

ЗАСІБ КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК У ВОДІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто концепцію створення безпілотного засобу для моніторингу стану. У роботі розглянуто засіб контролю концентрації шкідливих домішок у воді на основі сенсора загальної кількості розчинених твердих речовин (TDS — Total Dissolved Solids). Даний сенсор дає змогу оцінювати якість води шляхом вимірювання її електропровідності, що безпосередньо залежить від кількості розчинених солей, мінералів та металів. У дослідженні розглянуто принцип дії та структурну схему аналогових TDS-модулів типу Gravity Analog TDS Sensor (DFRobot) та Grove – TDS Sensor (Seeed Studio). Обидва сенсори реалізують однаковий фізичний принцип — вимірювання електропровідності води за допомогою змінного сигналу, його підсилення та перетворення у напругу, яку зчитує мікроконтролер Arduino.

До складу TDS-сенсорного модуля входять: TDS-зонд — водонепроникний електрод із двома металевими контактами, який генерує змінний електричний сигнал у водному середовищі; модуль перетворення сигналу, який виконує підсилення, фільтрацію та перетворення електропровідності у аналогову напругу.

Отримане аналогове значення передається на аналоговий вхід мікроконтролера, де за допомогою калібрувальної формули обчислюється значення TDS у мг/л. Це дає змогу створити компактний, енергоефективний та доступний засіб моніторингу якості води, придатний для побутових і промислових систем контролю.

Запропонований підхід дозволяє оперативно виявляти перевищення концентрації шкідливих домішок, що є важливим для забезпечення екологічної безпеки та контролю якості питної води.

Ключові слова: TDS-сенсор, якість води, електропровідність, Arduino, Gravity Analog TDS, Grove TDS, контроль домішок.

Abstract

The paper presents the concept of developing a device for monitoring the concentration of harmful impurities in water based on a Total Dissolved Solids (TDS) sensor. This sensor makes it possible to assess water quality by measuring its electrical conductivity, which directly depends on the amount of dissolved salts, minerals, and metals. The study examines the operating principle and structural diagram of analog TDS modules such as the Gravity Analog TDS Sensor (DFRobot) and Grove – TDS Sensor (Seeed Studio). Both sensors implement the same physical principle — measuring the electrical conductivity of water using an alternating signal, its amplification, and conversion into a voltage that can be read by an Arduino microcontroller.

The TDS sensor module consists of the following main components: TDS probe – a waterproof electrode with two metal contacts that generates an AC signal in the water environment; Signal conversion module – performs signal amplification, filtering, and converts the conductivity into an analog voltage.

The obtained analog value is transmitted to the analog input of the microcontroller, where, using a calibration formula, the TDS value is calculated in mg/L. This enables the creation of a compact, energy-efficient, and affordable water quality monitoring device suitable for both domestic and industrial control systems.

The proposed approach allows for the prompt detection of excessive concentrations of harmful impurities, which is essential for ensuring environmental safety and maintaining drinking water quality.

Keywords: TDS sensor, water quality, electrical conductivity, Arduino, Gravity Analog TDS, Grove TDS, impurity monitoring.

Вступ

Контроль якості води є одним із ключових завдань екологічного моніторингу та систем безпеки життєдіяльності. Надмірна кількість розчинених у воді домішок — солей, важких металів, мінералів — може призвести до негативного впливу на здоров'я людини та на стан навколишнього середовища. Для оперативного виявлення таких забруднень застосовують датчики типу TDS (Total Dissolved

Solids), які дозволяють визначити загальну кількість розчинених твердих речовин шляхом вимірювання електропровідності води.

Використання мікроконтролерів, зокрема Arduino, у поєднанні з TDS-сенсорами забезпечує можливість створення простих, доступних та точних засобів моніторингу.

Результати дослідження

TDS-сенсор вимірює здатність води проводити електричний струм, яка залежить від кількості іонів у розчині. Чим більше розчинених солей і металів, тим вища електропровідність і, відповідно, більший показник TDS [1-3].

Найпоширенішими сенсорними модулями для вимірювання TDS є Gravity Analog TDS Sensor від DFRobot та Grove – TDS Sensor від Seeed Studio. Обидва модулі побудовані за подібним принципом і складаються з таких елементів: TDS-зонд — водонепроникний електрод із двома металевими контактами, який створює змінний електричний сигнал у воді; Схема перетворення сигналу — формує змінну напругу, підсилює сигнал і перетворює його на аналоговий рівень, який може бути зчитаний Arduino.

Виміряне значення аналогової напруги пропорційне електропровідності розчину. За допомогою калібрувальної формули воно перетворюється у значення TDS (мг/л). Таким чином, розроблений пристрій дозволяє оцінити рівень забруднення води у реальному часі.

Система може бути використана для: контролю якості питної води; моніторингу стічних або промислових вод; автоматизованих систем очищення води.

Перевагами такого підходу є простота реалізації, невисока вартість, енергоефективність і можливість інтеграції у системи «розумного дому» або екологічного моніторингу.

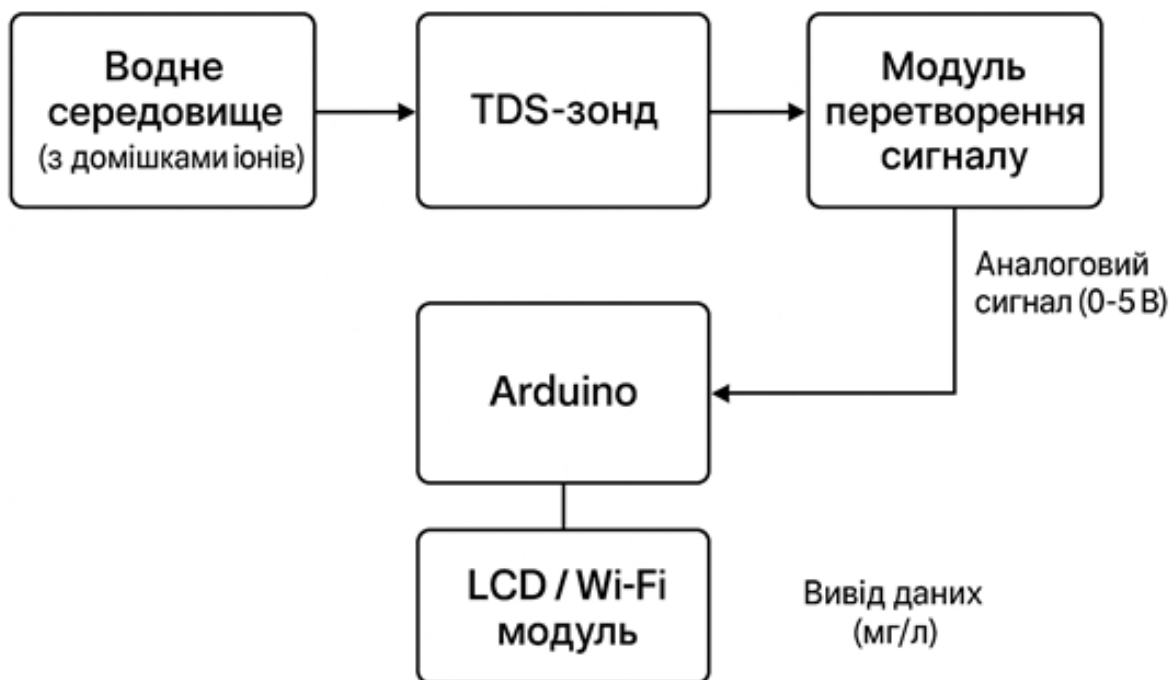


Рис. 1. Структурна схема засобу контролю концентрації шкідливих домішок у воді

Висновки

Запропонований засіб контролю концентрації шкідливих домішок у воді на основі TDS-сенсора та мікроконтролера Arduino забезпечує ефективне, доступне та надійне вимірювання рівня загальної кількості розчинених речовин. Такий пристрій може бути використаний як у побутових умовах, так і для промислових або екологічних досліджень, сприяючи підвищенню якості води та екологічній безпеці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дяченко О.О., Коваль О.М. Сенсорні системи контролю якості води на основі мікроконтролерів Arduino // *Сучасні проблеми електроніки та інформаційних технологій*. – 2021. – №4. – С. 88–94.
2. Мельник В.В., Шевченко І.М. Методи визначення загальної кількості розчинених речовин у воді // *Екологічна безпека та природокористування*. – 2020. – №2(34). – С. 15–21.
3. Гаврилюк І.М., Поліщук С.О. Використання сенсорних технологій для моніторингу екологічного стану водних ресурсів // *Екологічні науки*. – 2022. – №5(44). – С. 65–72.

Озменчук Ілля Сергійович — аспірант, факультет ІЕС, Вінницький національний технічний університет.

Дудатєв Ігор Андрійович — канд. техн. наук, доцент кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет, email : dudatiev.igor@gmail.com

Ozmenchuk Illia S. — PhD student, Faculty of ICS, Vinnytsia National Technical University.

Dudatiev Ihor A. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of IRTS, Vinnytsia National Technical University, email: dudatiev.igor@gmail.com.