

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVIII науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2019)

13-15 березня 2019 року

Збірник доповідей

Електронне мережне наукове видання

Вінниця
ВНТУ
2019

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;
Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;
Члени робочої групи:
заступники деканів факультетів з наукової роботи;
заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;
директор ІРВЦ Власюк А. І.;
начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;
провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019) : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2019.

ISBN 987-966-641-766-7

Збірник містить тексти доповідей XLVIII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-766-7

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2019

Зміст

НТК ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.....	579
Секція обчислювальної техніки	
<i>Олексій Дмитрович Азаров, Олександр Іванович Черняк, Дмитро Олександрович Смольц, Жанна Анатоліївна Мельник</i> ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВЕБ ТА МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ.....	580
<i>Олексій Дмитрович Азаров, Олександр Іванович Черняк, Василь Володимирович Залізецький</i> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ СКЛАДНИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ПОЛІГОНІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ.....	586
<i>Юлія Віталіївна Куцак, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ БЕЗПЕЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ.....	589
<i>Сергій Володимирович Шостак, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ЗАХИЩЕНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖИ НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ КОМПАНІЇ CISCO.....	591
<i>Олексій Дмитрович Азаров, Олександр Іванович Черняк, Вікторія Олександрівна Михальченко</i> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІН ПРОГРАМУВАННЯ.....	593
<i>Ірина Володимирівна Стягайло</i> ДОДАТОК КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ У ВИЗНАЧЕНИХ МІСЦЯХ.....	595
<i>Євгеній Ігорович Головач, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОГЛЯДУ МАТЧІВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ФУТБОЛУ.....	597
<i>Максим Вячеславович Загорський, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> ЦИФРОВИЙ ТЕРМОРЕГУЛЯТОР ДЛЯ ІОТ.....	599
<i>Олександр Григорійович Макарук</i> КРОСПЛАТФОРМЕНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ЗНАЇТЬ СТУДЕНТІВ.....	601
<i>Тетяна Іванівна Коробейнікова, Сергій Сергійович Омельченко</i> КОМПОНЕНТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ПРИ РОЗРОБЦІ ІГОР.....	603
<i>Сергій Сергійович Ящук, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> ДИЗАЙН ГРИ ТА СТВОРЕННЯ UX/UI ЗАСОБАМИ UNITY.....	606
<i>Леонід Віталійович Крупельницький, Максим Вікторович Жилін, Вадим Валерійович Самко</i> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ.....	608
<i>Богдан Сергійович Маренич, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДБОРУ ТА ЗАМОВЛЕННЯ АВТО.....	612
<i>Микола Володимирович Каневський, Тетяна Іванівна Коробейнікова</i> МЕТОД ПАРАЛЕЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ.....	615
<i>Василь Петрович Семеренко, Юлія Сергіївна Халіна</i> НЕАЛГЕБРАІЧНІ МЕТОДИ ДЕКОДУВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ.....	618
<i>Вікторія Віталіївна Андрієвська, Володимир Анатолійович Гарнага</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОБ'ЄКТІВ.....	620
<i>Василь Петрович Семеренко, Віталій Олександрович Козьмін</i> ЛОКАЛЬНА НАВІГАЦІЯ В ЗАДАЧАХ СКЛАДАННЯ МАРШРУТІВ.....	624
<i>Сергій Віталійович Богомолов, Альона Мельник, Олександр Володимирович Вегера</i> ВИВЧЕННЯ ВИНЯТКІВ З ПРАВИЛ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ.....	626

<i>Олексій Дмитрович Азаров, Максим Романович Обертюх</i> СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ДВОТАКТНІ ПІДСИЛЮВАЧІ СТРУМУ ДЛЯ АНАЛОГОВОЇ ЧАСТИНИ БАГАТОКАНАЛЬНИХ АЦП.....	629
<i>Денис Кучмей, Сергій Михайлович Захарченко</i> СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ РОЗПОДІЛЕНИХ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ.....	635
<i>Дмитро Андрійович Моторнюк</i> СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАГОЛОВКАХ ПРОТОКОЛЬНИХ БЛОКІВ ДАНИХ.....	638
<i>Анатолій Васильович Снігур, Катерина Олександрівна Грицишина, Владислав Васильович Куклюк</i> ЕТАПИ ОБРОБКИ ВІЗУАЛЬНИХ СИГНАЛІВ У ВХІДНИХ ЛАНЦЮГАХ ЗОРОВОГО КАНАЛУ СПРИЙНЯТТЯ ЛЮДИНИ.....	640
<i>Олександр Миколайович Ткаченко</i> ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗПІЗНАВАННЯ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ У КОМП'ЮТЕРНІЙ СИСТЕМІ.....	644
<i>Катерина Ігорівна Шевчук, Сергій Михайлович Захарченко</i> МЕХАНІЗМ БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ.....	645
Секція комп'ютерних наук	
<i>Ярослав Володимирович Іванчук</i> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МНОЖИН.....	649
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Олексій Олексійович Чернобай</i> ЗАСТОСУВАННЯ ШИФРУВАННЯ ВЕРНАМА ДЛЯ ЗАХИСТУ КОНФІДЕНЦІЙНИХ ДАНИХ НА ВЕБ-САЙТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ.....	652
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Наталія Приймак</i> МЕТОД ПОШУКУ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЩО БАЗУЄТЬСЯ НА ПОПЕРЕДНЬОМУ РОЗБИТТІ МНОЖИНИ ЗАВДАНЬ.....	655
<i>Анастасія Романівна Білик, Сергій Володимирович Кукунін, Олексій Віталійович Сілагін</i> ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СПОЖИВАЦЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОНИТОРІВ.....	657
<i>Микола Анатолійович Лученко</i> ЗАСТОСУВАННЯ ГОРБКОВОГО АЛГОРИТМУ В ІГРІ «ЗОМБІ» ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ UNITY.....	660
<i>Єгор Олексійович Сілагін</i> ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ПРОГРАМИ ПІДБОРУ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАРБ.....	662
<i>Дмитро Анатолійович Пересенчук, Людмила Вікторівна Крилик</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СХОВИЩА ФОТОГРАФІЙ.....	664
<i>Віталій Олександрович Пшець</i> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ІНОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ.....	666
<i>Ярослав Олексійович Педоренко, Олена Іванівна Суприган</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРЕНУВАНЬ.....	668
<i>Микола Юрійович Василенко, Олена Іванівна Суприган</i> ФОРМУВАННЯ ОЦІНКИ ПОГОДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМІ ЗА GPS ПОКАЗНИКАМИ.....	670
<i>Олена Леонідівна Мельник, Ілона Вячеславівна Варчук</i> РОЗРОБКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ ЗАМОВЛЕНЬ МЕДИЧНИХ ТОВАРІВ.....	672
<i>Олексій Віталійович Сілагін</i> ГНОСЕОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	677
<i>Владислав Ігорович Гончаров</i> РОЗРОБКА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ СИСТЕМИ МОТИВАЦІЇ ПОКУПОК КОРИСТУВАЧІВ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ БОНУСНИХ ЗАОХОЧЕНЬ.....	679
<i>Олександр Лишак, Ілона Варчук</i> РОЗРОБКА МОДУЛЯ ВЕБ-ДОДАТКУ «МЕНЕДЖЕР ЗАВДАНЬ».....	681
<i>Тетяна Дмитрівна Польгуль</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІЯВЛЕННЯ ШАХРАЙСТВА ПРИ ІНСТАЛЮВАННІ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ.....	685
<i>Євген Зінов'єв, Ігор Арсенюк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	688
<i>Ігор Ігорович Андрущенко, Володимир Іванович Месюра</i> БЛОКЧЕЙН, ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПРОДАЖУ ТОВАРІВ.....	692
<i>Максим Солоний, Ігор Арсенюк</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ REACT NATIVE.....	694
<i>Тамара Олександрівна Савчук</i> СУЧАСНІ ОСВІТНІ ПРОГРАМИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: АКАДЕМІЧНА СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ ТА ТРАНСФЕРУ КРЕДИТІВ ECTS.....	697
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Владислав Філіпов</i> НЕЙРОПІДХІД ДО АВТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ІНТЕРАКТИВНИХ ДОДАТКІВ.....	699
<i>Юлія Анатоліївна Босак, Володимир Сергійович Озеранський</i> МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ.....	701
<i>Юлія Олександрівна Осадчук, Володимир Іванович Месюра</i> РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ «ПАЗЛИ» ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ JAVA FX.....	704
<i>Олександр Олександрович Кулик, Андрій Анатолійович Яровий, Дмитро Геннадійович Пасічник, Олександр Володимирович Небожанов</i> ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	707
<i>Владислав Олегович Мартишев</i> ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ВАЖЛИВОСТІ КРИТЕРІЇВ.....	710
<i>Марко Глібович Слободянюк</i> РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ NODE.JS.....	712
<i>Віталій Бондарчук</i> ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ.....	715
<i>Анатолій Сергійович Ткачук</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ ВЕБ-СЕРВЕРОМ.....	718
<i>Олександр Володимирович Вегера, Ілона Вячеславівна Варчук</i> КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ.....	720
<i>Павло Петрович Машницький, Євгеній Миколайович Крижановський</i> РОЗРОБКА ВЕБ-СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	723

<i>Ілля Павлович Малініч, Володимир Іванович Месюра</i> ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗДІЙСНЕННЯ ЗБОРУ КОРИСТУВАЦЬКОГО ДОСВІДУ ІГРОВИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО АНАЛІЗУ ПРІОРИТЕТНОСТІ ВПОДОБАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІГРОВОГО ПРОСТОРУ	726
<i>Евгеній Олександрович Мартіновський</i> РОЗРОБКА ВЕБ-ГЕОПОРТАЛУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	728
<i>Олександр Ігорович Стрижалов</i> ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ПОБУДОВИ ЛАНДШАФТІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	731
<i>Тарас Миколайович Закусило, Володимир Іванович Месюра</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЙОМІВ ОСОБИСТОГО ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТУ	733
<i>Олеся Едуардівна Херсоненко, Володимир Іванович Месюра</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЮ СИСТЕМИ ФОМУВАННЯ КАДРОВИХ РЕЗЕРВІВ	738
<i>Дмитро Станіславович Кудрявцев, Андрій Анатолійович Яровий</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ЧАТ-БОТ ДЛЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ПРИРОДНЬОЇ МОВИ	742
<i>Евгеній Щербіна, Володимир Іванович Месюра</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПЛАТЕЖІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ LIGHTNING NETWORK	745
<i>Олександр Спажєв, Володимир Іванович Месюра</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ ОПТИМІЗАЦІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ГРИ «КОРОЛІВСЬКИЙ КВАДРАТ» УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ	747
<i>Євген Олександрович Шемет, Тетяна Олегівна Шемет, Андрій Анатолійович Яровий</i> ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	750
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Дмитро Олександрович Верхось</i> АНАЛІЗ ПЕРЕДАЧІ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ АБОНЕНТАМИ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ QR – ТЕХНОЛОГІЙ	752
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Владислав Ярославович Кміть</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ	754
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Віталій Миколайович Ваховський</i> АНАЛІЗ ФОНДОВОГО РИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	756
<i>Тамара Олександрівна Савчук, Аліна Сергіївна Бушинська</i> АНАЛІЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТА ІНФРАСТРУКТУРИ	758
<i>Ігор Геннадійович Кюльєн</i> ВИКОРИСТАННЯ СПАЙКІНГОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ	760
<i>Катерина Русланівна Григорішєна, Володимир Сергійович Озеранський</i> СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ БАНКІВСЬКИХ ТРАНЗАКЦІЙ	763
<i>Андрій Анатолійович Яровий, Андрій Андрійович Папа, Олена Петрівна Прозор</i> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ВІДТОКУ КЛІЄНТІВ ТЕЛЕКОМ-КОМПАНІЇ	765
<i>Михайло Ільченко</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ СКИНЧЕННОГО АВТОМАТА ПРИ РО-ЗРОБЦІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР	769
<i>Андрій Дмитрович Хохлов, Володимир Володимирович Колодний</i> ВІЗУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ У СФЕРІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ	772
<i>Денис Юрійович Радченко, Володимир Володимирович Колодний</i> ТЕХНОЛОГІЯ ТА МОДЕЛІ АРХІТЕКТУРИ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ	774
<i>Роман Олександрович Добра</i> ПАКЕТИ PУТНОН ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	776
<i>Оксана Вікторівна Ільченко, Володимир Сергійович Озеранський</i> АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	778
<i>Владислав Сергійович Ботлевський</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ ДІАГНОСТУВАННЯ СЕРЦЕВИХ ХВОРОБ НА ОСНОВІ БАГАТОШАРОВОГО ПЕРЦЕПТОНА	781
<i>Артем Сергійович Мельник, Олексій Віталійович Сілагін</i> ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СПОТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ СКАНУВАННІ	783
<i>Марія Валентинівна Школьнік</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ВЕБ-СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА ВІННИЦІ	785
<i>Максим Віталійович Мазур</i> ЗАДАЧА ВИЯВЛЕННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	788
<i>Руслан Володимирович Білик, Олексій Віталійович Сілагін</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН	792
<i>Олексій Андрійович Пазюк, Володимир Сергійович Озеранський</i> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПОДОБАНЬ КОРИСТУВАЧА	797
<i>Сергій Володимирович Барабан, Андрій Анатолієвич Яровий, Дмитро Пантелюк, Дмитро Кудрявцев</i> ROBOT “SCORPION”: COMPUTER VISION SYSTEM WITH IMAGES RECOGNITION	799
<i>Артур Амадейович Преподобний Мендеш да Майа, Олег Костянтинівич Колесницький, Мирослав Юрійович Дерев'яно</i> ВИЗНАЧЕННЯ АНОМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	801
<i>Владислав Андрійович Британський, Володимир Сергійович Озеранський</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ВІКТОРИНА	804
Секція програмного забезпечення	
<i>Оксана Андріївна Дісяк, Галина Олександрівна Черноволик</i> РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ «SMART TASKS»	806
<i>Діана Вікторівна Дмитрієнко, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ГРИ-ВІКТОРИНИ «QUIZDUCK»	808
<i>Ярослав Петрович Драченко, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ РОБОТИ З BDD-СПЕЦИФІКАЦІЯМИ	810
<i>Євген Костянтинівич Завальнюк, Максим Володимирович Козубенко, Владислав Станіславович Невський, Михайло Олексійович Пастух, Вікторія Володимирівна Войтко</i> ПРОГРАМНА РОЗРОБКА КВЕСТ-СИСТЕМИ ПО ІСТОРИЧНІЙ СПАДЩИНІ ПОДІЛЛЯ	813
<i>Антон Васильович Зубко, Наталя Петрівна Бабюк</i> САЙТ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ ШАХОВИХ ПАРТІЙ	815

<i>Ірина Андріївна Колос, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА ІТ СИСТЕМИ ДЛЯ СЕРВІСУ ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ПОРТФОЛІО	818
<i>Михайло Дмитрович Кренцін, Олександр Володимирович Восьмушко, Алла Сергіївна Штокал, Леонід Михайлович Куперштейн</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ СИТУАЦІЙНОГО ЦЕНТРУ	821
<i>Владислав Володимирович Нестерук, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА WEB-САЙТУ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ МАЙНА «NVA VALUATION»	824
<i>Олег Андрійович Білозор, Артем Андрійович Нікітчук, Дмитро Олександрович Нікішкін, Денис Олександрович Роботько, Ганна Борисівна Ракитянська</i> ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ WEB-ДОДАТКУ «PARKVIGATOR»	826
<i>Владислав Олександрович Ніколайчук, Оксана Володимирівна Романюк</i> УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ JPEG XR	828
<i>Дмитро Павлович Паламарчук, Владислав Богданович Степовий, Богдан Сергійович Король, Ганна Борисівна Ракитянська, Вікторія Володимирівна Войтко</i> СТВОРЕННЯ WEB-РЕСУРСУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА ПІДТРИМАННЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ	831
<i>Максим Федорович Касьянчук, Ярослав Юрійович Мартинюк, Тарас Володимирович Масляно, Ярослав Олександрович Піскунов, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗУМНОГО ОДЯГУ	834
<i>Лілія Леонідівна Сагайдак, Олена Олексіївна Коваленко</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ТУРИСТІВ «SOCIAL MAP»	837
<i>Ігор Васильович Скурський, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ОРГАНАЙЗЕРУ ДЛЯ ПОДОРОЖЕЙ «BUNDLER»	840
<i>Богдан Миколайович Самусько, Володимир Павлович Майданюк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ	843
<i>Наталія Володимирівна Черначук, Олена Олексіївна Коваленко</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА АВТОКОНТРОЛЮ УЧАСНИКІВ “BLOCKCHAIN” МЕРЕЖІ “ASIC TOOLS”	845
<i>Костянтин Андрійович Чернишов, Володимир Павлович Майданюк</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОБЧИСЛЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ЗАПОВНЕННЯ ДРУКОВАНОГО ДОКУМЕНТУ	848
<i>Алла Сергіївна Штокал, Вікторія Володимирівна Войтко</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЗАМОВЛЕННЯ ЇЖИ ОНЛАЙН НА БАЗІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID	851
<i>Олександр Олександрович Ліщук, Володимир Павлович Майданюк</i> ВИКОРИСТАННЯ БАЗИСНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ ФРАКТАЛЬНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ	854
<i>Анатолій Михайлович Петух</i> АЛЬТЕРНАТИВНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ДАНИХ	858
<i>Олександр Миколайович Рейда</i> МЕТОД БЛОЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3D ДАНИХ	860
Секція захисту інформації	
<i>Аліна Василівна Остапенко-Боженова</i> БАЗОВІ ОЗНАКИ КРИПТОГРАФІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ БЛОКОВИХ ШИФРІВ	862
<i>Юрій Володимирович Баришев</i> DESIGN PATTERNS SECURITY ANALYSIS FOR BLOCKCHAIN-BASED APPLICATIONS DEVELOPMENT WITH JAVASCRIPT AND SOLIDITY	865
<i>Maxim Y Melnik, Leonid M Kupersthein</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПЕРЕВІРКИ ТЕСТУ НА ПЛАГІАТ	869
<i>Антон Миколайович Бевзюк</i> БЛОКОВИЙ ШИФР З ВИКОРИСТАННЯМ ДВОВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ДАНИХ	873
<i>Владислав Русланович Караван, Юрій Володимирович Баришев</i> ЗАХИСТ ПРИВАТНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ТА ПСЕВДОНЕДЕТЕРМІНОВАНОГО ШИФРУВАННЯ	875
<i>Віталій Володимирович Миронюк</i> ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ІНЦИДЕНТАМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ	877
<i>Олександр Анатолійович Рудик</i> ШТУЧНІ ІМУННІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЗАДАЧ	879
<i>Євген Анатолійович Олійник</i> ТЕСТУВАННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІР-КАМЕР ПІДКЛЮЧЕНИХ ДО МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	882
<i>Олександр Анатолійович Дубик</i> ЗАСІБ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВМІСТУ НА САЙТІ	885
<i>Віталій Олександрович Головенько</i> СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ ОБЛКОВИХ ЗАПИСІВ У СОЦІАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ «FACEBOOK»	888
<i>Євген Олегович Михайленко</i> ЗАСІБ ДЛЯ АВТЕНТИФІКАЦІЇ В ІОТ	890
<i>Артем Євгенович Татарчук, Леонід Михайлович Куперштейн</i> АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ У НЕЙРОКРИПТОГРАФІЇ	893
<i>Богдан Володимирович Кульчицький, Леонід Михайлович Куперштейн</i> ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ НАБОРУ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ DDOS-АТАК	896
<i>Борис Михайлович Клешина</i> ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ СИГНАЛІЗАЦІЇ	901
<i>Валентина Аполінарівна Каплун</i> КЛАСИФІКАЦІЯ ВАД ЗАХИСТУ ЧЕРЕЗ ПОМИЛКИ У ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ	903
<i>Сергій Губчакевич</i> СИСТЕМА ОХОРОННО-ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	906
<i>Олена Русланівна Сташевська</i> ПРОЯВИ МЕРЕЖЕВОГО ШАХРАЙСТВА В СУЧАСНОМУ СВІТІ	909
<i>Максим Тарасович Мусійчук, Леонід Михайлович Куперштейн</i> АВТЕНТИФІКАЦІЯ WEB-ДОДАТКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ТОКЕНА	911
<i>Олексій Юрійович Новотарський</i> МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ШКІДЛИВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	913
Секція вищої математики	
<i>Віктор Вікторович Хом'юк</i> ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	915
<i>Ірина Володимирівна Хом'юк</i> ДЕЯКИЙ ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ	917

<i>Володимир Маркусович Михалевиц</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПІДСУМОВУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ	919
<i>Наталія Сачанюк-Кавецька, Володимир Шрамко, Олександр Бондаренко</i> ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ WEB-РЕСУРСУ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ	924
<i>Наталія Сачанюк-Кавецька, Ірина Бондаренко</i> ОСОБЛИВОСТІ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ WEB-РЕСУРСУ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ	929
<i>Іван Павлович Кулібабчук</i> ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ОДНОЇ МОДЕЛІ КРИПТОСИСТЕМИ З ВІДКРИТИМ КЛЮЧЕМ	933
<i>Майя Ковальчук</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ОСВІТІ	938
<i>Анастасія Галунко</i> ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В ДОСЛІДЖЕННІ «РИЗИКІВ ПОСТАЧАЛЬНИКА»	940
<i>Олександр Ігорович Воронков, Максим Русланович Максименюк, Михайло Олександрович Русначенко, Олена Петрівна Прозор</i> МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОДНОЦИФРОВИХ РУКОПИСНИХ ЧИСЕЛ	942
<i>Альона Анатоліївна Коломієць, Віталій Іванович Клочко</i> ФОРМУВАННЯ ДЕЯКИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ПОНЯТЬ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНІЧНИХ ЗВО	945
<i>Світлана Анатоліївна Кирилацук, Злата Бондаренко, Максим Ярошевич, Нікіта Олійник, Каріна Капченко</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСІБ НА ЗОБРАЖЕННЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	948
<i>Дмитро Юрійович Радзіховський</i> ДЕЯКІ ФАКТИ ПРО КОМПЛЕКСНІ ЧИСЛА	952
<i>Володимир Олександрович Краєвський</i> МЕТОДОЛОГІЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВАРІАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ МАКСИМІЗАЦІЇ НАКОПИЧЕНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ДЛЯ РЕЖИМУ НЕПЕРЕРВНОЇ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ	955
<i>Володимир Олександрович Краєвський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНЗОРНОЇ МОДЕЛІ НАКОПИЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ІЗ ВРАХУВАННЯМ “ПАМ'ЯТІ НАПРЯМІВ” ІЗ ЛІНІЙНОЮ АПРОКСИМАЦІЄЮ ФУНКЦІЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ	958
<i>Андрій Вікторович Миргородський, Євген Сергійович Воронін, Олена Петрівна Прозор</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ У РОБОТІ З КОМП'ЮТЕРНОЮ ГРАФІКОЮ	963

**XLVII Науково-технічна конференція
факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії**

Оргкомітет

Голова оргкомітету

О. Д. Азаров, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

О. К. Колесницький, ВНТУ, Україна

Члени оргкомітету

О. М. Ткаченко, ВНТУ, Україна

В. В. Хом'юк, ВНТУ, Україна

А. М. Петух, ВНТУ, Україна

А. В. Дудатьєв, ВНТУ, Україна

А. А. Яровий, ВНТУ, Україна

А. М. Месюра, ВНТУ, Україна

В. М. Михалевич, ВНТУ, Україна

В. О. Краєвський, ВНТУ, Україна

В. В. Войтко, ВНТУ, Україна

В. І. Клочко, ВНТУ, Україна

В. А. Лужецький, ВНТУ, Україна

Л. В. Крупельницький, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання

Секція обчислювальної техніки

Секція комп'ютерних наук

Секція програмного забезпечення

Секція захисту інформації

Секція вищої математики

УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ JPEG XR

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано вимоги до зображень при оптимізації веб-сайтів. Проведено аналіз основних графічних форматів. Визначено переваги та особливості ущільнення зображень за алгоритмом кодування JPEG XR.

Ключові слова: HD Фото, JPEG XR, графічні файли, Microsoft, ущільнення зображень, комп'ютерна графіка, оптимізація сайтів.

Abstract

The requirements for images for optimizing websites are analyzed. The analysis of the main graphic formats is carried out. The advantages and features of compression of images by the JPEG XR encoding algorithm are determined.

Keywords: HD Photo, JPEG XR, Image Files, Microsoft, Image Compression, Computer Graphics, Website Optimization

Вступ

Людина часто не читає і не зупиняє свою увагу на тексті, а лише «сканує» сторінки, звертаючи увагу на графічні елементи. На основі такої поведінки пошукові системи отримали ряд критеріїв, за якими аналізують зображення.

Вони зводяться до поліпшення якості контенту в результатах пошуку і задоволення запитів користувача. Тому крім наявності зображень на сайті, важливо, щоб картинки швидко завантажувалися, були привабливими, інформативними і якісними.

Мета дослідження – покращення якості комп'ютерних зображень та більш ефективно використання стиснених зображень.

Об'єктом дослідження постають алгоритми кодування та ущільнення зображень.

Предмет дослідження - алгоритм ущільнення зображень JPEG XR.

Результати дослідження

Фотографії, графічні малюнки, фонові зображення – це візуальні елементи веб-дизайну, від яких залежить зовнішній вигляд сайту і швидкість його завантаження. Існує кілька графічних форматів [1], які найчастіше використовуються на веб-сторінках:

- JPEG (Joint Photographic Experts Group), також відомий як JPG, – 24-бітний формат растрових графічних зображень. Є популярним розширенням для цифрових фотографій, які мають яскраві кольори і дрібні деталі. Багато цифрових камер воліють працювати саме з цим форматом;
- GIF (Graphic Interchange Format) – це тип растрового зображення, обмежений 256 кольорами. Алгоритм стиснення для файлів цього формату менш складний, ніж для файлів JPG. Стиснення не викликає втрату даних. GIF-розширення дуже ефективно для логотипів, іконок, таблиць, але абсолютно не підходить для цифрових фотографій, які мають тисячі відтінків;
- PNG (Portable Network Graphic) – формат растрових зображень, є комбінацією GIF і JPEG. Найкраще його використовувати для простого і плоского графічного дизайну. PNG-зображення працюють з прозорістю краще, ніж GIF. Але, на відміну від GIF, анімація не може бути згенерована за допомогою PNG;
- SVG (Scalable Vector Graphics) – найбільш поширений масштабований векторний формат. На відміну від растрових розширень, SVG файли використовують вектори для створення невеликих файлів, які можуть бути збільшені до будь-якого розміру без втрати якості.

Використання вищенаведених графічних форматів у веб-дизайні продемонстровано на рисунку 1.

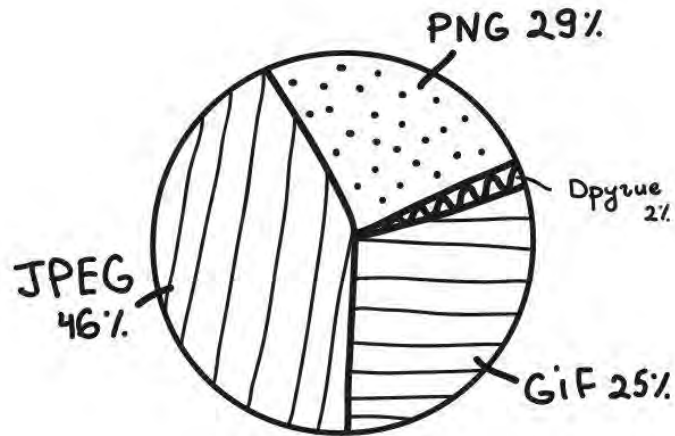


Рисунок 1 – Відсоток використання графічних форматів в веб-дизайні

Відомо, що головним об'єктом при оптимізації сайтів є графіка. В цілому основні вимоги до створення зображень зводяться до таких параметрів: формат, якість і розмір картинок. Тому багато великих компаній роками працює над розробкою оптимальних форматів, в перспективі здатних замінити існуючі на користь і розробників, і користувачів.

Досягти великих коефіцієнтів стиснення зображення, використовуючи лише один метод стиснення (крім фрактального), практично неможливо. Тому ефективне кодування зображень виконується із застосуванням декількох методів за декілька етапів [2]. Ця концепція покладена в основу стандарту, розробленого корпорацією Microsoft, відомого як стандарт ISO/IEC 29199-2 JPEG XR.

JPEG XR [3] – інноваційний формат, що поєднує переваги оптимізованої якості зображення та ефективності стиснення, а також вимоги до кодування та декодування з низькою складністю. Він також надає широкий набір додаткових функціональних можливостей, включаючи:

- високу здатність стиснення;
- низькі вимоги до обчислювальних ресурсів та ресурсів пам'яті;
- стиснення без втрат і з втратами,
- підтримку альфа-каналу (прозорість);
- підтримку більшої точності кольору (не лише R8G8B8, а й R32G32B32, YUV, CMYK);
- коректне відображення метаданих;
- покращені функції декодування.

Алгоритм використовує зворотне перекриваюче біртогональне перетворення на основі ліфтингу. Перетворення має можливість представлення зображень без втрат і вимагає лише невеликої кількості операцій цілочисельної обробки як для кодування, так і для декодування. Обробка базується на макроблоках 16×16 в області перетворення, які можуть або не можуть впливати на перекриваючі області в просторовій області (властивість перекриття обирається під керуванням кодера). Конструкція забезпечує кодування і декодування з мінімальним розміром пам'яті, придатним для вбудованих реалізацій.

Висновок

Таким чином, виявлено, що найпоширенішим форматом для збереження та стиснення зображень в задачах оптимізації веб-сайтів є JPEG, оскільки він дає найкращий коефіцієнт стиснення растрових зображень з великою кількістю відтінків кольорів. Однак для задоволення підвищених вимог до якості зображень з боку користувачів, сьогодні важливо досягти високої якості стиснених зображень та точності передачі кольору з підтримкою прозорості, що можливо при використанні формату JPEG XR. Перевагами алгоритму ущільнення JPEG XR є низькі вимоги до обчислювальних ресурсів та ресурсів пам'яті як для кодування, так і декодування, що робить алгоритм придатним для вбудованих реалізацій, які спрямовані на покращення продуктивності завантаження веб-сторінок без втрати якості зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 4 основних формати графічних файлів в веб-дизайні [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://artismedia.by/blog/4-main-formats-in-web-design/>
2. Майданюк В.П. Методи і засоби комп'ютерних інформаційних технологій. Кодування зображень. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 65 с.
3. Огляд JPEG XR [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://jpeg.org/jpegxr/>

Ніколайчук Владислав Олександрович, студент групи 2ПІ-15б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 2pi15b.nikolaychuk@gmail.com

Науковий керівник: **Романюк Оксана Володимирівна**, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: romaniukoksanav@gmail.com

Vladyslav Nikolaichuk, student of group 2PI-15b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2pi15b.nikolaychuk@gmail.com.

Supervisor: **Oksana Romaniuk**, Associate Professor of the Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romaniukoksanav@gmail.com