

УДК 004.85

DOI: 10.31673/2412-9070.2021.014954

К. Г. БАЛЛИЄВ, магістр;

М. С. МОШЕНЧЕНКО, аспірант;

Б. Ю. ЖУРАКОВСЬКИЙ, доктор техн. наук, професор,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

## ПРИНЦИП РОБОТИ ТА БУДОВА СУЧАСНОГО ДАВАЧА ЯКОСТІ ВОДИ

**Завдяки режиму реального часу через телекомунікаційні мікрохвильові мережі можливе встановлення контролю та розроблення вирішення для моніторингу якості води в реальному часі на основі IoT для розумних міст. У статті детально розглянуто здатність і позитивний вплив, а також виклики та потреби для повної інтеграції таких вирішень у містах. Запропоноване вирішення дає змогу здійснювати ретельний аналіз даних у режимі реального часу. Показано, що даними, пов'язаними з водою, такими як якість, тиск та температура, можна керувати детально та візуально для розширення можливостей водоканалів.**

**Ключові слова:** сенсор; давач якості; вода; забруднення; хімічний елемент; Smart City.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Якість води — це поєднання хімічного і біологічного складу та фізичних властивостей води водного об'єкта, яке зумовлює її придатність для певних видів використання. Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, що визначають можливість їх раціонального використання та охорони від забруднення і виснаження. Вживання неякісної питної води загрожує важкими наслідками для здоров'я людини. Отже, виникає проблема: як в технологічному та розвинутому місті організувати контроль за якістю води, яка надходить до Smart City.

**Мета та задачі дослідження.** У великих містах, особливо в Smart City й надалі будуть поставати проблеми щодо якості води та повітря, але перевагою міста майбутнього є новітні системи, що відслідковуватимуть якість води, а також здійснюватимуть постійний моніторинг систем, задля усунення проблем. Тому постало завдання розглянути автоматизовану систему оцінювання якості води, яка мінімізує витрати та максимізує ефективність. Нашим вирішенням будуть сучасні давачі якості води з програмованим сенсорним інтерфейсом.

### Основна частина

Існує безліч явищ, ефектів і видів перетворення енергії, які можуть бути використані для побудови давачів. Приклади таких явищ і ефектів наведено у табл. 1. Під час систематизації давачів зазвичай розглядають принципи їх дії, що можуть бути зумовлені фізичними або хімічними явищами та властивостями. Узагальнену функціональну схему вимірювання за допомогою хімічного давача зображено на рис. 1.

Багатофункціональні давачі іноді називають також інтелектуальними. До таких давачів належать аналогові і цифрові давачі з підсумовуванням сигналів, із перебудуванням адаптивними

### Залежність властивостей давача

Таблиця 1

Ефект, явище, властивість	Фізична сутність перетворення
Теплопровідність (теплова енергія → зміна фізичних властивостей)	Перехід теплоти всередині фізичного об'єкта з ділянки з більш високою температурою в ділянку з більш низькою
Теплове випромінювання (теплова енергія → інфрачервоні промені)	Оптичне випромінювання під час підвищення температури фізичного об'єкта
Ефект Зеебека (температура → електрика)	Виникнення ЕРС у ланцюзі з біметалічними сполуками за різної температури сплавів
Піроелектричний ефект (температура → електрика)	Поява електричних зарядів на гранях деяких кристалів у разі підвищення температури
Ефект фотопровідності (світло → електричний опір)	Зміна електричного опору напівпровідника під час його опромінювання світлом
Ефект Фарадея (світло і магнетизм → світло)	Поворот площини поляризації лінійно через парамагнітний поляризований світловий промінь, що проходить речовина
П'єзоелектричний ефект (тиск → електрика)	Виникнення різниці потенціалів на гранях сегнетоелектрика, що перебуває під тиском
Ефект Доплера (звук, світло → частота)	Зміна частоти під час взаємного переміщення об'єктів порівняно з частотою, коли ці об'єкти нерухомі
Хімічні властивості (інформація про хімічні зв'язки → сигнал)	Біохімічний перетворювач перетворює інформацію про хімічні зв'язки на фізичну або хімічну властивість або сигнал



Рис. 1. Принцип передавання даних до користувача

режимами роботи і параметрами, з аналого-цифровим перетворенням, із метрологічним обслуговуванням, а також давачі з вбудованими мікропроцесорами.

До додаткових функцій сенсорів належать такі:

- операції оброблення даних і фільтрація;
- корекція похибок;
- зберігання сигналів;
- перетворення «поля» сигналів у зображення;
- захист від впливу завад тощо.

До сьогодні розроблено безліч найрізноманітніших хімічних давачів. Початком історії хімічних давачів можна вважати кінець XIX — початок XX сторіччя. У цей час з'явився прообраз катарометра (1880 р.), який використовувався для визначення вмісту водню в водяній парі; двоелектродний осередок Кольрауша (1885 р.), металеві електроди Нернста (1888 р.) і скляний електрод Кремера (1906 р.). У кінці XIX — на початок XX сторіччя під сенсорами (від англ. *sense* — почуття, відчуття) розуміли портативні пристрої для визначення хімічного складу середовища. Типова конструкція сенсора включала в себе чутливий елемент і перетворювач.

У той час процедура стандартного хімічного аналізу являла собою багатостадійний процес, заснований на хімічних реакціях. Отже, хімічний аналіз був тоді повністю «хімічним». А вже в перших сенсорах використовувалися фізичні і фізико-хімічні процеси.

Наступний етап у розвитку хімічних сенсорів пов'язаний із появою проточних методів аналізу. У 50-х роках XX сторіччя аналітичне приладобудування досягло такого рівня, що стало можливим створення проточних методів аналізу. У 1952 році Мартіном і Джеймсом було запропоновано газовий хроматограф. Тобто постала гостра потреба в детекторах — приладах, які дали б змогу в автоматичному режимі визначати концентрацію речовини в потоці газу або рідини (рис. 2).



Рис. 2. Хімічний детектор

Далі важливим моментом у розвитку сенсорного аналізу можна вважати пропозицію Бергфелда об'єднати чутливу мембрану із заслоном польового транзистора. Ця пропозиція спричинила появу іоноселективного польового транзистора. Крім того, з'явилися перспективи того, що технологія,

розвинена в мікроелектроніці, зумовить створення і масове виробництво дешевих сенсорів.

Мініатюрність і відносно невеликі розміри давачів дають змогу виготовляти їх набори в невеликому об'ємі. Так, на одному напівпровідниковому кристалі можна розмістити кілька чутливих елементів або на невеликій ділянці кілька самостійних сенсорів. Таким чином, з'явилася можливість створення «лабораторії на чіпі», забезпеченої мікропроцесором для оброблення результатів аналізу.

Хімічні сенсори являють собою давачі, в яких два типи перетворювачів — хімічний та фізичний — перебувають у тісному контакті між собою. Хімічний перетворювач складається з шару чутливого матеріалу, який формує селективний відгук на компонент, що визначається: він здатний відбивати присутність визначуваного компонента і зміну його змісту.

Фізичний перетворювач — трансдюсер — перетворює енергію, яка виникає в ході реакції селективного шару із зумовленим компонентом, в електричний або світловий сигнал. Цей сигнал потім вимірюється за допомогою світлочутливого і/або електронного пристрою.

Хімічні сенсори можуть працювати на принципах хімічних реакцій і на фізичних засадах. У першому випадку аналітичний сигнал зумовлено хімічною взаємодією визначуваного компонента з чутливим шаром, який виконує функцію перетворювача. У другому випадку вимірюється фізичний параметр (коефіцієнт поглинання або відбиття світла, маса, провідність тощо).

Для підвищення вибіркової здатності на входному пристрої перед хімічно чутливим шаром розміщуються мембрани, які селективно пропускають частинки визначеного компонента (іонообмінні, гідрофобні та інші плівки). При цьому визначена речовина дифундує через напівпроникну мембрану до тонкого шару селективного шару, в якому формується аналітичний сигнал на компонент.

На основі хімічних сенсорів розробляються сенсорні аналізатори, які є приладами для визначення певної речовини в заданому діапазоні його концентрацій. Зауважимо, що до хімічних сенсорів належать також біосенсори.

Залежно від характеру відгуку (первинного сигналу), що виникає в чутливому шарі хімічних сенсорів, їх поділяють на такі типи:

- електрохімічні (потенціометричні, кулонометричні тощо);
- електричні (напівпровідникові на основі оксидів металів тощо);
- магнітні (давачі Холла, магніторезистивні напівпровідникові елементи тощо);
- термометричні;
- оптичні (люмінесцентні, спектрофотометричні тощо);

• біосенсори (на основі різного біологічного матеріалу: ферментів, тканин, бактерій, антигенів, рецепторів тощо).

Зупинимося коротко на роботі деяких типів електрохімічних сенсорів, термісторних сенсорів, біосенсорів і інтегрально-оптичних хімічних сенсорів.

Біосенсор — це пристрій, що включає в себе біологічний чутливий елемент, тісно пов'язаний із перетворювачем або інтегрований з ним. Біосенсор слугує для формування цифрового електричного сигналу, пропорційного до концентрації певної хімічної сполуки або низки сполук. Цей зв'язок двох протилежних дисциплін дав змогу об'єднати специфічність і чутливість біологічних систем з обчислювальною потужністю комп'ютера. Бурхливий розвиток біосенсорної техніки, що спостерігається останніми роками, уже зараз пропонує нові ефективні засоби, які здатні радикально змінити наш підхід до класичного хімічного аналізу. Проте в наявних сенсорах поки що використовують не всі можливі комбінації цих елементів (табл. 2).

Таблиця 2

#### Взаємодія сенсора та біологічних компонентів

Біологічні компоненти	Перетворювачі
Цілі організми	Потенціометричні
Тканини	Амперметричні
Клітини	Кондуктометричні
Органели	Оптичні
Мембрани	Капометричні
Ферменти	Акустичні
Компоненти ферментів	Механічні
Рецептори	Хімічні
Антитіла	
Нуклеїнові кислоти	
Органічні молекули	

Розвиток біосенсорів спрямовано дослідниками в кількох напрямках. В основу описаних до теперішнього часу конфігурацій біосенсорів належить принципово нове об'єднання добре відомих раніше і не пов'язаних один з одним підходів. У майбутньому для задоволення специфічних вимог, мабуть, більшу увагу приділятимуть інженерному опрацюванню як усього приладу в цілому, так і його компонентів. При цьому можуть знадобитися нові біохімічні реакції й удосконалення відомих реакцій, наприклад за допомогою генної інженерії і хімічних методів. Біосенсори будуть проектувати разом із відповідним детектором, а не прив'язувати до випадкових результатів попередніх робіт.

Отже, під терміном біосенсори розуміють пристрій, в якому чутливий шар містить біологічний

матеріал: ферменти, тканини, бактерії, дріжджі, антигени/антитіла, ліпосоми, органели, рецептори, ДНК. Цей шар безпосередньо реагує на наявність визначуваного компонента і генерує сигнал, що залежить від концентрації цього компонента.

Конструктивно біосенсори аналогічні іншим видам хімічних сенсорів і складаються з двох перетворювачів (біохімічного і фізичного) та перебувають у тісному контакті один із одним. При цьому біохімічний перетворювач, або біотрансдюсер, виконує функцію біологічного елемента розпізнавання, перетворюючи визначуваний компонент, а точніше, інформацію про хімічні зв'язки в фізичну або хімічну властивість або сигнал, а фізичний перетворювач дає змогу зареєструвати цей сигнал. Наявність у пристрої біоматеріалу з унікальними властивостями уможлиблює з високою селективністю визначення потрібних з'єднань у складній за будовою суміші, не вдаючись до додаткових операцій, пов'язаних із використанням інших реагентів. Як трансдюсери можуть застосовуватися будь-які з наведених у цій статті: електрохімічні, спектроскопічні, термічні, п'єзоелектричні, на поверхневих акустичних хвилях і інтегрально-оптичні.

Дію біосенсорів засновано на найважливіших хімічних реакціях живих організмів: реакції антитіло/антиген, фермент/субстрат, рецептор/гормон. Такі реакції використовуються для отримання високоселективних і чутливих біосенсорів на конкретні визначувані речовини. Для ілюстрації високоселективних реакцій, наявних між біологічними молекулами, запропоновано механізм, який дістав назву «ключ-замок».

Для пояснення принципу дії біосенсорів часто використовують схему, зображену на рис. 3. Ця схема досить універсальна і може бути застосовна до будь-яких типів сенсорів, в яких реагент має спорідненість з індивідуальними речовинами.

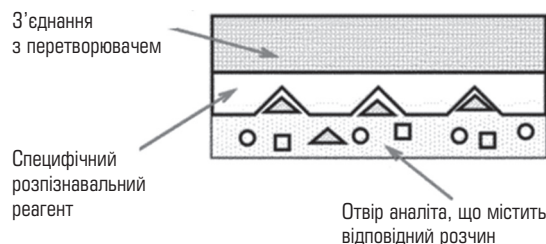


Рис. 3. Пояснювальна схема принципу дії біосенсора

Біочіп є мініатюрним п'єзокерамічним диском із сенсорними шарами на протилежних боках. Під час з'єднання біологічного агента до сенсорної поверхні біочіпа відбувається зміна резонансної частоти механічних коливань диска.

У результаті взаємодії патогенів із рецепторним шаром ефективна маса і жорсткість біочіпа змінюватимуться, що може бути зареєстровано за зсувом резонансної частоти квантілебра:

$$\Delta f = \frac{1}{2} f_n \left( \frac{\Delta k}{k} - \frac{\Delta m}{m} \right), \quad (1)$$

де  $\Delta f$ ,  $\Delta k$ ,  $\Delta m$  — зміни відповідно резонансної частоти, жорсткості і маси біочіпа;  $f$ ,  $n$ ,  $k$ ,  $m$  — початкові значення цих параметрів.

Розглянемо випадок виявлення бактеріальної клітини *Escherichia coli*. Довжина бактерій становить 2...6 мкм, а діаметр — близько 1 мкм. За середньої довжини в 4 мкм маса бактерії дорівнює майже  $3,1 \cdot 10^{-12}$  м. Біочіп діаметром 3 мм і завтовшки 0,1 мм з п'єзокераміки ЦТС-19 має об'єм  $0,7 \cdot 10^{-3}$  см<sup>3</sup>, а його маса при щільності матеріалу 7,5 г/см<sup>3</sup> становить  $5,3 \cdot 10^{-3}$  м. Прикріплення однієї бактеріальної клітини призводить до відносної зміни резонансної частоти на величину:

$$\frac{\Delta f}{f_n} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta m}{m} = -3,0 \cdot 10^{-10}. \quad (2)$$

Отже, згідно зі співвідношенням відносна стабільність частоти генератора збуджувальних коливань має бути на рівні  $10^{-10}$ .

Загальний вигляд проточного осередку з розміщеним у ньому п'єзокерамічним біочіпом подано на рис. 4. Для циркуляції рідини, яка містить детектовані патогени, використовуються перистальтичний насос і з'єднувальні трубки. Проточний рідинний осередок і сполучні трубки складають герметичну камеру з циркулюючою біологічною рідиною. Сполучні трубки і проточний рідинний осередок виконано з недорогих інертних матеріалів (відповідно силіконової гуми і поліетилену) і можуть бути витратними елементами одноразового використання.

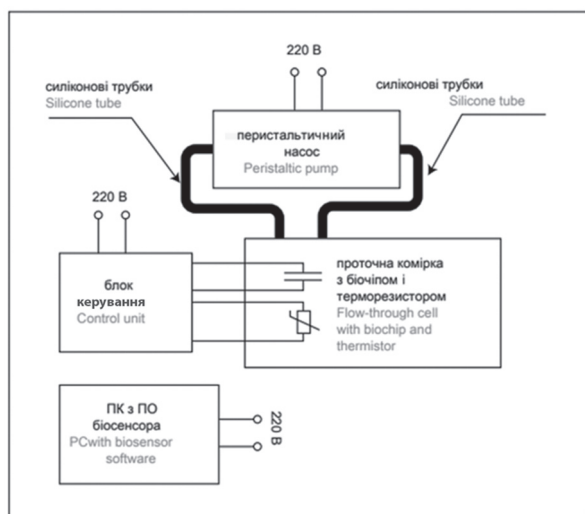


Рис. 4. Загальний вигляд осередку з розміщеним біочіпом

Вмикає проточну комірку з біочіпом і перистальтичний насос блок керування. Оброблення даних здійснюється на персональному комп'ютері з використанням оригінального програмного забезпечення. Для підтримання заданої постійної температури в проточному осередку може бути

встановлено терморезистор, який слугує одночасно для вимірювання температури і нагрівання рідини.

Похибка вимірювання частоти п'єзоелектричного біочіпа  $\Delta f$ , зумовлена електронними шумами вимірювальної схеми, нестабільністю п'єзокераміки та іншими можливими факторами, обмежує чутливість методу. Для оцінювання рівня власних шумів вимірювальної схеми біосенсора використовувався п'єзокерамічний резонатор ЗТВ з резонансною частотою 1 МГц.

Визначення резонансної частоти коливань біочіпа відбувалося в такий спосіб. За допомогою цифрового синтезатора частоти з використанням мікросхеми AD7008 (Analog Devices) і прецизійного підсилювача вхідного сигналу здійснювався запис амплітудно-частотної характеристики п'єзокерамічного резонатора. Під час побудови амплітудно-частотної характеристики проводилося 512 вимірювань у вибраному діапазоні частот (рис. 5). Для підвищення точності можна послідовно знімати кілька характеристик.

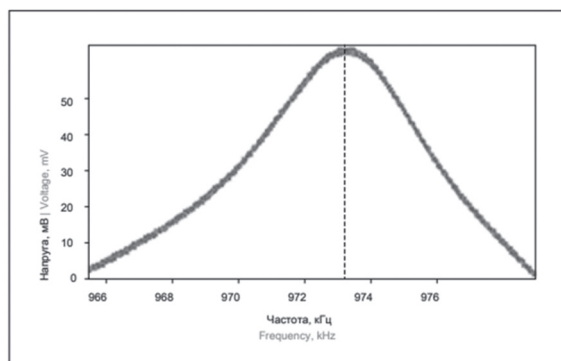


Рис. 5. Амплітудно-частотна характеристика п'єзокерамічного резонатора

Резонансна частота обчислювалася за методом визначення «центрамас»:

$$f_{\text{сеп}} = \sum_1^N \frac{A_f}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}. \quad (3)$$

Такий метод дає істотно більшу точність за наявності реальних шумів, ніж простий пошук максимуму на кривій.

Дані оброблення: 512 резонансних кривих, кожен з яких було побудовано по 512 точок; загальна кількість проведених відліків (окремих вимірювань) — 262 144; загальна кількість вимірювань — 512; час запису резонансних кривих — 5 120.

Ефективне значення похибки у визначенні резонансної частоти біочіпа із використанням фільтра лінійного усереднення за п'ятьма послідовними вимірюваннями становило 1,8 Гц, що відповідає середньоквадратичному відхиленню експериментальної кривої (рис. 6, чорна лінія); значення виміряної резонансної частоти зображено крапками. У нашому випадку розрахована похибка ви-

значення маси біочіпа становить  $\Delta m = 6 \cdot 10^{-10}$  г, що приблизно відповідає масі двохсот бактерій *E.coli*.

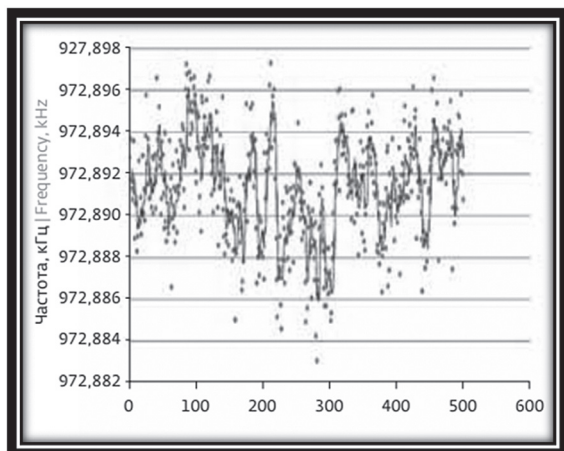


Рис. 6. Вимірювання резонансної частоти механічних коливань біочіпа

У блоці керування біосенсором використовуються електронні плати цифрового синтезатора частот, прецизійного підсилювача вхідного сигналу, інтерфейсу для зв'язку з комп'ютерним блоком, термостата проточної рідинної комірки, ЦАП-АЦП, стабілізованого живлення.

Істотним фактором є симетричність конструкції біосенсора. Пластина біочіпа має геометричну симетрію, однак електрична схема подавання напруги несиметрична, оскільки на протилежні боки подаються напруги різної полярності. Унаслідок цього структура приповерхневого подвійного електропровідного шару поблизу протилежних боків біочіпа істотно різна, що може впливати як на рецепторний шар, так і на властивості адсорбованої плівки з біологічних агентів. Для досягнення повної симетрії електричної схеми запропоновано оригінальне вирішення з використанням складеного п'єзокерамічного біочіпа (рис. 7).

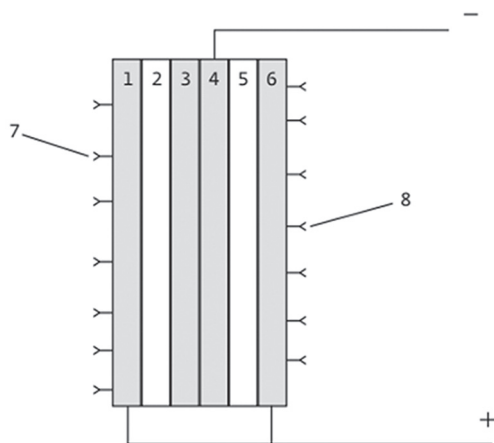


Рис. 7. Структура біочіпа для забезпечення геометричної симетрії і симетрії електричної схеми:  
1, 3, 4, 6 — електропровідні шари (золото, срібло, мідь);  
2, 5 — шари п'єзокераміки; 7, 8 — рецепторні шари

У біочіпі зазначеної конструкції електрична напруга можна подаватися тільки на внутрішні електроди, а зовнішні електроди заземлюються або мають потенціал розчину. У цьому разі досягається симетрія в геометрії біочіпа, у подаванні електричної напруги, а отже, і повна симетрія подвійних приповерхневих електропровідних шарів.

Здобуті розрахунки й оцінювання показують, що технічні параметри цифрового синтезатора частот (точність задання частоти 0,001 Гц завдяки використанню 32-бітного керування) дають можливість досягти чутливості, необхідної для реєстрації за допомогою прецизійного підсилювача вхідного сигналу за таких мінімальних концентраціях біологічних агентів:

- для вірусів грипу А в рідині —  $10^4$  вірусів/мл;
- для бактерій *E.coli* в рідині —  $10^2$  бактерій/мл.

Для подальшого збільшення чутливості біосенсора до рівня одноразових патогенів необхідно використовувати біочіп набагато менших розмірів.

### Висновки

Давачі (сенсори) дають можливість отримувати, реєструвати, обробляти і передавати інформацію про стан різних систем. Це може бути інформація про фізичну будову, хімічний склад, форму, положення і динаміку досліджуваної системи. Існують різні типи давачів. Принципи їх дії базуються на певних фізичних або хімічних явищах і властивості. Прикладами можуть бути широко відомі температурні давачі, радари, ехолоти, давачі рівня радіації, давачі тиску, гігрометри тощо. На нашу думку, сенсорні давачі найбільш перспективні та оптимальні в сучасному використанні, особливо у Smart City. Основне призначення такого пристрою — замикання і розмикання електричного кола через дотики до контактної пластини. Головна відмінність сенсорних давачів полягає у відсутності механічних вузлів. Спочатку сенсорні давачі являли собою пристрої, що виконують оброблення інформації, контроль якості води та комутаційні дії, а саме, подавали і знімали напругу з навантаження. Сьогодні вони виконують функцію регулювання без будь-якого фізичного впливу.

### Список використаної літератури

1. Olsson J., Foster K. Short-term precipitation extremes in regional climate simulations for Sweden: historical and future changes, *Hydrol. Res.*, 45.3. 2014. P. 479–489.

2. *The world's water // US Geological Surveys (web link accessed on September 27, 2018) [Електронний ресурс]. URL:*

*<https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html/>*

3. *Synthetic sialylglycopolymer receptor for virus detection using cantilever-based sensors / P. V. Gorel-*

kin, A. S. Erofeev, G. A. Kiselev, D. V. Kolesov [et al.] // *Analyst*. 2015. Vol. 140. P. 6131–6137.

4. Destouni, G., Fischer, I., Prieto C. *Water quality and ecosystem management: Data-driven reality check of effects in streams and lakes* // *Water Resources Research*. 2017.

5. *Laying the foundations for a smart, sustainable city*, Ericsson White Paper, January 2016 [Електронний ресурс]; available at: *ITU Journal: ICT Discoveries, Special Issue No. 2*, 9 Nov. 2018. URL:

<https://www.ericsson.com/en/white-papers/laying-the-foundations-for-a-smart-sustainable-city/>

6. Eriksson M., Winquist F. *Drinking water analysis using electronic tongue* [Електронний ресурс] // *Electric Noses and Tongues in Food Science*. 2016. P. 255–264. URL:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800243-8.00025-1/>

7. Жураковский Б. Ю., Пархомей І. Р., Дружинін В. А. *Обробка інформації в сенсорних мережах // Адаптивні системи автоматичного управління: електрон. версія журн.* 2018. №1. С. 42–57. URL:

[http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/)

8. Жураковский Б. Ю., Мошенченко М. С. *Стандарты Smart City // Актуальные научные исследования в современном мире*. 2020. №2. С. 41–44.

9. Zhurakovskiy B., Tsopa N. *Assessment. Technique and Selection of Interconnecting Line of Information Networks* [Електронний ресурс] // *3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*. 2019. URL:

DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847726. *Proceedings 2019*. P. 71–75. (Scopus).

К. Г. Баллыев, Н. С. Мошенченко, Б. Ю. Жураковский

#### ПРИНЦИП РАБОТЫ И ПОСТРОЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ДАТЧИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Благодаря режиму реального времени через телекоммуникационные микроволновые сети возможно установление контроля и разработка решения для мониторинга качества воды в реальном времени на основе IoT для умных городов. В статье подробно рассмотрена способность и положительное влияние, а также вызовы и необходимость для полной интеграции таких решений в городах. Предложенное решение позволяет осуществлять тщательный анализ данных в режиме реального времени. Показано, что данными, связанными с водой, такими как качество, давление и температура, можно управлять подробно и визуально для расширения возможностей водоканалов.

**Ключевые слова:** сенсор; датчик качества; вода; загрязнения; химической элемент; Smart City.

K. G. Ballyiev, M. S. Moshenchenko, B. Y. Zhurakovskiy

#### THE WAY OF WORK AND CONSTRUCTION OF A MODERN WATER QUALITY SENSOR

Real-time monitoring and development of IoT-based real-time water quality monitoring solution for smart cities will be established through telecommunication microwave networks through real-time communication. We will also detail the opportunities and positive impacts, as well as the challenges and the need to fully integrate such solutions in cities. This solution enables thorough analysis of data in real time. Water related data such as quality, pressure and temperature can be manipulated in detail and visually to empower water utilities. Sensors are structure of fully automated systems that process data at low cost, high accuracy, and at the output we receive information that is easy to structure. These sensors are absolutely accurate and easy to use, which is what we need in a smart automated city. Biosensory represents autonomous integral analytical attachments, so that they will forget a little or a reminder of an analysis from the background of a biological developmental element, which is known in direct contact from the form. Biosensors are perceived from chemical sensors in a deprivation of time, so that the concentration of singing speech appears in them for the additional material of biological nature. The development of biosensors in one of the most promising directions of research in the field of analytical biotechnology. For the IUPAC classification, simply the biosensor can be used as an analytical sensor (attachment), which can be stored from biological material, immobilized or conjugated with a re-converting (transducer). The sensor-converts the detection that allows to carry out a complete assessment of the signals, which are detected at the biological part (bioreceptors). Prior to biosensors, there are various analytical sensors: enzyme electrodes, DNA probes, immunosensors, enzyme thermistories, microbial sensors.

**Keywords:** sensor; quality sensor; water; pollution; chemical element; Smart City.