

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

" Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського "

Кафедра прикладної радіоелектроніки

ЗВІТ

про виконання переддипломної практики

на тему: «WI-FI датчик протікання води»

Науковий керівник

к.т.н., асист. Зінгер Я. Л. _____

Виконавець

Тарасюк А. О. _____

Київ 2021

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____ Михайло СТЕПАНОВ
« ____ » _____ 20__ р

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіоелектронної техніки»**

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: «WI–FI датчик протікання води»

Виконав:
студентка 2 курсу, групи РІ-01мп
Тарасюк Анастасія Олексіївна _____

Керівник:
Асистент, к.т.н.
Зінгер Яна Леонідівна _____

Рецензент:

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.
Студентка _____

Київ – 2021 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	2
Вступ.....	3
1 Огляд існуючих рішень	4
1.1 Огляд аналогів на ринку.....	4
1.1.1 Розумний датчик Neptun SSW001	4
1.1.2 Датчик протікання води Orvibo Water Leakage Sensor	5
1.1.3 Датчик контролю протікання води Hidrolock	6
1.1.4 Розумний датчик Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless	7
1.1.5 Датчик протікання води Xiaomi Aqara Water Sensor.....	8
Висновки за розділом	9
2 Датчики для виміру і детектування вологості та протікання.....	11
2.1 Датчики води	11
2.1.1 Пропозиції на ринку	11
2.1.2 Власний аналог.....	12
2.2 Датчики вологості	15
2.2.1 Пропозиції на ринку	15
2.2.2 Резистивні датчики вологості	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.3 Ємнісний датчик вологості	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.4 Структура.....	Ошибка! Закладка не определена.
3 Макетування пристрою	Ошибка! Закладка не определена.
4 Розробка стартап-проекту.....	Ошибка! Закладка не определена.
Перелік джерел посилань	17

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

WSN — Wireless sensor network

HS — Humidity Sensor

WS — Water Sensor

ВСТУП

В сучасному світі питання автономної охорони приміщення достатньо розповсюджено. Створено не одну комплексну охоронну систему з широким функціоналом. Одним з параметрів подібних систем є виявлення води в невідповідних місцях. Для такої задачі використовуються датчики протікання води.

Сучасні датчики протікання, що стрімко розвиваються, спрямовані на детектування води на підлозі. Проте досі не існує рішення для виявлення води у верхній частині приміщення, а з такою проблемою стикається велика кількість користувачів.

Актуальність теми зумовлена переходом суспільства на сучасні технології в побуті та збільшенням інтересу до охоронної системи приміщення, особливо при захисті від води з верхньої частини приміщення. Розробка спрямована на реалізацію пропозиції, попит на котру є, а повноцінного рішення на ринку ще не має.

Метою даної роботи є удосконалення пристрою, що розроблявся у дипломному проекті на здобуття ступеня бакалавра. А саме оптимізація датчика, створення макету та програмної частини. Тобто створення самостійного датчика, котрий детектує появу води у верхній частині приміщення та сповіщає про це користувача через його смартфон за допомогою мережі Wi-fi.

Об'єктом дослідження являється бездротовий датчик протікання води, з реалізацією сповіщення користувача через мережу Wi-fi.

Предмет дослідження: удосконалення схемотехнічного рішення, створення макету та проведення досліджень.

Методи дослідження: експериментальне дослідження за допомогою макетування.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Сучасні датчики можна розрізнити за двома основними характеристиками:

- Дротові або бездротові;
- Самостійні або частина охоронної системи.

В даному розділі розглянуто найбільш розповсюджені на ринку датчики, що з'явилися за останній рік.

1.1 Огляд аналогів на ринку

1.1.1 Розумний датчик Neptun SSW001

Автономний компонент водопровідної системи звуковий датчик Neptun SSW001. Виявляє, фіксує, сигналізує про раптову появу води.



Рисунок 1.1 — Розумний датчик Neptun SSW001 [1]

Коли волога потрапляє на пристрій, відбувається замикання контактів, розташованих на нижній частині датчика. Контактними є дві пластини, розташовані на достатній відстані одна від одної. В результаті замикання надходить сигнал на контролер і, відповідно, вбудований зумер подає звуковий сигнал про появу води. Цей сигнал є досить гучним, щоб привернути увагу користувачів і відключиться тільки коли датчик приберуть від води і протруть

насухо. У режимі оповіщення датчик може працювати безперервно близько 24 годин. Рівень звукової сирени становить 80 дБ. Виробник гарантує час спрацювання не більше 2 с. Живлення 3 В від 2-х елементів живлення типу АА. Розміри датчика 95х60х30 мм [1].

Недоліки: звукове сповіщення, котре вимикається лише після протирання датчика насухо; зavelика відстань між контактами, що зменшує вірогідність детектування; корпус не захищений від потрапляння води всередину, що негативно впливає на електроніку в корпусі; реагує на розтікання води по підлозі.

1.1.2 Датчик протікання води Orvibo Water Leakage Sensor

Розумний датчик, який швидко виявляє протікання і сповіщає про неї власника Orvibo Water Leakage Sensor.



Рисунок 1.2 — Датчик протікання води Orvibo Water Leakage Sensor [2]

Датчик складається з двох частин - верхнього модуля з транслятором сигналу, керуючим блоком і світловим індикатором, а також сенсора, приєднаного за допомогою гнучкого дроту. Принцип його роботи простий - пристрій передає дані про стан сенсора в реальному часі. Детектор опускається на підлогу, при попаданні води на сенсори пристрою відбувається замикання контактів і поява тривожного сигналу. Датчик здатний відправляти сигнал про небезпеку затоплення на контролер Orvibo Zigbee Mini Hub, який в свою чергу буде відправлено оповіщення на смартфон користувача, включити сирену або перекриє клапан подачі води, якщо такий функціонал налаштований. Датчик функціонує тільки при встановленому програмному забезпеченні

HomeMate. Програма сумісна з Android і iOS. Джерелом енергії в датчику є батарейки CR2032, заряду яких достатньо на 1 рік експлуатації. Пристрій відстежує стан батареї і показує, коли потрібно її замінити. Максимальна віддаленість від модуля — 80 м. Розміри передавача 60x30x12,5 мм, сенсор — 28.3x26.5x12.2 мм [2].

Недоліки: датчик має дротовий сенсор, що ускладнює його встановлення; працює лише з контролером, тобто не є самостійним пристроєм; реагує на воду на підлозі під сенсором.

1.1.3 Датчик контролю протікання води *Gidrolock*

Радіодатчик *Gidrolock* є компонентом системи *GIDROLOCK RADIO* і використовується спільно з системами *GIDROLOCK PREMIUM* і *GIDROLOCK UNIVERSAL*.



Рисунок 1.3 — Датчик контролю протікання води *Gidrolock* [3]

Застосування системи *GIDROLOCK RADIO* дозволяє здійснювати віддалений контроль над станом інженерних систем водопостачання та опалення в тих випадках, коли установка стандартних (провідних) датчиків протікання важка або неможлива. При попаданні води на електроди радіодатчика, він передає по радіо каналу аварійне повідомлення до радіоприймача, підключеного до блоку управління. Після отримання аварійного повідомлення блок управління видає сигнал на шарові електроприводи для дистанційного перекриття подачі води. Передача аварійного повідомлення відбувається до отримання підтвердження прийому (функція «запит-відповідь») від радіо-

приймача. Радіодавач розташовуються на підлозі в місцях ймовірної появи води. Він повинен завжди розташовуватися електродами вниз. Також його можна кріпити до підлоги за допомогою вхідного в комплект кріплення. Електроди представлені двома провідниками у формі дуги, розташованих у нижній частині датчика одна в одній. Габаритні розміри: діаметр 50, висота 12 мм. Дальність передачі радіосигналу в прямій видимості до 500 метрів та термін роботи від однієї батарейки CR2450 до 2-х років [3].

Недоліки: працює лише з контролером; призначений для автономного перекриття води, а не сповіщенню користувача; реагує на розтікання води по підлозі.

1.1.4 Розумний датчик Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless

Компактний безпроводний датчик запобігання потопу Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless. Розроблений для роботи з APP Tuuya Smart та Smart Life.



Рисунок 1.4 — Розумний датчик Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless [4]

Компактний безпроводний датчик запобігання потопу Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless призначений для вимірювання та передачі отриманих даних іншим пристроям, які знаходяться в одній загальній ZigBee

мережі, реагує на наявність води. Датчик працює з безпроводним контролером Tervix Pro Line ZigBee Gateway. Коли між двома контактами датчика з'являється вода, тоді контакти замикаються, подається сингал на контролер і направляється повідомлення на телефон в APP TuYa Smart або Smart Life. Користувач може самостійно запрограмувати контролер на подальші дії — закриття відповідного моторизованого клапана або на виконання іншої попередньо запрограмованої дії. Контакти знаходяться в нижній частині датчика та розташовані на великій відстані один від одного. У верхній частині датчика знаходиться індикатор стану. Корпус діаметром 50 мм та висотою 18 мм, радіус дії до 40 м. Термін роботи на одній батарейці CR2032 до 2-х років [4].

Недоліки: працює лише з контролером; далеке розташування електродів, котрі має замикати між собою вода; детектує розтікання води по підлозі.

1.1.5 Датчик протікання води Xiaomi Aqara Water Sensor

Датчик витoku води Aqara Water Sensor сповістить користувача сиреною і звуковим сигналом, надішле сповіщення на смартфон, якщо раптом з'явиться загроза затоплення.



Рисунок 1.5 — Датчик протікання води Xiaomi Aqara Water Sensor [5]

Xiaomi Aqara Water Sensor має два металевих контакти на своїй нижній поверхні, за допомогою яких він виявляє протікання. Датчик здатний відреа-

гувати на рівень води від 0.5 мм. Пристрій працює по протоколу ZigBee в сполученні зі шлюзом Xiaomi Mi Gateway 2, через який і віддаються команди іншим розумним приладам. Пристрій працює в системі Xiaomi Smart Home, що забезпечує синхронізацію сигналу спрацьовування датчика з іншими сумісними пристроями, завдяки чому він зможе включити сигналізацію, а також автоматично відключити пов'язані електричні прилади і запобігти короткому замиканню. Для цього необхідно встановити на телефон мобільний додаток Xiaomi Mi Home, який дозволить створювати і налаштовувати відповідні алгоритми дій. Окрім появи води датчик може визначити притік або відтік. Уся верхня частина датчик є індикатором стану. Габарити пристрою 50x50x15 мм, термін дії від одного елемента живлення типу CR2032 до 2-х років [5].

Недоліки: працює лише в сполученні з шлюзом; завелика відстань між контактами; реагує лише на розтікання води по підлозі.

Висновки за розділом

В розділі були розглянуті найновіші датчики протікання води. Серед них спостерігається тенденція до розробки безпроводних пристроїв, оскільки їх легше встановлювати у приміщеннях.

Найпоширенішими чутливими елементами є два контакти. Оскільки для спрацювання датчика вода має їх замкнути, чутливість пристроїв з широко рознесеними контактами низька. Тобто використання провідних доріжок, що відповідає більшій площі чутливого елемента, є ефективнішим рішенням.

Спостерігається поява тенденції використання протоколу ZigBee у пристроях. Даний протокол включає в себе стандартний дизайн апаратного та програмного забезпечення для WSN (бездротової сенсорної мережі) та призначений для пристроїв, котрі користуються шлюзом для зв'язку. Він вимагає високої надійності, низької вартості, низької потужності, масштабованості та низької швидкості передачі даних [6]. Відповідно датчики, що працюють з цим протоколом, не є самостійними, а функціонують лише з хабом. Оскільки

метою роботи є розробка самостійного пристрою перевага залишається за Wi-fi зв'язком.

Також на ринку досі не з'явилися пристрої для вирішення головної проблеми — детектування появи води у верхній частині приміщення, що підтверджує актуальність даної теми.

Враховуючи результати аналізу метою даного проекту є удосконалення безпроводного датчика появи води з верхньої частини приміщення з чутливим елементом у вигляді пластини з провідними доріжками, котрий працює у мережі Wi-fi для сповіщення про появу води користувачу на смартфон.

2 ДАТЧИКИ ДЛЯ ВИМІРУ І ДЕТЕКТУВАННЯ ВОЛОГОСТІ ТА ПРОТІКАННЯ

Принцип роботи пристрою полягає в тому, що для детектування протікання будуть використовуватись два датчика. Перший реагує на появу води, а другий на зміну вологості середовища. Умовно їх можна позначити WS (Water Sensor) та HS (Humidity Sensor).

2.1 Датчики води

Детектування наявності води достатньо поширене завдання, оскільки воно зустрічається в домогосподарстві. Наприклад, виявлення води в ґрунті або детектування дощу для визначення часу поливу. Або автомобільні датчики дощу для регулювання роботи склоочисників. Останній реагує на світло, бо він являє собою світлодіод, що випускає інфрачервоне світло, і фотодатчик [7]. Подібна система нам не підходить, бо датчик протікання може знаходитись у темному приміщенні. Отже для проектуемого пристрою необхідний датчик води на іншому принципі. А саме замикання двох провідників водою.

2.1.1 Пропозиції на ринку

Такі чутливі елементи є на ринку, вони являють собою виносний зонд з провідним малюнком [8, 9].

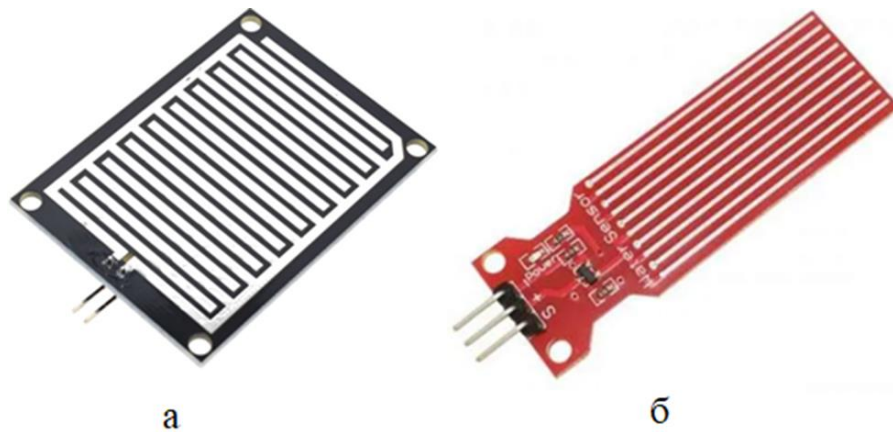


Рисунок 2.1 — Зовнішній вигляд датчиків рідини: а — давач МН–RD [8]; б — давач рівня рідини [9]

Такі датчики являють собою пластину з неізольованими провідниками. Принцип спрацювання заснований на тому, що краплі води, які потрапляють на пластину, будуть закорочувати контакти між собою, відповідно змінюючи опір пластини. У дипломному проекті на здобуття ступеня бакалавра перевага була надана датчику МН–RD з огляду на можливість заміни модуля на менш енергозатратний, та наявність отворів для кріплення у корпус. Проте використання готового рішення створює обмеження по конструкції та ергономіці пристрою. Тому прийнято рішення виготовити чутливий до води елемент (зонд) самостійно.

2.1.2 Власний аналог

Для обрання оптимального рішення проведено дослідження залежності ефективності зонду від провідного малюнка та порівняння з вищенаведеним давачем МН–RD. Критерієм оптимальності є швидкодія спрацювання зонду на краплю води.

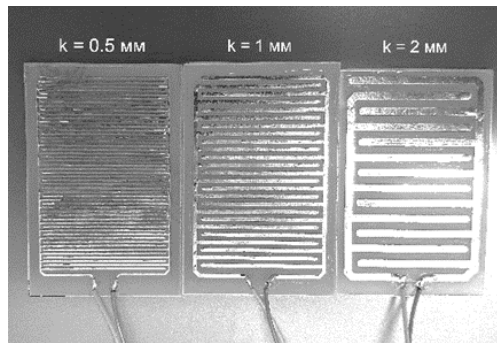


Рисунок 2.2 — Експериментальні виносні зонди WS, де k — крок провідного малюнка [10]

Розмір пластин зонда рівний 59 x 39 мм (відповідно до аналога). Ширина провідника та зазор між провідниками рівні кроку k .

На рис. 2.3 наведено фотографію експериментального макету. Він складається з виносних зондів, що реагують на воду, які паралельно підключені через модулі з компаратором LM393D до Arduino Uno з використанням аналогових входів. Модулі підключені до джерела живлення 3,3 В. Модуль LM393D (здвоєний компаратор напруги) являє собою пристрій, який порівнює між собою два електричних сигнали між інвертуючим та не інвертуючим входами та видає сигнал, який вказує на зміну одного вхідного сигналу відносно іншого, у вигляді розрахованого співвідношення сигналів.

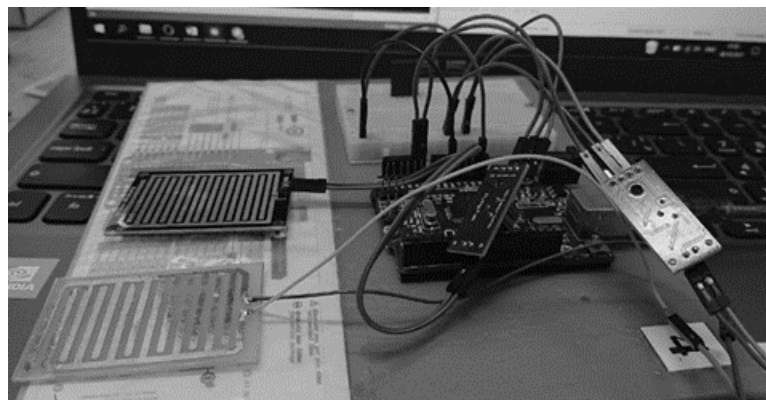


Рисунок 2.3 — Експериментальний макет [10]

У ході експерименту проводилось паралельне вимірювання вологості датчиками WS та покупним MH-RD шляхом поступового додання крапель води за допомогою піпетки на виносні зонди. Результати досліджень наведені на рис. 2.4 у вигляді залежності перетвореного значення різниці напруг ΔU від часу t .

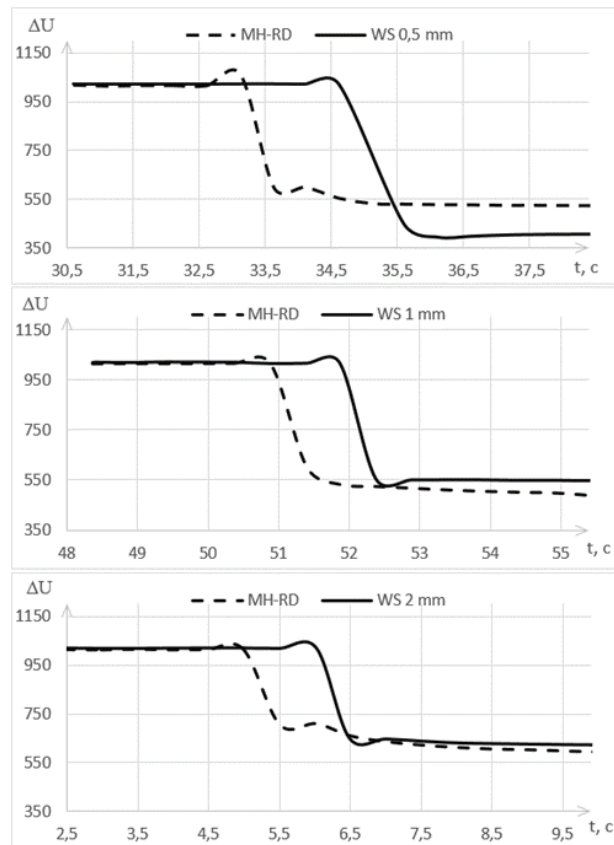


Рисунок 2.4 — Результати експерименту [10]

Пластини з провідним малюнком, де $k = 1$ та 2 мм показали меншу чутливість ніж MH-RD. Але провідний малюнок з $k = 0,5$ мм показав більшу ефективність.

Дані результати пояснюються тим, що виготовлені пластини мають рівні ширину провідника та зазор між провідниками, а датчик MH-RD має ширину провідника ~ 2 мм, а зазор $\sim 0,7$ мм.

З одержаних результатів можна зробити висновок, що при меншому зазору між провідниками імовірність спрацювання більша, а також при меншій ширині провідників краплина води охоплює більше контактів, що теж підвищує чутливість зонду [10].

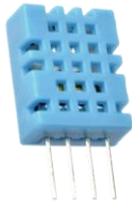


У ході експерименту було визначено, що для кінцевого пристрою у якості чутливого до води елемента необхідно буде виготовити пластину з довільним провідним малюнком, у якого зазор між провідниками буде рівний $0,5$ мм, а ширина самих провідників може бути в межах $0,5 \dots 2$ мм.



2.2 Датчики вологості

2.2.1 Пропозиції на ринку

Необхідність виміру вологи виникла давно, тому на ринку є достатня кількість пропозицій датчиків вологості з різними параметрами, які наведені в табл. 1.

Таблиця 2.1 — Порівняння датчиків вологості

Модель	Діапазон $t, ^\circ\text{C}$	Похибка t	Діапазон RH, %	Похибка RH	Живлення, В	Габарити, мм	Ціна, грн
 DHT11 [11]	0 ... 50	± 2	20 ... 90	± 5	3 ... 5	15,5 x 12 x 5,5	27
 DHT22 [12]	- 40 ... + 125	± 0.5	0 ... 100	± 5	3 ... 5	15,5 x 12 x 5,5	118.1 8
 AM2320 [13]	- 40 ... + 80	± 0.5	0 ... 100	± 3	3 ... 5	15,5 x 12 x 5,5	77

Модель	Діапазон t, °C	Похибка t	Діапазон RH, %	Похибка RH	Живлення, В	Габарити, мм	Ціна, грн
 HS1101 [14]	—	—	1 ... 99	± 2	5 ... 10	∅10 x 6	76
 АНТ15 [15]	-40 ... +85	±0.3	0 ... 100	±2	1,8 ... 3,6	17,7 x 5 x 2,2	~ 76

Більшість датчиків паралельно з виміром вологості також вимірюють температуру, оскільки відносна волога напряму залежить від температури. Усі сенсори придатні для виробів, що перебувають в приміщеннях з опаленням та мають достатню чутливість.

Оскільки усі датчики виготовлені в корпусах, що ускладнює їх інтеграцію в друковану плату, було прийняте рішення виготовити чутливі елементи самостійно.

Датчики вологості бувають двох типів: резистивні та ємнісні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Датчик-сповіщувач протікання води SSW001 — Neptun.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: neptun.ua — Назва з екрану.
2. Датчик протікання води Orvibo ZigBee Water Leakage Sensor, білий (SW20-O) — MoYo.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: MoYo.ua — Назва з екрану.
3. Датчик контролю протікання води бездротовий GIDROLOCK — ROZETKA [Електронний ресурс]. — Режим доступу: rozetka.com.ua — Назва з екрану.
4. Безпроводний датчик затоплення Tervix Pro Line ZigBee Flood Sensor Wireless — TERVIX [Електронний ресурс]. — Режим доступу: tervix.ua — Назва з екрану.
5. Датчик витоку води Xiaomi Aqara Water Sensor — MiOT (Mi.UA) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: miot.ua — Назва з екрану.
6. Gonzalo Acosta. The ZigBee Protocol — Netguru [Електронний ресурс]. — Режим доступу: Netguru.com — Назва з екрану.
7. Датчики дощу і світла. Принцип роботи та міфи. — Glass express [Електронний ресурс]. — Режим доступу: glass-express.ua — Назва з екрану.
8. Датчик дощу, вологи, снігу — Arduino.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: arduino.ua — Назва з екрану.
9. Датчик рівня рідини — Arduino.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: arduino.ua — Назва з екрану.
10. **Посилання на тези**
11. Цифровий датчик температури та вологості DHT11 — Geekmatic [Електронний ресурс]. — Режим доступу: geekmatic.in.ua — Назва з екрану.
12. Цифровий датчик температури та вологості DHT22 — Geekmatic [Електронний ресурс]. — Режим доступу: geekmatic.in.ua — Назва з екрану.

13. Датчик вологості і температури АМ2320 — Arduino.ua [Електронний ресурс]. — Режим доступу: arduino.ua — Назва з екрану.

14. Датчик вологості HS1101 — uAmper.com [Електронний ресурс]. — Режим доступу: uAmper.com — Назва з екрану.

15. АНТ15 temperature and humidity sensor module — smart-prototyping [Електронний ресурс]. — Режим доступу: smart-prototyping — Назва з екрану.