дозволяє користувачеві впливати на ключові параметри добору та отримувати супровід на всіх етапах взаємодії з системою. Запропонована концепція також передбачає інтеграцію з зовнішніми сервісами – обліковими, торговельними, сервісними платформами.

Особливу увагу приділено застосуванню інтелектуальних алгоритмів, зокрема методів машинного навчання та штучного інтелекту. Завдяки цьому система буде здатна не лише аналізувати велику кількість параметрів, а й навчатися на основі зібраної статистики, що дозволить з часом підвищити точність видаваних рекомендацій.

Таким чином, правильно сформульовані вимоги є основою до створення надійної, мультифункціональної та ефективної системи підбору мастильних матеріалів, яка задовольнятиме потреби як професійних так і звичайних користувачів.

На етапі проєктування інформаційної системи [10] підбору мастильних матеріалів важливим кроком є чітко визначення вимог, які вона повинна реалізовувати для забезпечення належної функціональності, надійності та ефективності. Ці вимоги поділяються на функціональні та нефункціональні.

До функціональних вимог належить забезпечення збору технічної інформації про транспортний засіб, включно з типом автомобіля, маркою, моделлю, параметрами двигуна та роком випуску. Одним із критичних завдань є врахування умов експлуатації: температурних режимів, навантажень, зношення вузлів. Система повинна також підтримувати інтеграцію з зовнішніми джерелами (електронні каталоги виробників оливи, бази технічної документації або API-сервіси сторонніх платформ), що дозволить оперативно оновлювати інформацію та поновлювати базу даних.

Генерація рекомендацій має реалізовуватись у вигляді автоматичного добору оптимальних мастильних матеріалів із урахуванням усіх вхідних параметрів. При цьому важливою є можливість пошуку альтернатив у разі недоступності конкретного продукту. Також система повинна надавати супровідні рекомендації щодо періодичності заміни оливи та виконання відповідних сервісних операцій. Результати підбору мають формуватися у вигляді звітнього документа, придатного для друку або в електронному форматі (наприклад, PDF або HTML).

Нефункціональні вимоги стосуються загальних характеристик системи, які впливають на якість її експлуатації. Зокрема, необхідно забезпечити високу швидкодію – усі запити повинні оброблятися максимально швидко.

Система має бути стійкою до навантажень та забезпечувати стабільність роботи навіть за умов пікових звернень. Особливу увагу слід приділити захисту персональної інформації, що передбачає дотримання вимог щодо безпеки користувацьких даних. Ще однією важливою характеристикою є масштабованість, яка дозволить адаптувати систему до збільшення обсягів даних та розширення користувацької бази. Крім того, інтерфейс системи повинен бути інтуїтивно зрозумілим та придатним до використання особами з різним рівнем технічної підготовки.

Завершальним елементом функціональної структури є модуль звітності та підтримки, який відповідає за генерацію структурованих документів з результатами підбору, що можуть бути збережені або роздруковані. Окрім цього, система надає користувачеві доступ до розділу довідкової інформації, включаючи пояснення, рекомендації та відповіді на найбільш поширені запитання.

Серед ключових функцій автоматизованої системи добору мастильних матеріалів варто виділити кілька базових модулів, що формують її основну функціональну структуру. Насамперед, система повинна забезпечувати збір вхідних даних, необхідних для формування доцільних рекомендацій. До цього належить інтерактивна взаємодія з користувачем у форматі опитування, а також автоматизоване зчитування технічної інформації з документів транспортного засобу, (через VIN-код або API-витяг).

Отримані дані надходять до модуля пошуку, де здійснюється їх фільтрація в межах бази даних системи. Враховуються технічні характеристики двигуна, умови експлуатації та інші параметри, що дозволяє сформувати список лише тих мастильних матеріалів, які відповідають заданим параметрам. Наступним до обробки підключається аналітичний модуль, який зіставляє специфікації обраного двигуна з властивостями доступних продуктів. У результаті користувачу пропонується оптимальний варіант моторної оливи з точки зору ефективності та відповідності умовам експлуатації. У випадках, коли базовий продукт недоступний, система генерує перелік альтернативних позицій.

Важливе значення має модуль збереження користувацької історії, що дозволяє фіксувати всі запити, здійснені у системі, а також зберігати архів даних про технічне обслуговування. Це дає можливість

формування персоналізованих рекомендацій у подальшому використанні платформи. Щоб забезпечити актуальність інформації система підтримує автоматичне оновлення даних шляхом синхронізації з зовнішніми джерелами, насамперед офіційними каталогами виробників мастильних матеріалів.

Завершальним елементом функціональної структури є модуль звітності та підтримки, який відповідає за генерацію структурованих документів з результатами підбору, що можуть бути збережені або роздруковані. Також система надає користувачеві доступ до розділу довідкової інформації, включаючи пояснення, рекомендації та відповіді на найбільш поширені запитання.

У процесі створення та впровадження автоматизованої системи підбору моторної оливи необхідно враховувати низку чинників, що можуть обмежувати функціональність або точність результатів.

Одним із ключових обмежень є неповнота наявних інформаційних джерел: для окремих моделей транспортних засобів можуть бути відсутні точні технічні характеристики або специфікації вузла. Крім того, ефективність роботи системи залежить від коректності введених користувачем даних. У випадку помилкових або неточних параметрів результат добору мастильного матеріалу може не відповідати експлуатаційним умовам.

Також проблемою є постійна зміна міжнародних та локальних стандартів у галузі класифікації моторних оливок. Це вимагає регулярного оновлення бази даних системи, аби підтримувати її відповідність актуальним нормативам. Також варто враховувати, що сторонні API-сервіси, через які здійснюється взаємодія з зовнішніми базами даних або каталогами, можуть мати технічні або ліцензійні обмеження. У деяких випадках повний обсяг інформації про мастильні матеріали недоступний через відсутність відкритих даних від окремих виробників.

При розробці системи враховується низка базових припущень. Зокрема, передбачається, що користувачі володіють мінімальними знаннями щодо власного транспортного засобу та здатні коректно ввести запитані дані. Також вважається, що система оперує достовірними та актуальними параметрами, введеними в процесі взаємодії. Стандартизація мастильних матеріалів здійснюється згідно з міжнародно визнаними класифікаціями (SAE, API або ACEA). Підтримка бази даних забезпечується або кваліфікованими фахівцями, або за допомогою автоматизованих механізмів оновлення.

Архітектура майбутньої автоматизованої системи добору моторної оливи формується за модульним принципом. Це забезпечує можливість гнучкого розширення, адаптації до нових умов використання, зручного супроводу та оновлення. Кожен функціональний блок системи реалізує окрему підсистему, яка відповідає за конкретну частину загального процесу.

До загальної структури системи входить клієнтський інтерфейс, який реалізується у вигляді вебпорталу або мобільного застосунку. Він відповідає за організацію взаємодії користувача з функціональними модулями та повинен бути інтуїтивно зрозумілим і доступним для різних категорій користувачів.

Серверна логіка (бекенд) забезпечує логіку обробки запитів, реалізацію алгоритмів добору, а також взаємодію з інформаційною базою.

Централізоване сховище даних в якому зберігаються дані про транспортні засоби, мастильні матеріали, специфікації двигунів та історію взаємодій з системою.

Важливу роль відіграють інтеграційні інтерфейси, що забезпечують обмін інформацією з зовнішніми джерелами, такими як технічні каталоги, ERP-системи, бази документації та сервіси виробників техніки.

Завершальним компонентом є аналітично-рекомендаційний блок, функція якого полягає у глибокому аналізі вхідних даних, порівнянні специфікацій та формуванні переліку рекомендованих оливок відповідно до заданих умов.

Вибір апаратної платформи для розгортання автоматизованої системи підбору моторної оливи залежить від масштабів її впровадження, кількості користувачів та специфіки інфраструктури підприємства. Технічні рішення мають забезпечувати надійність, стабільну роботу та можливість масштабування як у межах одного сервісного центру, так і в рамках розподіленої хмарної системи. Передбачаються кілька варіантів реалізації, включаючи локальне встановлення на серверному обладнанні підприємства, хмарну платформу з доступом через браузер, а також мобільні клієнти з базовим функціоналом для оперативної роботи в польових умовах.

У випадку локального розміщення системи рекомендується використовувати сервер із процесором рівня Intel Core i5 або еквівалентом, оперативною пам'яттю не менше 8 ГБ, жорстким диском від 100 ГБ з можливістю подальшого розширення, а також операційною системою на базі Ubuntu, Debian або Windows Server. Обов'язковою умовою є стабільне мережеве підключення для забезпечення синхронізації, оновлень та зв'язку з зовнішніми сервісами. В умовах зростання обсягів обробки даних або кількості одночасних підключень доцільно передбачити можливість розширення обчислювальних ресурсів.

Для реалізації функціоналу системи обґрунтовано використання відкритих і гнучких технологічних рішень, які забезпечують високу швидкість, зручність у розробці та підтримку сучасних стандартів інтеграції. Фронтенд-частина інтерфейсу може бути побудована з використанням HTML5, CSS3 та JavaScript у поєднанні з фреймворками React або Vue.js, що дозволяє створити динамічний, адаптивний та кросплатформний інтерфейс користувача. У якості бекенду доцільно застосовувати Python з фреймворками Django або Flask, або ж Node.js – залежно від обраної архітектурної моделі, що відповідає вимогам проекту.

Для зберігання інформації рекомендовано використовувати реляційні СУБД – PostgreSQL або MySQL, які мають хорошу продуктивність, масштабованість та активну спільноту підтримки. Обмін даними між модулями системи та зовнішніми джерелами забезпечується через RESTful або GraphQL API, що дозволяє гнучко будувати логіку взаємодії. У процесі розробки доцільно застосовувати засоби тестування, такі як Postman, Selenium, Pytest, а також реалізувати контейнеризацію з використанням Docker, що дозволить спростити розгортання та масштабування системи в різних середовищах.

Одним із важливих чинників успішного функціонування інформаційної системи є забезпечення здатності до повноцінної інтеграції з іншими програмними рішеннями. Система, що пропонується, повинна підтримувати обмін інформацією з ERP- і CRM-системами, які використовуються сервісними центрами для обліку клієнтів, транспортних засобів, витратних матеріалів та інших операцій. Також передбачається зв'язок із офіційними API каталогів виробників мастил, що дозволяє автоматизовано оновлювати перелік продукції та її технічні характеристики. Додатково інтеграція з базами технічної документації та платіжними шлюзами відкриває можливість як для розширення функціоналу обслуговування, так і для монетизації системи в комерційному середовищі.

Для забезпечення узгодженості даних важливо реалізувати уніфікацію форматів обміну, використовуючи поширені стандарти JSON або XML. Перед збереженням будь-якої інформації доцільно проводити перевірку джерел на предмет достовірності та актуальності. Захищений доступ до зовнішніх ресурсів забезпечується шляхом використання сучасних протоколів авторизації, зокрема OAuth 2.0 або API-ключів, що гарантує конфіденційність і цілісність переданої інформації.

Висновки. Таким чином, автоматизована система добору мастильних матеріалів повинна мати чітку модульну структуру для ефективного роботи всіх процесів. Основними складовими є модулі збору даних, пошуку, аналітики, історії користувачів, оновлення інформації та генерації звітів. Якість добору значною мірою залежить від повноти технічних характеристик та коректності введених користувачем даних. Постійні зміни стандартів мастильних матеріалів вимагають регулярного оновлення баз даних і підтримки інтеграції з зовнішніми джерелами. Система повинна бути безпечною, масштабованою і здатною до роботи як у локальній, так і в хмарній інфраструктурі. Для розробки рекомендовано використовувати сучасні технології веброзробки та засоби тестування і контейнеризації. Такий підхід забезпечить стабільну роботу системи, простоту оновлення і зручність користування для різних категорій клієнтів.

Список використаних джерел:

1. Pavlenko, I., Pitel', J., Ivanov, V., Berladir, K., Mižáková, J., Kolos, V., & Trojanowska, J. Using regression analysis for automated material selection in smart manufacturing. *Mathematics*, 2022. Vol. 10 (11). P. 1888.
2. Aziza, O. R., Uzougbo, N. S., & Ugwu, M. C. AI and the future of contract management in the oil and gas sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2023. Vol. 19 (3). P. 1571-1581.
3. Вебсистема підбору оливи Motul. URL: <https://www.motul.com/uk-UA/lubricants> (дата звернення: 26.04.2025).
4. Вебсистема підбору оливи Castrol. URL: https://www.castrol.com/uk_ua/ukraine/home/product-finder.html (дата звернення: 25.04.2025).
5. Вебсистема підбору оливи. URL: Liqui Moly <https://liquimoly.ua/ua-pidbir-oliv> (дата звернення: 26.04.2025).
6. Вебсистема підбору оливи Motorex. URL: <https://motorex.com/en-ch/Service-Consulting/Oil-Finder?step=brand&categoryId=1> (дата звернення: 28.04.2025).
7. Вебсервіс підбору оливи. URL: <https://oilguide.ravenol.de/?lang=en> (дата звернення: 28.04.2025).
8. Вебсервіс підбору оливи. URL: <https://ua.championlubes.com/uk-ua/oil-finder> (дата звернення: 28.04.2025).
9. Aljuboury, M. I. A. Designing an ERP System by Adopting the Decision Tree Algorithm: A Case Study in the General Company of Oil Products Distribution. *TANMIYAT AL-RAFIDAIN*, 2021. Vol. 40 (130). P. 102-134.
10. Тягунова М.Ю., Бобирь Д.С. Проектування структури автоматизованої системи підбору оливи. *XII Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій"*, 10-12 груд. 2024 : тези доп. – Запоріжжя. – С. 47-49.

References:

1. Pavlenko, I., Pitel', J., Ivanov, V., Berladir, K., Mižáková, J., Kolos, V., & Trojanowska, J. (2022). Using regression analysis for automated material selection in smart manufacturing. *Mathematics*, 10 (11), 1888.
2. Aziza, O. R., Uzougbo, N. S., & Ugwu, M. C. (2023). AI and the future of contract management in the oil and gas sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 19(3), 1571-1581.
3. Web system for oil selection. Motul. URL: <https://www.motul.com/uk-UA/lubricants>
4. Web system for oil selection. Castrol. URL: https://www.castrol.com/uk_ua/ukraine/home/product-finder.html

-
5. Web system for oil selection. URL: Liqui Moly <https://liquimoly.ua/ua-pidbir-oliv>
 6. Web system for oil selection. Motorex. URL: <https://motorex.com/en-ch/Service-Consulting/Oil-Finder?step=brand&categoryId=1>
 7. Web service for oil selection. URL: <https://oilguide.ravenol.de/?lang=en>
 8. Web service for oil selection. URL: <https://ua.championlubes.com/uk-ua/oil-finder>
 9. Aljuboury, M. I. A. (2021). Designing an ERP System by Adopting the Decision Tree Algorithm: A Case Study in the General Company of Oil Products Distribution. *TANMIYAT AL-RAFIDAIN*, 40 (130), 102-134.
 10. Tiahunova M.Yu., Bobyr D.S. Proiektuvannia struktury avtomatyzovanoi systemy pidboru olyvy. *XII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Suchasni problemy i dosiahnennia v haluzi radiotekhniki, telekomunikatsii ta informatsiinykh tekhnolohii"*, 10-12 hrud. 2024 : tezy dop. – Zaporizhzhia, 47-49