

цифрового продажу, а в разі професійного плану стягується щомісячно фіксована цифрова комісія.

Існує багато й інших платформ для електронної комерції. Для online-продажів необхідно завжди переконуватись, що файл цифрового товару готовий до завантаження і є хоча б одне зображення товару, яке супроводжує список товарів.

Великі інтернет-магазини з продажу цифрових товарів, як правило, торгують різноманітним асортиментом. Ці майданчики створюються в основному для online продавців та їх партнерів.

З кожним роком попит на цифрові товари зростає, що призводить в свою чергу до створення нових online-магазинів, а все разом - до подальшого розвитку новітніх ІКТ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Хаустова В. Є., Решетняк О. І., Хаустов М. М., Зінченко В. А. Аналіз розвитку ІКТ-сфери в Україні за міжнародними індексами та рейтингами. Бізнес-інформ. 2022. № 5. С. 40-56.
2. [https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%91%D0%86\\_05\\_2022\\_40-56\\_%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0\\_%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8F%D0%BA\\_%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2\\_%D0%97%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf](https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%91%D0%86_05_2022_40-56_%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8F%D0%BA_%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%97%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf)

#### ESP32-CAM ТА ІОТ В РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ТЕЛЕПРИСУТНОСТІ

**Юскович-Жуковська В. І.**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*декан факультету кібернетики*

*Приватного вищого навчального закладу*

*«Міжнародний економіко-гуманітарний*

*університет імені академіка Степана Дем'янчука»*

**Кот В. В.**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*Відокремленого структурного підрозділу «Рівненський фаховий коледж  
Національного університету біоресурсів і природокористування України»*

*Міжнародний економіко-гуманітарний університет*

*імені академіка Степана Дем'янчука*

**Щирий В. О.**

*здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти*

*Приватного вищого навчального закладу*

*«Міжнародний економіко-гуманітарний університет*

*імені академіка Степана Дем'янчука»*

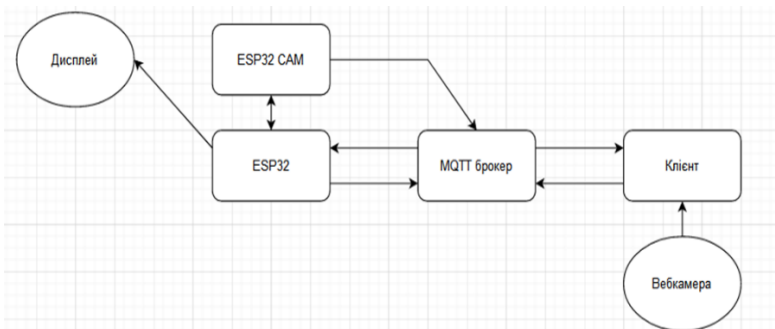
У сучасному світі, системи телеприсутності стали невід'ємною складовою сучасного спілкування. Вони не лише дозволяють подолати фізичні обмеження та спілкуватися віддалено, але й забезпечують широкий спектр можливостей для взаємодії. Від текстових чатів та аудіодзвінків до відеоконференцій та віртуальної реальності, системи телеприсутності знаходять своє застосування в особистому та професійному спілкуванні, медицині, освіті, сфері публічної безпеки та багатьох інших галузях. Однак, для того щоб ці системи стали справді інтерактивними та ефективними, вони потребують розширення можливостей, а це стає можливим завдяки впровадженню технологій Інтернету речей (IoT).

Інтернет речей – це екосистема підключених до Інтернету об'єктів та пристроїв, які можуть обмінюватися даними та взаємодіяти між собою. IoT перетворює наше оточення в інтелектуальну мережу, яка забезпечує збільшену ефективність, автоматизацію та зручність.

На сьогодні за допомогою технології IoT розроблено велику кількість різного роду систем телеприсутності, які відрізняються за рівнем інтерактивності, якістю передавання відеоданих та багатьма іншими параметрами. Однак єдиним, що є спільним для них всіх, це не завжди демократична ціна, яка може варіюватися від кількох сотень до кількох тисяч доларів. Тому на ринку почали з'являтися відносно недорогі рішення, які можна використовувати в якості складових компонентів телеприсутнісних систем.

Одним з таких рішень є ESP32-Cam. ESP32-Cam відкриває нові перспективи у створенні доступних та функціональних систем телеприсутності. Цей мікроконтролер з вбудованою камерою в поєднанні з можливостями Інтернету речей, надає можливість розробникам-ентузіастам створювати інтерактивні системи телеприсутності за більш доступними цінами.

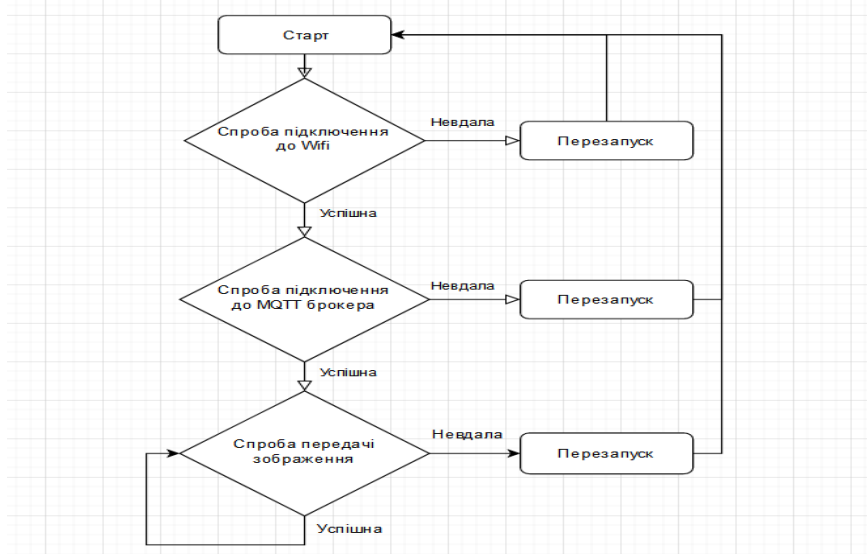
Так наприклад використовуючи ESP32-Cam можна створити досить просте і недовгогове рішення системи телеприсутності з наступною структурою



**Рис. 1.** Структура системи телеприсутності на основі ESP32-Cam

На схемі, зображеній на рис. 1, представлені компоненти з такими функціональними ролями: ESP32 CAM – мікроконтролер, який відповідає за обробку та передачу зображення із вбудованої камери на MQTT брокер у форматі JPEG; ESP32 – мікроконтролер, призначений для відображення зображення, отриманого від MQTT брокера, на дисплеї; MQTT брокер – отримує повідомлення від мікроконтролера ESP32 CAM із зображенням і пересилає його на клієнта. Крім того, він отримує зображення від вебкамери клієнта і передає його мікроконтролеру ESP32, який відображає його на дисплеї; Клієнт – це додаток, який отримує зображення від MQTT брокера, надіслані мікроконтролером ESP32 CAM, і відображає зображення на дисплеї комп’ютера. Крім того, він відправляє зображення із вебкамери на MQTT брокер і передає команди для керування двигунами мікроконтролера ESP32 по протоколу MQTT.

Слід зазначити, що алгоритм дії мікроконтролера ESP32 CAM для такої схеми може бути представлений у вигляді наступної діаграми.

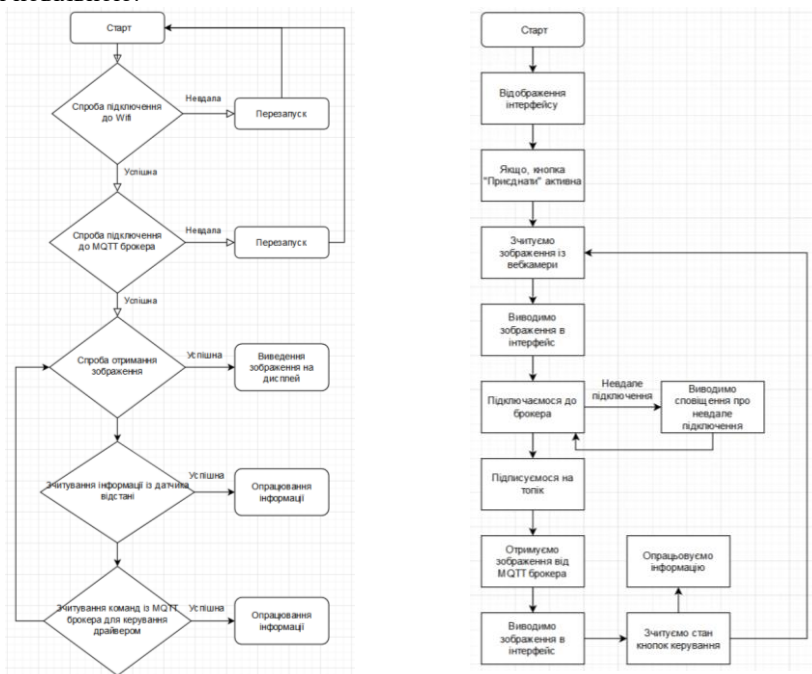


**Рис. 2** Алгоритм дії мікроконтролера ESP32 CAM

Відповідно алгоритми роботи ESP32 і Клієнта можуть мати наступний вигляд, який зображено на рис. 3.

Розроблена система була піддана ретельному практичному тестуванню, в ході якого були виявлені її високі переваги та потенціал, а також ряд недоліків та обмежень. Серед переваг системи можна відзначити: ефективність - розроблена система продемонструвала здатність надійно передавати відеодані та забезпечувати стабільний обмін інформацією через інтернет; доступність та

низька вартість - використання ESP32-Cam дозволило створити відносно недорогу систему, доступну для більшої кількості користувачів та проектів. Однак, на жаль, є певні недоліки та обмеження: якість зображення - один з основних недоліків полягає у тому, що якість відеозображення, переданого через ESP32-Cam, може бути обмеженою в порівнянні з дорогими вебкамерами або професійними камерами; потужність живлення - ESP32-Cam вимагає досить потужного джерела живлення, що може накладати певні обмеження при проектуванні мобільних автономних пристроїв які працюють від акумулятора; низька можливість обробки зображень - оскільки ESP32-Cam - це мікроконтролер з обмеженими ресурсами, обробка та оброблення великого обсягу даних може бути повільною.



а) Алгоритм дії мікроконтролера ESP32.

б) Алгоритм дії Клієнта.

**Рис 3.** Алгоритми роботи мікроконтролера і клієнта

Незважаючи на наведені недоліки, системи на основі ESP32-Cam є потужним інструментом для впровадження телеприсутності та взаємодії через інтернет в різних галузях, зокрема в сферах, де доступність та низька вартість є важливими перевагами. Ця система може знайти застосування в медицині, освіті, публічній безпеці, а також для створення інтерактивних віддалених систем нагляду та управління. Можливості системи в поєднанні з її доступністю роблять її

привабливим рішенням для широкого спектру аматорських проєктів, де важлива віддалена комунікація та обмін даними через Інтернет.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ESP32 Technical Reference Manual веб-сайт. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf)
2. arduino-mqtt/MQTTClient.h [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/256dpi/arduino-mqtt/blob/master/src/MQTTClient.h>
3. ArduinoJson [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://github.com/bblanchon/ArduinoJson>

### ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УТОЧНЕННЯ НЕРІВНОСТЕЙ ТИПУ БЕРНШТЕЙНА

**Янчук П. С.**

*кандидат фізико-математичних наук,  
професор кафедри інформаційних систем та методів обчислень  
Приватного вищого навчального закладу  
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет  
імені академіка Степана Дем'ячука»*

У статті [1] розглядається наскільки точною є нерівність типу Бернштейна

$$B(n, \alpha, \beta, \theta) \leq c(\alpha, \beta), \quad (1)$$

де

$$B(n, \alpha, \beta, \theta) = \sqrt{\pi} 2^{(\alpha+\beta)/2} \left( \sin \frac{\theta}{2} \right)^{\alpha+1/2} \left( \cos \frac{\theta}{2} \right)^{\beta+1/2} \hat{P}_n^{(\alpha, \beta)}(\cos(\theta))$$

для ортонормованих поліномів Якобі  $\hat{P}_n^{(\alpha, \beta)}$ .

Основна ідея цієї статті полягає у встановленні точності нерівності Бернштейна для поліномів Якобі за допомогою комп'ютерного аналізу. Це дослідження є важливими, оскільки нерівність Бернштейна є важливим інструментом у теорії апроксимацій і разом з поліномами Якобі відіграє важливу роль в багатьох розділах математики, фізики, біології, квантової механіки, моделюванні поведінки елементарних частин та ін. Проведена робота полягала в тому, щоб визначити, наскільки точними є ці формули за допомогою комп'ютерних обчислень для різних параметрів поліномів Якобі. Корисним для таких задач є програмне забезпечення за допомогою якого можна знаходити максимальне значення  $c(\alpha, \beta)$  модуля функції багатьох змінних  $B(n, \alpha, \beta, \theta)$  у деякій області, що саме по собі є непростю задачею.

Із теореми Бернштейна ([2], теорема 12.1.6) випливає, що ліва частина нерівності (1) прямує до 1 при кожному  $0 < \theta < \pi$ , а тому є обмеженою на цьому відрізку. Звідси випливає, що при заданих  $-1/2 < \alpha, \beta < \infty$  функція  $B(n, \alpha, \beta, \theta)$  є обмеженою при  $0 \leq \theta \leq \pi$  та всіх  $n = 1, 2, \dots$ , але невідомою залишалася практична оцінка величини даного обмеження, тобто  $c(\alpha, \beta)$ .