

і атестації калібрувального оптичного фільтру, яка досягається на рівні 0,1–0,2 %.

### Література

1. Приміський, В. П. Особливості застосування і контролю відповідності технологічних нормативів викидів в промисловості [Текст] / В. П. Приміський, В. М. Івасенко, Д. Г. Корнієнко // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2014. — № 3/1 (69). — С. 8–15. doi:10.15587/1729-4061.2014.24973
2. Вартанов, А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Текст] / А. З. Вартанов, А. Д. Рубан, В. Л. Шкуратник. — М.: Горная книга, 2009. — 640 с.
3. Клименко, А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли [Текст] / А. П. Клименко. — М.: Химия, 1978. — 203 с.
4. Балтренас, П. Б. Методы и приборы определения физико-механических свойств пылей и аэрозолей [Текст] / П. Б. Балтренас, В. Шпакаускас. — Вильнюс: Техника, 1994. — 237 с.
5. Максименко, Ю. Н. Переносной оптический пылемер ВОР-2 [Текст] / Ю. Н. Максименко, Е. Г. Мазан, А. К. Тимин // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. — 2010. — Вип. 40. — С. 81–86.
6. Sampedro, Ó. Turbidimeter and RGB sensor for remote measurements in an aquatic medium [Text] / Ó. Sampedro, J. R. Salgueiro // Measurement. — 2015. — Vol. 68. — P. 128–134. doi:10.1016/j.measurement.2015.02.049
7. Mohd Khairi, M. T. A review on the design and development of turbidimeter [Text] / M. T. Mohd Khairi, S. Ibrahim, M. A. Md Yunus, M. Faramarzi // Sensor Review. — 2015. — Vol. 35, № 1. — P. 98–105. doi:10.1108/sr-01-2014-604
8. Вовна, А. В. Методы и средства аналитического измерения концентрации газовых компонент и пыли в рудничной атмосфере угольных шахт [Текст] / А. В. Вовна и др. — Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. — 260 с.
9. Вовна, А. Методы и средства измерения концентрации газовых компонент [Текст] / А. Вовна, А. Зори, М. Хламов. — Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. — 244 с.
10. Лычагин, Д. В. Анализ и выбор оптических схем для оптико-абсорбционных пылемеров [Текст] / Д. В. Лычагин // Приоритетные научные направления от теории к практике. — 2014. — № 14. — С. 134–136.
11. Соломічев, Р. І. Розробка та обґрунтування структури вимірювальної системи контролю вибухонебезпечних пило-газових сумішей в шахтному виробітку [Текст] / Р. І. Соломічев, О. В. Вовна, А. А. Зорі // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Електроенергетика та перетворювальна техніка». — 2014. — № 19(1062). — С. 154–163.
12. Спосіб вимірювання концентрації пилу у димових: токсичних і радіоактивних газах промислових підприємств [Текст]: заявка на винахід а201601773 G01N 15/02 / Приміський В. П., Порев В. А., Корнієнко Д. Г. — заяв. 25.02.2016.
13. Оптичний пиломір [Текст]: заявка на винахід а201601797 G01N 15/02 / Приміський В. П. — заяв. 25.02.2016.
14. Спосіб вимірювання концентрації пилу у димових газах [Текст]: заявка на винахід а201601774 G01N 15/02 / Приміський В. П., Порев В. А., Корнієнко Д. Г. — заяв. 25.02.2016.
15. Оптичний вимірювач пилу [Текст]: заявка на винахід а201601796 G01N 15/02 / Приміський В. П. — заяв. 25.02.2016.

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПЫЛИ

Представлена классификация методов измерения пыли: фотометрический, трибоэлектрический, индукционный, ультразвуковой, электродинамический, гравиметрический. Рассмотрены структурные схемы оптических пылемеров одноканальных, двухканальных, стационарных переносных, особенности применения, технические характеристики. Обоснован выбор структурного построения измерителей пыли в зависимости от диапазона концентрации пыли. Предложено применение инвариантных схем построения измерителей пыли: гравиметрических и оптических с применением физических эквивалентов.

**Ключевые слова:** пыль, частица, пылемер, воздух, метод, детектор, измеритель, оптика, фотометр, гравиметрия.

*Корнієнко Дмитро Григорович, аспірант, кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: dimoonas@bigmir.net.*

*Корнієнко Дмитрій Григорьевич, аспірант, кафедра научных, аналитических и экологических приборов и систем, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Kornienko Dmytro, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: dimoonas@bigmir.net*

УДК 339.006; 658.6.006; 658.8.006  
DOI: 10.15587/2312-8372.2016.71863

Мідик І.-М. В.

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ОВОЧІВНИЦТВА ЗА ЕЛЕКТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Розроблено методуку та структуру вимірювального засобу для дослідження впливу концентрації мінеральних речовин в модельній рідині (овочевого соці) на складові її електропровідності. Досліджено залежність електричних властивостей овочевого соку з вмістом іонів натрію та міді від концентрації цих речовин у модельній рідині. Опрацьовано отримані експериментальні дослідження зміни активної і реактивної складових провідності (адмітансу) та подано рекомендації щодо оперативного контролю якості овочів.

**Ключові слова:** імітанс, адмітанс, кондуктометрична комірка, електроди, ємнісний перетворювач, модельна рідина.

### 1. Вступ

Овочі є важливими продуктами харчування, які забезпечують організм споживача корисними мінеральними

елементами такими, як натрій, калій, кальцій, магній, фосфор, залізо. Вони беруть участь в обміні речовин, діяльності ферментних систем, створенні клітин і тканин організму. Однак вони можуть мати і шкідливі елементи,

зокрема токсини (свинець, кадмій, миш'як, ртуть, мідь, цинк), наявність яких в овочах більше за гранично допустимі норми є небезпечними для здоров'я споживача. Тому актуальними є оперативні методи контролю концентрацій в овочах корисних та шкідливих елементів.

## 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є овочевий сік.

Натрій сприяє водно-солевому обміну організму, утворенню буферних систем крові, соляної кислоти соку шлунку. Натрій — в комбінації з хлором є основним елементом крові та лімфи. Він також міститься в слині, соку підшлункової залози і жовчі. Фосфат натрію і карбонат натрію в крові беруть участь в газообміні. Головні джерела — селера, шпинат, помідори, редька, буряк, гарбуз, морква, цибуля, капуста [1]. Отже, важливою є наявність цього елементу в овочах.

Сильною отрутою для організму є мідь. Токсичною дією володіють будь-які розчинні сполуки міді. 10 мг/добу міді — є гранично допустимою дозою для людини. Неорганічні солі міді незначної концентрації, проникаючи в організм, руйнують еритроцити. При попаданні сполук міді в шлунок відразу з'являється нудота, блювота, діарея. Швидко настає гемоліз крові, що виражається жовтяницею і появою крові в сечі [2]. Як бачимо, попадання в організм таких речовин є недопустимим, тому важливо контролювати їх вміст у всіх харчових продуктах і, зокрема, в овочах.

Предметом аудиту є залежність електричних властивостей соку з вмістом іонів натрію та міді від концентрації цих речовин у соці.

У роботі досліджувались концентрації натрію та міді у морквяному соці із застосуванням електричного методу.

## 3. Мета та задачі дослідження

Метою проведення досліджень є розробка способу швидкого визначення концентрації корисних мінеральних та шкідливих речовин в овочевому соці за електричними параметрами.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

- провести системний аналіз методів кількісного визначення мінеральних речовин у рідині;
- розробити методику та структуру вимірювального засобу для дослідження впливу концентрації мінеральних речовин в овочевому соці на складові його електропровідності;
- опрацювати отримані експериментальні дослідження зміни активної  $G$  і реактивної  $B$  складових провідності (адмітансу) та подати рекомендації щодо оперативного контролю якості овочів у виробничих умовах при незначних матеріальних ресурсах.

## 4. Аналіз літературних даних

Для оцінки якості харчових продуктів часто використовують органолептичний та сенсорний аналіз [3]. Проте за їх допомогою не можна визначити всі необхідні якісні характеристики з високою точністю. Вимірювальні методи контролю якості дозволяють здійснити точніший контроль якості матеріалів [4]. В залежності від того,

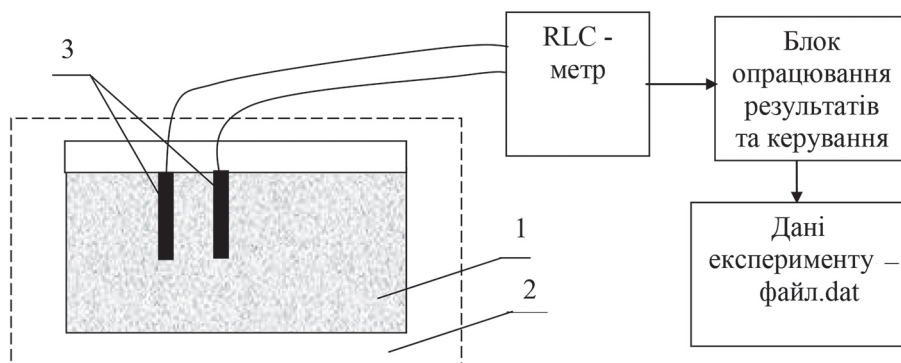
які процеси закладені в основу методу вимірювання або які властивості використовують, вимірювальні методи класифікують на: фізичні; хімічні; фізико-хімічні; мікробіологічні; технологічні; біохімічні; фізіологічні (біологічні); оварознавчі [4]. Методи визначення концентрації  $Cu$ ,  $Na$  та інших мінеральних елементів базуються на одержанні золи, яку отримують без прискорювача (арбітражний метод) і з прискорювачем.

Проте вимірювальні методи контролю якості харчових продуктів мають ряд недоліків, зокрема: довгий процес підготовки проб до вимірювання, використання для вимірювання дорогих приладів, висококваліфікованих спеціалістів.

На думку автора статті, для дослідження якості овочів необхідно розробити методи, які б мали широку область використання, високу чутливість, розподільчу здатність, просту підготовку проб та доступну по вартості та якості роботу з приладом у виробничих умовах, значну швидкість проведення аналізу. Таким вимогам, в основному, відповідають кондуктометричні методи дослідження. Кондуктометричний метод ґрунтується на вимірюванні електричної провідності об'єктів контролю. На даний час кондуктометрія застосовується для швидкого визначення концентрації розчинів солей, кислот, основ, для контролю складу деяких промислових розчинів. Переважно ці методи використовують для контролю одиничних показників якості речовин рідинного стану або газового середовища [5, 6]. Кондуктометрія включає прямі методи аналізу (використовувані, наприклад, в солемірів) і непрямі (наприклад, в газовому аналізі) із застосуванням постійного або змінного струму (низької та високої частоти), а також хронокондуктометрію, низькочастотне і високочастотне титрування [7, 8]. Визначення концентрації проводять прямою кондуктометриєю (за калібровочним графіком — дозволяє безпосередньо визначати концентрацію електроліту шляхом вимірювання електропровідності розчину з відомим якісним складом) або шляхом кондуктометричного титрування (метод аналізу, заснований на визначенні вмісту речовини по зламу кривої титрування). Криву будують за вимірюваннями питомої електропровідності аналізованого розчину, мінливої в результаті хімічних реакцій в процесі титрування). для визначення складу рідини використовують частотну залежність діелектричних втрат речовини, так як вона є характеристикою матеріалу. Кондуктометричний аналіз заснований на зміні концентрації речовини або хімічного складу середовища в міжелектродному просторі; він не пов'язаний з потенціалом електрода, який часто близький до рівноважного значення. Показники, що характеризують неелектричні властивості продукції, вимірюють, перетворюючи фізико-хімічні властивості речовин та матеріалів на електричний сигнал за допомогою різних первинних перетворювачів (сенсорів) [9–16]. На засадах кондуктометричного методу у даній роботі виконувалися експериментальні дослідження, суть яких полягає у подачі синусоїдального сигналу на досліджуваний розчин і аналізі відгуку на виході.

## 5. Матеріали та методи досліджень

В основі запропонованого автором способу дослідження контролю показників якості овочевому соку лежить імітансний метод. Для дослідження показників якості створено експериментальну установку, структуру якої подано на рис. 1.



**Рис. 1.** Структура вимірювального засобу для імітансного контролю показників якості овочевого соку:  
1 — ємність, заповнена соком; 2 — кондуктометрична комірка (ємнісний перетворювач);  
3 — графітові електроди

Основними вузлами вимірювального засобу для імітансного контролю показників якості овочевого соку є ємнісний перетворювач, RLC-метр та блок опрацювання результатів та керування (комп'ютер).

Основними показниками, які необхідно дослідити є: кількісний вміст іонів міді та натрію у моркв'яному соці.

Принцип роботи вимірювального засобу полягає в наступному:

- у лабораторних умовах було створено модельні рідини — соки моркви відомих характеристик;
- модельні рідини поміщалися в ємнісний перетворювач 2 з квадратними графітовими електродами 3, які повністю занурювалися у посудину 1 (об'єм рідини не впливав на ємність перетворювача);
- RLC-метр в асинхронному режимі роботи подавав тестовий сигнал на ємнісний перетворювач;
- у відповідь на тестовий сигнал на RLC-метр поступають характеристики досліджуваної модельної рідини (складові електропровідності соку). Вимірюємо активну  $G$  і реактивну  $B$  складові провідності (адмітансу);
- дані з RLC-метра надходять на блок опрацювання результатів та керування, їх опрацьовує комп'ютер і подає дані експерименту у вигляді файлу з розширенням dat;
- порівнюємо результати вимірювань та робимо висновки про кількісний склад мінеральних речовин у модельній рідині.

Діапазон частот, на яких здійснювалось вимірювання складових провідності, а також амплітуда тестового сигналу (1 V) задавались дослідником у блоці опрацювання результатів та керування. Контролювався вміст іонів міді та натрію у моркв'яному соці. Діапазон контрольованих речовин Cu та Na у дослідних складах від 0,002 до 1,9 г/л соку. Оцінювалась зміна активної  $G$  і реактивної  $B$  складових провідності (адмітансу) у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від складу речовин з допомогою ємнісних сенсорів.

## 6. Результати досліджень та їх обговорення

Коротко сформулюємо основні засади дослідження зміни активної  $G$  і реактивної  $B$  складових провідності (адмітансу).

В якості вхідного тестового сигналу подаємо сигнал синусоїдної форми. В асинхронному режимі одержуємо вихідний сигнал. Тоді для перетворювача вихідна

провідність подається співвідношенням:

$$G_{\text{вих}} = \frac{1}{Z_{\text{вих}}} = j\omega C_x + \frac{1}{R_x}, \quad (1)$$

де  $R_x$  — активна складова опору та  $C_x$  — ємність конденсатора електролітичної комірки.

Частота тестового сигналу прямо впливає на значення провідності.

Ємність конденсатора досліджуваної кондуктометричної електролітичної комірки  $C_x$  визначається як:

$$C_x = \epsilon_p \epsilon_0 \frac{S}{l}, \quad (2)$$

де  $\epsilon_p$  — діелектрична проникність розчину;  $\epsilon_0$  — діелектрична проникність вакууму;  $l$  — відстань між графітовими електродами;  $S$  — площа обкладок (електродів).

При вимірюваннях постійними величинами є площа обкладок та відстань між обкладками конденсатора.

Показ приладу на  $i$ -й частоті виглядає наступним чином:

$$N_G = k_A \frac{1}{R}, \quad (3)$$

$$N_B = k_A \omega C, \quad (4)$$

де  $N_G$  — активна складова провідності;  $N_B$  — реактивна складова провідності;  $k_A$  — коефіцієнт перетворення АЦП (аналогово-цифровий перетворювач).

Результати досліджень зміни активної  $G$  і реактивної  $B$  складових провідності (адмітансу) у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від концентрації  $\text{CuSO}_4$  у модельній рідині представлено у табл. 1 та на рис. 2, 3.

**Таблиця 1**

Експериментальні дослідження зміни активної  $G$  і реактивної  $B$  складових провідності (адмітансу) у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від складу модельних рідин

$f$ , Гц	Активна $G$ складова провідності (адмітансу)				Реактивна $B$ складова провідності (адмітансу)			
	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г $\text{CuSO}_4$	Морквяний сік + 0,8 г $\text{CuSO}_4$	Морквяний сік + 1,9 г $\text{CuSO}_4$	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г $\text{CuSO}_4$	Морквяний сік + 0,8 г $\text{CuSO}_4$	Морквяний сік + 1,9 г $\text{CuSO}_4$
50	0,0164	0,0173	0,0182	0,0189	0,0054	0,0057	0,0058	0,0069
60	0,0171	0,0179	0,0188	0,0198	0,0050	0,0053	0,0054	0,0065
100	0,0184	0,0193	0,0202	0,0216	0,0039	0,0041	0,0041	0,0052
120	0,0188	0,0197	0,0206	0,0221	0,0035	0,0038	0,0037	0,0047
200	0,0195	0,0205	0,0214	0,0232	0,0026	0,0028	0,0027	0,0035
400	0,0202	0,0212	0,0220	0,0241	0,0017	0,0019	0,0017	0,0024

Закінчення табл. 1

f, Гц	Активна G складова провідності (адмітансу)				Реактивна B складова провідності (адмітансу)			
	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г CuSO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 0,8 г CuSO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 1,9 г CuSO <sub>4</sub>	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г CuSO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 0,8 г CuSO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 1,9 г CuSO <sub>4</sub>
500	0,0204	0,0214	0,0223	0,0244	0,0015	0,0016	0,0015	0,0021
1000	0,0207	0,0218	0,0225	0,0249	0,0011	0,0011	0,0010	0,0015
2000	0,0210	0,0221	0,0228	0,0253	0,0007	0,0008	0,0007	0,0010
4000	0,0212	0,0224	0,0230	0,0256	0,0005	0,0006	0,0005	0,0007
5000	0,0213	0,0224	0,0230	0,0256	0,0005	0,0005	0,0004	0,0006
10000	0,0214	0,0226	0,0232	0,0258	0,0003	0,0003	0,0003	0,0005
20000	0,0215	0,0227	0,0232	0,0260	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003
40000	0,0216	0,0227	0,0233	0,0261	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
50000	0,0216	0,0228	0,0233	0,0261	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
100000	0,0217	0,0228	0,0234	0,0262	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

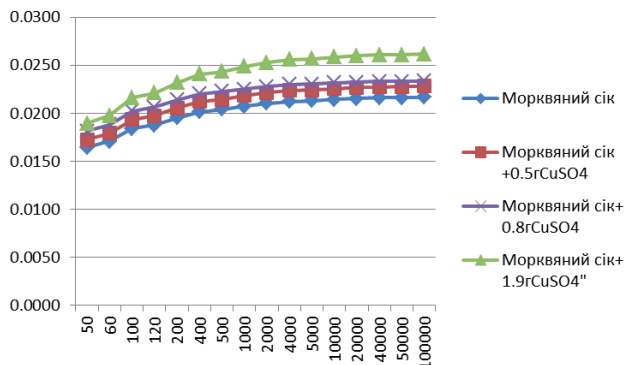


Рис. 2. Активна складова G провідності в залежності від концентрації CuSO<sub>4</sub> у модельній рідині

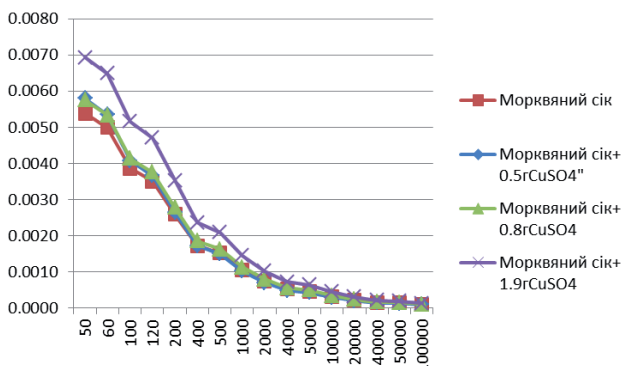


Рис. 3. Реактивна складова B провідності в залежності від концентрації CuSO<sub>4</sub> у модельній рідині

В результаті досліджень модельних рідин одержано залежності активної і реактивної складової провідності від хімічної природи і концентрації корисних мінеральних та шкідливих речовин. Встановлено, що присутність CuSO<sub>4</sub> в морквяному соці, яка в розчині дисоціює на іони, впливає на залежність і активної, і реактивної складових провідності від частоти електромагнітного поля. Щодо активної складової, то спостерігається зміна амплітуд складової в залежності від зміни концентрації

CuSO<sub>4</sub> на всьому діапазоні досліджуваних частот. Значення реактивної складової суттєво відрізняються за амплітудою лише на низьких частотах, проте це може бути результатом впливів зовнішніх електромагнітних полів на досліджувану речовину. На високих частотах порядку 5–100 кГц значення реактивної складової для соку з різною концентрацією CuSO<sub>4</sub> за амплітудою практично не відрізняються. Отже, дослідження реактивної складової провідності на цих частотах є неінформативним.

Результати досліджень зміни активної G і реактивної B складових провідності (адмітансу) у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від концентрації Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> у модельній рідині представлено у табл. 2 та на рис. 4, 5.

Як видно із представлених залежностей, присутність Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в морквяному соці, яка в розчині дисоціює на іони, також, як і CuSO<sub>4</sub>, впливає на залежність і активної, і реактивної складових провідності від частоти електромагнітного поля. Аналіз активної складової провідності показує, що в залежності від зміни концентрації Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> спостерігається зміна амплітуд цієї складової на всьому діапазоні досліджуваних частот. Причому чим більша концентрація Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в овочевому соці, тим більша різниця амплітуд активної складової провідності на кінцях досліджуваного діапазону частот. Значення реактивної складової суттєво відрізняються за амплітудою лише на частотах 50–400 Гц. На вищих частотах значення реактивної складової для соку з різною концентрацією Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> за амплітудою практично не відрізняються і дослідження реактивної складової провідності на цих частотах є неінформативним.

Таблиця 2

Експериментальні дослідження зміни активної G і реактивної B складових провідності (адмітансу) у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від складу модельних рідин

f, Гц	Активна G складова провідності (адмітансу)				Реактивна B складова провідності (адмітансу)			
	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 0,8 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 1,9 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Морквяний сік	Морквяний сік + 0,5 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 0,8 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Морквяний сік + 1,9 г Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
50	0,0182	0,0197	0,0254	0,0557	0,0058	0,0067	0,0119	0,0383
60	0,0188	0,0205	0,0269	0,0610	0,0054	0,0062	0,0114	0,0380
100	0,0202	0,0223	0,0305	0,0752	0,0041	0,0049	0,0095	0,0349
120	0,0206	0,0227	0,0315	0,0798	0,0037	0,0045	0,0087	0,0332
200	0,0214	0,0238	0,0338	0,0906	0,0027	0,0034	0,0067	0,0271
400	0,0220	0,0247	0,0358	0,1001	0,0017	0,0023	0,0044	0,0186
500	0,0223	0,0250	0,0362	0,1025	0,0015	0,0021	0,0039	0,0162
1000	0,0225	0,0255	0,0372	0,1063	0,0010	0,0015	0,0026	0,0105
2000	0,0228	0,0259	0,0378	0,1088	0,0007	0,0011	0,0018	0,0070
4000	0,0230	0,0262	0,0384	0,1107	0,0005	0,0007	0,0013	0,0048
5000	0,0230	0,0263	0,0385	0,1111	0,0004	0,0007	0,0011	0,0043
10000	0,0232	0,0265	0,0388	0,1124	0,0003	0,0005	0,0008	0,0029
20000	0,0232	0,0266	0,0390	0,1132	0,0002	0,0003	0,0005	0,0019
40000	0,0233	0,0267	0,0392	0,1137	0,0001	0,0002	0,0003	0,0012
50000	0,0233	0,0268	0,0392	0,1139	0,0001	0,0002	0,0003	0,0009
100000	0,0234	0,0268	0,0393	0,1143	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003

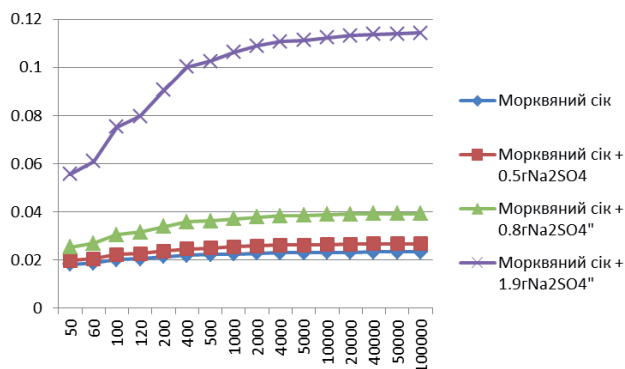


Рис. 4. Активна складова провідності у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від концентрації  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  у модельній рідині

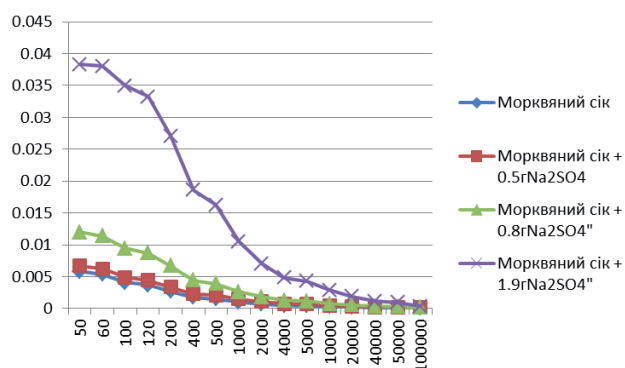


Рис. 5. Реактивна складова провідності у частотному діапазоні від 50 Гц до 100 кГц в залежності від концентрації  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  у модельній рідині

Запропонований метод контролю якості овочів ґрунтується на вимірюванні активної та реактивної складових провідності овочевого соку у діапазоні частот 50 Гц – 100 кГц. Виміряні значення співставляються із встановленими значеннями для порівняння. За результатами порівняння роблять висновок про вміст шкідливої речовини. Вимірювання виконується за декілька секунд і може використовуватись у реальних виробничих умовах для експрес-контролю якості овочів.

## 7. Висновки

1. На основі проведеного огляду методів контролю якості овочів визначено, що перспективним методом кількісного аналізу мінеральних речовин в овочах є електричний метод дослідження рідин, який базується на засадах кондуктометричного методу.

2. Встановлено залежності активної та реактивної складових провідності овочевого соку з домішками іонів міді та натрію від частоти електромагнітного поля у діапазоні частот 50 Гц – 100 кГц. Використання встановлених залежностей покращують інформативність електричних досліджень, і таким чином підвищують оперативність аналізу показників якості овочів.

3. Запропоновано структура вимірювального засобу для імітансного контролю показників якості овочевого соку. Описаний вимірювальний засіб та отримані залежності дають можливість провести експрес-метод контролю концентрації шкідливих та корисних мінеральних речовин в овочевих соках за електричними параметрами.

Впровадження запропонованого методу дасть можливість оперативно контролювати якість овочів у виробничих умовах при незначних матеріальних ресурсах.

## Література

- Вороніна, Л. М. Біологічна хімія [Текст] / Л. М. Вороніна, В. Ф. Десенко, Н. М. Мадієвська та ін. — Харків: Основа, Видавництво НФАУ, 2000. — 608 с. ISBN 966-615-053-0.
- Почобут, В. Селен, медь и железо в организме. Влияние нехватки микроэлементов на здоровье человека [Электронный ресурс] / В. Почобут // Медицинская информационная сеть. — Режим доступа: \www/URL: [http://www.medicinform.net/human/biology/biology21\\_1.htm](http://www.medicinform.net/human/biology/biology21_1.htm)
- Сирохман, І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення [Текст]: навч. посіб. / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
- Ромоданова, В. О. методи контролю продукції в галузі [Електронний ресурс] / В. О. Ромоданова // Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». — Режим доступу: \www/URL: <http://vo.ukraine.edu.ua/mod/url/view.php?id=3568>
- Андреев, В. С. Кондуктометрические методы и приборы в биологии и медицине [Текст] / В. С. Андреев. — М.: Медицина, 1973. — 335 с.
- Mazur, A. Influence of the pre-dam reservoir on the quality of surface waters supplying reservoir «nielisz» [Text] / A. Mazur // TEKA Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska. — 2010. — № 7. — P. 243–250.
- Профос, П. Измерение в промышленности [Текст]: справ. изд.; в 3 кн. / под ред. П. Профоса. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1990. — Кн. 2. — 305 с.
- Лопатин, Б. А. Кондуктометрия [Текст] / Б. А. Лопатин. — Н.: СО АН СССР, 1964. — 182 с.
- Stolyarchuk, P. Electric Sensors for Express-Method Checking of Liquid Quality Level Monitoring [Text] / P. Stolyarchuk, V. Yatsuk, Y. Pokhodylo, M. Mikhalieva, T. Boyko, O. Basalkevych // Sensors & Transducers Journal. — 2010. — Vol. 8, № 2. — P. 88–98.
- Міхалева, М. С. Результати експериментальних досліджень модельних водних розчинів новим електричним імпедансним методом [Текст] / М. С. Міхалева // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія Автоматика, вимірювання та керування. — 2010. — № 665. — С. 169–173.
- Stolyarchuk, P. Multicomponent Liquids' Research [Text] / P. Stolyarchuk, M. Mikhalieva, V. Yatsuk, Ye. Pokhodylo, O. Basalkevych // Sensors & Transducers Journal. — 2013. — Vol. 148, № 1. — P. 95–99.
- Походило, Є. В. Імітансний контроль якості [Текст]: монографія / Є. В. Походило, П. Г. Столярчук. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. — 164 с.
- Форейт, І. Емкостные датчики неэлектрических величин [Текст] / И. Форейт. — М.-Л.: Энергия, 1966. — 160 с.
- Pohodylo, E. PC-based devices for immittance control of multidimensional objects [Text] / E. Pohodylo, P. Stolyarchuk, M. Chyrka // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. — 2002. — Vol. 51, № 5. — P. 1133–1136. doi:10.1109/tim.2002.806014
- Majewski, J. Zastosowanie sensorów pojemnościowych do szybkiej kontroli parametrówroztworów wieloskładnikowych [Text] / J. Majewski, P. Malacziwskyj, V. Yatsuk, P. Stolyarchuk, M. Michalewa // Przegląd Elektrotechniczny. — 2010. — № 10. — P. 92–95.
- Ivakhiv, O. Production Quality Testing with Immitance Sensors Using Instrumentation [Text]: материалы конференциjne / O. Ivakhiv, Ye. Pokhodylo, P. Stolyarchuk // VII Konferencja naukowa «Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne» (COE'2002), 5–8 czerwca 2002. — Rzeszow, 2002. — Vol. 2. — P. 297–300.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ОВОЩЕВОДСТВА ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

Разработана методика и структура измерительного средства для исследования влияния концентрации минеральных веществ в модельной жидкости (овощном соке) на составляющие ее электропроводности. Исследована зависимость электрических свойств овощного сока с содержанием ионов натрия и меди от концентрации этих веществ в модельной жидкости. Обработаны полученные экспериментальные исследования изменения активной и реактивной составляющих проводимости (адмиттанса) и даны рекомендации по оперативному контролю качества овощей.

**Ключевые слова:** иммитанс, адмиттанс, кондуктометрическая ячейка, электроды, емкостный преобразователь, модельная жидкость.

*Мідик Ігор-Михайло Володимирович, аспірант, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Інститут комп'ютерних технологій та автоматики, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.*

*Мидык Игорь-Михаил Владимирович, аспирант, кафедра метрологии, стандартизации и сертификации, Институт компьютерных технологий и автоматики, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.*

*Midyk Ihor-Mikhailo, Institute of Computer Technology and Automation, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine*

УДК 005.8:331.45

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.71834

**Москалюк А. Ю.,  
Гогунський В. Д.,  
Пуріч В. М.**

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНІЦІАЦІЇ ПРОЄКТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

*Розроблена модель ініціації проєктів з охорони праці, яка формується через комунікаційні зв'язки між: командою проєкту, оточенням проєкту, самим проєктом та замовником проєкту у передпроєктній фазі та залежить від узгодженості вимог зацікавлених сторін на момент прийняття основних концепцій проєкту, визначення мети проєктів, планування проєктів, оцінки вимог до команди проєкту.*

**Ключові слова:** ініціація проєкту, ланцюг Маркова, охорона праці, розмічений граф, проактивне управління.

### 1. Вступ

Використання проєктно-орієнтованих технологій у галузі охорони праці створює нові перспективи для реалізації політики підприємства по забезпеченню безпечних та комфортних умов праці [1]. Крім того, застосування проєктно-орієнтованого підходу в управлінні охороною праці обґрунтовано рекомендаціями Міжнародної організації праці (МОП).

Аналіз світового досвіду з управління охороною праці показав доречність використання проєктно-орієнтованого підходу [2], який може ефективно застосовуватися для вирішення питань з охорони праці, які включає до себе багато складових, таких як промислова та пожежна безпека, електробезпека, соціальна безпека, тощо. Ефективність вирішення зазначених питань ґрунтується на діях з управління попереджувального характеру — проактивного [3]. Проактивний характер можна досягти завчасним ініціюванням проєктів з охорони праці. Важливість процесу ініціації для практичних завдань з охорони праці полягає в тому, що її недооцінка може призвести до розпорошення зусиль компанії на хаотичні ініціативи без видимого результату, зниження рівня безпеки, підвищенню травматизму і нещасних випадків різного роду важкості [4], що і обґрунтовує актуальність проведеного дослідження.

### 2. Аналіз літературних даних щодо використання ланцюгів Маркова та постановка проблеми

Теорія ланцюгів Маркова досить широко застосовується у науці і техніці сьогодення [5]. Марківські моделі відображають структурну і параметричну подобу оригіналів складних технічних систем за допомогою ланцюгів Маркова, що дозволяє визначити розподіл ймовірності станів елементів, які утворюють цю систему [6].

У роботі [7] розглянута організаційно-технічна система проєктно-орієнтованого управління верстатобудівного підприємства за допомогою ланцюгів Маркова. У дослідженні [8] запропоновано використання марківської моделі управління комунікаціями в проєктах надання медичних послуг, а у [9] марківські ланцюги використовують для оцінювання якості роботи вищих навчальних закладів в аспекті стратегічного управління міжнародною діяльністю університету.

Наведені приклади зв'язує те, що автори зробили декомпозицію досліджуваних систем на певні дискретні стани та побудували принципові схеми переходів від одного стану системи до іншого [10].

Взаємодія учасників будь-якого проєкту, у тому числі проєктів з охорони праці є важливою умовою їхньої успішної реалізації. Крім того управління проєктами