

Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО  
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ  
ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**

Доповідач:

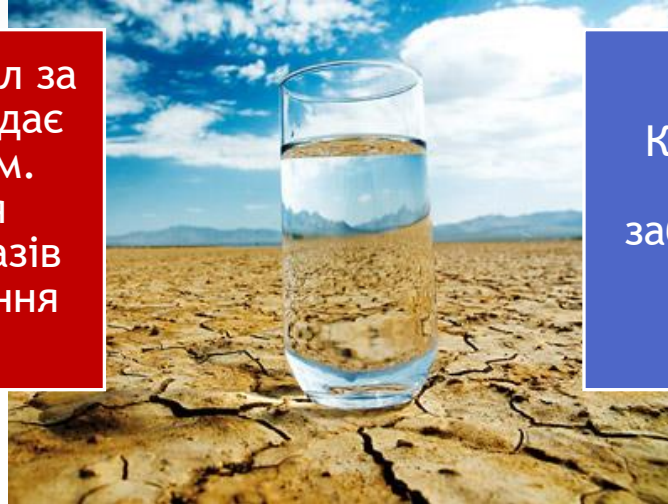
ст. групи ТЗД-16м, Біла К.О.

Науковий керівник:

к.т.н., Трач І.А.

# Актуальність роботи

Стан 2/3 водних джерел за якістю води не відповідає нормативним вимогам.  
Через використання неякісної води у 4-5 разів зріс рівень захворювання людей.



Кількість та якість води відновлюються, якщо забезпечуються необхідні для цього умови.

Параметри, за якими проводять моніторингові дослідження поверхневих вод, не дають повної інформації про якісний стан водних об'єктів і потребують збільшення спектра досліджуваних показників. Крім того, необхідними є додаткові дослідження пов'язані з питанням оптимізації розміщення пунктів спостережень за гідрохімічними показниками.

Саме тому проблема оптимізації системи комплексного контролю та оперативного спостереження за станом поверхневих вод і рівнем їхнього забруднення особливо важлива на шляху до сталого розвитку суспільства.

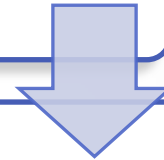
- **Метою** даної магістерської кваліфікаційної роботи є розробка системи оперативного екологічного моніторингу для оцінки стану поверхневих вод.
- **Об'єктом** дослідження роботи є принципи процесу розроблення та оптимізація системи оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод.
- **Предметом** є дослідження екологічного стану об'єкту, та шляхи удосконалення системи оперативного екологічного моніторингу.



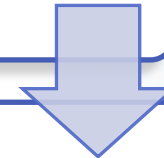
# Завдання дослідження:



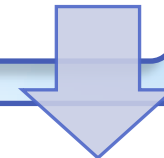
1) дослідження сучасного стану системи екологічного моніторингу поверхневих вод;



2) дослідження особливостей розробки та структуризації системи оперативного екологічного моніторингу;



3) розробка системи оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод;



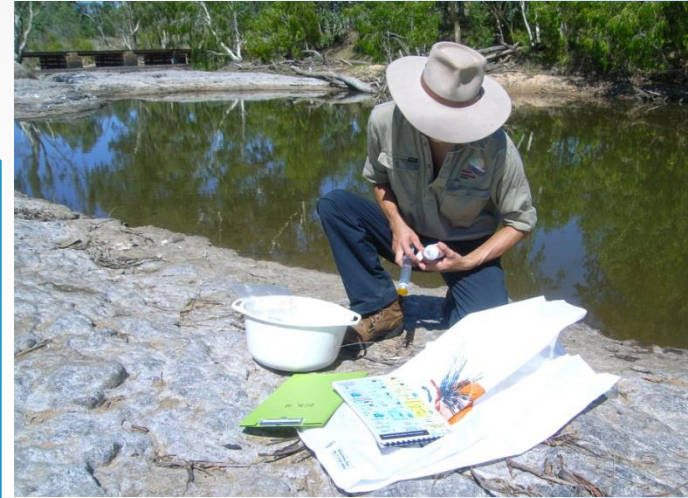
4) тестування системи оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод, розгляд можливих прикладів побудови системи.



## Гідробіологічні показники дозволяють:

- ✓ оцінювати якість поверхневих вод як середовища життя організмів, що населяють водойми, водотоки;
- ✓ визначати сумарний ефект дії ЗР;
- ✓ визначати специфічний хімічний склад води та його походження;
- ✓ перевіряти наявність або відсутність повторного забруднення вод;
- ✓ виявляти довгострокові зміни, що відбуваються у водних об'єктах;
- ✓ визначати екологічний стан водних об'єктів.

Оперативний моніторинг середовища – це спостереження спеціальних показників у цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, щоб забезпечити оперативне реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створити безпечні умови для населення.



**Три рівні оперативної системи моніторингу :**

- засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод;
- пересувні і стаціонарні гідрохімічні лабораторії;
- центр опрацювання інформації, отриманої від автоматичних станцій, пересувних і стаціонарних лабораторій.



## Засоби оперативного автоматичного контролювання забруднення:

автоматичні  
станції контролю  
якості води  
(АСКЯВ)

аналізатори.

❖ **АСКЯВ** - це комплексний багатофункціональний пристрій, що дає змогу без участі людини швидко отримувати, опрацьовувати, зберігати і передавати в центр інформацію про фізичні властивості і хімічний склад поверхневих вод.



❖ **Аналізатори** - це прилади, що дають змогу отримувати дані про хімічний склад води в умовах лабораторій або безпосередньо на місці біля водного об'єкта автоматичним або напівавтоматичним способом

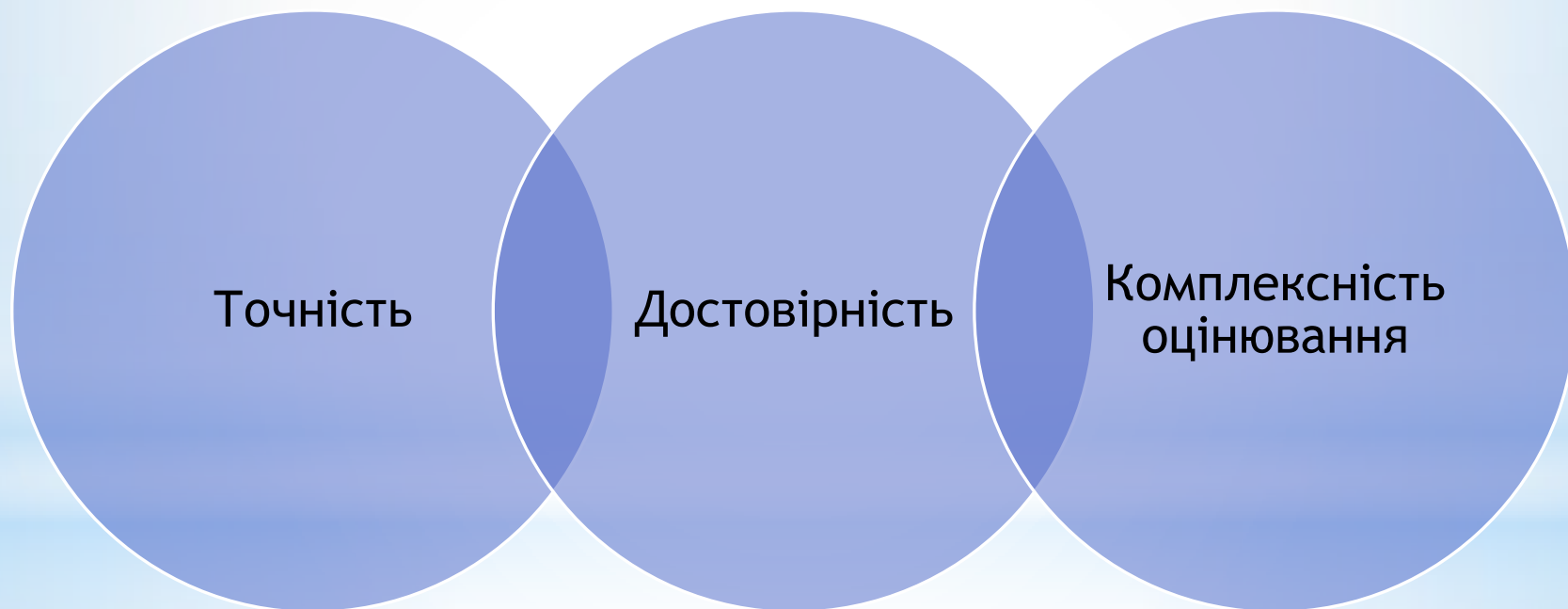


*Водоаналізатор фірми  
Ezodo*

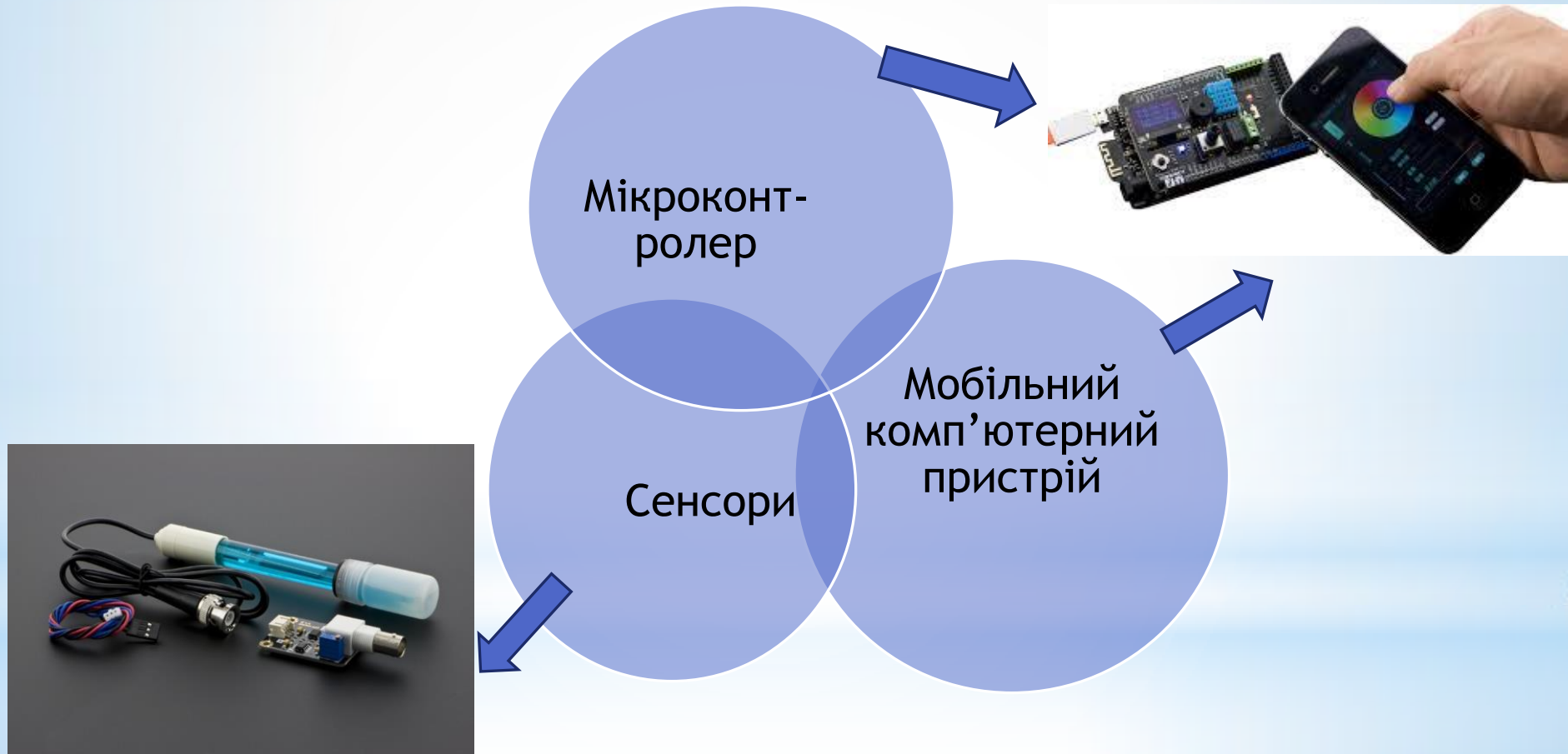
Прилад вимірює та зберігає в своїй внутрішній пам'яті результати 150 останніх вимірювань.



Використання нових, сучасних приладів моніторингу забезпечує:



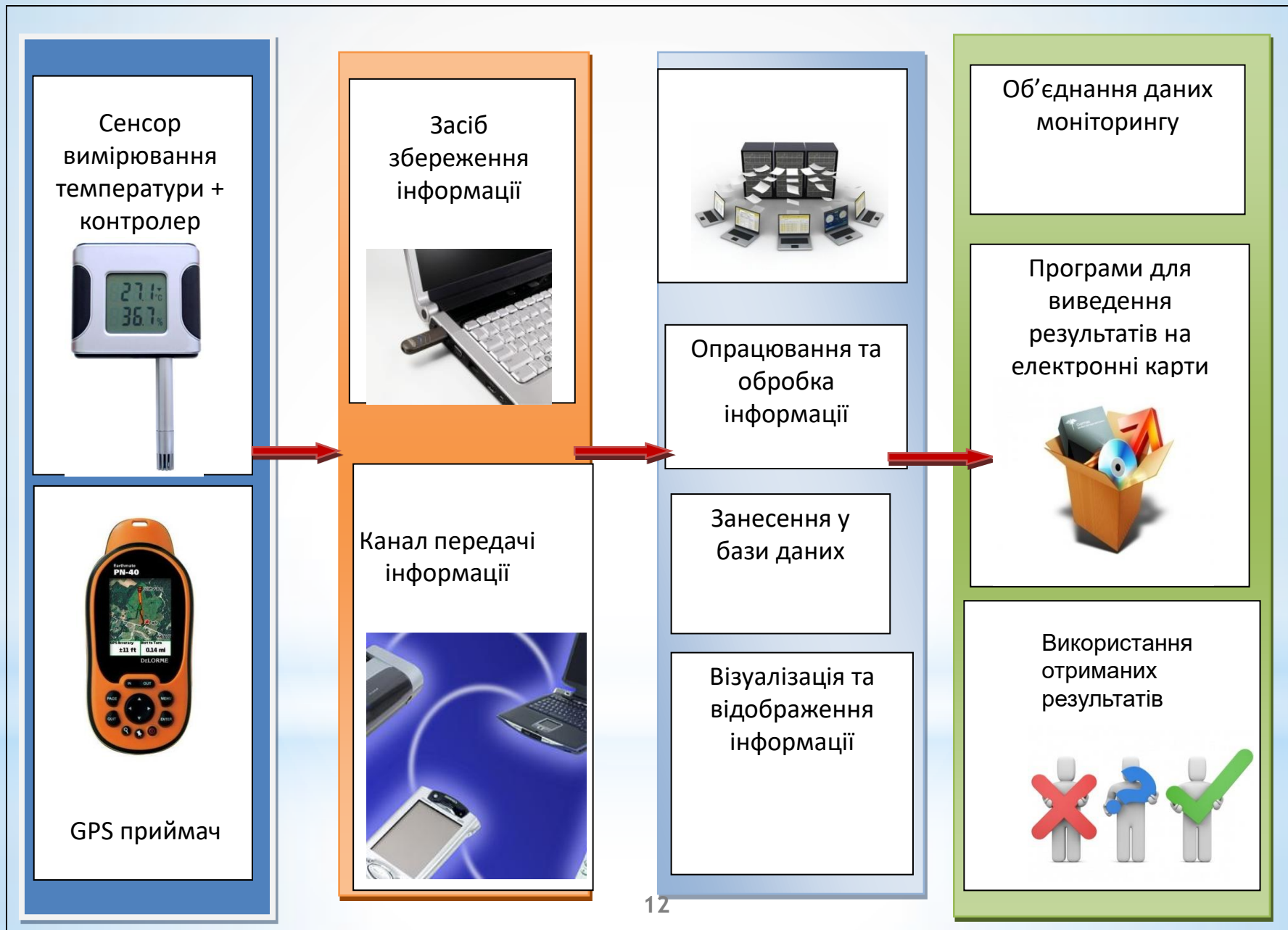
Проектування інформаційно-вимірювальної системи для спостережень та моніторингу певного виду складової довкілля за такою структурою:



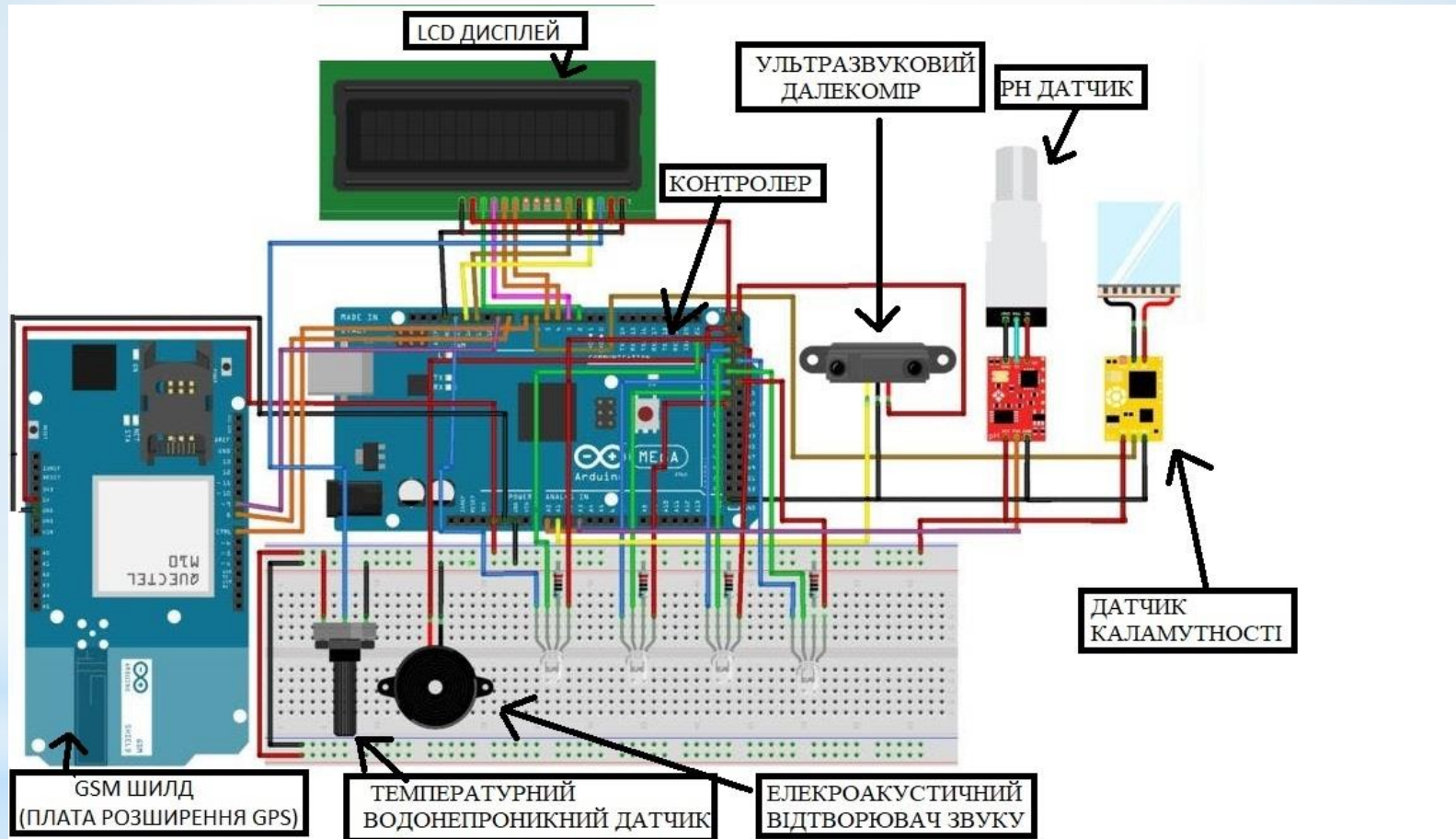
Наприклад: Датчик рН від DFRobot

# Головні принципи побудови інформаційно-вимірювальної системи:

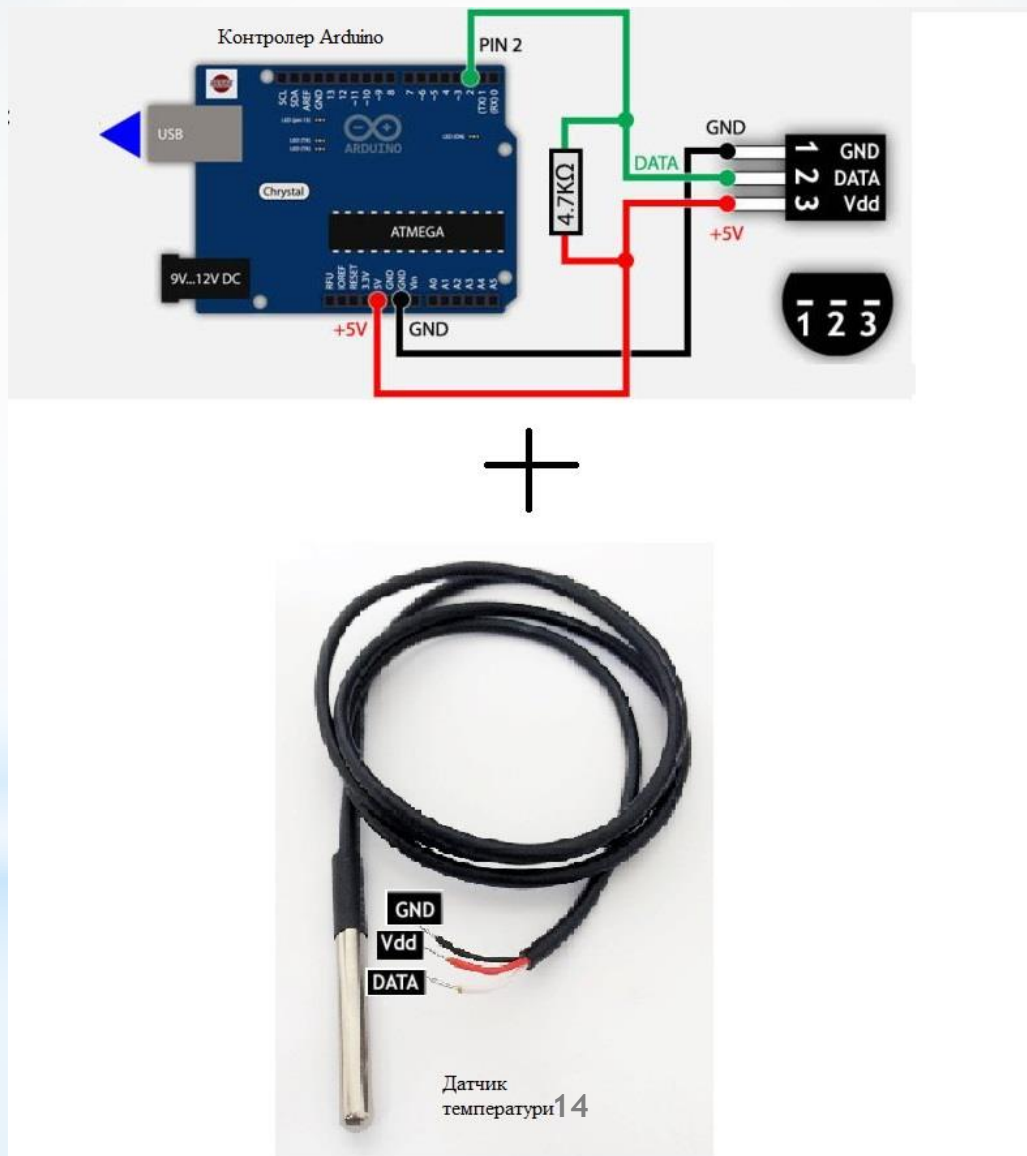




# Схема підключення різноманітних датчиків до системи оперативного екологічного моніторингу



# Схема підключення датчика виміру температури води до мікроконтролера Arduino

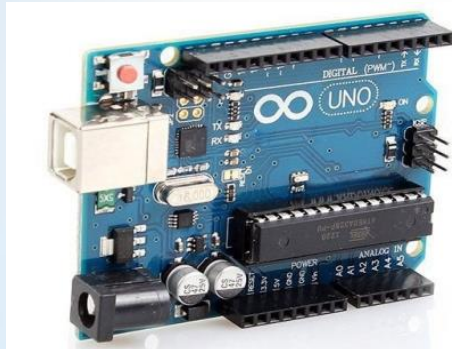




# Етапи розробки системи оперативного екологічного моніторингу:

## ➤ Перший етап. Підготовчий етап

❖ Контролер Arduino «Клон Arduino Uno с кабелем USB» (643 грн)



❖ Датчик температури DS18B20 (60 грн)



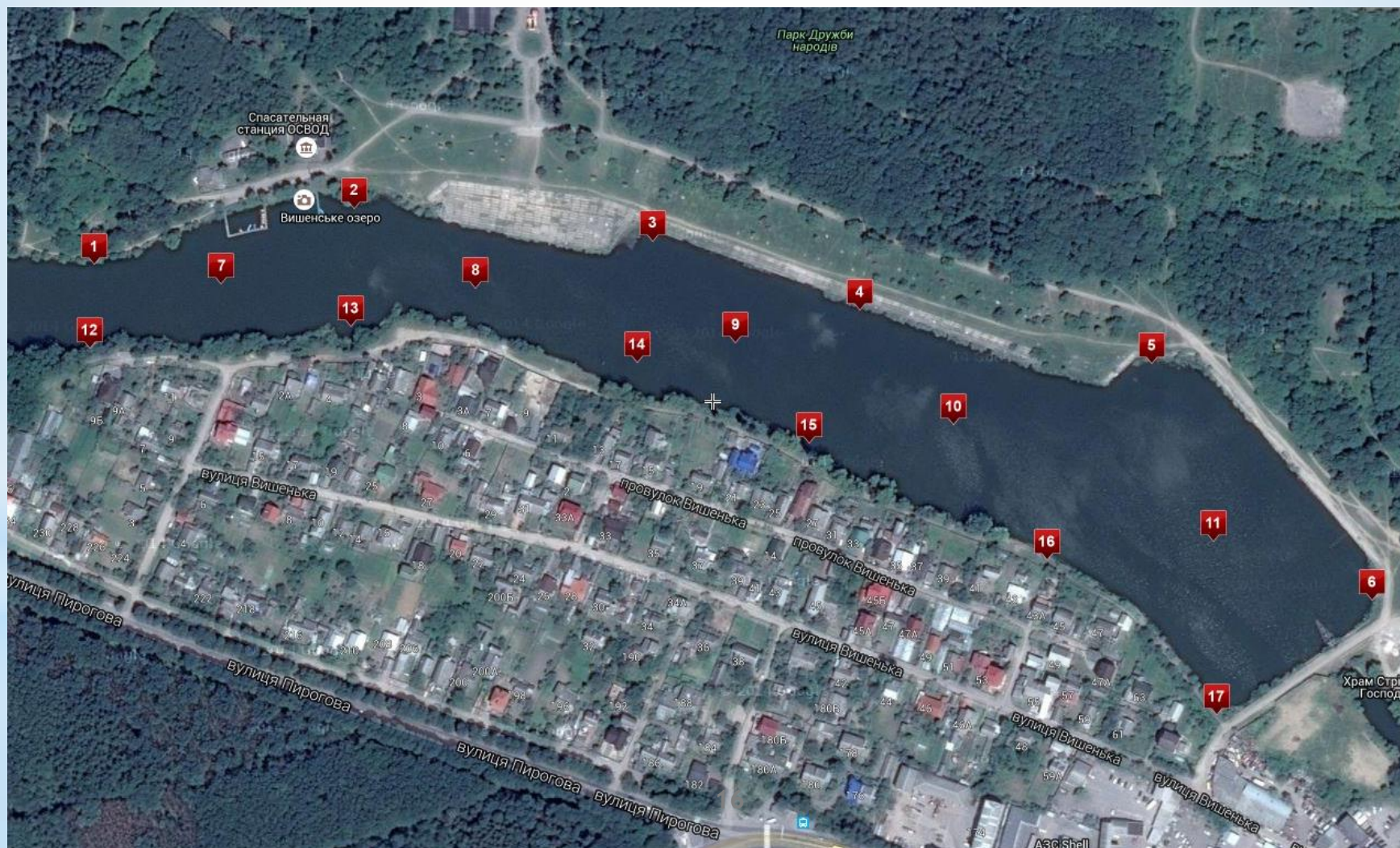
❖ LCD дисплей (100 грн)

❖ SD card модуль (100 грн)



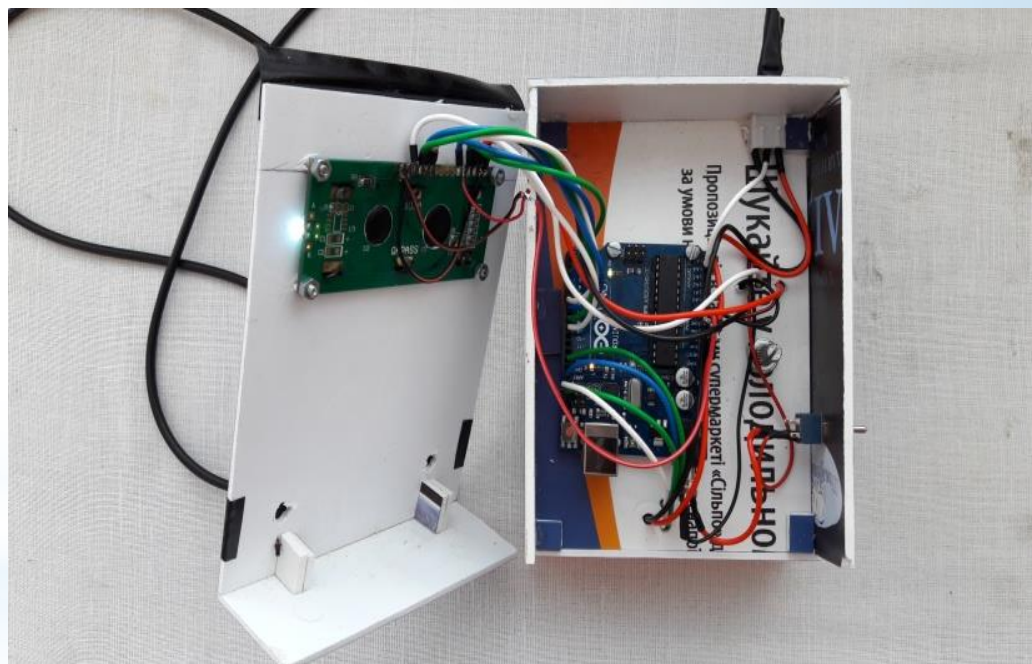


## ➤ Другий етап. Дослідження умов спостережень.



## ➤Третій етап. Монтування системи на місці

Вигляд зібраного приладу з підключеним датчиком температури:

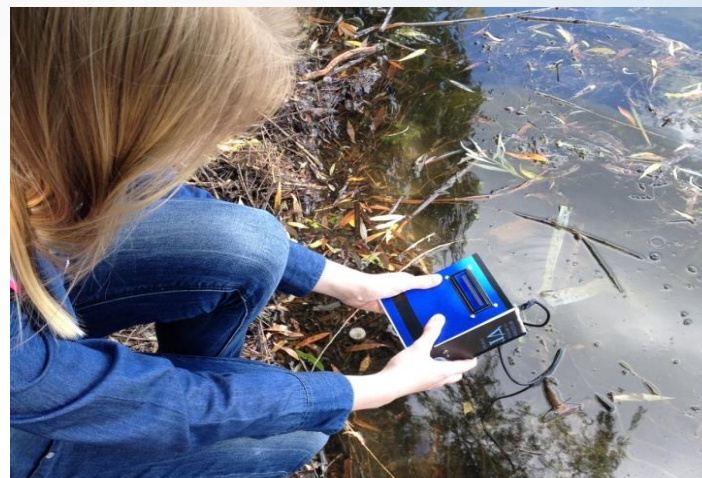




## Четвертий етап. Проведення спостережень



Вимірювання на водному транспорті  
(катамаран)



18

Вимірювання біля берегів водойми

# П'ятий етап. Перенесення та обробка результатів

## Візуалізовані результати спостережень:

1- Температура водного об'єкта, °C; 2 – Місяць проведення вимірювання; 3 - День проведення вимірювання; 4 – Точний час проведення вимірювання; 5 EEST – Часовий пояс; 6 – Рік проведення вимірювання

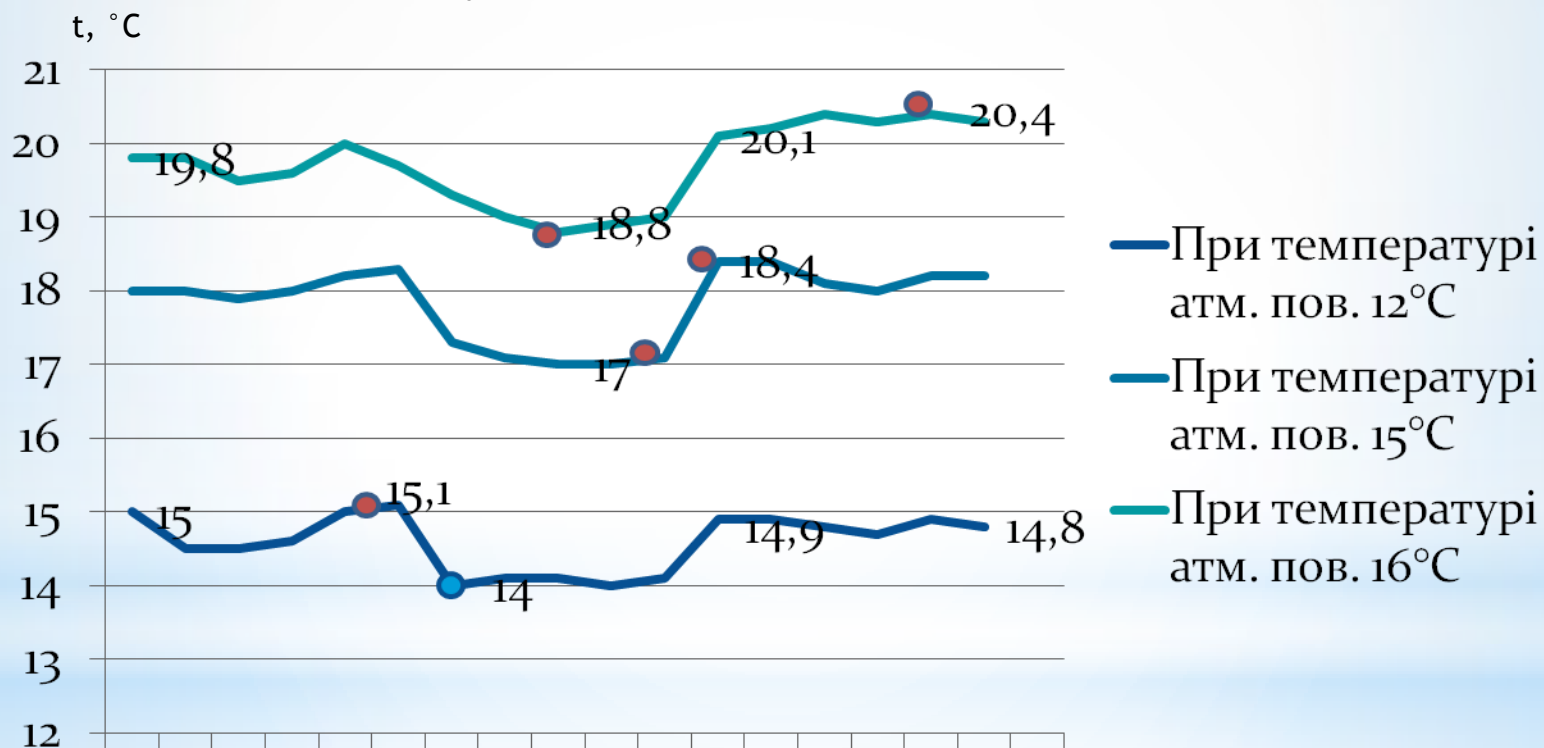
1- Дата та точний час проведення вимірювань; 2 - Координати (широта); 3 - Координати (довгота); 4 - Висота над рівнем моря,м

1	2	3	4	5	6
15,0м	Маун	23н	10:02:02н	EESTн	2017н
15,0м	Маун	23н	10:02:03н	EESTн	2017н
14,9м	Маун	23н	10:02:04н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:05н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:06н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:07н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:08н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:09н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:02:10н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:02:11н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:04:24н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:25н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:26н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:27н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:28н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:29н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:30н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:31н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:32н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:33н	EESTн	2017н
14,5н	Маун	23н	10:04:34н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:23н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:24н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:25н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:26н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:27н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:28н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:29н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:30н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:31н	EESTн	2017н
14,6н	Маун	23н	10:07:32н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:09:03н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:09:04н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:09:05н	EESTн	2017н
15н	Маун	23н	10:09:06н	EESTн	2017н

1	2	3	4
2017-05-23-10:02:02н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:03н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:04н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:05н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:06н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:07н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:08н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:09н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:10н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:02:11н	49.216916-н	28.415424н	242,1н
2017-05-23-10:04:24н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:25н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:26н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:27н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:28н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:29н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:30н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:31н	49.217139-н	28.418962н	241,3н
2017-05-23-10:04:32н	49.217139-н	28.418962н	309.0н
2017-05-23-10:02:02н	49.217139-н	28.418962н	308.4н

## П'ятий етап. Перенесення та обробка результатів

Температура води Вишенського "озера"

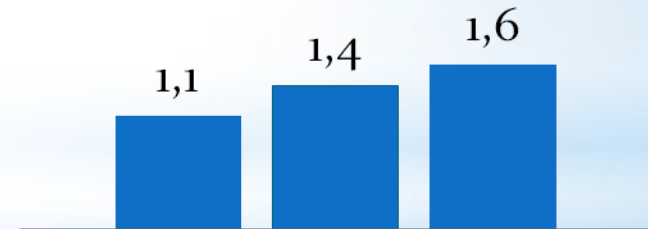


# П'ятий етап. Перенесення та обробка результатів

	При температурі повітря, °С:		
	12°С	15°С	16°С
	15	18	19,8
	14,5	18	19,8
	14,5	17,9	19,5
	14,6	18	19,6
	15	18,2	20
	15,1	18,3	19,7
	14	17,3	19,3
	14,1	17,1	19
	14,1	17	18,8
	14	17	18,9
	14,1	17,1	19
	14,9	18,4	20,1
	14,9	18,4	20,2
	14,8	18,1	20,4
	14,7	18	20,3
	14,9	18,2	20,4
	14,8	18,2	20,3
	T1	T2	T3
Середнє арифметичне	14,58824	17,83529	19,71176
Максимальне	15,1	18,4	20,4
Мінімальне	14	17	18,8
Похибка	1,1	1,4	1,6

## Коливання температури водойми, °С


- При температурі атм. пов. 12°С
- При температурі атм. пов. 15°С
- При температурі атм. пов. 16°С





# Оцінка екологічного стану поверхневих вод

Характерна послідовність дії підвищених температур води на біоценоз озер і штучних водойм:



- при температурі до  $26^{\circ}\text{C}$  не спостерігається шкідливого впливу

- в межах температури  $26-30^{\circ}\text{C}$  настає стан пригнічення життєдіяльності риб

- при температурі понад  $30^{\circ}\text{C}$  спостерігається шкідливий вплив на біоценоз

при піднятті температури води до  $36^{\circ}\text{C}$ , риба гине



Інформативнішими є індекси забрудненості або якості води:

### Індекс забруднення води (ІЗВ)

- Рівень забруднення води за показником (РЗВ<sub>ГДК</sub>)

### Самоочисна здатність водойми

- РЗВ за лімітуючим показником шкідливості

## Критерії оцінки потенціалу самоочищення водойм

Температурний показник самоочищення водойм	Середня багаторічна витрата води водойми (м <sup>3</sup> /сек)		
	До 50	51-500	більше 500
більше 0,32	знижений	помірний	високий
0,32 – 0,24	низький	знижений	помірний
Менше 0,24	низький	низький	знижений

Враховуючи те, що витрата води Вишенського “озера” є малою, потенціал є зниженим, що підлягає більшому ризику забруднення.

## Алгоритм побудови системи оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод:

Забезпечення необхідним обладнанням

Створення нових пунктів моніторингу поверхневих вод

Розробка програм моніторингу

Створення комп'ютерної інформаційної мережі

Забезпечення поширення моніторингової інформації

Забезпечення функціонування мережі моніторингових об'єктів

Використання інформації для удосконалення мережі моніторингових об'єктів.

Забезпечення моделювання та прогнозування водно-екологічних ситуацій

Забезпечення систематизації, обробки, узагальнення та передачі даних

## Економічне обґрунтування

Обрахували експлуатаційні витрати, які становлять 6556,7 грн.  
Сума розрахованих капітальних затрат становить 18591,5 грн.

Аналізуючи отримані дані ми бачимо, що експлуатаційні витрати та капітальні затрати є відносно невеликими, отже розробка та використання цього технічного рішення для реалізації системи оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод є економічно доцільними і виправданими.

Найменування комплектуючих	Кількість, шт	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Плата Arduino	1	633	633
Датчик (температури)	1	60	60
LCD дисплей	1	100	100
Модуль SD card	1	43	43
Дріт	3	15	45
Всього			881 грн.

*Витрати на комплектуючі приладу системи оперативного екологічного моніторингу*

# Наукова новизна магістерської кваліфікаційної роботи :

1) розроблено систему оперативного екологічного моніторингу стану поверхневих вод, що дозволило підвищити автоматизацію процесу контролю поверхневих вод і можливість збереження результатів та їх обробку;

2) вперше розроблено рекомендації щодо побудови та реалізації оперативної екологічної системи моніторингу стану поверхневих вод, яка відрізняється від існуючих загальнодоступністю та зрозумілістю.

# Висновки



1) В першому розділі було проаналізовано предметну область.

Було розглянуто актуальність та необхідність оптимізації систем контролю за станом поверхневих вод. Розглянуто та проаналізовано аналоги та існуючі способи вирішення задачі, поставлено задачі дослідження.

2) В другому розділі розглянуто проблеми забруднення поверхневих вод.

Розглянуто стан існуючої системи моніторингу поверхневих вод.

Наведено методики оцінки екологічного стану поверхневих вод. Здійснено огляд нарахування та розмірів платежів за забруднення вод.

3) В третьому розділі наведені теоретичні основи для розробки оперативної системи екологічного моніторингу стану поверхневих вод. Було спроектовано та випробувано оперативну систему моніторингу поверхневих вод.

4) В четвертому розділі обґрунтовано вибір об'єкту дослідження. Наведені результати проведення екологічного моніторингу поверхневих вод, та зроблені певні висновки. Розроблено рекомендації щодо проведення оцінки стану поверхневих вод за допомогою системи оперативного екологічного моніторингу

5) В п'ятому розділі проведено економічні розрахунки експлуатаційних витрат та капітальних затрат, і бачимо що вони є відносно невеликими, отже розробка та використання цього технічного рішення для реалізації системи екологічного моніторингу стану поверхневих вод є економічно доцільними і виправданими.

Отже, необхідно проводити періодичну та постійну оцінку стану поверхневих вод для контролю та попередження забруднення навколишнього середовища. А шляхом використання оперативних систем, потрібно ліквідувати те, що головним мотивом при оцінці якості поверхневих вод часто слугує не екологічна доцільність, а наявність фінансових ресурсів на виконання відповідних лабораторних аналізів.

- **Апробація результатів роботи.** Результати роботи опубліковані у Матеріалах конференції VI Всеукраїнського з'їзду екологів, ВНТУ.
- **Публікації.** За результатами роботи опубліковано 2 тези доповідей.



**Дякую за увагу!**

