

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ
ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

_____ Шутко В.М.

« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 153 «МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ
«ФІЗИЧНА ТА БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

Тема: «Пристрій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації»

Виконавець

студент групи МН-206М

_____ Педько Олександр Миколайович

Керівник

доц. к.б.н.

_____ Ключко Олена Михайлівна

Консультант розділу

«Охорона праці»

асистент

_____ Якимець Ірина Вячеславівна

Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища»

д.т.н., професор

_____ Маджд Світлана Михайлівна

Нормоконтролер

_____ Сініцин Рустем Борисович

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

Напрямок підготовки фізична та біомедична електроніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

Шутко В.М.

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Педько Олександра Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи: «Пристрій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації»

затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. №1900/ст.

2. Термін виконання роботи: з «05» жовтня 2020 р. по «27» грудня 2020 р.

3. Вихідні дані роботи: створення пристрою для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації

4. Зміст пояснювальної записки: Даний проект складається із змісту, вступу, п'яти розділів, висновків та переліку використаної літератури.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Розробити деталізований зміст розділів диплому	06.10.2020-09.10.2020	
2	Опрацювати літературу по обраній темі	10.10.2020-26.10.2020	
3	Написання теоретичної частини диплому	27.10.2020-08.11.2020	
4	Проведення дослідів, написання практичної частини диплому	09.11.2020-19.11.2020	
5	Написання розділів по Охороні праці та Охороні навколишнього середовища	20.11.2020-27.11.2020	
6	Написання висновку до дипломної роботи, оформлення пояснювальної записки згідно вимог	28.11.2020-02.12.2020	
7	Усунення недоліків в пояснювальній записці до дипломної роботи	03.12.2020-06.12.2020	
8	Підготовка роздавального матеріалу, презентації, тез для доповіді	07.12.2020-15.12.2020	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	асистент, Якимець Ірина Вячеславівна		
Охорона навколишнього середовища	д.т.н., професор, Маджд Світлана Михайлівна		

8. Дата видачі завдання: «05» жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи _____ Ключко О.М.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Педько О.М.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Огляд стану проблем забруднення довкілля шкідливими хімічними речовинами та розробки пристроїв для його детектуванн.....	5
1.1 Техногенне забруднення середовища людини та його вплив на організм	5
1.2 Фізичні основи розробки сенсорних поверхонь електронних детекторів речовин - хімічних забруднювачів.....	12
РОЗДІЛ 2. Прототипи та аналоги: пристрої для детектування різних видів речовин-забруднювачів навколишнього середовища.....	27
2.1 Методи детектування хімічних речовин на поверхні.....	27
2.2 Методи методів виявлення хімічної компонентів за допомогою електрохімічних засобів.....	57
2.3 Висновки до Роділу 2	73
РОЗДІЛ 3. Розробка пристрою для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації	73
3.1 Найближчий прототип: біоелектричні датчики для виявлення та контролю токсичних газів.	73
3.2 Розробка біоелектричного біосенсора.	82
3.3 Візуалізація пошкоджуючої дії шкідливих речовин-забруднювачів у електронній реєструючій системі.	88

3.4. Висновки до Розділу 3	94
Загальні висновки.....	96
ЛІТЕРАТУРА	98
РОЗДІЛ 4. Охорона праці.	100
4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виробництві електронного роботизованого пристрою.	100
4.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.	102
4.3 Пожежо- та вибухонебезпека.	112
4.4 Інструкція з охорони праці при виконанні паяльних робіт.....	114
 Література.....	115
РОЗДІЛ 5. Охорона навколишнього середовища.....	117
5.1. Аналіз проблеми впливу на навколишнє середовище.....	117
5.2. Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.....	117
5.3. Попередження забруднень і спроби зробити довкілля чистішим.....	127
 Література.....	130
ВИСНОВОК.....	135
ЛІТЕРАТУРА.....	137

Вступ

Оскільки забруднювання середовища посилюється, то надзвичайно актуальними є всілякі роботи спрямовані на покращення довкілля людини

Актуальність

Розробка та виготовлення ріноманітних зразків пристроїв та технічних систем, спрямованих на покращення екологічного стану навколишнього середовища людини є надзвичайно актуальним завданням. Натепер в світі існує велике різноманіття технічних пристроїв для виконання відповідних функцій, проте кожна нова робота в цьому напрямку є актуальною. Так, пристрій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації потрібен для контролю чистоти довкілля людей та зменшення впливу шкідливих хімічних речовин на організм.

Мета

Розробити пристрій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації для контролю наявності, кількості, та динаміки змін шкідливих хімічних речовин у навколишньому середовищі.

Для досягнення мети дипломної роботи були виконано ряд наступних задач.

Завдання дипломної роботи

- 1.** Виконати ґрунтовні дослідження з теорії застосування фізичних методів для реєстрації хімічних забрудників навколишнього середовища
- 2.** Виконати патентний пошук прототипів та аналогів пристроїв для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації

3. Розробити пристрій для детектування хімічних речовин у довкіллі
4. Виконати візуалізацію інформації, отриману при детектуванні хімічних речовин на екрані монітору
5. Дану розробку виконати придатною для застосування у навчальному процесі студентів НАУ.

Об'єкт

Пристрій для детектування хімічних речовин у довкіллі із техногенними забруднювачами

Практичне значення

Практичне значення виконаної роботи полягає в тому, що розроблений пристрій дозволить детектувати кількісні характеристики речовин забруднювачів довкілля техногенного походження та надавати користувачу інформацію щодо них. Це сприятиме покращенню якості життя і життєвого довкілля людини та зменшенню рівня захворюваності населення.

Наукова новизна

Наукова новизна виконаної роботи полягає у тому що, для детектування хімічних речовин запропоновано застосувати біотехнічних пристрій-біосенсор, за допомогою якого можна детектувати хімічні речовини - забруднювачі довкілля і отриману інформацію виводити у вигляді електричних сигналів у відповідні електронні інформаційні системи.

Розділ 1

Огляд стану проблем забруднення довкілля шкідливими хімічними речовинами та розробки пристроїв для його детектування

В сучасному світі гостро постає проблема забруднення оточуючого середовища хімічними речовинами техногенного походження та збереження здорового довкілля людини [1].

1.1 Техногенне забруднення середовища людини та його вплив на організм

1.1.1 Шкідливі речовини в вихлопних газах автомобілів

Для того щоб досягти мети та виконати завдання даної роботи, дослідимо фізичний стан атмосфери, та явища пов'язані з її забрудненням. Атмосфера – це повітряна оболонка, яка оточує Землю і пов'язана з нею силою тяжіння. Атмосфера бере участь у добовому обертанні й річному русі нашої планети. Повітря атмосфери – суміш газів, у якому перебувають в завислому стані рідкі (краплинки води) і тверді частинки (дим, пил). Відповідно до зміни температури з висотою в атмосфері виділяють такі шари: - тропосфера; - стратосфера; - мезосфера; - термосфера. Маса атмосфери складає 1/1000000 маси Землі. Однак її роль і значення в житті планети є надзвичайно важливі. Атмосфера виконує наступні функції:

- містить кисень, необхідний для дихання живих організмів;
- є джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу рослин;
- захищає живі організми від космічних випромінювань;
- зберігає тепло Землі і регулює клімат;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин;

- переносить водяну пару по планеті;
- є середовищем життя літаючих форм організмів;
- служить джерелом хімічної сировини й енергії;
- приймає і трансформує газоподібні і пилоподібні відходи.



Рис. 1.1 Основні шари атмосфери

Кількість транспортних засобів, зокрема автомобілів різного типу, невпинно зростає. [9].

Це не може не позначитись на якості повітря, а особливо в густонаселених мегаполісах, де скупчення автомобілів набагато вище за приміські зони. Погіршення стану навколишнього середовища викликає зниження імунітету населення, сприяє зростанню чисельності захворювань. Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, карбюраторах, а також у результаті витоків палива. Головним з них є перший спосіб, на частку якого приходиться близько 2/3 шкідливих викидів

автомобілів в атмосферу. Основними нетоксичними компонентами відпрацьованих газів автотранспортних засобів є нітроген, кисень, пари води і вуглекислий газ. Шкідливі (забруднюючі) речовини, багато з яких небезпечні для здоров'я людини. До токсичних компонентів відносяться: чадний газ, оксиди нітрогену, альдегіди, вуглеводні, сірчистий газ, сажа, бензапірен та ін. . В середньому на території України вихлопні гази автотранспортних засобів зумовлюють 40-45 % забруднення повітря, але в містах вони дають більше 50 % забруднення повітря, причому у великих містах (від 0,5 млн до 1- 1,5 мільйонів жителів) на їх частку припадає 55-70 % , а в дуже великих (декілька мільйонів жителів) містах – більше 85 % від загального обсягу забруднення атмосферного повітря. Українські автомобілі «середнього віку» викидають в атмосферу у 8-10 разів більше шкідливих речовин, ніж подібні європейські. Правильне регулювання паливної системи автомобілів дає змогу знизити кількість шкідливих речовин в 1,5 раза, а спеціальні нейтралізатори (каталітичні доспалювачі) – знизити токсичність вихлопних газів у 6 і більше раз . У разі малої рухливості повітря теплові аномалії над містом охоплюють шари атмосфери у 250-400 м, а контрасти температури можуть досягати 5-6 °С. З ними пов'язані температурні інверсії, що призводять до підвищеного забруднення, туманів та загазованості . [12].

Стан атмосферного повітря-один з головних чинників, які впливають на здоров'я населення. Щороку по всій країні в атмосферу виділяється близько 17млн. тонн шкідливих речовин [11]. Стан атмосферного повітря в Україні викликає занепокоєність екологічних організацій та медиків. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я забруднення повітря є основним чинником захворюваності та смертності в світі. За цим показником вже не один рік лідирує Україна. І, як наслідок, має великий відсоток захворюваності на різні хвороби [11].

Значний вплив на забруднення атмосферного повітря має автомобільний транспорт, кількість якого щороку зростає. Близько 60% забруднення атмосфери припадає на автотранспорт. Один літр спалюваного бензину

приводить до утворення близько 16м³ вихлопних газів. Гази, які виділяються внаслідок спалювання палива у двигунах внутрішнього згорання, містять більше 200 найменувань шкідливих речовин, у т.ч. канцерогени. В своєму складі вихлопні гази містять :чадний та вуглекислий газ оксиди азоту, вуглеводні, сажу, бензпірен та важкі метали. Так, монооксид вуглецю (чадний газ) – це токсична речовина, яка потрапляючи в легені та у кров, «зв’язує» кров’яні тілця, що приводить до кисневого голодування тканин організму і до смерті, але найбільшу небезпеку становлять оксиди азоту, які приблизно в 10 раз небезпечніше, ніж чадний газ. Потрапляючи на слизові оболонки та у кров, оксиди азоту утворюють азотні і азотисті кислоти та інші небезпечні для здоров’я і життя сполуки. Частка токсичності альдегідів відносно невелика і становить 4-5% від загальної токсичності вихлопних газів. Токсичність різних вуглеводнів значно відрізняються між собою, проте особливістю є те ,що ненасичені вуглеводні у присутності діоксиду азоту під впливом сонячного проміння фотохімічно окислюються, утворюючи отруйні кисневміснісполуки.

Виявлені у вихлопних газах поліциклічні ароматичні вуглеводні-сильні канцерогени. Серед них найбільш вивчений бензопірен, крім нього знайдені похідні антрацену: 1,2-бензантрацен, 1,2,6,7-добензантрацен, 4,10-диметил-1,2-бензатрацен.

Зважаючи на наявність сірки і сірчаних сполук у дизельних паливах, та частково у бензинах, до складу відпрацьованих газів можуть входити оксиди сірки, а у разі застосування етилових бензинів-свинець (тетраетилсвинець), бром, хлор, та їх сполуки.

Вихлопні гази накопичуються у нижніх шарах атмосфери, тобто шкідливі речовини знаходяться в зоні дихання людини. Тому автомобільний транспорт варто віднести до категорії найнебезпечніших джерел забруднення повітря поблизу автомагістралей.

Різні хімічні елементи, особливо метали, що накопичуються у ґрунтах, засвоюють рослини і через них по харчовому ланцюгу переходять в організм тварин і людини. Частина з них розчиняються і виносяться ґрунтовими

водами, потім потрапляє в ріки, водойми і вже через питну воду може потрапити у людський організм[12].

Тривалий контакт із середовищем, отруєним вихлопними газами автомобілів, викликає загальне ослаблення організму-імунодефіцит. Крім того, безпосередньо токсичні і шкідливі гази можуть стати причиною різних захворювань: наприклад, дихальної недостатності, гаймориту, ларинготрахеїту, бронхіту, бронхопневмонії, раку легень. Вихлопні гази також можуть викликати атеросклероз судин головного мозку, частково через легеневу патологію можуть виникнути і різні порушення серцево-судинної системи[9].

Частими є випадки отруєння вихлопними газами в т. ч. зі смертельними наслідками автомобілістів у гаражах, закритих стоянках і в середині автомобілів (витоку в салон) за недостатньої чи відсутньої вентиляції. Для боротьби з такими випадками вводяться норми на вентиляцію споруд, пов'язаних з експлуатацією та обслуговуванням автомобілів.

Отже, як ми бачимо, що досягнення науково-технічного прогресу приносить людям не тільки користь, але й шкоду.«За все потрібно платити» – плата за автомобіль – наше здоров'я та наше життя, тому потрібно знаходити якомога більше можливостей для того, аби зменшити вплив автомобіля на навколишнє середовище. [10].

1.1.2 Шкідливі речовини, їх вплив на організм людини та захист працюючих на підприємствах (тяжкої промисловості)

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовують в технологічних процесах.

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через

шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання, або при внесенні їх в рот забрудненими руками.

Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров.

Шкідливі речовини, що потрапили тим, чим іншим шляхом в організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму.

Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень). Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини потрапивши в організм розподіляють в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору в зубах, марганцю в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись в цьому тривалий час. [12].

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватися в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Ступінь несприятливого впливу шкідливих речовин, що присутні в повітрі робочої зони визначається також низкою інших чинників. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, в більшості випадків, підсилюють дію шкідливих речовин [12].

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні медичні огляди.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їх кількість в повітрі перевищує граничну для поживної речовини величину [12].

Під граничною допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній роботі протягом 8 годин або іншої тривалості (40 годин у тиждень) протягом всього трудового стажу не може викликати захворювання або розладів у стані здоров'я та не надає вплив на здоров'я майбутніх поколінь [12].

За величиною ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

- речовини надзвичайно небезпечні - ГДК менше 0,1 мг/м³ (свинець, ртуть, озон);
- речовини високо небезпечні - ГДК 0,1 ...1,0 мг/м³ (кислоти сірчана та солена, хлор, фенол, бром, йод);
- речовини помірно небезпечні - ГДК 1,1... 10,0 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий, оксид цинку);
- речовини мало небезпечні - ГДК більше 10,0 мг/м³ (пари спирту, бензину, ацетону, аміак)

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих включають:

- вилучення шкідливих речовин з технологічних процесів, заміна шкідливих речовин менш шкідливими;
- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосування

- замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів;
- автоматизація: дистанційне управління технологічними процесами та обладнанням, що включає безпосередній контакт працюючих з шкідливими речовинами;
 - герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції аспіраційних укриттів;
 - нормальне функціонування систем опалення, загально обмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очисних викидів в атмосферу;
 - попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють в шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
 - контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
 - використання засобів індивідуального захисту.

1.2 Фізичні основи розробки сенсорних поверхонь електронних детекторів речовин - хімічних забруднювачів

Фізичні моделі деяких сенсорних елементів датчиків хімічного забруднення штучного і природного походження. Науковим підґрунтям для таких розробок може виступати сукупність робіт по селективної хемочутливості поверхонь різних типів скла, різні зразки якого мають специфічну хемочувствительності або самі по собі, або виступаючи в якості підкладки - основи для покриття їх шарами інших специфічних речовин [1].

Відповідні дослідження показали, що навіть для вирішення порівняно простих завдань (наприклад, для зняття вольт-амперних характеристик) при вивченні досліджуваних селективних мембран в живих і штучних об'єктах доводиться стикатися зі значними труднощами. У разі знаходження адекватних фізичних і / або математичних моделей ці

труднощі можуть бути усунені. Не менш важливим завданням для такого моделювання є встановлення фізико-хімічної природи самого явища іонної вибіркості мембран і вирішення питання про те, наскільки біологічні системи можуть вважатися в цьому відношенні винятковими об'єктами в порівнянні з мембранами штучними [2].

Згідно з дослідженнями іонної вибіркості мембран в стаціонарних умовах також важливим є питання моделювання перехідних процесів, які на них відбуваються в ході контактів мембран з молекулами шкідливих хімічних речовин. У зв'язку з цим великий інтерес представляють також спроби моделювання структурних і функціональних порушень штучних і клітинних мембран; обидва кола цих явищ тісно взаємопов'язані і наслідки їх змін можуть бути зареєстровані в експерименті.

У ряді попередніх досліджень було показано [2], що вираженість переважної катіонної або аніонної проникності протоплазматична мембран, а також величини іонної специфічності в залежності від виду клітин можуть дуже сильно відрізнятися в разі розгляду в якості фізичних моделей мембран біологічних клітин.

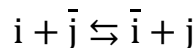
Очевидно, що найбільший інтерес представляють пошуки модельних систем, які виявляють, по-перше, високу іонну вибіркості і, по-друге, характеризуються такими послідовностями проникності для іонів, які можуть вважатися характерними для деяких штучних і протоплазматична мембран. Останнє, зокрема, відноситься до так званого біологічного ряду проницаемостей поверхневих мембран клітин в стані спокою для катіонів лужних металів [3].

Теоретичні основи створення досліджуваних фізичних моделей. Як теоретичних основ при розробці досліджуваних фізичних моделей нами був обраний комплекс робіт по дослідженню взаємодії іонів різних речовин зі скляними поверхнями. Виключно висока специфічність мембран з стеклом певного складу по відношенню до іонів H^+ відома з

времєн дослідження Кремера (Cremer, 1906) і такі мембрани нашілі широке лабораторне та технологічне застосування див., Наприклад, Бейтс, 1968).

Зміна складу стекол призводить до суттєвих змєнєнїям іонної вибірковості мембранних скляних електродов, яка визначається в стаціонарних умовах, а також до зради-вам кінетичних параметрів таких селективних мембран. Ми торкнемося лише стаціонарних характеристик іонної ізбірательності в зв'язку із загальною орієнтацією монографії і з огляду на те, що ці характеристики вивчені найбільш повно.

При описі різниць електричних потенціалів, возні-каюціх на тонких скляних мембранах (скляний елек-трод) в тих випадках, коли останні поділяють середовища з різліч-ним іонним складом, найчастіше використовуються уявлення про іонообмінному рівновазі, встановлюється на кордонах розділу скло-розчин. Іонообмінна теорія скляного електрода, розроблена Б. П. Нікольським (1937), передбачала існування в матеріалі скла іонообмінних місць і процесів іонного обміну:



де i і j - катіони в розчині, наведеному в зіткнення зі склом,

\bar{i} - \bar{j} - ті ж катіони, пов'язані фіксованими негативними зарядами матриці скла.

Різниця потенціалів в цьому випадку може бути представлена рівнянням Нікольського

$$\varphi = \frac{RT}{F} \ln \frac{a_i + \sum^n K_{ij} a_j}{a_i + \sum^n K_{ij} a_j}, \quad (1)$$

Де φ константа іонного обміну. При виведенні цього рівняння були зроблені припущєння щодо того, що іонообмен-ние місця в матеріалі скла доступні для будь-якого з обмінюються катіонів, активності катіонів в склі пропорційні їх Мольн часткам, а трансмембранная різниця потенціалів

цілком визначається сумою двох граничних стрибків потенціалу, тобто внеском дифузійного потенціалу можна знехтувати [7].

Рівняння Нікольського пророкує строго определенную форму переходу від однієї катіонної функції мембран до другий при зміні катіонного складу однієї з середовищ, що розділяються мембраною. Так, при зміні концентрації або активності іонів H^+ в середовищі при сталості активності іонів Na^+ зміни різниці потенціалів повинні бути такими [7].

Експериментально отримується залежність для області переходу від однієї катіонної функції до іншої часто істотно відрізняється від передбачали простий іонообмінної теорією (Нікольський, 1937). Для пояснення такого роду аномалії Ейзенманом і співробітниками (Eisenman et al., 1957) було пропозовано емпіричне рівняння виду

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{F} \ln \left[a_i^{1/n} + \sum^n (K_{ij} a_j)^{1/n} \right]^n$$

Поверхні детекторів хімічних речовин для відповідних пристроїв ґрунтують на теоріях хемочутливих середовищ та поверхонь, які почали розвивати вчені ще починаючи з 30 років ХХ ст.. Це роботи Нікольського та його послідовників [ссылки]. Ці роботи отримали подальше продовження в роботах Лев А.А. []. У 1970-х роках, а також відчизняні дослідники працюють з 1970-80-х по цей час

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + K'_{ij} a_j) + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + a_{ij} K'_{ij} a_j)$$

Б.П. Нікольським і його співробітниками були отримані теоретично обґрунтовані рівняння, задовільно описують складні форми переходів від однієї катіонної функції стекл до іншої (Нікольський, 1953; Нікольський і Шульц, 1962,1963; Нікольський і др., 1963). В частості, розтягнутий перехід, добре описується рівнянням [7].

Це рівняння відповідає умовам малої дисоціації йоногенних груп скла в їх і-й і j-й формах.

Константа в цьому випадку відрізняється від константи рівняння Нікольського (1), але пов'язана з останнім співвідношенням:

$$K'_{ij} = K_{ij} a_{ij}^{-1/2}$$

Де $a_{ij} = k_i/k_j$ - додатковий коефіцієнт, що характеризує відмінність міцності зв'язку йоногенних груп скла з іонами I та j.

Рівняння (3) може бути поширене також на випадок, коли в розчинах присутні три види катіонів (Белнютін і Лев, 1965):

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + K'_{ij} a_j + K'_{ik} a_k) + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + a_{ij} K'_{ij} a_j + a_{ik} K'_{ik} a_k) .$$

Це рівняння на відміну від емпіричного рівняння Ейзенмана може бути з успіхом використана для опису електродного поведінки стекол в розчинах, що містять три види катіонів в тих випадках, коли виявляється уповільнений перехід від однієї електродної функції до іншої. Останнє було перевірено експериментально (Нікольський та ін., 1967; Белнютін і ін., 1968) при дослідженні концентраційних залежностей потенціалів скляних електродів, виготовлених з натрієво-алюмосілікатного скла (NAS 27.5-4.5) і калій-галлиевого скла (KGaS 22-0.7) .

Ці дослідження показали, що при постійній іонній силі розчинів і змінних концентраціях іонів H⁺, Na⁺ і K⁺ константи K'_{HNa} і в тому числі a_{HNa} можна вважати постійними. Слід, однак, зауважити, що при відносно малих іонних силах ті ж константи вже не зберігаються постійними.

У той же час ряд умов реального практичного застосування розроблюваних пристроїв різко обмежує коло систем, які можна було б застосувати в якості моделей. У зв'язку з цим необхідно розглядати також такі модельні системи, як скляний електрод, бойтнеровські ланцюга, що включають шари неполярних розчинників, модельні мембрани Ілан і деякі зразки іоноселективних біслойних фосфоліпідних мембран. [7].

Поверхні детекторів хімічних речовин для відповідних пристроїв ґрунтують на теоріях хемочутливих середовищ та поверхонь, які почали розвивати вчені ще починаючи з 30 років ХХ ст.. Це роботи Нікольського та його послідовників [6]. Ці роботи отримали подальше продовження в роботах Лев А.А. [5]. У 1970-х роках, а також відчизняні дослідники працюють з 1970-80-х по цей час.

Однією з найцікавіших особливостей електродних окулярів є здатність отримувати різні значення катіонних коефіцієнтів селективності шляхом варіювання їх складу. Найповніше з цього приводу вивчені системи алюмосилікатних стекол (Na_2O (або K_2O) — Al_2O_3 — SiO_2) та алюмо-боросилікатних склянок (Na_2O (або K_2O) — Al_2O_3 — B_2O_3 — SiO_2). Для першої системи існують ізотерми, що характеризують залежність констант K_{ij} від катіонів лужних металів від частки оксидів у склі. Номери таких діаграм, що характеризують залежність K_{KNa} від складу алюмосилікатних склянок натрію, отримані в експериментальних умовах. Систематичні дослідження, пов'язані з цією та низкою інших систем електродного скла, проведені Айзенманом, показали, що значення K_{Ki} та послідовність катіонів лужних металів, розташованих у лініях - послідовності відповідно до збільшення цих коефіцієнтів, що, як наслідок, пов'язане з функцією скла скла. Що стосується останньої, то із загальної кількості 120 можливих перестановок експериментально було виявлено лише 11 різних послідовностей.

Під час вивчення мембран електродних стекол різного складу було встановлено, що значення їх специфічності для катіонів лужних металів можна однозначно передбачити, якщо відома величина однієї з констант катіонної специфічності, зокрема K_{KNa} . Також були знайдені показані залежності змін зміни вільної енергії Гіббса (ΔF_{ij}) для реакції іонообміну для всіх катіонів лужних металів та іонів H^+ від величини зміни вільної енергії реакції іонообміну K^+ та Na^+ (ΔF_{KNa}). Прийнято, що константа рівноваги реакцій іонообміну дорівнює константам специфічності катіону, встановленим потенціометричними визначеннями, наприклад, при вимірюванні значень біонічних потенціалів

$$\Delta F_{ij} = F\phi_{ij} = -RT \ln K_{ij} \quad (5) \quad (5)$$

Айзенман (Eisenman, 1961, 1962, 1965b, 1967b, 1973) розробив загальну теорію іонної специфічності, застосовну як для пояснення специфічності іонообмінних матеріалів, таких як електродні окуляри, так і специфічності, виявленої у випадку рідинного іонообміну мембрани та мембрани, що містять циклічні комплексоутворювачі. Ця теорія базується на розгляді атомних моделей місць, які містять катіони в мембрані або в результаті кулонівського притягання (кулонівського притяження) (за наявності негативного заряду), або внаслідок іонно-дипольних взаємодій (у випадку нейтральна група з дипольним моментом).

Зміни вільної енергії під час реакції повного обміну між скляним матеріалом та розчином (ΔF_{ij}) можна визначити, якщо різниця у внутрішній енергії гідратації іонів, що беруть участь в процесі обміну ($U_i - U_j$), і різниця внутрішніх іонів енергії в мембрані ($U_i - U_j$):

$$\Delta F_{ij} = -RT \ln K_{ij} = (U_i - U_j) - (U_i - U_j)$$

Першу з внутрішніх енергетичних різниць у контролі (6) можна знайти на основі табличних даних. Різницю між внутрішніми енергіями катіонів в іонообмінному матеріалі, такому як скло, можна наблизити,

якщо є певне умовне значення r -, крім радіуса кристала катіона, що визначається відстанню найближчого підходу катіона до електричного центру ваги аніонного місця в склі. Ця величина, яка характеризує силу аніонного поля місць іонообміну, згідно з розглянутою теорією визначає іонну селективність мембрани.

У тому випадку, коли сила аніонного поля ділянки, яка пов'язує катіон в мембрані, невелика (тобто величина r - висока), з двох катіонів, що беруть участь в процесі обміну, той, що має більший кристалічний радіус ; оскільки в цьому випадку різниця менша порівняно з різницею, і остання визначатиме перевагу переходу іонів у мембранну матрицю. У цьому випадку послідовність катіонів лужних металів, розташованих у порядку зменшення специфічності мембрани, буде відповідати послідовності зменшення кристалічних радіусів:

$\text{Cs} +> \text{Rb} +> \text{K} +> \text{Na} +> \text{Li} +> \text{H} +.$

При достатньо малих значеннях r -, тобто великої сили поля аніонів, з двох вищезазначених різниць значень внутрішніх енергій, що визначають перехід іонів в матрицю мембрани, буде різниця внутрішніх енергій катіони в мембрані. У цьому випадку перевага віддається іонам з меншими кристалічними радіусами, що призводить до спотворення щойно заданої послідовності катіонів. Отримані ізотерми, що характеризують специфічність іонного обміну зі зміною величини r -, і вказані зони, що відповідають вже згаданим 11 послідовностям катіонів лужних металів, передбачені теорією.

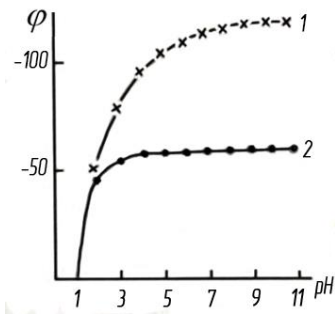


Рис.1.2 Залежність різниці потенціалів на мембрані з електродного скла NAS 17.5-10 від рН = 0.1 М розчинів KCl (крива 1) і NaCl (крива 2)

По осі абсцис - рН зовнішнього розчину, в який занурений скляний електрод. По осі ординат - різниця потенціалів в ланцюзі скляного електрода, всередині якого знаходиться 0.1 М розчин HCl. Перехід від водневої до металеві (натрієвої) електродної функції для кривої 2 описується рівнянням іонообмінної теорії Б.П. Нікольського. Більш розтягнутий перехід від воородной до металеві (калієвої) функції, представлений кривою 1, може бути описаний рівнянням (3) або (2).

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + K'_{ij} a_j + K'_{ik} a_k) + \frac{RT}{2F} \ln(a_i + a_{ij} K'_{ij} a_j + a_{ik} K'_{ik} a_k).$$

На відміну від емпіричного рівняння Ейзенмана, це рівняння можна успішно використовувати для опису поведінки електродів окулярів у розчинах, що містять три типи катіонів у випадках, коли виявляється повільний перехід від однієї функції електрода до іншої. Останнє було зареєстровано експериментально під час вивчення концентраційних залежностей потенціалів скляних електродів, виготовлених із натрієво-алюмінієво-силікатного скла (NAS 27,5-4,5) та калієво-галієвого скла (KGS 22-0,7)

Ці дослідження показали, що при постійній іонній силі розчинів і змінних концентраціях іонів H⁺, Na⁺ та K⁺, константи та, а також і можуть вважатися справді постійними. Однак слід зазначити, що при

відносно малих іонних силах (10^{-2} - 10^{-3}) ті самі константи вже не можуть бути константами.

В цьому випадку виявляються зміни потенціалу скляного електрода в часі при зміні іонного складу розчинів, які можуть бути віднесені за рахунок мінливості констант катіонної специфічності. Крім того, катіонна вибірковість скляних електродів, що визначається в стаціонарних умовах, залежить від того, в яких розчинах попередньо витримуються (зберігаються) скляні електроди

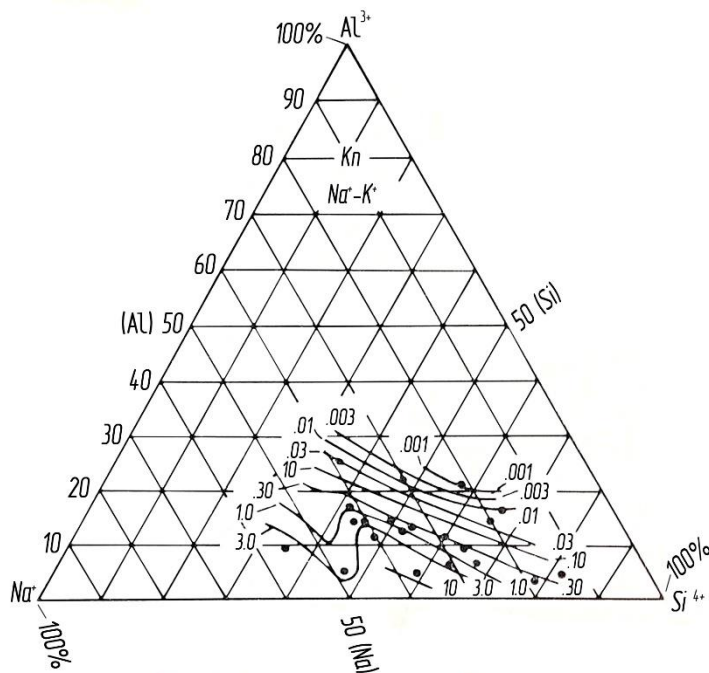


Рис. 1.3. Діаграма контурів ізоспецифічності (постійних значень коефіцієнта специфічності K_{KNa}) для системи натрієво-алюмосилікатного скла (Eisenman et al., 1957; Isard, 1967).

По боках трикоординатної діаграми складу скла вказані атомні відсотки Na, Al і Si. Криві з'єднують точки діаграми з рівними значеннями величини K_{KNa} , які вказані для кожної кривої.

Хоча питання про залежність катіонної вибірковості скляних електродів від концентрації солей в розчинах або їх іонної сили ще не можна вважати достатньо дослідженим проте складається враження, що

специфічність істотно зменшується при зниженні іонної сили до значення 10^{-3}

Однією з найцікавіших особливостей електродних стекол є можливість при варіюванні їх складу отримувати різні величини коефіцієнтів катіонної вибірковості. Найбільш повно в цьому відношенні вивчені системи алюмосилікатних (Na_2O (або K_2O) - Al_2O_3 - SiO_2) і алюмо-боросилікатних (Na_2O (або K_2O) - Al_2O_3 - B_2O_3 - SiO_2) стекол. Для першої системи існують ізотерми, детально описують залежність констант K_{ij} для катіонів лужних металів від частки оксидів в склі. На рис. 2 показана одна з таких діаграм, що характеризує залежність величини K_{KNa} від складу натрієвих алюмосилікатних стекол. Систематичні дослідження, що відносяться до цієї та низки інших систем електродних стекол, проведені Ейзенманом, показали, що величини K_{Ki} і послідовність катіонів лужних металів, розташованих в ряд по возрастанию цих коефіцієнтів, також є функцією складу стекол, причому із загального числа 120 можливих перестановок експериментально виявляються тільки 11 різних послідовностей (рядів).

Б. Теоретична основа функціонування деяких хемочутливих детекторів. Винайшовши хімічно чутливі детектори для описаної вище інформаційної системи ASCOP, ми вирішили, що науковою основою для таких розробок може бути комплекс робіт на селективних хімічно чутливих поверхнях різних типів скла, різні зразки яких мають специфічну хімічну чутливість або самі по собі, або діючи як підкладка - основа для покриття їх шарами інших специфічних речовин.

Однією з найцікавіших особливостей електродних окулярів є здатність отримувати різні значення катіонних коефіцієнтів селективності шляхом варіювання їх складу. Найповніше в цьому відношенні вивчені системи алюмосилікатних стекол (Na_2O (або K_2O) — Al_2O_3 — SiO_2) та алюмо-боросилікатних (Na_2O (або K_2O) — Al_2O_3 — B_2O_3 — SiO_2) [4]. Для

першої системи існують ізотерми, що характеризують залежність констант K_{ij} від катіонів лужних металів від частки оксидів у склі. Номери таких діаграм, що характеризують залежність $KKNa$ від складу алюмосилікатних склянок натрію, отримані в експериментальних умовах. Систематичні дослідження, пов'язані з цією та низкою інших систем електродного скла, проведені Айзенманом, показали, що значення KK_i та послідовність катіонів лужних металів, розташованих у лініях - послідовності відповідно до збільшення цих коефіцієнтів, що, як наслідок, пов'язане з функцією скла скла. Що стосується останньої, то із загальної кількості 120 можливих перестановок експериментально було виявлено лише 11 різних послідовностей [4].

Під час вивчення мембран електродних стекол різного складу було встановлено, що значення їх специфічності для катіонів лужних металів можна однозначно передбачити, якщо відома величина однієї з констант катіонної специфічності, зокрема $KKNa$. Також були знайдені показані залежності змін зміни вільної енергії Гіббса (ΔF_{ij}) для реакції іонообміну для всіх катіонів лужних металів та іонів H^+ від величини зміни вільної енергії реакції іонообміну K^+ та Na^+ ($\Delta FKNa$). Прийнято, що константа рівноваги реакцій іонного обміну дорівнює константам специфічності катіону, встановленим потенціометричним визначенням, наприклад, при вимірюванні значень бііонічних потенціалів [4]:

$$\Delta F_{ij} = F\phi_{ij} = -RT \ln K_{ij}$$

Айзенман [4] розробив загальну теорію іонної специфічності, застосовну як для пояснення специфічності іонообмінних матеріалів, таких як електродні окуляри, так і специфічності, виявленої у випадку рідких іонообмінних мембран та мембран, що містять циклічні комплексоутворювачі. Ця теорія базується на розгляді атомних моделей місць, які містять катіони в мембрані, або в результаті кулонівського

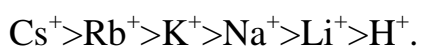
притягання (за наявності негативного заряду), або внаслідок іонно-дипольних взаємодій (у випадку нейтральної групи з дипольний момент).

Зміни вільної енергії під час реакції повного обміну між скляним матеріалом та розчином (ΔF_{ij}) можна визначити, якщо різниця у внутрішній енергії гідратації іонів, що беруть участь в процесі обміну ($U_i - U_j$), та різниця внутрішніх енергій іонів у мембрані ($\bar{U}_i - \bar{U}_j$)

$$\Delta F_{ij} = -RT \ln \bar{K}_{ij} = (U_i - U_j) - (\bar{U}_i - \bar{U}_j)$$

Першу з внутрішніх енергетичних різниць у контролі [4] можна знайти на основі табличних даних. Різницю між внутрішніми енергіями катіонів в іонообмінному матеріалі, такому як скло, можна наблизити, якщо є певне умовне значення r -, крім радіуса кристала катіона, що визначається відстанню найближчого підходу катіона до електричного центру ваги аніонного місця в склі. Ця величина, яка характеризує силу аніонного поля місць іонообміну, згідно з розглянутою теорією визначає іонну селективність мембрани.

У тому випадку, коли сила аніонного поля ділянки, яка пов'язує катіон в мембрані, невелика (тобто величина r - висока), з двох катіонів, що беруть участь в процесі обміну, той, що має більший кристалічний радіус; оскільки в цьому випадку різниця менша порівняно з різницею, і остання визначатиме перевагу переходу іонів у мембранну матрицю. У цьому випадку послідовність катіонів лужних металів, розташованих у порядку зменшення специфічності мембрани, буде відповідати послідовності зменшення кристалічних радіусів



При достатньо малих значеннях r -, тобто великої сили поля аніонів, з двох вищезазначених різниць значень внутрішніх енергій, що визначають перехід іонів в матрицю мембрани, буде різниця внутрішніх енергій катіони в мембрані. У цьому випадку перевага віддається іонам з

меншими кристалічними радіусами, що призводить до спотворення щойно заданої послідовності катіонів. Отримано ізотерми, що характеризують специфічність іонного обміну із зміною величини r -, і вказані зони, що відповідають вже згаданим 11 послідовностям катіонів лужних металів, передбачені теорією [4]. Зауважимо, що при поступовому збільшенні величини r -, тобто при поступовому зменшенні напруженості аніонного поля, перше порушення послідовності визначається перегрупуванням іонів Li^+ і Na^+ , що призводить до серія $Na^+ \gg Li^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$ (серія X). Наступна перебудова з подальшим зменшенням сили аніонного поля призводить до того, що іони Li^+ вже на третьому місці: $Na^+ > K^+ > Li^+ > Rb^+ > Cs^+$ (серія IX) [4].

При зворотному напрямку зміни сили аніонного поля від найменших значень, тобто при поступовому зменшенні величини r -, перша перебудова пов'язана з Cs^+ і Rb^+ , стосується іонів Cs^+ і Rb^+ , що дає $Rb^+ > Cs^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$ серії (серія II). Друга перебудова переміщує іони Cs^+ на третє місце: $Rb^+ > K^+ > Cs^+ > Na^+ > Li^+$ (серія III) [4]. Слід зазначити, що зміна серій II, III та IV відбувається в дуже вузькому діапазоні змін величини r - тобто характерного "біологічного" ряду проникності катіонів лужних металів $K^+ > Rb^+ > Cs^+ > Na^+ > Li^+$ (серія IV) при дуже незначному зменшенні напруженості поля замінюється серією III, в якій на першому місці стоять іони Rb^+ [4].

Сила аніонного поля місць іонообміну в склі визначається хімічною структурою місць іонообміну і навіть більше - станом атомів кисню. Це було продемонстровано в числових публікаціях Нікольського та ін. співавт., Айзенман, Белюстін і Шульц, Нікольський і Шульц, Шульц та співавт. [4]. Якщо в кристалічну решітку основного формувача скла (зокрема, SiO_2) вводяться елементи, що порушують цю решітку; і вони перешкоджають полімеризації (наприклад, Na^+ , Li^+ та ін.), це призводить до появи груп SiO - з високою аніонною силою і виявлення більшої

спорідненості до катіонів з малим кристалічним радіусом. Ці окуляри включають звичайні H^+ -специфічні зразки, які використовуються для приготування водневих скляних електродів. Аніонні ділянки з високою іонною силою в результаті гідролізу можуть з'являтися на поверхні чистого кварцу за Ейзенманом [4].

При введенні в скло оксидів типу B_2O_3 , Al_2O_3 або Ga_2O_3 у цих склянках утворюються сильні кислотні групи. Міцність зв'язування іонів H^+ в цьому випадку зменшується, функція водневого електрода відповідно зменшується, і реєструються функції металевих електродів. Айзенман, який детально досліджував, як уже згадувалося, систему натрієво-алюмосилікатних стекол, вважає, що введення Al_2O_3 у скла скла призводить до появи таких місць, як $(AlOSi)^-$ і характеризується відносно низькою аніонною силою. Для склянок потрібної системи (наприклад, алюмосилікату натрію) збільшення частки оксиду Al_2O_3 повинно призвести не тільки до появи яскраво вираженої металеві функції, але і до поступового переходу від літієво-натрієвої специфічності до бажаної калієвої -цезійна специфіка. Було зареєстровано, що співвідношення мольних часток Na_2O / Al_2O_3 почало визначати катіонну специфічність окулярів.

Якщо припустити, що аніони F^- , Cl^- , Br^- та I^- , що відрізняються значеннями кристалічних радіусів, можуть певною мірою імітувати аніонні ділянки в скляній матриці, то можна порівняти значення в точках, що відповідають кристалічні радіуси цих аніонів на ізотермах, отриманих за теорією Ейзенмана, з табличними даними про нагрівання та величини вільних енергій, утворення галогенідів різних лужних металів у їх двоатомному газоподібному стані.

Такі порівняння, які показали надзвичайно хорошу збіжність між експериментальними та розрахунковими значеннями різниці енергій (за Ейзенманом), є вагомим аргументом на користь цієї теорії.

Розділ 2

Прототипи та аналоги: пристрої для детектування різних видів речовин-забруднювачів навколишнього середовища

В даному розділі наведена інформація щодо деяких існуючих у світі пристроїв для детектування різних типів забруднень навколишнього середовища

2.1. Методи детектування хімічних речовин на поверхні

Розглянемо винахід, що стосується загалом методу і пристрою для виявлення хімічних речовин і біологічних агентів. Більш конкретно, це стосується портативного електронного пристрою та картку, за допомогою якої можна збирати та \ або кількісно визначити хімічні речовини в навколишньому середовищі.

Винахід-прототип складається з двох компонентів, електронного пристрою

з оптичною системою, яка може читати, інтерпретувати та відображати а

діапазон кольорів, розроблений на подушечці та картці, що містить це прокладка та містить капсули з рідким реагентом, які можуть бути активується в контрольованій послідовності, нагрівається або сушиться і використовується для створення шаблону кольорів, специфічного для обмеженого діапазону хімікати.

2.1.1 Опис відповідного рівня винаходу

Існує відчайдушна потреба в вдосконаленому методі виявлення рівня слідів певних хімічних речовин. Це найкращий приклад піддані недавнім вибухам терористів, що сталися в Росії багатьох країнах по всьому світу. [13].

Тисячі солдатів та мирних жителів були вбиті та десятки тисяч поранених тим, що прийнято називати. Імпровізовані вибухові пристрої або СВУ. Вони варіюються від саморобні вибухові речовини, що утворюються з наявних у продажу такі сполуки, як пероксид та ацетон, які використовувались у другий вибух у Лондоні у 2006 році; до більш вишуканих пристроїв, виготовлених із практично не виявлених вибухових речовин, таких як "Semtex", що містять заряди, що утворюються у вибуховій речовині. Останній виявився особливо ефективним засобом для знищення, при якому фугас знаходиться під фасонним металом

диск. Мобільний телефон або дротовий детонатор вбудований у вибухівку, яка потім спрацьовує з віддаленого місця. Металевий диск вибухом плавиться і утворює рідкий снаряд, здатний пробивати дюйми сталевого броньованого покриття. Незважаючи на враження, яке створюють різні джерела на публіці пам'ятайте, немає можливості виявити ці вибухові пристрої один раз зроблені та приховані при узбіччі дороги. Як повідомляє Depart

Дослідження справедливості, різновид фугасних вибухових речовин, що використовуються терористи не виробляють пари і не можуть бути виявлені хімічними датчиками на основі пари, на які іноді посилаються як "нюхачі" або як собачі одиниці.

Крім того, немає можливості ефективно виявити або заблокувати використання мобільного телефону як ефективного детонатора. Крім того, "Хамві", як і транспортні засоби, що використовуються для захисту солдатів, не можуть мати достатньої броні для запобігання заgonу етрація вибуховими речовинами, що утворюються. Словом, у нас немає ефективна зброя проти цих пристроїв.

Справа ще більше ускладнюється пероксидними типами вибухові речовини, де компоненти містяться в лаку для нігтів і миюча рідина. Хоча ці сполуки легко виявити за рахунок випаровування вони всюдисущі роблять виявлення парів марним.

У значній, але менш драматичній обстановці нам бракує ефективності портативні пристрої для виявлення слідів багатьох інших ком фунтів, таких як наркотики та біологічні агенти. Біологічний агенти варіюються від тих організмів, для яких можна використовувати біотеррор, такий як спори сибірської виразки, до важливих причин харчування отруєння. Нещодавно з забруднення шпинату та арахісового масла там, де переносно портативний детектор дозволив би більш швидку ідентифікацію катування та викорінення джерела Стверджується, що рентгенологічне обстеження багажу є ефективним стримуючий фактор для тих, хто намагається вибухнути літак, але це так однаково очевидно, що детонація фугасу будь-яка де в терміналі аеропорту спричинить стільки смерті і зрив як детонація вибухівки в літаку. Це засвідчили нещодавні події у Глазго, Шотландія

внаслідок чого вибуховий пристрій знаходився в машині, яка вїхала в термінал аеропорту і не був би виявлений існуючим методами. Використання ручного портативного пристрою дозволило б встановити "присутність" для персоналу охорони за межами межі областей перевірки багажу, що забезпечують покращений стримуючий засіб. Для виявлення хімічних слідів існують фізичні методи та хімічні методи. Фізичні методи включають взаємодію випаровуваної молекули електронним детектором. Одним із загальноприйнятих методів називають спектри іонної рухливості копію або IMS виглядає наступним чином. Зразок збирається на подушку для проведення пальцем. Потім колодку поміщають у потужне електричне поле або поруч джерело випромінювання і молекули зразка розпадаються на іони, які є меншими електрично зарядженими фрагментами. Потім ці іони електрично прискорюються в трубку проти потік інертного газу. Газ уповільнює іони, і вони падають на електронні детектори. Як далеко вони просуваються вниз Трубка визначається розміром іонів і зарядом. Якщо пробу тротилу збирають, іонізують і передають трубки, її складові частини потраплять на детектори при конкретні місця, які зберігаються машиною[14]. Якщо an невідоме з'єднання, яке вважається тротилом, збирається і іон якщо швидкість потоку газу та електричне прискорення відсутні змінені, тоді частинки повинні потрапляти в ті ж місця в подібних пропорцій, і машина виявить його як тротил.

Ці машини надзвичайно чутливі та потужні раторні інструменти. Однак вони не так добре працюють при використанні скринінговий інструмент через коливання атмосферного тиску, високі концентрації доброякісних сполук та загальні показники складності пристрою. Ці загальні змінні викликають пристрій для сигналізації, якщо немає вибухової речовини або гірше тим не менше, пропустити справжню вибухівку. Крім того, для цих пристроїв потрібен а постачання газу важкі, дорогі і вимагають до 20 хвилин калібрування та часу нагрівання перед використанням.

Подальший фізичний метод передбачає використання селективного полімер для зв'язування вибухової речовини, коли пара проходить через датчик. Це зв'язування викликає фізичні зміни, такі як те, як це взаємодіє зі світлом або мікроскопічним збільшенням ваги, що потім виявляється в електронному вигляді. Ці пристрої також мають виявився неефективним в реальних умовах, оскільки існують мільйони подібних молекул у навколишньому середовищі. Деякі з ці молекули присутні у дуже високих концентраціях, і ці «подібні сполуки неспецифічно зв'язуються з полімером і виявляються або блокують виявлення реального агента.

Для ефективного виявлення багатьох вибухових речовин, спочатку зразок потрібно зібрати на серветку, а потім випарити

переміщено через датчик. Щоб бути взагалі ефективним, хімікати, що зв'язують, повинні бути здатні пов'язувати лише дуже обмежені[15].

Підмножина молекул у вузькому діапазоні концентрацій. А велика проба справжньої сполуки переповнить детектор і вимагати виведення пристрою з експлуатації та його очищення перед подальшим використанням.

Всі фізичні методи вимагають великих, менш портативних машини, часте калібрування, велике навчання і є загалом дорогий; вартістю понад 30000 юанів за одиницю.

Хоча фактичний аналіз може зайняти лише секунди, теплий час, калібрування та повторне калібрування зазвичай вимагають 30 хвилин для запуску 10 зразків.

Часом для ефективного виявлення в існуючих методах зразки повинні бути розведені до ефективного діапазону виявлення пристрій, що вимагає попереднього знання зразка або багаторазове тестування, а також вдосконалений досвід у цій процедурі Dure.

Ці пристрої дуже схильні до помилок, якщо їх переміщують або виставляють

до різних температур. Більшість систем мають електричні вимоги 120 В змінного струму та мають значні витратні матеріали

Такі як газові балончики та датчики заміни.

Хімічні методи менш різноманітні. По суті, для виявлення вибухонебезпечних сполук, усі ці методи використовують а аналогічна група хімічних речовин, опублікована в хім тексти протягом десятиліть. Ці хімічні речовини реагують у рідкому середовищі з певними функціональними групами на вибухових речовинах і забезпечують помітну зміну кольору.

Подібні методи кольорової хімії існують для наркотиків та багато біологічних молекул. Крім того, специфічні антитіла може бути позначений кольоровою позначкою і прив'язаний до цільової молекулі в рідкому середовищі. Найпоширеніший приклад який є всюдисущим тестом на вагітність у сечі.

До цього винаходу хімічними методами були обидва небезпечний у виконанні та технічно складний у виконанні.

Вони вимагали застосування їдкого та кислого ком фунтів і нагрійте тест-площадку, щоб отримати тонкий колір зміни, які важко було правильно інтерпретувати на око. Існують Варіанти здійснення способу включають розпилення на реагентів, скидання реагентів із пляшки-крапельниці або подрібнення скляної ампули.

У деяких версіях оператор повинен відрегулювати процедуру на основі початкових результатів. В інших варіантах здійснення оператори повинні

ретельно відстежуйте процедуру та ігноруйте певні кольори, навіть якщо вони правильного кольору, але розвиваються не в той час. Всі існуючі втілення читаються людським оком і є схильний до помилок внаслідок індивідуального сприйняття кольору, навколишнього середовища освітлення та температурні умови.

Як приклад, одна така існуюча кольорова хімія метод включає розпилення першого реагенту на серветку, яка проводиться папером. Якщо жоден колір не розвивається або якщо колір не з вибраної обмеженої групи, потім розпорошується другий реагент. Залежно від часу та кольору, які тоді можуть бути професійними може бути доданий третій реагент. Якщо залишити його, проведіть пальцем самостійно, змінивши колір, який слід ігнорувати. Всі на ці зміни суттєво впливає точність обприскування та температура навколишнього середовища.

В іншому варіанті користувач повинен додати краплі розчину з пляшки. Таймер контролює теплову реакцію, а рожевий або оранжеве забарвлення свідчить про позитивний результат для деяких вибухонебезпечних, однак, сірий та фіолетовий кольори - ні. На жаль ці кольори можуть вироблятися в присутності загальних такі сполуки, як червоне вино або чорнило, і неправильно взаємодіють передбачається як позитивний результат. Якщо рожевий або оранжевий колір не розвивається, додається другий реагент і тепло подається повторно. Знову ж таки, якщо

особливі кольори розвивають це позитивне виявлення, але наявність інших кольорів немає. Глушення цих кольори, особливо в умовах сильного або слабого освітлення, можуть повністю затуманити позитивний результат. Крім того, реагенти псуються в пляшках під впливом повітря і є надзвичайно терпкий, вимагає від оператора одягу в особистому одязі захисні засоби у будь-який час, такі як захисні окуляри та рукавички блоку виявлення хімічних речовин із компонентом картки. Блок виявлення хімічних речовин з оптичною камерою зчитування. компонент, що показує потрапляння в оптичну читальну камеру

2.1.2 Подробний опис винаходу

Даний винахід полегшує вищезазначені проблеми, забезпечуючи простий, ручний, акумуляторний, чутливий і конкретний блок, що не вимагає зовнішнього калібрування, здатність працювати в широкому діапазоні середовищ із широкою динамікою діапазон та операція типу “plug-and-play”. Гнучка кришка Сули, що містяться на картці, надійно закривають і захищають реагенти. Одного разу проведши поверхнею і помістивши в машина, пристрій контролює послідовність додавання рідини та опалення. Оптичний вузол забезпечує контрольоване освітлення мінімування на певних довжинах хвиль, будь-яку з яких можна повернути на окремо за допомогою контрольного програмного забезпечення.

Детектор містить кольоровий фільтр, що налаштовується програмним забезпеченням

визначає і виявляє конкретні довжини хвиль як за межами, так і за їх межами

видимий людиною спектр, що дозволяє об'єктиву та чуттєвість

тивне вимірювання кольору. При бажанні пристрій може працювати

флюороскопічно з використанням різних освітлювальних та детектуючих довжин хвиль.

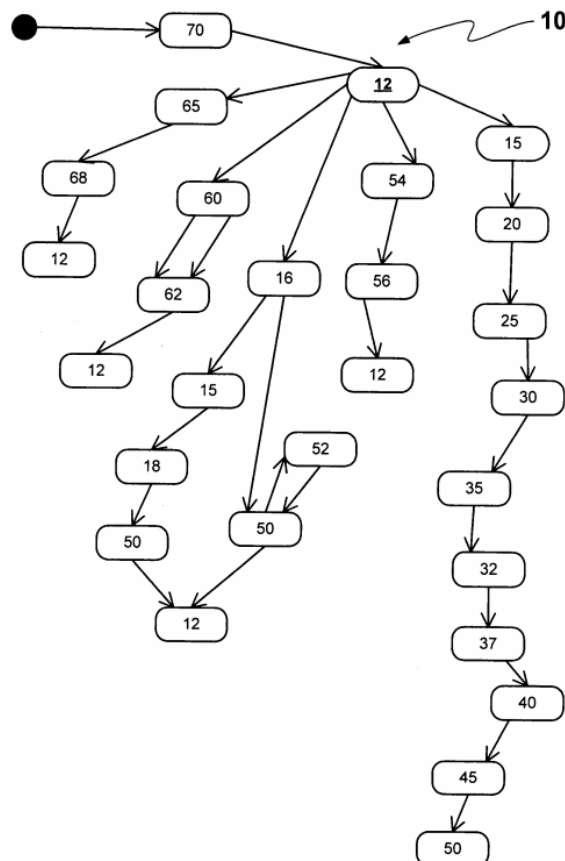


Рис. 2.1 - оглядова блок-схема способу операції

Спосіб роботи блоку хімічного виявлення (CDU) з компонентом картки.

Коли CDU включений, він

проходить процедуру завантаження та виконує апаратне забезпечення самостійно

перевірка. Після ввімкнення пристрою процедура завантаження системи включає тести програмного забезпечення для самодіагностики

визначити стан та зручність використання важливих пристроїв

системи. Якщо збоїв або помилок підсистеми не виявлено, файл

Для взаємодії з користувачем відобразатиметься головне меню. Якщо an

помилка виявлена, користувач буде попереджений та забезпечений

інструкції щодо пом'якшення наслідків. Налаштовуються різні налаштування пристрою

ugable користувачем під час виконання. Меню налаштувань 65 надає

користувач зі списком налаштувань, що змінюються користувачем 68, а також

доступ до діагностичного статусу для вибраних підсистем

пристрою. Якщо необхідна допомога в операції, це меню довідки 54

представлено та з'явиться меню довідки 56.

Досі посилаючись на Рис. 2.1, коли обраний варіант тестування,

CDU запитує сканування штрих-коду 15 і сканування користувачем

штрих-код компонента картки. Якщо сканування є дійсним, файл

картковий компонент для тестування вставляється в CDU, де його

наявність виявляється. Оптична система зчитує початковий колір, що відповідає спектральній картині композиції картки

після збору зразка невідомих мікроелементів на

панель гнучкого компонента картки, але до ініціювання

процес виявлення. Це читання зазвичай використовується для кольорів корекція упередженості. Зразок невідомого мікроелемента є зібрані на майданчику компонента картки. Реакція невідомий зразок мікроелементів, зібраний на подушці змішані з рідкими реагентами та розчиняють сполуки, що містяться щонайменше в одну гнучку стінну капсулу, вбудовану в картку компонент, де реакція ініціюється після введення картка в блоці хімічного виявлення, що викликає стінки капсули, щоб поступатись потоку рідини, встановлюючи комунікацію рідини між капсулами та прокладкою. Це досягнуто вивільненням хімікатів та іншого вмісту першої капсули а подача тепла 30 стимулює реакцію з невідомий мікроелемент. Рідинний зв'язок може бути встановлюються за допомогою специфічних шляхів, таких як канавки або подібні конструкції туральні засоби, або за допомогою гнітів. Далі, хімічні речовини з капсули можуть випускатися таким чином, щоб реагувати в просторово окремих областях подушечки, або області можуть бути тимчасовими відокремлюють для хімічних реакцій. Спектральна картина така спостерігається і реєструється. Спектральний малюнок може корегувати спонди токсичних хімічних речовин, вибухових речовин, біологічних агентів або радіоактивні матеріали у видимому спектрі або в невидимий спектр. Оптичний аналіз здатний виконати

аналіз широкого спектра, включаючи ультрафіолет і інфрачервоні області спектра. У цьому втіленні колір Шаблон може бути пов'язаний зі спектральним візерунком у базі даних і ідентифікований невідомий мікроелемент. В іншому втілення другого хімічного речовини з другої капсули може виділятися на підкладку і подавати тепло. Це може призвести до другого спектрального малюнка, розробленого на майданчику. Кольоровий зразок зчитується, а дані зберігаються. Збережені дані аналізується за допомогою алгоритмів порівняння даних та спектральний малюнок пов'язаний з відомими специфікаціями мікроелементів відображаються шаблони `trial` та результати виявлення Досі посилаючись на Рис. 2.1, стимулювання хімічної реакції може бути здійснено шляхом подачі контрольованого тепла на ціла площа, ділянки майданчика або їх комбінації. Люблю мудро, стимулювання також може бути здійснено шляхом застосування оптичне випромінювання.

Якщо варіант завантаження для завантаження даних з CDU в вибрано комп'ютер або інший пристрій, ціль завантаження меню 60 представляється користувачеві. Ціль завантаження може бути комп'ютер або SD-карту або будь-який інший відповідний пристрій. А передача даних вимагається і після передачі

Успішно завершений користувач переходить у головне меню.

Якщо потрібно переглянути дані результатів тесту, запропонуйте сканувати

або представлені результати огляду. Якщо вибрано параметр сканування, видається підказка для зчитування штрих-коду. Відповідні

дані для ідентифікатора штрих-коду шукаються, а результати картки

відображаються, і користувач повертається до головного меню. Якщо

вибрано варіант перегляду, результати для кожної картки зі штрих-кодом

подаються за запитом. Після завершення огляду

користувач повертається до головного меню.

Застосування рідкої хімії таким способом значно покращується

специфічність пристрою відповідно до вибраних хімічних речовин

виготовляти лише візерунок певних кольорів з обмеженим набором

молекули. Тому всі інші молекули, навіть у великих кон

центру, не буде мати однакового колірною малюнка над

циклу. Для деяких сполук, таких як біологічні агенти, лише а

для отримання кольору може знадобитися один реагент. У багатьох

випадки, коли рідина діє як носій та середовище, в якому

має місце подія зв'язування антиген-антитіло. У подальшому

Втілення реакційну подушку можна розділити на три окремі

швидкість рідинних каналів, кожен поблизу певної капсули. В

таким чином, три окремі кольорові реакції можуть бути здійснені

просторово в паралельній конфігурації, а не в хронометражі

послідовність. Фізичний малюнок кольорів, а не хронометраж

послідовність розвитку кольору однаково специфічна для

хімікати, що представляють інтерес.

Як приклад для скринінгу на наявність вибухових речовин в Росії найпростішим втіленням, користувач просто проводить картою поверхню, що перевіряється, поміщає її в зчитувач хімічних речовин, і рідинна хімія та калориметричний аналіз - це все і результат відображається протягом короткого часу.

Як тільки зразок буде зібраний і штрих-код інтерпретований, картка вставляється у пристрій. В одному кращому втіленні картка містить дві вбудовані капсули, які містять відповідні хімічні речовини. Колір колодки реєструється значком пристрій як тло та для подальшого аналізу. Перша капсула активується і записується будь-яка послідовність змін кольору.

Для макроскопічних зразків певний колір може розвинути вибухові речовини негайно. Наприклад, вибухова речовина ТНБ (три нітробензол) дасть помаранчевий забарвлення. Один з

Перевагами методу є те, що він може працювати із зразками від макроскопічного (міліграмового) рівня до сліду

(нанограма) рівень. Для зразка сліду колір не буде розвиватися спочатку, але з'являється, коли до реакції додається тепло

подушечка. Для ТНБ розвинеться оранжерей, але для експло

sive НМХ жоден колір не відобразатиметься. Потім є друга капсула активується і колір записується. Для TNB колір буде

перехід від помаранчевого до прозорого. Для макроскопічних зразків

НМХ з'явиться рожевий колір, однак для рівнів слідів там може не відбуватися зміна кольору. Потім до реакційної подушки додається тепло, і, як приклад, для слідів розвивається рожевий колір кількості НМХ.

Колір, послідовність і швидкість зміни розвитку кольори специфічні для кожного аналіту або суміжної групи. Пігменти та бруд легко збираються з поверхні і їх легко ігнорувати, оскільки вони не спричиняють зміни кольору через цикл. Речовини, які змінюють колір, будуть це робити інакше, ніж цільові речовини, оскільки вони цього не роблять належать до тих самих хімічних груп (сімейств), що і *explo S1V*.

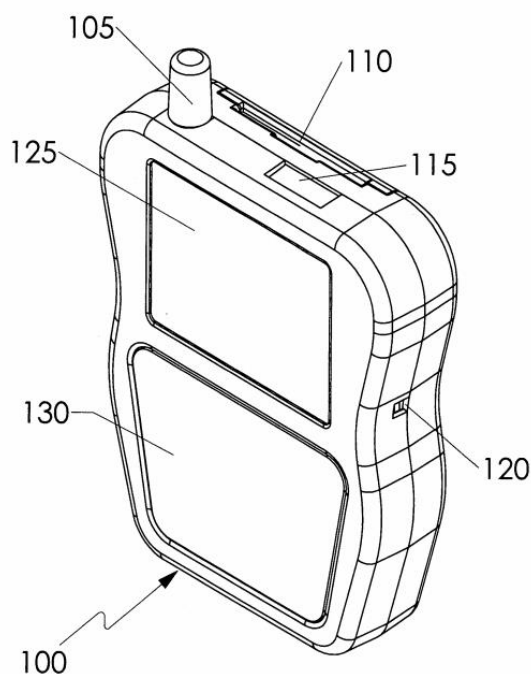


Рис. 2.2 - зібраний вигляд хімічного виявлення

Тепер посилаючись на Рис. 2.2 - зібраний вигляд Чемі каналний блок виявлення 100 (CDU), втілення винаходу ції. Система глобального позиціонування (GPS) або диференціальний GPS антена 105 фіксує місце розташування CDU, де знаходиться зразок збирається. GPS корисний у польових та диференціальних цілях GPS корисний, коли експрес-тестування проводиться всередині приміщення такі приміщення, як будівлі чи розширені споруди. У такій кон Оштрафовані місця може бути стратегічно важливим для відображення ідентифікатора уточнення місць, де можуть небезпечні мікроелементи були виявлені CDU. Так само, додаткова антена пає може використовуватися для радіозв'язку, Інтернет-зв'язку зв'язку, комп'ютерного зв'язку та / або використання іншого засоби спілкування. Система зв'язку може загрозувати містять систему сигналізації для попередження / сповіщення про неминуче потреба в дії. Для картки є механізм вхідних дверей вставка компонента де компонент картки, після збирання зразка матеріалу для випробування, вставляється в ХДС. Є оптичне вікно для трансмісії лазер сканування штрих-коду. Штрих-код може бути закодований окремий компонент картки і може містити інформацію щодо тип, що відповідає іншій ідентифікаційній інформації за бажанням.

CDU може живитися від батареї або живитись від інших зовнішні джерела живлення. Порт входу живлення для використання з передбачене зовнішнє джерело постійного струму. Рідина забезпечується кристалічний дисплей для програмного інтерфейсу користувача. Також передбачені кнопки вибору клавіатури для інтерфейсу користувача дії з ХДС.

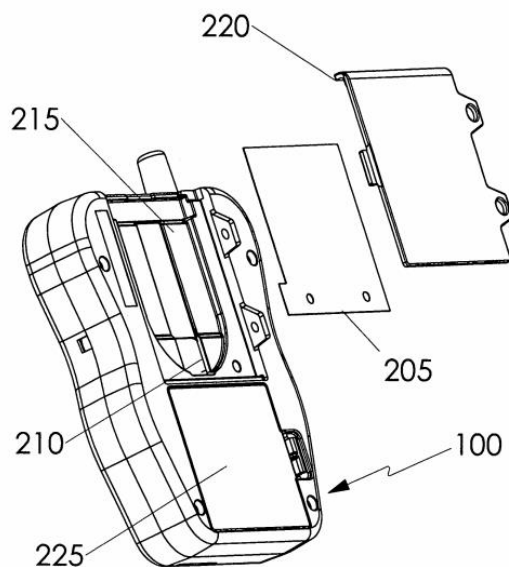


Рис. 2.3 показаний вигляд внизу на нижній стороні

Тепер посилаючись на Рис. 2.3 - розгорнутий вигляд під сторона блоку виявлення хімічних речовин з оптичним зчитуванням Палата. Існує нагрівальний елемент для подачі тепла конкретні регіони компонента картки. Отвір дозволяє оптичній електроніці переглядати зміни кольору на майданчику компонент картки. Піднята поверхня застосовує компреси сильна сила до капсул з рідким реагентом у складі картки ні, коли компонент картки вставляється в CDU, причину

стінки капсул, щоб просочуватись і пропускати хімікати капсули для встановлення зв'язку потоку рідини з компонент картки через канали або гніти або комбінований націй. Знімна панель забезпечує доступ до сервісу до порожнини входу картки. Знімна панель забезпечує доступ користувача до батарейного відсіку для заміни акумулятора.

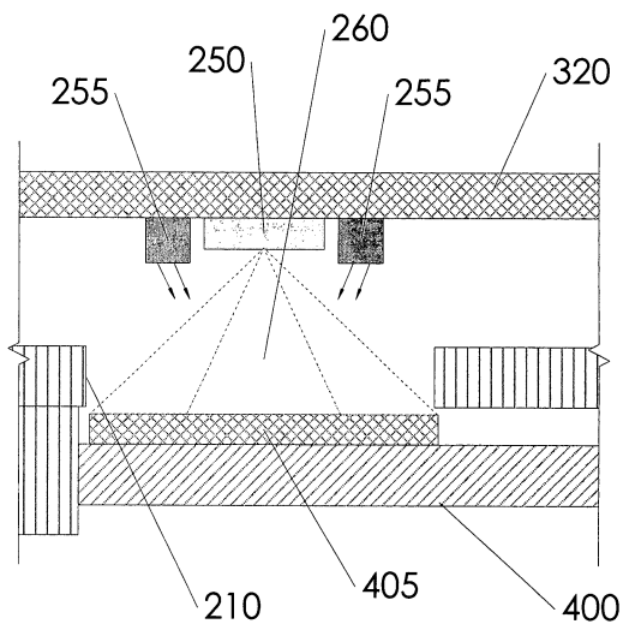


Рис. 2.4 показана схема конфігурації електроніки оптики для виявлення кольорів.

Посилаючись на Рис. 2.4, показана схема електроніки оптики конфігурація для виявлення кольорів. Світлодіоди підсвічують майданчик різними кольорами світла, щоб це було можливим кольорові вимірювання оптичним датчиком на оглядовій площі оптична площадка. Механічне розташування оптичної Датчик оптимізований, щоб датчик міг вимірювати лише колір на пробірці для збору зразків, але також повністю охоплювати

Поверхня пробірки для збору зразків. Залишився номер предмети, описані на інших малюнках, показані тут забезпечити відносно розташування компонентів.

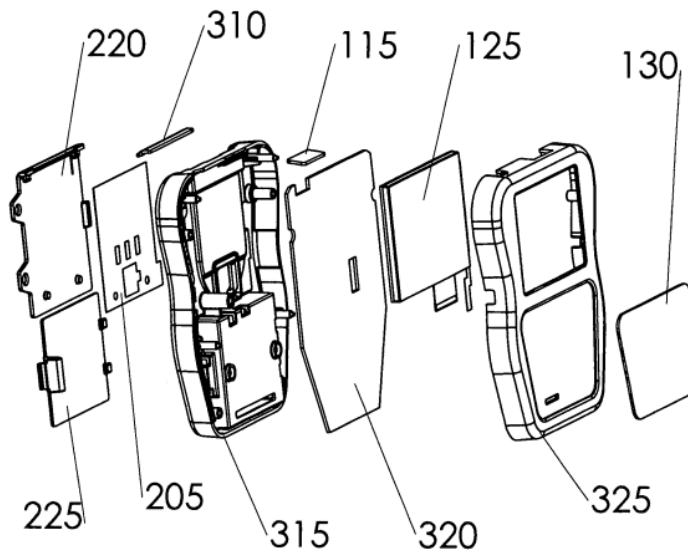


Рис. 2.5 показаний вигляд у розгорнутому вигляді ручної хімічної речовини

З посиланням на Рис. 2.5 - розгорнутий вигляд КПК

версія відділу виявлення хімічних речовин, CDU. Відкидні двері дозволяє входити компонент картки у порожнину входу картки.

Нижня половина корпусу блоку виявлення хімічних речовин охоплює нижню частину CDU. Друкована плат підтримує електроніку блоку виявлення хімічних речовин.

електроніка контролює експозицію оптичних приладів для виявлення спектральної картини, нагрівання карти ком

ponent та інші підсистеми пристроїв. Верхня половина хімічної речовини

пристрій виявлення, корпус охоплює CDU і додатково підтримує клавіатуру. Крім того, оптична решітка має дозволяють декілька пар джерела світла та детекторів окремі зони майданчика, що вимірюються індивідуально, збільшуючи як діапазон можливих тестів, так і чутливість одиниці. Як приклад вищесказаного, співробітники служби безпеки можуть тест на наявність вибухових речовин на мішку чи транспортному засобі за межами аеропорту термінал. Точний час, дата та місцезнаходження - автомати зафіксовано з результатами виявлення та цією інформацією може бути передана до центрального місця миттєво. Зчитувач штрих-кодів також може бути використаний для збору інформації ції з певних сайтів або об'єктів, окремо позначених. До речі Наприклад, штрих-код можна розмістити у певному місці такий, що коли блок детектора хімічних речовин розміщений попереду з нього, щоб прочитати код, він забезпечує розташування та орієнтацію інформація. Згодом можна було б розмістити інші штрих-коди стратегічні місця для надання додаткової інформації. Як приклад, «перший реагуючий міг увійти в компіляцію завдяки чому сканування конкретно розташованого штрих-коду забезпечує вихідну точку для відстеження позиції. При вході ще один поверх додаткових штрих-кодів, прикріплених у певному місці

можуть надавати інформацію щодо цього місця

в будівлі.

У наступному варіанті здійснення пристрою Chemical Detec

одиниця включає "ідентифікацію радіочастот", або

RFID, зчитувач. Теги RFID, прикріплені в певних місцях, можуть

читати, коли пристрій наближається, надаючи інформацію про місцезнаходження

мація. Іншим прикладом може бути заміна штрих-коду

сканера та пов'язаних з ним процедур і використовуйте теги RFID, імплантовані в компонент картки, для ідентифікації картки. У подальших варіантах здійснення пристрою картку можна помістити в окремий пристрій для посилення збору зразків.

Приклади включають паличку, що дозволяє махнути картою

за шафою або важкодоступним місцем, повітряна труба

траторний пристрій, який міг збирати частинки в повітрі і

висуньте їх на область проведення пальцем, або це може бути сама картка

вбудований у корпус ковзального леза типу ковзання та ковзання

у картонні коробки, стіни з листової скелі або інші проникаючі речовини

Поверхні.

У подальших втіленнях пристрою Chemical Detec

Блок може містити датчик виявлення випромінювання або

датчик виявлення токсичної пари, у якого є багато змінних

ції. Детальний винахід є предметом окремої заявки. Як приклад цей пристрій міг постійно

під час одночасного моніторингу на наявність інших токсичних та радіаційних небезпек

що використовується для виявлення мікроелементів.

У ще одному втіленні пристрою, бездротовий синій

функція зуба може бути поєднана із загальною гарнітурою

використовується для мобільних телефонів. Ця гарнітура

забезпечить звукові ресурси для користувача, а також дозволить

користувач для запису аудіо для зберігання на пристрої. Приклад

буде відтворення користувачеві збереженого аудіозапису

хімічний опис, пов'язаний з результатом випробування. Інший

прикладом може бути надання дозволу оператору записувати голосові ноти

зберігати разом із результатами випробувань у пристрої. Далі

приклади можуть бути використані з довідковою системою для аудіо

інструкцій або для покрокового зворотного зв'язку з пристрою на

під час використання.

У наступному варіанті здійснення пристрою, електронні можливості

для зв'язку через різні бездротові мережі

комунікаційні мережі. Ці мережі включали б, але

не обмежуються лише цифровими стільниковими телефонними мережами (EDGE,

CDMA та ін.), Мережі IEEE 802.11x (Wi-Fi), Zigbee та

Текстові мережі SMS. Прикладом може бути відправлення SMS

текст до центрального місця звітності після кожного позитивного виявлення

ції вибухівки. Іншим прикладом може бути відправлення результату

і дані про місцезнаходження GPS через Інтернет до центру обробки даних, який

може відобразити позитивні результати від кластерів пристроїв для географічного визначення точок зони, щоб краще зосередити військові ресурси

даний географічний район.

У подальших варіантах здійснення пристрою, провід Bluetooth

менше можливостей мережі можна використовувати для формування особистої сфери

мережа (PAN) для передачі даних про місцезнаходження та результати

серед декількох пристроїв або до центральної базової станції. Ця база

станція могла бути оснащена принтером та іншими периферійними пристроями, що дозволило б групово використовувати декілька пристроїв у об'єктах

зв'язок із існуючими процедурами безпеки, що дозволяють

заміна існуючих систем виявлення слідів. Інший

прикладом може бути декілька пристроїв, які функціонують в команді

режим передачі повідомлень, результатів тесту, аудіокомун

геодані між попередньо встановленими групами пристроїв.

У подальших варіантах здійснення пристрою периферійні пристрої

буде підключено бездротово через Bluetooth. Приклад

це був би портативний детектор випромінювання, який би інтегрувати в інтерфейс користувача пристрою для розширення можливості виявлення пристрою. Як додатковий приклад виявлення випромінювання та позиціонування GPS дозволять направлене визначення джерел випромінювання. Вимірюючи силу випромінювання в різних місцях можна було б направити користувача до радіоактивного джерела. При використанні командний режим сполучення декількох пристроїв CDU, додатковий вимірювання джерела, напрямку та величини буде складена для підвищення точності джерела випромінювання

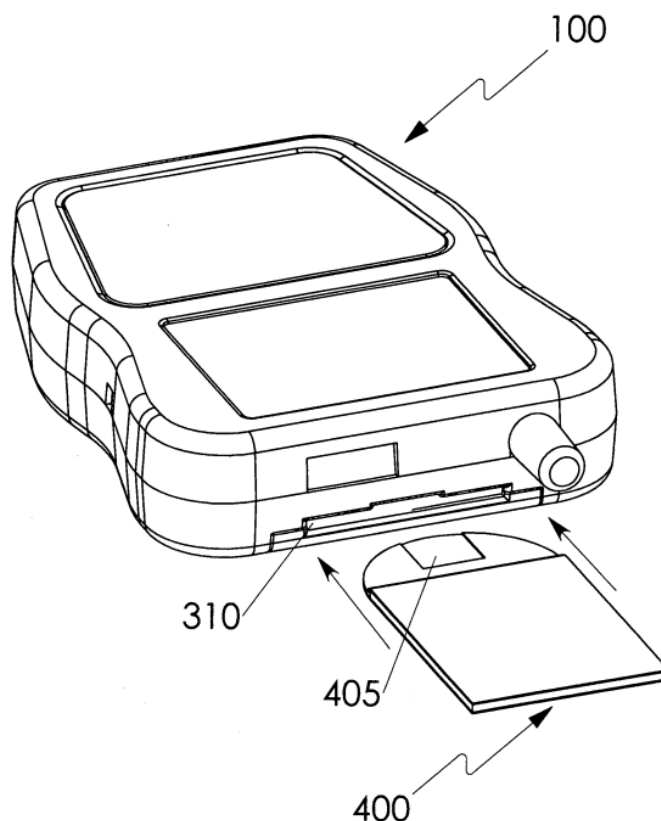
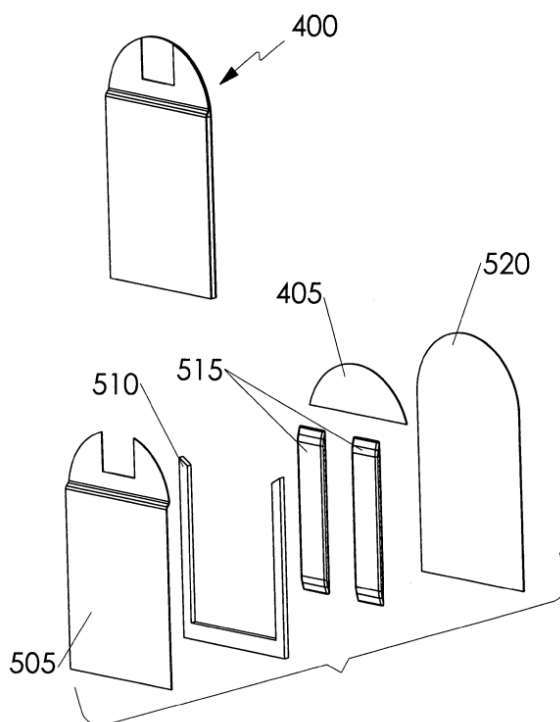


Рис. 2.6 показаний блок виявлення хімічних речовин за допомогою Card Com

З посиланням на Рис. 2.6 показаний напрямок входу картковий компонент в CDU через відкидні двері порожнини входу картки. Набір для збору зразків напрямок входу компонента картки, як показано на Рис. 2.6



На Рис. 2.7 показаний вигляд збоку Карткового Компонента з функціями, що допомагають користувачеві.

Тепер посилаючись на Рис. 2.7 показує розгорнутий вигляд картки компонент винаходу. Верхній шар картки компонент має виріз для збору зразків майданчик. Внутрішній шар карткового компонента підтримує гнучкі стінові капсули, в яких капсули вміщують різні рідкі хімічні реактиви. Підкладковий шар покриває тильна сторона компонента картки.

З посиланням на показаний вид зверху картки компонент 400. Кожен компонент картки має унікальний штрих-код 605. Штрих-код використовується для ідентифікації типу тесту, термін зберігання внутрішніх хімічних речовин, унікальний ідентифікатор та будь-які інші параметри, з якими користувач може побажати зв'язати тест. Для нотації користувача передбачена записана поверхня на компоненті картки. Зчитаний ідентифікатор картки типу (наприклад, вибухові речовини, наркотики тощо) дозволяє користувачеві визначити відповідують типу тесту, що проводиться. Ще одна поверхня для запису з полями вибору забезпечує запис користувача тесту результати. Градієнт кольорової смужки 625 асоціюється з результатом тесту поля для вибору, наприклад, із зеленим кольором до негативного результату виявлення та відображення червоних кольорів позитивний результат виявлення. Цей градієнт результату тесту використовується як візуальна підказка для користувача для співвіднесення числового результату тесту значення з інтерпретацією цього числового значення.

Попереднє розкриття та опис кращого варіанти здійснення є ілюстративними та пояснювальними, і різні зміни компонентів, елементів, конфігурацій, і сигнальних з'єднань, а також у деталях іл

апарат і конструкція та спосіб роботи

може бути зроблено, не відходячи від духу та обсягу

винаходу і в межах обсягу формули винаходу.

Судячи з вище сказаного:

1. Метод виявлення невідомих матеріалів з поверхні

представляє інтерес, спосіб, що включає:

1.2 збір зразка невідомих матеріалів, що включає

невідомі матеріали на подушці з карткового компонента, де
колекціонування включає в себе проведення пальцем по колодці

поверхня, що цікавить;

1.3 ініціювання реакції зразка невідомих матеріалів, зібраних на
прокладці, рідкими реагентами, що містяться в

щонайменше одна реактивна капсула, що звільняється, де не менше

одна картка, що звільняється від реагенту, вкладена в картку

компонент і містить щонайменше один рідкий реагент,

де реакція ініціюється після зчеплення з подушечкою

з блоком хімічного виявлення, і в якому муфта

накладки з блоком хімічного виявлення спричиняє стінку

щонайменше однієї реагентної капсули, що вивільняється, щоб уступити

потік рідини для встановлення зв'язку рідини між

щонайменше одну реагентну капсулу, що знімається, і прокладку;

1.4 Стимулювання реакції невідомих матеріалів

зразок з принаймні одним рідким реагентом для генерування при

принаймні один спектральний візерунок кольору, де не менше один спектральний малюнок кольору відповідає невідомому матеріали; і

1.5 асоціювання принаймні одного спектрального візерунка кольору з матеріали в базі даних для визначення невідомого партнера ріалів.

2. Спосіб за п. 1, в якому встановлення

рідинний зв'язок між щонайменше одним реагентом, що вивільняється капсула і прокладка містять порушення стінки

щонайменше одна реактивна капсула, що знімається, після з'єднання

прокладка з блоком хімічного детектування, в якій порушено стінку щонайменше однієї реагенту, що знімається капсули сом

передбачає механічний прокол стіни.

3. Спосіб за п. 1, в якому стимулюючий ком

забезпечує подачу тепла на подушку для посилення реакції ції.

4. Спосіб за п. 1, який додатково включає етап

використання оптичного приладу в блоці хімічного виявлення

для виявлення принаймні одного спектрального візерунка кольору та збереження

дані, що стосуються принаймні одного спектрального малюнка кольору.

5. Спосіб за п. 4, в якому принаймні один спектральний

візерунок кольору включає видимий спектр людини, ультра

фіолетові області електромагнітного спектра та інфрачервоні області електромагнітного спектра.

6. Спосіб за п. 4, в якому оптичний прилад в блок виявлення хімічних речовин містить світлодіоди і оптичний датчик, і в якому світлодіоди підсвічують майданчик різними кольорами світла, щоб це було можливим кольорові вимірювання оптичним датчиком.

7. Спосіб за п. 4, який додатково містить етап відображення результатів виявлення на дисплеї одиниці хімічної речовини блок виявлення.

8. Спосіб за п. 4, в якому асоціюючий ком проводить аналіз збережених даних за допомогою алгоритму порівняння ритм.

9. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що хімічне виявлення блок - це ручний блок виявлення хімічних речовин.

10. Спосіб за п. 1, в якому відбувається стимулювання всередині блоку виявлення хімічних речовин.

2.2. Методи методів виявлення хімічної компонентів за допомогою електрохімічних засобів

2.2.1 Подробний опис винаходу

Будуть описані різні композиції або процеси нижче, щоб навести приклад втілення кожного з них заявлений предмет. Жодне втілення не описане нижче обмежує будь-яку заявлену тематику та будь-яку заявлену тему речовина може охоплювати процеси, композиції або системи, які відрізняються від описаних нижче. Заявляється предмет не обмежується лише композиціями або процесами, що мають усі особливостей будь-якої однієї композиції, системи або процесу описані нижче або до ознак, спільних для кількох або всіх композиції, системи або процеси, описані нижче. Це можливо, що описана композиція, система або процес нижче не є втіленням будь-якої заявленої Теми.

Будь-який предмет, розкритий у композиції, системі або процес, описаний нижче, який не заявлений у цьому документі може бути предметом іншого захисного засобу, наприклад, заявки, що продовжується, і заявки

косяки, винахідники або власники не мають наміру відмовлятися, дис вимагати або присвячувати публіці будь-який такий предмет своїм розкриття в цьому документі.

Слід зазначити, що такі терміни, як "суттєвий тiallyно "," приблизно і "приблизно", як використовуються в цьому документі, означають а розумна величина відхилення модифікованого терміна такий що кінцевий результат суттєво не змінюється. Ці терміни ступеня слід тлумачити як таке, що включає відхилення модифікований термін, якщо це відхилення не заперечує середнє значення термін, який він модифікує.

Застосовуваний у цьому документі термін "та / або" призначений для представляють інклюзивно-або. Тобто призначено "X та / або Y" наприклад, означає X або Y або обидва. Як подальший приклад, «X, Y та / або Z означає X, Y або Z або будь-яку їх комбінацію.

Усі патенти та заявки на патенти та інші публікації цитовані тут, будь то Супра або інфра, включаючи нуклеїнові кислотні та поліпептидні послідовності від GenBank, SwissPro та інші бази даних, включені цим шляхом посилання в їх цілісність, де це дозволено.

Далі зазначається, що, як використано у цій специфікації та у доданих формулі формули однини "a", "an" та "the

включати референти множини, якщо контекст чітко не диктує інакше.

Як згадувалося вище, дане розкриття стосується до методів виявлення безлічі параметрів у рідині зразок. Надані тут способи представляють нову і ефективні засоби виявлення безлічі параметрів, у тому числі наявність багатьох хімічних сполук. Методи цього розкриття особливо вигідні в що вони дозволяють одночасне виявлення двох або більше сполуки в одній посудині з використанням однієї електричної комірки. Наскільки це відомо винахідникам, розкрито даний документ Звичайно, вперше наводиться методологія, що включає використання кількох репортерних генів, здатних сприяти генерація окремих електричних сигналів у відповідь на наявність двох або більше параметрів в одному посудині з використанням одинарна електрична комірка. Таким чином, для проведення аналізу необхідна обмежена кількість зразка аналізу компонент виявлення електричного сигналу аналізу є прямим вперед і недорогий у виробництві та експлуатації. Хутро крім того, вихідні матеріали для аналізу, необхідні для аналізів є недорогими та легко доступними, надаючи аналізи корисний для впровадження в широкому діапазоні комерційних

додатків.

Відповідно, це розкриття забезпечує, щонайменше, один аспект, принаймні один варіант здійснення способу для одночасно виявляючи два параметри в рідкому середовищі що включає:

1. забезпечення рідкого середовища, що містить перший і другий параметр;
2. контактування в посудині рідкого середовища з клітинами і перший і другий субстрат для утворення пробної суміші, де перша субстрат містить перший електроактивний аналіт, хімічно пов'язаний з першим носієм і друга підкладка містить другу електроактивну аналіт, хімічно пов'язаний з другим носієм; і де клітини містять химерну конструкцію нуклеїнової кислоти містить у напрямку 5 'до 3' перекладу як функціонально пов'язані компоненти - перша нуклеїнова кислота конформація, що включає:
 3. перший промотор, індукований першим параметром; і
 4. послідовність нуклеїнової кислоти, що кодує перший репортерний поліпептид, що містить першу гідролазу, здатну до гідролізу першого субстрату і вивільнення першого електроактивного аналіту з носія; і

друга конструкція нуклеїнової кислоти, що включає:

(с) другий промотор, індукований другим пунктом

етер і

(d) послідовність нуклеїнової кислоти, що кодує другий репортерний поліпептид, що включає другу здатну гідролазу

гідролізу другого субстрату та вивільнення

другий електроактивний аналіт з носія;

(iii) виявлення електричного сигналу, спрощеного першим

і другий електроактивний аналіт в пробній суміші,

причому виявлення електричного сигналу, що сприяє

перший і другий електроактивний аналіт виявляє перший

і другі параметри в рідкому середовищі.

ВИЗНАЧЕННЯ

Якщо не визначено інше, всі технічні та наукові

терміни, що використовуються в цьому документі, мають таке саме значення, як і зазвичай

зрозумілий фахівцеві в галузі, до якого

розкриття стосується.

Термін "носій, як використовується в даному описі, відноситься до сполуки, яка може бути хімічно пов'язана з електроактивним аналітом і, коли зв'язана з ним, може бути гідролізована, наприклад а

гідролаза, утворюючи при гідролізі електроактивний аналіт

і перевізника.

Термін "електроактивний аналіт", як використовується в даному описі, стосується

сполука, здатна відновлюватися та / або окислюватися при

напруга подається на електричну комірку і полегшує

електричний струм в такій електрохімічній комірці.

Термін "гідролаза", як використовується в даному описі, стосується будь-якого і всіх

ферменти, що містять послідовність залишків амінокислот

який (i) по суті ідентичний амінокислоті

послідовності, що складають будь-який поліпептид гідролази, встановлений форт

тут, включаючи, наприклад, SEQ.ID NO: 2, SEQ. Посвідчення особи

NO: 4, SEQ.ID NO: 6, або (ii) кодується нуклеїновою кислотою

послідовність, здатна до гібридизації щонайменше помірно

жорсткі умови до будь-якої послідовності нуклеїнових кислот, що кодує

будь-який поліпептид гідролази, викладений у цьому документі, але для використання

синонімічні кодони.

Термін "послідовність нуклеїнових кислот", як використовується в даному описі, стосується

послідовність нуклеозидних або нуклеотидних мономерів, що складається з природних основ, Цукру та інтерцукру (назад

кісткові) зв'язки. Цей термін також включає модифікований або замінений

налаштовані послідовності, що містять моно, що не зустрічається в природі

або їх частини. Послідовності нуклеїнових кислот

Справжнє розкриття може бути послідовностями дезоксирибонуклеїнової кислоти

(ДНК) або послідовності рибонуклеїнової кислоти (РНК) і можуть включати природні основи, включаючи аденін, гуанін, цитозин, тимідин та урацил. Послідовності можуть

також містити модифіковані основи. Приклади таких модифікованих

основи включають аза і деазу аденін, гуанін, цитозин, тимідин і урацил, а також ксантин і гіпоксантин.

Тут взаємозамінно використовуються терміни «нуклеїнова кислота

послідовності, що кодують гідролазу 'і "послідовність нуклеїнової кислоти, що кодує поліпептид гідролази", відносяться до будь-якої та всіх

послідовності нуклеїнових кислот, що кодують поліпептид гідролази,

включаючи, наприклад, SEQ.ID NO: 1, SEQ.ID NO: 3 та

SEQ.ID NO: 5. Послідовності нуклеїнових кислот, що кодують гідролазу

Поліпептид додатково включає будь-яку і всі нуклеїнові кислоти

послідовності, які (i) кодують поліпептиди, які є субстантами

повністю ідентичні набору послідовностей поліпептидів гідролази

далі в цьому документі; або (ii) гібридизувати з будь-якою гідролазою нуклеїнової кислоти

послідовності, викладені в цьому документі, щонайменше середньо напружені

умови гібридизації або які можуть гібридизувати до цього принаймні в міру жорстких умовах, але для використання синонімічних кодонів.

Під терміном "по суті ідентичні" мається на увазі, що два поліпептидні послідовності переважно є щонайменше на 70% ідентичними,

і більш переважно, щонайменше, на 85% ідентичні і більшість переважно щонайменше 95% однакових, наприклад 96%, 97%, 98% або 99% ідентично. Для того, щоб визначити відсоток ідентичності між двома поліпептидними послідовностями аміно

кислотні послідовності таких двох послідовностей вирівнюють, використовуючи для

приклад методу вирівнювання Нідлмена та Вунша

(J. Mol. Biol., 1970, 48: 443), з переглядом Сміта і

Вотермен (Adv. Appl. Math., 1981, 2: 482), так що

Збіг вищого порядку отримується між двома послідовностями

і визначається кількість однакових амінокислот

між двома послідовностями. Методи розрахунку за

ідентичність центажу між двома амінокислотними послідовностями

загалом мистецтво визнається і включає, наприклад, ті

описані Карілло та Ліптоном (SIAM J. Applied Math.

1988, 48: 1073) та тих, що описані в Computational

Молекулярна біологія, Lesk, e.d. Oxford University Press, New

Йорк, 1988, Biocomputing: Informatics and Genomics Pro

екти. Як правило, для

Такі розрахунки. Комп'ютерні програми, які можуть бути використані в

з цього приводу включається, але не обмежується, GCG (Devereux

et al., Nucleic Acids Res., 1984, 12: 387) BLASTP

BLASTN і FASTA (Altschulet al., J. Molec. Biol., 1990:

215: 403). Особливо кращий метод визначення

відсоток ідентичності між двома поліпептидами включає

Клустальний валгоритм (Томпсон, Дж. Д. Хіггінс, Д Г і

Gibson TJ, 1994, Nucleic Acid Res 22 (22): 4673-4680

разом із підрахунковою матрицею BLOSUM 62 (Henikoff S

& Henikoff, J G, 1992, Proc. Natl. Акад. Наук. США 89:

10915-10919 з використанням штрафу за відкриття пропуску 10 і
відставання

продовження покарання 0,1, так що найвищий порядок відповідає

отримані між двома послідовностями, де щонайменше 50%

загальна довжина однієї з двох послідовностей бере участь у

вирівнювання.

За “принаймні помірно жорсткою умовою гібридизації

мається на увазі, що обрані умови, які сприяють

селективна гібридизація між двома комплементарними нуклеїновими

молекули кислоти в розчині. Гібридизація може відбуватися у всіх або частина молекули послідовності нуклеїнової кислоти. Гібрид порція зазвичай становить щонайменше 15 (наприклад, 20, 25, 30, 40 або 50) нуклеотидів в довжину. Фахівці в даній галузі зрозуміють що стабільність дуплекса нуклеїнової кислоти або гібридів є визначається T_m , який у натрію містить буфери є функцією концентрації іонів натрію та температури ($T_m = 81,5 \text{ } ^\circ \text{C} - 16,6 (\text{Log } 10 \text{ Na} + \text{I}) + 0,41 (\% (\text{G} + \text{C}) - 600/1)$ або подібне рівняння). Відповідно, параметри в умови миття, що визначають гібридну стабільність, є Концентрація і температура іонів натрію. Щоб визначити молекули, подібні, але не ідентичні, а відома молекула нуклеїнової кислоти може бути невідповідною 1% передбачається, що це призведе до зниження T_m приблизно на $1 \text{ } ^\circ \text{C}$. Наприклад, якщо шукають молекули нуклеїнових кислот, які мають а $> 95\%$ ідентичності, температура остаточного прання буде зменшена на близько $5 \text{ } ^\circ \text{C}$. Виходячи з цих міркувань, досвідчені в мистецтво зможе легко вибрати відповідну гібридизацію умови. У кращих втіленнях сувора гібридизація вибрані умови. Як приклад наведемо наступне можуть бути використані умови для досягнення жорсткого гібриду

ізація: гібридизація при 5-кратному натрію хлорид / цитрат натрію (SSC) / 5x розчин Денхардта / 1,0% SDS при T_m (на основі вище рівняння) -5°C , з подальшим промиванням $0,2x\text{SSC}$ / $0,1\%$ SDS при 60°C . Помірно сувора гібридизація умови включають етап прання в $3x\text{SSC}$ при 42°C . це є однак розумів, що можуть бути еквівалентні строгості досягається за допомогою альтернативних буферів, солей і температур. Додаткові вказівки щодо умов гібридизації можуть можна знайти в: Current Protocols in Molecular Biology, John Wiley & Sons, NY, 1989, 6.3.1.-6.3.6 та у: Sambrook et співавт., Молекулярне клонування, лабораторний посібник, Холодна весна Harbor Laboratory Press, 1989, вип. 3.

Термін "химерний", використовуваний у цьому документі в контексті послідовності нуклеїнових кислот стосуються принаймні двох пов'язаних нуклеїнових кислотні послідовності, які не пов'язані природним шляхом. Химерні послідовності нуклеїнових кислот включають пов'язану нуклеїнову кислоту послідовності різного природного походження. Наприклад нуклеїн кислотна послідовність, що становить бактеріальний промотор, пов'язаний з послідовність нуклеїнових кислот, що кодує небактеріальну гідролазу білок вважається химерним. Химерна нуклеїнова кислота

послідовності також можуть містити послідовності нуклеїнових кислот того самого природного походження, за умови, що вони не пов'язані природним шляхом.

Наприклад, послідовність нуклеїнової кислоти, що становить промотор отримані з певного типу клітин можуть бути пов'язані з а послідовність нуклеїнової кислоти, що кодує поліпептид, отриманий з той самий клітинний тип, але зазвичай не пов'язаний з нуклеїновим кислотна послідовність, що становить промотор, химерна нуклеїнова кислотні послідовності також включають послідовності нуклеїнових кислот com

цінування будь-якої природної послідовності нуклеїнової кислоти, пов'язаної

до будь-якої не зустрічається в природі послідовності нуклеїнових кислот.

Термін "промотор", як використовується в даному описі, означає будь-який нуклеїн

елемент кислотної послідовності, здатний надавати, здійснювати, ініціювати, спрямовувати або посилювати транскрипцію нуклеїну

елемент кислотної послідовності, функціонально пов'язаний з промотором, включаючи, без обмеження, SEQID NO: 7, SEQ.ID NO: 8,

SEQ.ID NO: 9, SEQ.ID NO: 10, SEQ.ID NO: 11, SEQ.ID

NO: 12, SEQ.ID NO: 13, SEQID NO: 14, SEQ.ID NO: 15,

SEQ.ID NO: 16, SEQ.ID NO: 17, SEQ.ID NO: 18, and

SEQ.ID NO: 19. Промотор, як правило, розташований на 5 '(тобто

вище за течією) транскрибованого елемента послідовності нуклеїнової кислоти.

Транскрибована послідовність нуклеїнових кислот, згідно з цим тут

з, відповідає області кодування та транскрипції

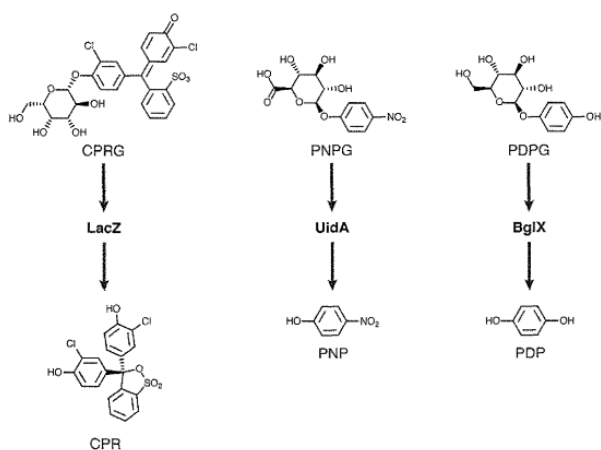
це, відповідно до цього, впливає на виробництво а

поліпептид.

Терміни "індуцибельний промотор" або "промотор, індукований параметром", які можуть використовуватися як взаємозамінні в даному описі, стосуються промотору, який активується наявністю екзогенного стимулу, наприклад наявність екзогенного параметра. Термін "конститутивний промотор", як використовується в даному описі, відноситься до промотора, який забезпечує транскрипцію з відносно постійною швидкістю, незалежно від екзогенних подразників. Термін "репортерний поліпептид", як використовується в даному описі, є поліпептидом, який використовується для опосередкування виявлення параметра. Термін «параметр» стосується виявленого існування стану в рідкому середовищі, включаючи, без обмеження, температуру, світло або присутність хімічної сполуки. Загальне здійснення Відповідно принаймні з одним варіантом здійснення цього розкриття, один аспект запропонованих тут методів включає контактування, переважно шляхом змішування, в рідкому середовищі, що містить два параметри, перший і другий субстрат, перший субстрат, що містить перший носій і перший електроактивний аналіт, а другий субстрат, що містить другий носій і другий електроактивний аналіт. Відповідно до цього електроактивний аналіт являє собою хімічну сполуку, яка, потрапляючи у розчин, до якого подається напруга, здатна генерувати електричний сигнал. Більше того, коли електроактивний аналіт хімічно пов'язаний з носієм і в розчині, подання напруги до розчину не генерує істотного електричного сигналу.

Відповідно до цього, перший і другий електроактивні аналіти є неідентичними хімічними сполуками. У подальших особливо кращих варіантах здійснення перший і другий електроактивні аналіти вибираються таким чином, що вони мають чіткі окисно-відновлювальні властивості. Під терміном "окремі окисно-відновлювальні властивості" мається на увазі, що коли до досліджуваної суміші подається напруга для виявлення електроактивних аналітів, як описано далі. Таке застосування напруги призводить до генерування електричного струму за рахунок зменшення та / або окислення першого та другого електроактивного аналіту при напругах, достатньо відокремлених один від одного, так що сила струму, генерована першим електроактивним аналітом, може бути виявлена без істотного втручання сили струму генерується другим електроактивним аналітом. Таким чином, різниця в напрузі, при якій перший і другий електроактивний аналіт забезпечують силу струму, становить щонайменше приблизно від 0,1 Вольт до приблизно 0,5 Вольт, більш переважно при приблизно 0,25 Вольт до приблизно 0,5 Вольт, а в деяких кращих варіантах здійснення різниця в напрузі при якому перший і другий електроактивний аналіт забезпечують силу струму, можуть бути до 10 мВ. напр. між 0,01 В та 0,02 В. Електроактивні аналіти додатково відбирають таким чином, щоб вони не пошкоджували та не хімічно реагували з використовуваним електродом. Відповідними електроактивними аналітами, які можуть бути використані згідно з цим розкриттям, є будь-які електроактивні аналіти, що мають діапазон напруги приблизно в межах +/- 2 Вольт, коли перебувають у водному розчині. Відповідні електроактивні аналіти включають незалежно вибрані фенольні сполуки; одно-, подвійні або потрійні кільцеві ароматичні сполуки; сполуки, сполучені фосфатом; хлор або бром Заміщені сполуки; кільцеві сполуки, що містять подвійний зв'язок; сполуки на основі індолу, сполуки на основі ціаніду; сполуки металів; металеві сполучні органічні речовини (наприклад, ферроцен); сполуки з окислюваними спиртовими групами; Заміщені нафталінові

сполуки; сполуки на основі гідразиду, включаючи 2-4- (метилтио) феніл ацетогідразид; і сполуки триазолу та їх похідні, включаючи - (4-метилтіобензил) -1,2,4-триазоле-5-тіон; та ароматичні нітросполуки, такі як нітрофенол (також відомий як 4-нітрофенол) (PNP). Інші конкретні відповідні електроактивні аналіти включають, без обмеження, парадифенол (також відомий як 1,4-дифенол і як гідрохінон) (PDP), орто-нітрофенол (ONP), 5-бром 4-хлор-3-індоліл-3-D-галактопіранозид (X-GAL), хлорфенол-червоний (також відомий як 2-хлор-4-3 - (- хлор-4-гідроксифеніл) -1,1-діоксобензококсатіол-3-ілфенол (CPR) бікарбазоліл), пара-амінофенол (PAP), діазапам, ферроціанід, нітразепам та папаверин. У кращих варіантах здійснення цього винаходу використовуються електроактивні аналіти PNP PDP, PAP та CPR. Перший і другий носії, як використовуються в цьому документі, є хімічними сполуками, які при хімічному зв'язку з електроактивним аналітом здатні ферментативно гідролізуватися гідролазою. Обраний перший і другий носій можуть бути хімічно ідентичними або можуть бути хімічно різними. Відповідними носіями, які можуть бути використані відповідно до цього, є будь-які незалежно вибрані сполуки, які можуть функціонувати як носій, включаючи будь-які цукри та їх похідні. У кращих втіленнях, використовуваними цукрами є глюкоза або її похідне, включаючи будь-який олігосахарид глюкози, пов'язаний з іншою молекулою, фосфоглюкозою, будь-яким глюкозо-6-фосфатом, молекулою глюкози, модифікованою фосфатом, нітратом або будь-якою іншою хімічною групою, або галактозою або їх похідне, включаючи полігалактозу, ксилозу, рибозу, фруктозу, мальтозу, сахарозу, хітин, будь-який модифікований варіант цих хімічних речовин, будь-який дисахарид, будь-який олігосахарид, будь-яку орієнтацію цих цукрів D або L, будь-які кетози, альдозу, будь-яку фуранозу або піранозу Цукровий сорт будь-якого з вищезгаданих цукрів.



2.3 Висновки до Роділу 2

1. Розглянуто протипи детекторів різних хімічних речовин.
2. Розглянуто метод та приклади детектування органічних речовин на основі аналізу відповідних електричних сигналів

Розділ 3

Розробка для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації

3.1. Найближчий прототип: біоелектричні датчики для виявлення та контролю токсичних газів.

Використання передових методів зондування для виявлення, індикації та контролю токсичних газів у промисловості та навколишньому середовищі є дуже важливим для здоров'я та безпеки. У цій роботі обговорюється застосування електрохімічних, напівпровідникових, ефектів каталітичного поля та датчиків каталітичного газу для виявлення токсичних газів, а також роль металів платинової групи в цих пристроях. [19].

Дуже важливо, щоб були доступні точне та швидке виявлення, попередження та моніторинг токсичних газів, щоб запобігти або мінімізувати аварії, пов'язані з отруєнням чи вибухами. Отруйні гази, включаючи оксид вуглецю, сірководень, хлор, бром, хлорид водню, фторид водню, оксид азоту, діоксид азоту, діоксид сірки, аміак, ціанід водню, фосген, бензол, формальдегід, бромістий метил, арсин, фосфін, борани, силан, германні, зустрічаються в найрізноманітніших ситуаціях, варіюючись від галузей: хімічної, важкої, нафтової, електронної, вугільної, газової, шахтної, до складів, закритих паркувальних майданчиків, транспортних засобів, каналізації, утилізації відходів, атмосфери, будинків та навіть бойові поля. У минулому певні реагенти, що змінюють колір, були прийняті для виявлення цих газів за допомогою нудної та трудомісткої колориметрики, або більш складні хроматографічні методи [19]. Однак за останні десять-двадцять років методи швидко розвивалися, і було розроблено більше датчиків для швидкого точного виявлення різних токсичних газів [19]. Тут буде розглянуто чотири типи датчиків.

Електрохімічні датчики бувають двох типів, а саме - гальванічний елемент та електроліз з постійним потенціалом. За допомогою датчика постійного потенціалу електролізу можна вибрати зовнішню прикладену напругу та тип електрода для різних робочих та опорних напруг, так що він підходить для виявлення оксиду вуглецю, оксиду азоту, фосгену, ціаністого водню, арсину, фосфіну, борани, силан, герман та ін., а також для деяких компонентів у сумішах газів [19]. Електрод, як ключова частина, є газодифузійним електродом, виготовленим із благородних металів. У цьому пристрої електричний струм між робочим електродом і протилежним електродом пропорційний концентрації токсичного газу. Цей датчик широко використовувався для виявлення згаданих вище газів, особливо як у стаціонарних, так і в портативних детекторах.

Напівпровідникові датчики готуються у вигляді спечених, товстих або тонких плівок шляхом осадження каталізаторів благородних металів, таких як платина, паладій, рутеній, золото тощо, на напівпровідникові матеріали, такі як оксид заліза, оксид цинку, оксид олова та оксид індію [19]. Зміна опору відбувається, як тільки токсичний газ адсорбується на поверхні напівпровідника, що дозволяє визначати газ. Датчики володіють високою чутливістю для виявлення концентрацій газу настільки низьких, як рівень ppb, що робить їх широко використовуваними для виявлення витоків.

Спочатку датчики каталітичного поля використовувались лише для виявлення водню, однак тепер такі гази, як сірководень, аміак та ціаністий водень, які можуть дисоціювати на сітці паладію, також можуть бути визначені. Реденді відбулися вдосконалення сітки паладію, завдяки чому тепер можна виявляти гази, які не містять водню, наприклад окис вуглецю. Крім того, вихід цих датчиків може бути мікрооброблений, а датчики можуть бути включені в системи виявлення. Отже, для цих датчиків сфери застосування постійно зростають.

У каталітичних датчиках токсичний газ окислюється каталітично на спіралі із благородного металу, що виділяє тепло, що спричинює

збільшення опору дроту. Вихід електричного сигналу, що виникає в результаті зміни опору, може бути використаний для точного вимірювання концентрації отруйного газу. Разом з розробкою газових датчиків проводиться точне вимірювання токсичних газів, особливо для концентрацій газу в діапазоні від 100 ppm до декількох десяти тисяч ppm.

Датчики постійного потенціалу електролізу

На початку 1980-х років датчики електролізу з постійним потенціалом швидко розвивались [19]. Цей детектор низьких концентрацій токсичних газів зараз широко доступний у продажу. Чутливість датчика електролізу з постійним потенціалом дуже висока і може виявляти гази на рівні проміле і навіть набагато нижче; його вибірковість відмінна, а також вона енергоефективна. Структура детектора показана на рис 3.1

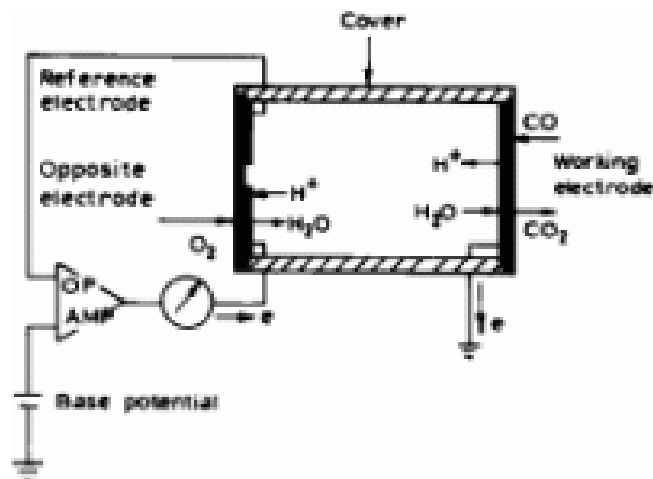


Рис. 3.1 Датчик електролізу з постійним потенціалом має дуже високу чутливість та селективність і може виявляти гази до рівня проміле або нижче. Зовнішній контур підтримує постійну напругу на робочому електроді, і, підсилюючи струм, що виробляється всередині датчика, зовнішнім підсилювачем, можна виміряти концентрацію токсичного газу

Датчик складається з трьох газодифузійних електродів, кожен з яких складається з гідроізоляційного шару, сітки для збору заряду з благородних металів та каталітичного шару благородних металів. Принцип, за яким він працює для виявлення газів, полягає в тому, що аналітоване речовина, таке як окис вуглецю, проходить через

гідроізоляційний шар робочого електрода, досягаючи каталітичного шару, де оксид вуглецю реагує з водою в електроліті, утворюючи діоксид вуглецю та виділяючи електрони. Потім електрони збираються збиральною сіткою. Тим часом реакція кисню з іонами водню відбувається на протилежному електроді, забираючи електрони і утворюючи воду. Реакцію можна проілюструвати наступним чином:



на робочому електроді



на другому електроді (на протилежному)



сумарна реакція

Реакція може керуватися наявністю прикладеної зовнішньої напруги. Величина напруги, що подається на електрод, впливає на окислення оксиду вуглецю настільки, що потенціал робочого електрода повинен підтримуватися на рівні 0,9–1,1 В, щоб підтримувати плавну реакцію; тому в зовнішньому контурі потрібна пристрій для підтримки постійної напруги на робочому електроді (основне визначення постійного потенціалу). Підсилюючи струм, що виробляється датчиком, зовнішнім підсилювачем, таким чином можна виміряти концентрацію токсичного газу, а посилений струм $I = nFADC / d$ пропорційний концентрації токсичного газу для зазначеного електрода (n = число електронів у реакції, F - постійна Фарадея, D - коефіцієнт дифузії газу, d і A - параметри, що відносяться до товщини та площі електрода відповідно). Це принцип вимірювання токсичних газів датчиком електролізу з постійним потенціалом.

Електродний потенціал, необхідний для виявлення максимального електролітичного струму для кожного токсичного газу, різний, тому, вибравши відповідний електродний потенціал, різні гази можна виміряти

чітко, без перешкод. Змінюючи склад або структуру каталізатора, можна змінювати каталітичну реакцію на токсичний газ, таким чином, можна вимірювати різні гази. Якщо результуючі струми, що утворюються отруйними газами, **A** і **B**, при різних потенціалах електродів такі, як показано на Рис. 3.2, тоді для електрода буде обраний потенціал V_A , щоб уникнути перешкод від дії газу **B**.

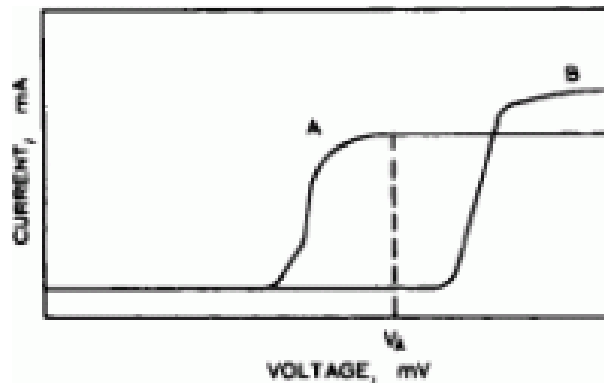


Рис. 3.2 Напруга V_A вибирається робочою напругою для виявлення газу **A** в датчику постійного потенціалу електролізу

Цей тип датчика широко застосовується для точного вимірювання багатьох токсичних газів, але його подальший розвиток може бути обмеженим, оскільки електроліт потрібно буде оновити, і є труднощі в досягненні достатньої мікромініатюризації та інтеграції.

Напівпровідникові газові датчики оксиду металу

З початку 1970-х років були доступні високочутливі пристрої для виявлення легкозаймистих газів шляхом додавання каталізатора благородних металів до напівпровідника оксиду олова. Електричний опір напівпровідникового матеріалу змінюється при адсорбції деяких газів, і ця зміна опору може бути використана для виявлення токсичних газів, які навіть у дуже низьких концентраціях можуть глибоко травмувати організм людини. Багато уваги привернуто до зручності використання та дешевизни датчика, що призвело до його швидкого розвитку.

В даний час напівпровідникові газові датчики, як правило, бувають трьох типів, а саме спечена товста плівка та тонка плівка, серед яких найбільш часто використовується бічна нагріта товста плівка. Датчик виготовлений з глиноземної трубки, як правило, діаметром 1 мм, на яку в якості електрода наноситься шар платини, рутенію або золота, а платиновий дріт виконує роль провідника до електрода. Потім на поверхню керамічної трубки наноситься шар металесодержащого напівпровідникового матеріалу групи платини (оксид олова або оксид цинку тощо). Після випалу, нагрівальний елемент з різьбленням через серцевину труби, і це припаяний з електродом призводять до опорного елементу, щоб сформувати повний блок датчиків [19]. Коли напівпровідник контактує з отруйним газом, він виробляє вимірювану електричну реакцію внаслідок зміни його опору. Токсичні гази на рівні ppm або навіть ppb можуть бути виявлені за допомогою цього типу датчика. Однак при вимірюванні сумішей газів виникають труднощі, а лінійна характеристика кількісних вимірювань датчиків цього типу є поганою, а селективність нижчою. Після багатьох років дослідження різних методів обробки поверхні напівпровідникових матеріалів та каталізаторів [19], застосування різних температур для різних газів (16) та використання молекулярного сита як селективного фільтра для певних газів на поверхні каталізатора [19], проблема вибірковості досі не вирішена.

Однак протягом останніх років для вирішення довгострокової проблеми якісного та кількісного вимірювання сумішей газів були випробувані комбінація різних напівпровідникових датчиків, зміна робочої температури та впровадження комп'ютерних методів розпізнавання образів. Перспективи дуже привабливі для прориву у використанні напівпровідникових газових датчиків для виявлення небезпечних газів [19].

Напівпровідникові польові датчики оксиду металу

Лундстрем у Швеції підготував чутливі до водню напівпровідникові оксидні металеві напівпровідники (MOS), використовуючи металеві сітки з паладію, а пізніше Армагарт виявив, що ця структура також певною мірою чутлива до сірководню та аміаку . Оскільки це підходить для мікрообробки та інтеграції, був викликаний широкий інтерес [19].

Зазвичай вважається, що сполуки, що містять водень, включаючи сірководень, аміак та ціаністий водень, дисоціюють атомарний водень на напівпровідниковій сітці (паладій або інші благородні метали), і що атомарний водень дифундує на внутрішню поверхню сітки благородних металів. На інтерфейсі метал-ізолятор утворюється диполь, який спричиняє збільшення робочої функції металу, а це, в свою чергу, змінює порогову напругу напівпровідникового датчика. Зміна робочої функції пропорційна концентрації вимірюваного газу, а благородні метали в основному виступають каталізаторами дисоціації та окислення небезпечних газів. Оскільки іон водню набагато маліший за інші атоми, йому легше дифундувати через більшість металів (включаючи метали платинової групи) до внутрішньої поверхні. Однак отримання вимірювань для сполук, які не містять водню, досить складно.

З метою розширення діапазону вимірювань були проведені дослідження різних сітчастих матеріалів (платини, паладію, іридію, родію та ін.), виготовлених різними методами, та різних структур сітки. MOS-датчик, як правило, не може виявити молекулу оксиду вуглецю, наприклад, оскільки він не в змозі дифундувати через шар паладію до межі оксид-метал.

На рис 3.3 та 3.4 показані нещодавно розроблена пориста структура сітки шару паладію та двошарова пориста структура сітки відповідно. Окис вуглецю може проникати в пори, а потім дифундувати через межі пор до внутрішньої межі розділу паладій-діоксид кремнію, викликаючи, таким

чином, зміну порогової напруги, що дозволяє вимірювати концентрацію чадного газу. Інші сполуки, що не містять водню, також можуть бути виявлені таким чином. У минулому MOS-датчик використовувався здебільшого для виявлення лише однокомпонентного газу, але завдяки вдосконаленню матеріалу сітки, структурі сітки, технологіям виготовлення, а також за допомогою комбінації різних датчиків, а також прийняття розпізнавання образів за допомогою комп'ютерного зв'язку виявлення сумішей газів стало можливим [19].

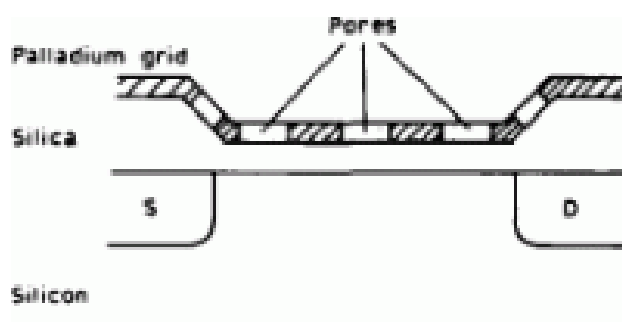


Рис. 3.3 Пориста паладієва сітчаста структура для використання в датчику MOSFET, що дозволяє дифузору проходити через напівпровідник під ним. S - електрод-джерело, а D - зливний електрод

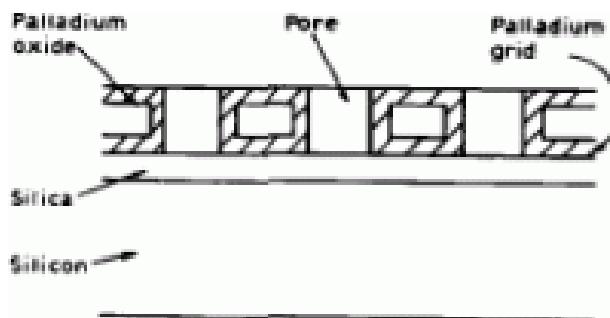


Рис. 3.4 Двошарова пориста сітчаста структура паладію та оксиду паладію

Хоча газовий датчик MOS наразі має лише обмежений ринок, однак вищезазначені події мають бути добрими.

Датчика каталітичного газу

Більшість небезпечних газів можуть каталітично окислюватися із виділенням тепла, тому точне вимірювання цих газів можна досягти за допомогою каталітичного датчика. Каталітичний датчик - це тонка дротова намотана котушка, виготовлена з благородного металу, як правило, платини або платини-родію, відомого опору. На котушку наноситься опорний шар, а потім каталізатор із благородних металів, після чого відбувається активація, відновлення, старіння та спарювання з контрольним елементом. Під час вимірювання отруйний газ контактує з датчиком, який утворює одне плече моста Уїтстона, інше плече складається з еталонного елемента та інших двох резисторів. Каталітичне окислення відбувається при заданій робочій температурі, виділяючи тепло, яке спричиняє збільшення опору в платиновій котушці і призводить до втрати рівноваги на мосту Уїтстона, що дає вихідний розмір мілівольт. Цей результат пропорційний широкому діапазону концентрацій токсичних газів, тому можна проводити точні вимірювання, застосовуючи відповідні схеми, і виявлення, крім попередження та моніторингу, може виконуватися.

Каталітичні датчики використовуються для швидкого точного виявлення, попередження та моніторингу метану у вугільних шахтах та різних легкозаймистих газів над землею. Чим менша кількість атомів вуглецю, присутніх у вуглеводні, тим складніше окислюватися, тому метан, який є найскладнішим для окислення, часто вибирається в якості еталону для вимірювання загальної кількості присутніх займистих газів. Каталітичні датчики недостатньо чутливі для виявлення токсичного газу, який присутній в атмосфері при дуже низьких концентраціях. Зараз розробляється високочутливий каталітичний датчик, який зможе точно виявляти токсичні гази в концентраціях від 100 ppm до декількох десяти тисяч ppm. Також розробляється набагато менший датчик нижчого енергоспоживання для виявлення та попередження. Автор вважає, що

проблеми якісного та кількісного вимірювання різних компонентів у сумішах газів будуть вирішені, коли каталітичні датчики підключені до комп'ютерів, комбінацією декількох датчиків різного складу та структури, з контролем необхідних температур та прийняттям методів розпізнавання малюнків.

Передбачається, що цей вид датчиків найближчим часом відіграватиме більш повну роль у виявленні токсичних газів.

3.2. Розробка біоелектричного біосенсора.

3.2.1. Біосенсори, що розрізняють на вході інформацію у вигляді електричних сигналів або закодованою у вигляді хімічних структур

Як було показано у джерелах літератури, у якості біосенсорів можуть виступати фрагменти живих організмів - «біологічні фрагменти» (БФ) [1-2]. Багато із них здатні взаємодіяти з хімічними елементами та сполуками. Часто наслідком такої взаємодії є зміна електричних властивостей цих об'єктів, у т.ч. виникнення у них електричних струмів. Тобто, згідно з означенням, такий БФ може бути чутливою (сенсорною) ланкою біосенсора. Дослідження таких об'єктів входить до сфери компетенції електрофізіологічних, біофізичних досліджень, наприклад, із застосуванням методів реєстрації трансмембранних електричних струмів з фіксацією потенціалу на мембрані, patch-clamp, тощо. Надзвичайно важливим є те, що у процесі таких експериментів, у т.ч. на клітинах мозку отримують чисельні дані, оцифровані та занесені у інформаційні системи, та які реально характеризують процеси у живих системах. Отже, завдяки таким удосконаленням біологічних експериментів, важливі біологічні дослідження були переведені із описової сфери до галузей точних наук [1]. Поєднання БФ – експериментальної електрофізіологічної установки (ЕФУ) із електронними інформаційними системами (ІС) можуть розглядатись, як єдиний інформаційний біоелектронний комплекс: БФ – ЕФУ – ІС.

Наводимо короткий опис пристроїв та методів, які у даній статті будемо розглядати, як базові при експериментальному дослідженні електричних струмів, що активувалися у НБС хімічними речовинами [1-2]. Експерименти проводили на внутрішньо перфузованих нейронах мозку, використовуючи методику «фіксації потенціалу» та patch-clamp [1-2]. Мембранний потенціал фіксували за допомогою мікроелектроду Ag-AgCl, мікроелектрод заземлення з Ag-AgCl знаходився у зовнішньому до БФ розчині. Для одноелектродного запису в режимі «фіксації потенціалу» застосовували стандартну електронну схему [1-2]. Як струм, так і напругу контролювали за допомогою комп'ютера, результати записували у його пам'ять для подальшого аналізу. Надзвичайно важливо було те, що всі величини та їх зміни були зареєстровані у вигляді цифрових величин з великою точністю. Так, нижня межа реєстрації амплітуд електричних струмів становила 0,1 нА, а змін потенціалу 0,1 мВ. Розробка експериментальних методів базувалася на методах, попередньо розроблених біофізичними науковими групами під керівництвом академіків АН СРСР та НАН України Костюка П.Г. та Кришталя О.А., у тому числі до складу однієї з наукових груп входили к.б.н. Циндренко А.Я., Кіскін М.І., та Ключко О.М. (одна з авторів цієї публікації). Вона довгий час працювала із такими методиками та об'єктами [1-2], а саме: а) мембранами нейронів мозку у якості об'єктів (БФ), б) дослідженням трансмембранних іонних струмів у режимі фіксації потенціалів на мембранах при дії на них різними речовинами (експериментальні методики), в) поєднанням а) та б) з електронними технічними інформаційними системами (ТІС) [1-2].

На Рис 3.5 наведена блок-схема технічної біосенсорної системи, розробленої та застосованої ними з успіхом протягом кількох років. На Рис 3.6 наведено один із фрагментів електронно-вимірювальної схеми біосенсора.

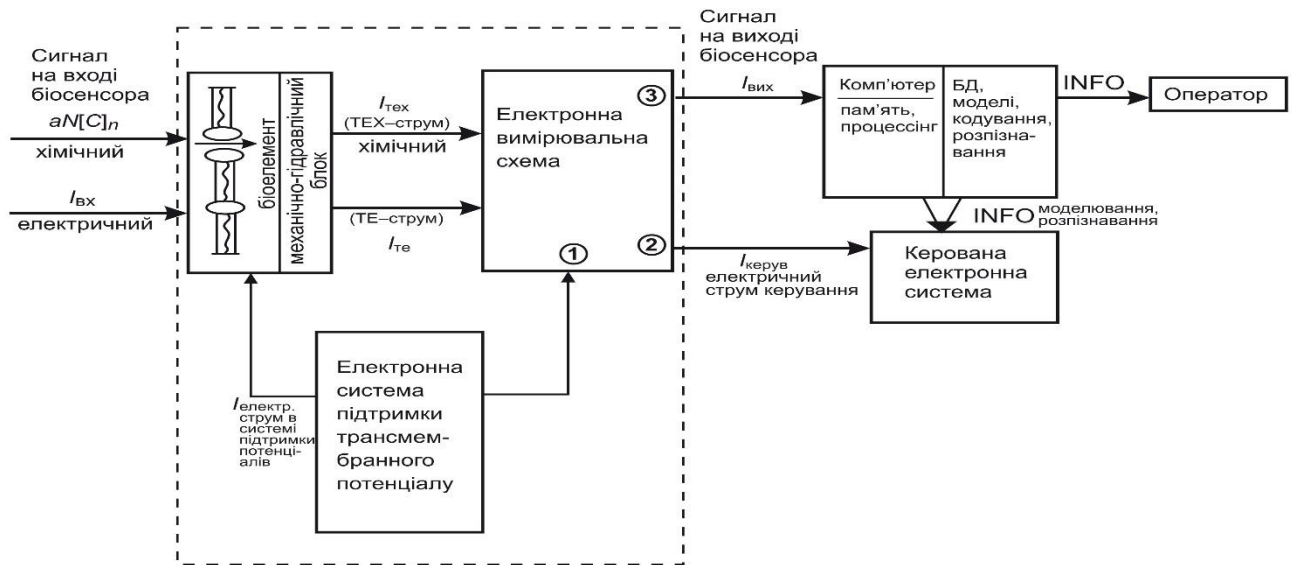


Рис 3.5 Блок-схема технічної біосенсорної системи. На вхід системи інформація надходить у вигляді електричних або хімічних сигналів, на виході – у вигляді електричних сигналів (пояснення у тексті)

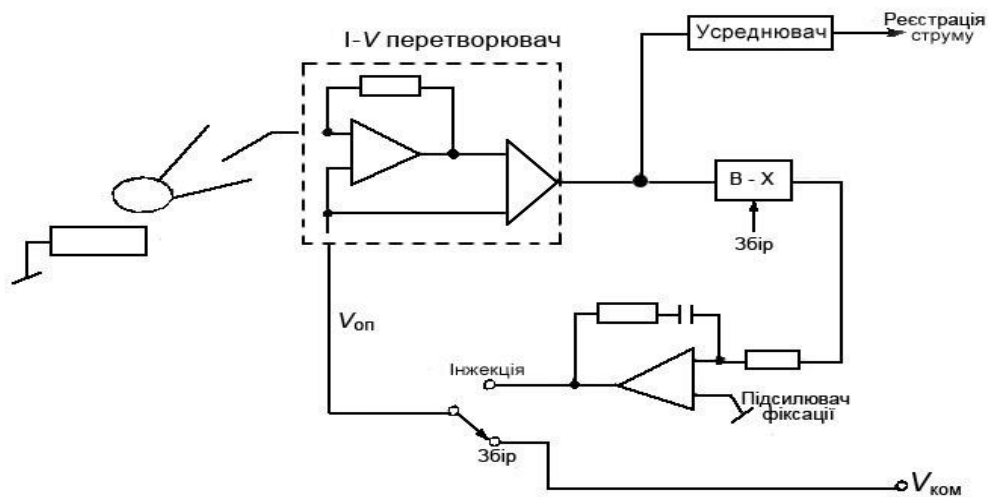


Рис 3.6 Технічна система біосенсора: один із секторів електронно-вимірювальної системи. Фіксація потенціалу за допомогою I-V перетворювача [3]. Інтегратор для інжекції тестуючого сигналу. Принципова схема інтегратора. Вихідна напруга задається, як $V_{вих} = (1/ R1 C1) \int V_{вх} dt$. Інтегратор ($R1 C1 A2$) включено в контур зворотного зв'язку $f_s = 0,5$ Гц, щоб скорегувати будь-яку складову по постійному струму у $V_{вх}$. З виходу реєстратора знімається фактична напруга, яка підлягає інтегруванню. Вихід по струму безпосередньо пов'язаний з входом I-V перетворювача, його масштабний множник дорівнює $S_{вх} / (R1 C1)$, що для вказаних номіналів складає 100 пА/В

3.2.2. Біосенсор як абстракція та чотири його основні функції. Якщо розглянути біосенсор НБС абстрактно, незалежно від того, яка його молекулярна будова, які речовини ініціюють у ньому електричні струми тощо, то можна помітити ряд важливих рис, спільних для багатьох НБС. Ці спільні риси визначаються функціями, які характерні для НБС такого типу (Рис 3.7, Рис 3.8)

1) Біосенсор НБС як приймач інформаційних сигналів (акцептор) (Рис 3.7)
Загальновідомо, що на вхід НБС інформація надходить двояко, у вигляді сигналів двох типів.

Тип 1. Закодованою у хімічних структурах діючих на мембрани БФ речовин. При цьому на виході НБС реєструють електричні сигнали, характеристики яких прямо пов'язані із сигналами на вході. Іншими словами, характеристики таких вихідних електричних сигналів відповідають структурам речовин, що взаємодіють із поверхневими мембранами (БФ біосенсора). Таким чином, на рівні БФ біосенсора відбувається перекодування сигналів з хімічних на електричні (докладніше описано у наступних розділах). У цьому випадку поняттям «біосенсор» називають поверхневу мембрану нейрона та відповідні явища та сценарії взаємодії хімічних речовин із нею. У нашому випадку введено скорочення БФ (див. вище)

Тип 2. На вхід НБС інформація надходить у вигляді електричних сигналів із певними характеристиками, і ці сигнали сприймаються структурами мембран (БФ біосенсора). На виході НБС реєструють також сигнали електричної природи, але із характеристиками, відмінними від характеристик сигналів, які надійшли на вхід. У цьому випадку, на рівні БФ біосенсора відбувається перекодування сигналів з електричних із одними характеристиками на електричні із іншими характеристиками.

2) Біосенсор НБС як фільтр вхідних інформаційних сигналів (Рис 3.7).
Загальновідомо, що поверхнева мембрана НБС сприймає не всю інформацію, яка надходить на вхід (адже часто надходить «білий шум» сигналів). Вхідна

інформація сприймається НБС селективно, тобто «значущими» на вході є такі сигнали, які несуть хімічні речовини цілком певної будови та електричні сигнали із цілком певними характеристиками. «Фільтрація» вхідних сигналів відбувається за рахунок того, що сигнали на вході мають взаємодіяти *виключно тільки* з цілком певними молекулярними структурами мембран. Фактично, функції 1) та 2) визначають роль НБС як ключа коду при передачі інформації таким молекулярним пристроєм [1-2].

3) *Біосенсор НБС як первинний елементарний аналізатор вхідних інформаційних сигналів* (Рис 3.7) Будова поверхневої мембрани НБС (наявність у її складі тих чи інших хімічних речовин, їх конформація, їх взаємне розташування у просторі, тощо) у комплексі з а) перетвореннями, які відбуваються у мембрані внаслідок наближення хімічних речовин до поверхні мембрани, та б) тими ланцюгами перетворень (у т.ч. хімічних реакцій), які йдуть слідом за цим, обумовлюють функцію НБС як «аналізатора» інформаційних сигналів на його вході. Іншими словами, набір явищ та властивостей НБС 1), 2), 3) призводить до того, що біосенсор «розрізняє», які хімічні речовини із ним взаємодіють, а також, до певної міри, у якій кількості. На цих властивостях мембран та відповідних ефектах базуються нові методи якісного та кількісного аналізу, які були запропоновані Ключко О. М., на ці методи було отримано 4 патенти та опубліковано у [1-2].

4) *Біосенсор НБС як кодер/декодер інформації* (Рис 3.7 А Б) Явище кодування інформації біосенсором та його наслідки для техніки є настільки важливими, що цьому буде присвячено окремий наступний розділ.

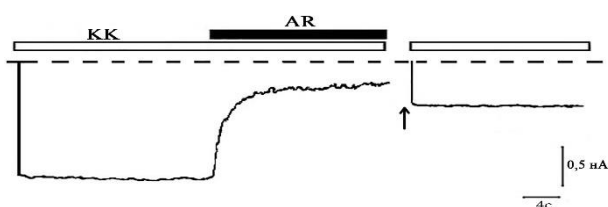


Рис 3.8 Приклад роботи біосенсора. На вхід біосенсора подано речовину каїнат (КК), яка ініціювала стаціонарний електричний струм, і через

певний час на фоні струму - речовину аргіопін (AR), який зменшує амплітуду струму їх визначеними кінетичними характеристиками (ліва й середня частини запису до стрілки). На виході біосенсора отримано також стаціонарний електричний струм із меншою амплітудою (запис справа після стрілки). Дію речовини AR характеризують величини, наведені для AR у таблиці. Підтримуваний потенціал на БФ біосенсора дорівнює -100 мВ.

3.2.3. Біосенсор: узагальнення результатів. У цьому розділі дипломної роботи стисло описано результати досліджень біосенсора (нейробіосенсора - НБС), його фізичної моделі. Була наведена загальна концепція біосенсорів, дано їх визначення, загальна характеристика та розглянуто прототипи. Розроблена фізична модель біосенсора та наведені деякі результати випробування цього пристрою. Розглянуто нейроподібний біосенсор як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Наведено коротке описання явищ та процесів у біосенсорі, його функціонування та відповідний алгоритм.

Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками. Показано, що зворотній феномен - декодування інформації також є можливим.

У результаті виконаних робіт обґрунтовано можливості застосування технічного пристрою біосенсора для кодування інформаційних сигналів. Запропонована розробка відкриває нові можливості для захисту інформації у біоінформаційних системах. Виконані на сьогоднішній день роботи показали, що функції біосенсора НБС з кодування/декодування можуть мати двояке

вираження, яке може бути застосовано на практиці: у табличній формі та у аналітичній формі у вигляді функції або кількох функцій.

Наведено приклад практичного застосування біосенсора НБС для кодування інформації про структуру однієї з хімічних речовин у вигляді запису відповідних електричних струмів. Натепер таких прикладів існує близько кількох тисяч, які при упорядкуванні їх у відповідні бази даних дозволяють можуть бути застосовані для кодування та передачі інформації щодо відповідних хімічних речовин.

Деякі ланки виконаної роботи носять теоретичний характер. Для виготовлення промислових зразків біосенсорів у складі інформаційних систем необхідно виконати у подальшому ще додатковий об'єм робіт.

3.3. Візуалізація пошкоджуючої дії шкідливих речовин-забруднювачів у електронній реєструючій системі.

Наведемо опис розробки системи з фотофіксації мікроскопічних пошкоджень клітин, на які подіяли шкідливі хімічні речовини

В даному підрозділі наведено результати пошкоджуючої дії шкідливих речовин-забруднювачів у електронній реєструючій системі

В умовах медичної лабораторії можна показати що при дії шкідливих речовин на клітини організму пошкоджуються мембрани цих клітин, якщо такі клітини помістити в розчин в якому є молекули барвника метиленового синього то відбувається наступні фізико-хімічні явища. Розчин навколо клітин такий барвник забарвлює в світло-голубий колір у якому видно опалесціюючі світліші живі непошкожені клітини (наприклад це можуть біти клітини крові еритроцити). Якщо поверхнева мембрана клітини пошкоджена то барвник метиленовий синій проникає в середину клітини і забарвлює її в темносиній або фіолетовий колір. Це

можна добре бачити під світловим мікроскопом і саме це зображено на рис. 3.10. З метою кращої діагностики можна зробити кольорові мікрофотографії таких клітин у розчині у цифровому вигляді. На далі такі мікрофотографії ми упорядковуємо у медичні бази даних. Такі набори мікрофотографій можуть бути використані електронними експертними інформаційними системами для автоматизованого аналізу та діагностики. Також можуть бути використаними медиками професіоналами (лікарями, фельшерами, медсестрами) для паралельної оцінки і аналізу із наступним встановленням діагнозу. Відповідно це можна проілюструвати наведеними нижче матеріалами. На основі цього було вирішено розробити електронну систему для обробки і попереднього аналізу візуальної інформації при медичному обстеженні.

На основі цього було вирішено розробити електронну систему для обробки і попереднього аналізу візуальної інформації при медичному обстеженні. Мета розробки електронної системи для обробки і попереднього аналізу візуальної інформації – покращити можливості діагностики та зробити можливою автоматизовану діагностику паталогічних пошкоджень організму речовинами – забруднювачами за рахунок того, що електронна система буде обробляти зображення крові, яке буде здійснено із застосуванням оптичного медичного мікроскопа.

Алгоритм роботи електронної системи продемонстровано блок-схемою на рис 3.9

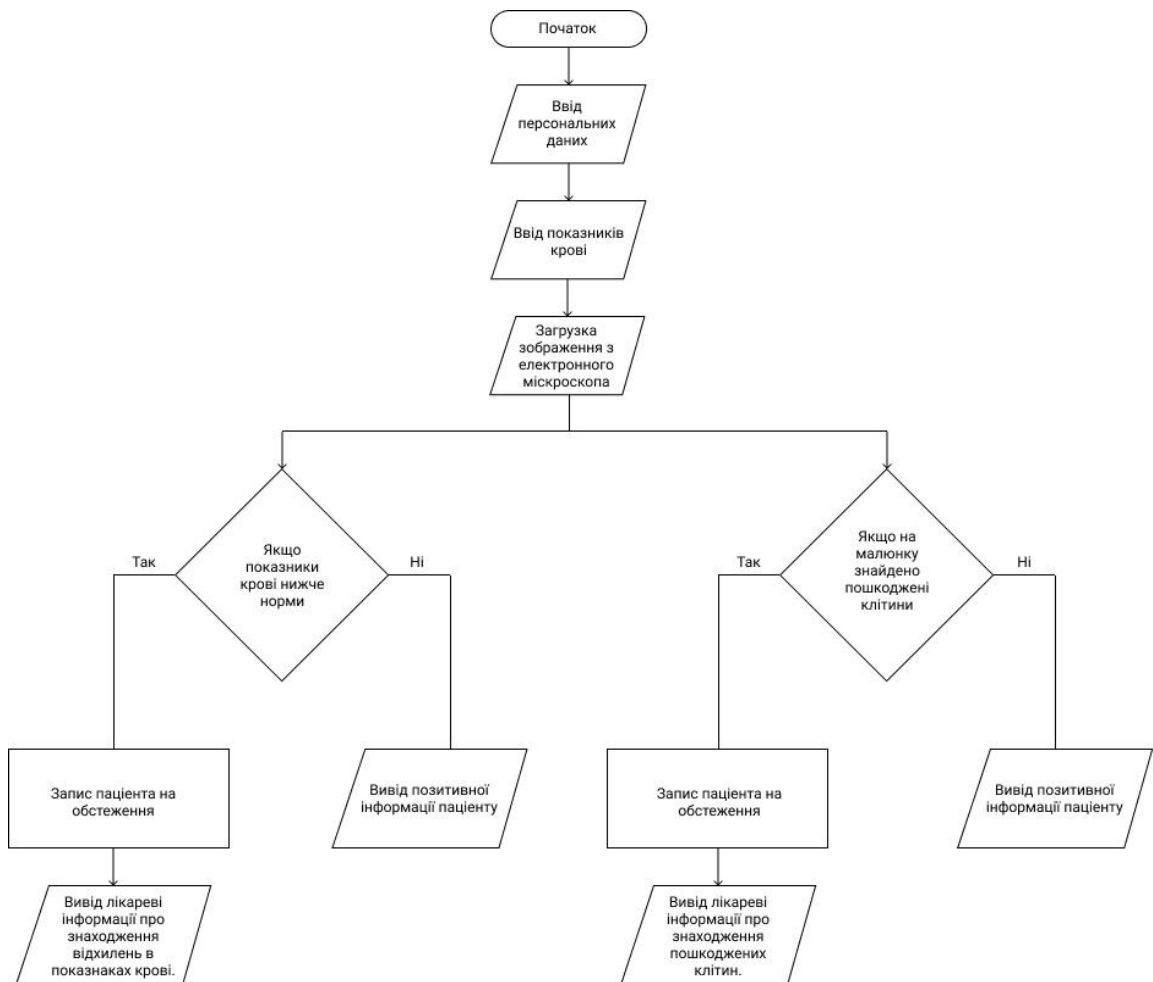


Рис. 3.9 Алгоритм роботи електронної системи

Етапи роботи електронної системи.

1. Заповнення медсестрою персональної інформації про пацієнта.
Заповнення показників крові за допомогою автоматичного аналізатора.
Завантаження зображення крові після додавання речовини під назвою “метиленовий синій” за допомогою електронного мікроскопа. Рис. 3.2

Персональная Информация Клиента

Фамилия клиента: Имя клиента:

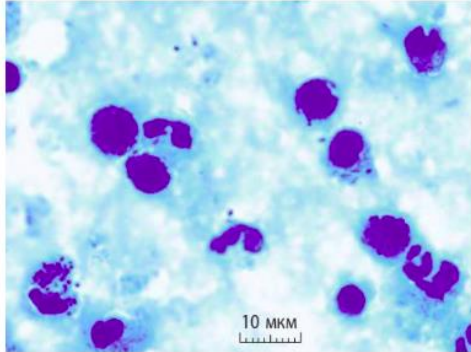
Отчество клиента: Номер телефона:

Пол клиента:

Женский Мужской

Загрузка Изображений

Выберите файл или перетащите его сюда



Показатели Крови

Уровень эритроцитов (RBC):	<input type="text" value="3"/>
Содержание гемоглобина (HGB):	<input type="text" value="146"/>
Количество лейкоцитов (WBC):	<input type="text" value="6"/>
Цветовой показатель (MCH):	<input type="text" value="19"/>
Количество лимфоцитов (LYM):	<input type="text" value="25"/>
Количество моноцитов (MON):	<input type="text" value="6"/>
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ):	<input type="text" value="1"/>

Рис. 3.10 Вигляд електронної системи після заповнення необхідних даних

2. Занесення персональних даних пацієнта в електронну БД.
3. Обробка показників крові відповідно статі пацієнта. Показники крові аналізуються по статі пацієнта тому, що відповідно статі відрізняється рівень показників крові. Обробка зображення з електронного мікроскопа.
4. Аналіз та винесення остаточних рішень відповідно показників крові.
5. Аналіз та винесення остаточного рішення відповідно завантаженого зображення з електронного мікроскопа. Рис. 3.3

Результат Обследования

Результаты Показателей Крови

Уровень эритроцитов (RBC): Показатели эритроцитов занижены.	3
Содержание гемоглобина (HGB):	146
Количество лейкоцитов (WBC):	6
Цветовой показатель (MCH): Цветовой показатель занижен.	19
Количество лимфоцитов (LYM):	25
Количество моноцитов (MON):	6
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ): Скорость оседания эритроцитов занижена.	1

Персональная Информация

Фамилия:	Зайцев
Имя:	Вадим
Отчество:	Костянтинович
Пол:	Мужской

Вывод:

Обнаружены отклоненности показаний крови. Срочно нужна консультация врача. Обнаружены признаки метгемоглобина. Результаты Ваших анализов переданы врачу с приоритетной важностью. В ближайшее время с Вами свяжутся и запишут Вас на консультацию. Если почувствуете ухудшение Вашего здоровья, то немедленно вызывайте скорую. Всего наилучшего, не болейте.

Рис. 3.11 Результат медичного обстеження з негативними показниками.

6. Занесення даних показників по пацієнту в електронну БД.
7. Відправлення негативних аналізів лікарю та передання інформації для запису на консультацію через знаходження негативних відхилень в показниках крові або знаходження пошкоджених клітин які забарвлені в фіолетовий колір.

Етапи роботи електронної системи (з позитивними показниками).

1. Заповнення медсестрою персональної інформації про пацієнта. Заповнення показників крові за допомогою автоматичного аналізатора. Завантаження зображення крові після додавання речовини під назвою “метиленовий синій” за допомогою електронного мікроскопа. Рис. 3.4

Персональная Информация Клиента

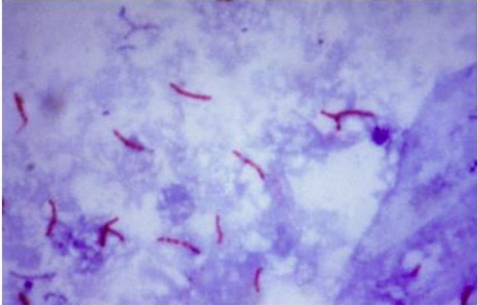
Фамилия клиента: Имя клиента:

Отчество клиента: Номер телефона:

Пол клиента:
 Женский Мужской

Загрузка Изображений

Выберите файл или перетащите его сюда



Показатели Крови

Уровень эритроцитов (RBC):	4.1
Содержание гемоглобина (HGB):	130
Количество лейкоцитов (WBC):	6
Цветовой показатель (MCH):	29
Количество лимфоцитов (LYM):	24
Количество моноцитов (MON):	6
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ):	11

Рис. 3.12 Вигляд електронної системи після заповнення необхідних даних

2. Занесення персональних даних пацієнта в електронну БД.
3. Обробка показників крові відповідно статі пацієнта. Показники крові аналізуються по статі пацієнта тому, що відповідно статі відрізняється рівень показників крові. Обробка зображення з електронного мікроскопа.
4. Аналіз та винесення остаточних рішень відповідно показників крові.
5. Аналіз та винесення остаточного рішення відповідно завантаженого зображення з електронного мікроскопа. Рис. 3.5

Результат Обследования

Результаты Показателей Крови		Персональная Информация	
Уровень эритроцитов (RBC):	4.1	Фамилия:	Крюкова
Содержание гемоглобина (HGB):	130	Имя:	Ольга
Количество лейкоцитов (WBC):	6	Отчество:	Петровна
Цветовой показатель (MCH):	29	Пол:	Женский
Количество лимфоцитов (LYM):	24		
Количество моноцитов (MON):	6		
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ):	11		

Вывод:

Показатели крови в норме, отклоненности не были обнаружены.

Анализы все в норме. В консультации врача нет необходимости. Если почувствуете ухудшение Вашего здоровья, то немедленно вызывайте скорую. Всего наилучшего, не болейте.

Рис. 3.13 Результат медичного обстеження з позитивними показниками.

6. Занесення даних показників по пацієнту в електронну БД.
7. Вивід остаточних рішень на основі введених показників.

3.4. Висновки до Розділу 3

1. Розроблено біотехнічний пристрій - біосенсор для детектування хімічних речовин у довікллі.
2. Розглянуто нейроподібний біосенсор (НБС) як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Розроблено фізичну модель нейробіосенсора біосенсора НБС та наведено результат випробування цього пристрою.
3. Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних

сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками.

4. Виконано візуалізацію інформації щодо пошкоджень клітин організму при дії шкідливих речовин; дані отримані при детектуванні впливу хімічних речовин виводяться на екран медичного монітору.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено біотехнічний пристрій - біосенсор для детектування хімічних речовин у довкіллі.
2. Розглянуто нейроподібний біосенсор (НБС) як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Розроблено фізичну модель нейробіосенсора біосенсора НБС та наведено результат випробування цього пристрою.
3. Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками.
4. Виконано візуалізацію інформації щодо пошкоджень клітин організму при дії шкідливих речовин; дані отримані при детектуванні впливу хімічних речовин виводяться на екран медичного монітору.
5. Виконано огляд шкідливого впливу речовин-забруднювачів техногенного походження на довкілля та організм
6. Виконано ґрунтовні дослідження з теорії застосування фізичних методів для реєстрації хімічних забрудників навколишнього середовища та розробки поверхонь у відповідних технічних пристроях - детекторах.
7. Виконано патентний пошук прототипів - пристроїв для детектування хімічних речовин технічними пристроями - детекторами.
8. Розроблено біотехнічний пристрій - біосенсор для детектування хімічних речовин у довкіллі. Розглянуто нейроподібний біосенсор (НБС) як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Розроблено фізичну

модель нейробіосенсора біосенсора НБС та наведено результат випробування цього пристрою.

- 9.** Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками.
- 10.** Виконано візуалізацію інформації щодо пошкоджень клітин організму при дії шкідливих речовин; дані отримані при детектуванні впливу хімічних речовин виводяться на екран медичного монітору.
- 11.** Дана розробка виконана придатною для застосування у навчальному процесі студентів НАУ.

Література

1. Ключко О. М. Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія). К.: Вид. НАУ. – 2008. – 252 с.
2. Klyuchko O. M. Biotechnical information systems for monitoring of chemicals in environment: biophysical approach. *Biotechnologia Acta*, K, 2019, V.12. – №1 – P. 5 – 28.
3. Klyuchko O. M. Electronic expert systems for biology and medicine. *Biotechnologia Acta*, K, 2018, V.11. – №6 – P. 5-28.
4. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Shutko O.O., Mykolushko A.N. Mathematical and physical models of devices for detection of some chemical substances in the environment. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №2(60), 2019. – P. 83-87.
5. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Kolganova O.O., Mykolushko A.N. Theoretical bases for the development of chemosensitive detecting devices for environment protection. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №3(61), 2019. – P. 68-73.
6. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Kolganova O.O., Navrotskyi D.A., Mykolushko A.N. Information systems with chemosensitive detectors for environment protection. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №2(64), 2020. – P. 17-23
7. Лев А. А. Моделирование ионной избирательности клеточных мембран. Л: Наука. 1976, 210 с.
8. Веб сайт [Електроннийресурс] – режим доступу: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html>
9. Архіпова Г. І. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах / Г. І. Архіпова, І. С. Ткачук, Є. І. Глушков // Вісник НАУ. — 2009. — № 1.
10. Корсак К.В. Основи екології / К.В. Корсак, О.В. Плахотнік. – К. : Вид-во МАУП, 2000
11. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. Посіб. - 4 - те вид., випр. 1 доп. - К.: Т -во “Знання”, К(Х), 2006.
12. Фірсова А.А.. Вплив забруднення атмосфери на здоров'я людини
13. Yinon, Jehuda, et al., “The Analysis of Explosives”. Pergamon Press, 1981, pp. 29-293.

14. Meng, H. et al., “Gunshot Residue Analysis—A Review” J.Forensic Sci., 1997:42(4):553-570.
15. Hiley, R.W. “Investigations of Thin Layer Chromatographic Techniques Used for Forensic Explosives Analysis in the Early 1970s”. Journal of Forensic Sciences. JFSCA, vol. 38, No. 4, Jul. 1993, pp. 864-873.
16. Bebeselea, A. et al., “Electrochemical Degradation and Determination of 4-Nitrophenol Using Multiple Pulsed Amperometry at Graphite Based Electrodes”, Chem. Bull. “Politehnica” Univ. (Timisoara), vol. 53(67), 1-2, 2008.
17. Funabashi, H. et al., “Electrochemical evaluation of cellular physiological status under stress in Escherichia coli with therpoS-lacz, reporter gene”. Biotechnology and Bioengineering, vol. 90, No. 4. May 20, 2005.
18. Mathiyarasu, J. et al., “Electrochemical detection of phenol in aqueous solutions”. Indian Journal of Chemical Technology, vol. 11, Nov. 2004, p. 797-803.
19. Веб сайт [Электронныйресурс] – режим доступа: <https://www.technology.matthey.com/article/37/3/146-150/>
20. Klyuchko O. M. Venom and toxins from *Argiope lobata*: electrophysiological studies. *Biol. Stud.* 2020, 14 (2). – P. 39-56
21. Сигворс Ф., Сакман Б., Сигворс Ф., Неер Э. Регистрация одиночных каналов. – М. : Мир, 1987. – 448 с. (Рос)

Розділ 4.

Охорона праці.

Робоче місце – місце постійного або тимчасового перебування працівника в процесі трудової діяльності. Робоче місце працівників, які займаються зборкою та виголошенням деталей для роботизованого електронного пристрою. Приміщення достатніх розмірів для розміщення стола для зборки на налаштування розмірами 1 метр на 2 метри, та розташуванням 3D принтера. Таке приміщення має вентиляцію, а також хороший рівень освітлення, для контролю якості при зборці.

4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виробництві електронного роботизованого пристрою.

При роботі над роботизованим електронним пристроєм працівник піддається впливу наступним небезпечним та шкідливим факторам:

Підвищена температура поверхні устаткування, а саме паяльна станція. Температури в діапазоні 245 до 300 градусів Цельсія. Такі температури можуть бути потенційно небезпечні при контакті з шкірою, вони можуть викликати тяжкі опіки;

Підвищене значення напруги в електричному колі чи появі їх на струмоведучому обладнанні, внаслідок цього, збільшена імовірність проходження струму через тіло людини. Така ситуація може виникнути при необережному відношенні з паяльною станцією. Розжарене жало паяльника може розплавити ізоляцію на проводі живлення, та викликати коротке замикання. Що також може викликати пожежу.

Наявність токсичних та канцерогенних факторів при роботі з паяльною станцією. Припій — метал, сплав або суміш оксидів, що застосовується для з'єднання металевих, мінерало-керамічних та інших деталей, для лудіння посуду тощо. В склад припою можуть входити такі

хімічні елементи як: олово, свинець, цинк, мідь, нікель, фосфор, срібло, кадмій та ін. Флюс — речовина, що додається до розплавленого металу для видалення його окисів і сторонніх шлаків, чи під час паяння для запобігання окиснення поверхні металу. Кожен з цих елементів в залежності від складу конкретного примою може випаровуватись осідати в легенях, та негативно впливати на організм людини.

Канцерогенних фактором являється випаровування АБС-пластику при роботі 3D принтера. АБС-пластик (Акрилонітрилбутадієнстирол) — термопластичний листовий конструкційний матеріал. Температура склування становить близько 105 градусів Цельсія. АБС-пластик є, як правило, безпечним матеріалом. Реальна небезпека, яку може представляти АБС-пластик для людини, може виникнути в декількох випадках: При нагріванні в процесі виробництва (для формування або екструзії, а також в 3D-друку) утворюються пари акрилонітрилу, які є отруйними. Існує побоювання, що акрилонітрил може бути канцерогеном для людини. Бутадієн є відомим канцерогеном. Стирол теж має канцерогенні властивості. 3D друк використовується для створення корпусу для роботизованого електронного пристрою.

Психофізіологічні напруження. Монотонність праці, перенапруженість зорових аналізаторів, розумова напруженість, незручність і статичність пози. Постійна концентрація на дрібних об'єктах під час зборки та пайки виробу. Робота вимагає хорошої зорової концентрації при контролі якості. Може знижуватись темп та якість праці, з'являється рання втома, знижується реакція та ослабляється увага, з часом негативно впливати на якість зору, при довгих незмінних навантаженнях. Негативно на стан здоров'я може викликати довге сидіння на робочому місці в одній позі, яка не змінюється протягом часу.

Несприятлива освітленість. Недостатнє штучне і природне освітлення. Недостатня освітленість приміщення цеху, де відбувається

виробництво пристрою. Може викликати проблеми з якістю виконання робіт, а також я станом здоров'я робітника. Такі як погану концентрацію, втоми, головні болі, зниження реакції, також знижуються темп роботи. Збільшуються ризики порушення техніки безпеки з паяльною станцією.

4.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.

4.2.1 Для забезпечення безпеки працівника, роботодавець та робітник повинні слідувати вимогам охорони праці під час паяння електрифікованим інструментом.

Вимоги охорони праці під час паяння електрифікованим інструментом:

1. Паяння електрифікованим інструментом (далі - паяльник) необхідно виконувати відповідно до вимог Інструкції з охорони праці під час виконання монтажних робіт інструментами і пристроями, затвердженої наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05 червня 2001 року № 254, зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 20 липня 2001 року за № 616/5807 (НПАОП 0.00-5.24-01), ДСТУ 7237:2011.

2. Електрифікований інструмент для паяння деталей повинен відповідати вимогам ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 «Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги».

3. Паяння великогабаритних виробів необхідно виконувати паяльником з вбудованим відсмоктувачем.

4. Виконувати паяння в замкнутих об'ємах необхідно із застосуванням паяльника напругою не вище 12 В.

5. Паяльник на робочих місцях повинен встановлюватися на вогнестійкій підставці для запобігання його падінню.

6. Паяльник, що знаходиться в робочому стані, повинен постійно перебувати в зоні дії місцевої витяжної вентиляції.

7. У проміжках часу між паяльними операціями нагрівання жала паяльників повинно бути знижене до 150-180 °С, а при тимчасовому припиненні робіт - відключене. Робочі місця повинні бути обладнані регуляторами нагріву паяльників.

8. Паяння малогабаритних виробів у вигляді штепсельних роз'ємів, наконечників, клем та аналогічних виробів необхідно виконувати із закріпленням їх у спеціальних пристроях (затискачі, струбцини).

9. Під час паяння інтегральних мікросхем необхідно використовувати біноккулярні стереоскопічні мікроскопи з телевізійними екранами.

Слідуючи всім цим правилам буде досягнуто найоптимальніші умови для працівника

4.2.2 Для уникнення короткого замкнення при роботі з паяльником необхідно слідувати таким нормам:

Ручні електричні машини повинні відповідати вимогам Правил устаткування електроустановок, ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 N 4 (z0093-98), зареєстрованого у Міністерстві юстиції 10.02.98 за N 93/2533, та ГОСТ 12.2.013.0-91.

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Необхідно пройти інструктаж на робочому місці.
2. Отримати для виконання робіт спецодяг, засоби індивідуального захисту, інструмент, пристосування і перевірити їх комплектність та цілість.

3. Підготувати робоче місце: прибрати зайві речі, перевірити достатність освітлення робочого місця;

4.2.3 Технологічний процес пайки радіоелементів супроводжуються забрудненням повітряного середовища аерозолями припоїв, флюсів, парами рідин, що застосовуються для змивання флюсу або для розчинення лаків, які застосовуються для покриття друкованих плат тощо. Також на працюючих може негативно впливати і інфрачервоне (ІЧ) випромінювання від нагрітої поверхні електропаяльника. Клас небезпеки, гранично допустима концентрація в повітрі робочої зони (ГДКрз), характер токсичності та можлива біологічна дія основних компонентів, що входять до складу олов'яно-свинцевих припоїв, а також флюсів і миючих засобів знаходяться в ДСН 3.3.6.042-99. Наявність в повітрі робочої зони аерозолу свинцю, який відноситься до шкідливих речовин 1 класу небезпеки, потребує обов'язкового застосування ефективної системи вентиляції виробничого приміщення.

При проведенні технологічного процесу пайки радіоелементів олов'яносвинцевими припоями концентрація аерозолу свинцю в повітрі робочої зони, як правило, перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДКрз), що вимагає застосування місцевої витяжної вентиляції на робочих місцях.

Згідно з існуючою нормативною базою, експлуатація ділянок пайки, не обладнаних місцевою витяжною вентиляцією, забороняється. Вентиляційні установки повинні включатися до початку робіт і виключатися після їхнього закінчення. Місцеві відсмоктувачі від зон пайки повинні обслуговуватися автономною вентиляційною установкою.

Розведення вентиляційної мережі і конструкція місцевих відсосів повинні забезпечувати можливість регулярної очистки повітропроводів. Електропаяльник у робочому стані повинен знаходитися в зоні дії витяжної вентиляції.

У зоні ручної пайки швидкість спрямованого потоку, що створюється місцевими відсмоктувачами, повинна не менш ніж на 0,2 м/с перевищувати рухливість повітря в зоні пайки і бути не меншою ніж 0,5 м/с.

При виконанні паяльних робіт з використанням олов'яно-свинцевих припоїв на робочих місцях необхідно користуватися „Інструкцією з охорони праці при роботах з олов'яно-свинцевими малосурм'янистими припоями” ПІ 1.4.32-423- 2005.

4.2.4 Для уникнення канцерогенних факторів при роботі з 3D принтером необхідно слідувати таким нормам: ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП Системи вентиляційні.

4.2.4.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.2.4.1.1 Вентиляційні системи для виробничих приміщень у комплексі з технологічним устаткуванням, що виділяє шкідливі речовини згідно з ГОСТ 12.0.003, надлишкове тепло або вологу, повинні забезпечувати мікрокліматичні умови та чистоту повітря, що відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005, ДСН 3.3.6.042 на постійному і тимчасовому робочих місцях у робочій зоні виробничих приміщень.

У зоні адміністративно-побутових приміщень промислових підприємств, що обслуговуються, а також у приміщеннях громадських будинків повинні бути забезпечені мікрокліматичні умови відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042.

4.2.4.1.2 Технічні рішення, прийняті при проектуванні вентиляційних систем, а також вимоги, які висуваються до них при спорудженні та експлуатації, повинні відповідати ДБН А.3.2-2 2009, ДБН В.2.5-67:2013, СНиП 2.09.02. 85, ДБН В.2.2-28-2010.

4.2.4.1.3 Випробування вентиляційних систем має виконуватися відповідно до вимог нормативної документації та організації-виробника.

4.2.4.1.3.4 Розташування вентиляційних систем має забезпечувати безпечний і зручний монтаж, експлуатацію та ремонт технологічного устаткування. При розміщенні вентиляційних систем слід дотримуватись норм освітлення приміщень, робочих місць і проходів згідно з ДСТУ Б А.3.2-15:2011, ДБН В.2.5:28-2018.

4.2.4.1.5 Для монтажу, ремонту та обслуговування елементів вентиляційних систем, а також для переходу через них повинні передбачатися стаціонарні площадки, проходи, сходи і містки.

4.2.4.1.7 Розміщення припливних і витяжних вентиляційних агрегатів у приміщеннях для вентиляційного устаткування повинне виконуватися відповідно до ДБН В.2.5-67:2013.

4.2.4.1.8 На випадок виникнення пожежі слід передбачити спеціальні пристрої, що забезпечують відключення вентиляційних систем, а також включення, при необхідності, систем аварійної протидимної вентиляції, відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013.

4.2.4.1.9 Розміщення і улаштування електроустаткування вентиляційних систем, а також контрольно-вимірювальної апаратури, улаштування струмоведучих частин і заземлень має відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.5-82:2016, НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32, а також діючих стандартів на вибухозахищене і рудничне устаткування.

4.2.4.1.10 Вентиляційні системи, що обслуговують приміщення категорій А, Б згідно із НАПБ Б.03.002 та системи місцевих відсмоктувачів, у яких можливе утворення статичної електрики, повинні бути у вибухобезпечному виконанні і захищені від дії статичної електрики згідно з ГОСТ 12.1.018, ГОСТ 12.4.124, ДБН В.2.5-27, НПАОП 0.00-1.29.

4.2.4.1.11 Виконання вентиляційного устаткування систем, що обслуговує приміщення категорій А, Б згідно із НАПБ Б.03.002 і місцевих

відсмоктувачів вибухопожежобезпечних та пожежобезпечних сумішей, мають відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013.

4.2.4.1.12 Робітники, які працюють з вентиляційними системами, повинні бути забезпечені захисними засобами згідно з ДСТУ 7239:2011 ССБП Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

4.2.5 Для уникнення проблем психофізіологічного напруження. монотонності праці, перенапруженості зорових аналізаторів, розумової напруженості, незручність і статичність пози. Необхідно виконувати ряд рекомендацій:

Потрібно час від часу робити відпочинок, наприклад подивитись у вікно на хвилину. Для відпочинку очей можна виконати такі вправи:

Швидко покліпайте очима 20 разів, при цьому заплющуйте і розплющуйте повіки з зусиллям.

З заплющеними очима починаємо водити очними яблуками вліво - вправо (4 рази), тоді вгору - вниз (4 рази).

З заплющеними очима малюємо очними яблуками кола – спершу за годинниковою стрілкою, потім проти (по 5 разів).

Подивіться за вікно і знайдіть вдалині якийсь об'єкт (наприклад, пташку на дереві, або антену на даху сусіднього будинку). Сфокусовуйте на ньому погляд протягом 5 секунд. Тепер переведіть погляд на кінчик власного носа й утримуйте на ньому погляд також протягом 5 секунд.

Міцно замружте очі, а потім різко й широко відкрийте (повторіть 5 разів).

Ви можете виконувати ці вправи в будь-якій зручній для вас послідовності і так часто, як вам буде зручно – але не менше ніж двічі на день. Це не забере у вас багато часу, але може допомогти зберегти зір на довгі роки.

Перебування у стані сидячи протягом тривалого часу не лише погано впливає на ваш опорно-руховий апарат, а й погіршує кровопостачання мозку – це призводить до зниження когнітивних здібностей, а значить і до зменшення ефективності вашої роботи. Тож лікарі радять робити перерви кожних 20 хвилин. Саме цей проміжок часу дозволяє зробити сидіння безпечним. Намагайтеся після 20 хвилин сидіння встати та пройтися офісом, підійти до колеги, піти помити руки, набрати стакан води – будь-що. Якщо у вас дуже багато термінової роботи і навіть прогулянка до вбиральні може їй нашкодити – спробуйте працювати стоячи.

4.2.6 Для уникнення несприятливого освітлення необхідно слідувати таким нормам:

Основні вимоги до виробничого освітлення:

- Створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;

- Забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;

- Не створювати засліплювальної дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;

- Не створювати на робочій поверхні різних та глибоких тіней (особливо рухомих);

- Повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;

- Не створювати небезпечних та шкідливих виробничих чинників (шум, теплові випромінювання, небезпека ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників): вони повинні бути надійним і простими в експлуатації.

Нормативні величини освітленості робочих місць для різних видів робіт та відповідних зорових навантажень визначаються ДБН Б.2.5:28-2018

«Природне і штучне освітлення».

4.2.7. Методика розрахунку шарнірно-телескопічних відсмоктувачів повітря із зон пайки.

Шарнірно-телескопічні відсмоктувачі можуть бути як з прямокутним, так і з круглим отвором. Шарнірно-телескопічні відсмоктувачі прямокутної форми з гострими кромками встановлюються у вертикальній площині столу, що обумовлено тим, що друкована плата має прямокутну форму і, як правило, в процесі пайки радіоелементів (РЕ) розміщується у горизонтальній площині робочої поверхні столу (рис.4.1).

Кількість повітря, що видаляється відсмоктувачем з прямокутним отвором із зони пайки РЕ, визначається за формулою:

$$L_{ВП} = (S + 7.7 \cdot E^{0.63} \cdot X^{1.4}) \cdot v_x \quad 1)$$

де: $L_{ВП}$ - об'єм повітря, що видаляється прямокутним відсмоктувачем,

S ; $= B \cdot E$ - площа усмоктувального отвору, м² ;

E – розмір більшої сторони усмоктувального отвору, м. ($E = 0,14 \dots 0,28$ м);

X - відстань від площини усмоктувального отвору до зони пайки ($X = 0,1 \dots 0,3$ м);

v_x - осьова швидкість повітря в зоні пайки, ($v_x > 0,5$ м/с).

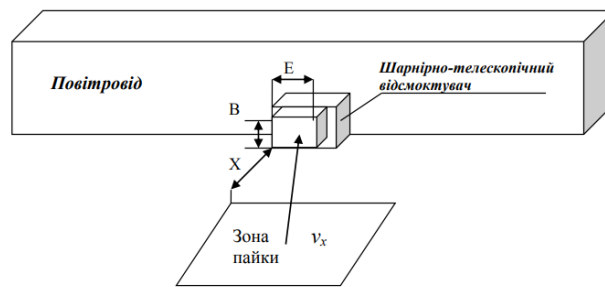


Рис.4.1. Шарнірно-телескопічний відсмоктувач з прямокутним отвором

Примітка: Розмір меншої сторони прямокутного усмоктувального отвору (B) визначається за умови отримання оптимального співвідношення між сторонами усмоктувальної щілини B и E:

$$\frac{B}{E} = 0,24 \cdot \left(\frac{X}{E} \right)^{0,36}$$

З урахуванням даного співвідношення B визначається за наступною формулою:

$$B = E \cdot 0,24 \cdot \left(\frac{X}{E} \right)^{0,33} \quad 2)$$

Шарнірно-телескопічні відсмоктувачі з круглими отворами (рис.4.2.) також встановлюються у вертикальній площині робочого столу.

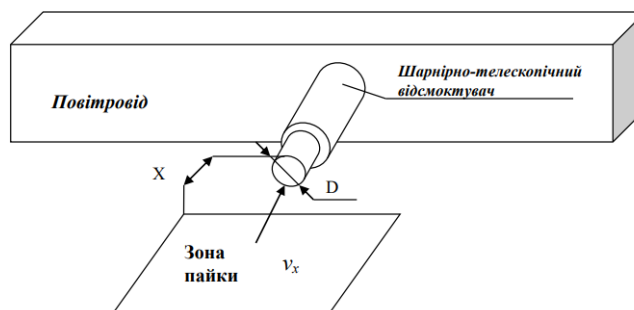


Рис.4.2. Шарнірно-телескопічний відсмоктувач з круглим отвором

Кількість повітря, що відсмоктується визначається з формулою:

$$L_{BK} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 + 9.1 \cdot D^{0.6} \cdot X^{1.4}) \cdot v_x \quad 3)$$

де: L_{BK} - об'єм повітря, що видаляється круглим відсмоктувачем, м³;

D – діаметр круглого відсмоктувального отвору, м., (0,12...0,24 м.);

X – відстань від площини відсмоктувального отвору до зони пайки, м;

v_x - осьова швидкість повітря в зоні пайки, ($v_x > 0,5$ м/с).

У разі застосування на робочих місцях шарнірно-телескопічних відсмоктувачів повітря із зон пайки, концентрація в повітрі робочої зони аерозолі свинцю при проведенні технологічного процесу пайки РЕ з використанням олов'яно-свинцевих припоїв визначається за наступною формулою:

$$C_{PЗ.} = 0,6 \cdot \frac{y \cdot n \cdot t \cdot N}{V + L_B \cdot N \cdot t} \quad 4)$$

де: L_B - об'єм повітря, що видаляється місцевим відсмоктувачем на кожному робочому місці, м³;

y - питома утворення аерозолі свинцю, мг/100 пайок;

n - кількість пайок у хвилину, шт.;

t - тривалість робочої зміни, год.;

N - кількість робочих місць, на яких ведеться пайка, шт.;

V - загальний об'єм повітря у виробничому приміщенні, м³.

*Примітка: Питоме утворення аерозолі свинцю (y ,) при лудженні і пайці олов'яно-свинцевими припоями за допомогою електропаяльника потужністю 20-60 Вт, складає 0,02- 0,04 мг на 100 пайок.

Розрахункова частина.

Умови:

$$E := 0.14 \quad X := 0.1 \quad \nu_x := 0.6$$

Розмір меншої сторони прямокутного усмоктувального отвору (В)

$$B := E \cdot 0.24 \left(\frac{X}{E} \right)^{0.33} = 0.03$$

визначається (м):

$$\text{Площа усмоктувального отвору (м}^2\text{)}: S := B \cdot E = 0.004$$

ЛВП - об'єм повітря, що видаляється прямокутним відсмоктувачем (м³):

$$L_{ВП} := (S + 7.7 \cdot E^{0.63} \cdot X^{1.4}) \cdot \nu_x = 0.056$$

Висновок

Проводячи розрахунок було розраховано яку площу повітря буде видаляти місцевим відсмоктувачем з заданими в умові розмірами. Це значення дорівнює 0.056 м³. Таким чином при зміні початкових параметрів можна регулювати потрібний розмір місцевого відсмоктувача.

4.3 Пожежо- та вибухонебезпека.

Виробниче переміщення можна віднести до Г згідно НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. (помірно пожежонебезпечна). Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо. Оскільки в виробничому переміщенні відбуваються пайка електронних компонентів.

Згідно до ПРАВИЛА експлуатації та типові норми належності вогнегасників. ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій.

Для приміщення які підпадають під такі параметри(Додаток 4 до Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників):

Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні.

Рекомендовано використовувати такі вогнегасники як:

Порошковий (ВП-5,ВП-6,ВП-9,ВП-12). В кількості (Додаток 1 до Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників) для приміщення прощею до 50 м², та клас приміщення категорії Г слід використовувати 1 вогнегасник вагою від 8 до 12 кг.

Для сповіщення людей о пожежі встановлюються комплекс технічних засобів, за допомогою якого забезпечується відповідно до розроблених планів евакуації передавання сигналів оповіщення одночасно на всьому захищуваному об'єкті, а у разі необхідності - послідовно або вибірково до окремих його частин (поверхи, секції тощо).

Шлях евакуації з виробничого переміщення.

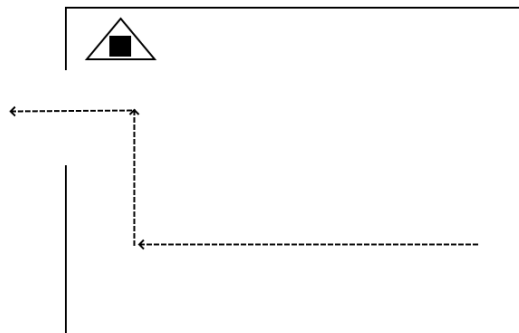


Рис 4.3 Стрілкою вказано напрям евакуації з приміщення. Чорний квадрат в трикутнику – вогнегасник.

4.4 Інструкція з охорони праці при виконанні паяльних робіт

Згідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці (ДНАОП 0.00-4.15-98) розробимо типову інструкцію.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1) До роботи з приладом допускається інженерно - технічний склад, що вивчив об'єкт, інструкцію з технічної експлуатації, діючу інструкцію, а також склав залік з технічної безпеки та пожежної безпеки;

2) Робоче місце або ділянка має бути устаткована засобами захисту від пожежі – вогнегасниками порошкового або іншого типу;

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

Перед початком роботи слід пересвідчитись, що:

- прилад правильно підключений і має заземлення;
- усі з'єднувальні кабелі та місця рознімання справні.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ

Під час виконання роботи необхідно:

- використовувати тільки справний інструмент і за призначенням;
- слідкувати, щоб на робочому місці не було зайвих предметів, що відволікають увагу і можуть привести до його травмування;
- при появі іскріння, короткого замикання, запаху гару, диму прилад негайно відключити та виявити причини можливого виникнення пожежі.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

Після закінчення роботи необхідно:

- вимкнути прилад, коли спеціаліст залишає своє місце;
- прибрати своє робоче місце;
- перевірити наявність всього інструменту згідно опису;
- повідомити керівника робіт про виявлені недоліки в роботі приладу.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ:

- у випадку виникнення пожежі негайно викликати пожежну команду. До її приїзду приступити до тушіння пожежі підручними засобами, а також спасінню людей та надання їм допомоги;
- у випадку ураження електричним струмом відключити живлення, прийняти необхідні міри по наданню першої медичної допомоги;
- в робочому приміщенні працівники мають бути ознайомлені з планом та порядком евакуації з приміщення, що має бути повішеним на видному місці.

Література

1 Інструкції з охорони праці під час виконання монтажних робіт інструментами і пристроями, затвердженої наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05 червня 2001 року № 254, зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 20 липня 2001 року за № 616/5807 (НПАОП 0.00-5.24-01), ДСТУ 7237:2011 та ГОСТ 12.1.030-81.

2 ДСТУ ІЕС 60745-1:2010 «Інструмент ручний електромеханічний. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги».

3 ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 N 4 (z0093-98), зареєстрованого у Міністерстві юстиції 10.02.98 за N 93/2533, та ГОСТ 12.2.013.0-91.

4 ДСН 3.3.6.042-99

5 „Інструкцією з охорони праці при роботах з олов'яно-свинцевими малосурм'янистими припоями” ПІ 1.4.32-423- 2005.

6 ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП Системи вентиляційні

7 ГОСТ 12.0.003

8 ГОСТ 12.1.005, ДСН 3.3.6.042

9 ДСН 3.3.6.042

10 ДБН А.3.2-2 2009, ДБН В.2.5-67:2013, СНиП 2.09.02. 85, ДБН В.2.2-28-2010.

11 ДСТУ Б А.3.2-15:2011, ДБН В.2.5:28-2018

12 ДБН В.2.5-67:2013

13 ДСТУ Б В.2.5-82:2016, НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32

14 НАПБ Б.03.002

15 ГОСТ 12.1.018, ГОСТ 12.4.124, ДБН В.2.5-27, НПАОП 0.00-1.29

16 НАПБ Б.03.002

17 ДБН В.2.5-67:2013

18 ДСТУ 7239:2011 ССБП Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

19 ДБН В.2.5:28-2018

20 ПРАВИЛА експлуатації та типові норми належності вогнегасників.

21 НАПБ Б.03.002-2007

22 ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Аналіз проблеми впливу на навколишнє середовище

В результаті промислової діяльності людини екологія змінюється, і сьогодні це вже неможливо не помічати. Мій проєкт пристій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації

5.2. Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.

Хімія навколишнього середовища — розділ хімії, що вивчає хімічні перетворення, які відбуваються у довкіллі. Хімія довкілля поділяється на більш вузькі розділи хімії, як-от геохімія, хімія ґрунтів, гідрохімія, хімія атмосфери, хімія природних сполук органічного походження та ін. Хімія довкілля вивчає хімічні процеси в усіх оболонках Землі, в тому числі в біосфері, вивчає міграції та перетворення всіх хімічних сполук, в тому числі природних та антропогенних забруднювачів.

Зі значним збільшенням впливу людини на довкілля, із значно збільшеною кількістю забруднюючих речовин антропогенного походження, в хімії довкілля виділяють екологічну хімію, що вивчає ті хімічні процеси в земних оболонках, які відбуваються під впливом людської діяльності. Ці поняття настільки близькі, що в деяких випадках дослідники розглядають терміни «екологічна хімія» та «хімія довкілля», як синоніми. Хімія довкілля вивчає хімічні процеси в комплексі — джерела надходження і міграцію хімічних речовин в земних оболонках, їх трансформацію, стоки із земних оболонок («глобальні цикли»), взаємодія сполук і елементів між

собою; вона є основою для розробки та вдосконалення методів захисту довкілля від забруднень тощо. Цей розділ хімії тісно пов'язаний з багатьма іншими науками, в тому числі з екологією, геологією та ін.

Структура хімії довкілля

- Фізико-хімічні процеси в літосфері, геохімія
- Фізико-хімічні процеси в гідросфері
- Фізико-хімічні процеси в атмосфері
- Хімія забруднюючих речовин природного та антропогенного походження (їх надходження, трансформація, міграція, виведення з геосфер).

Для хімії довкілля характерні всі основні методи сучасної хімії (хімічні, фізико-хімічні методи аналізу), але часто є необхідність визначати забруднюючі речовини в мікроконцентраціях, що змушує вчених які працюють у цій галузі широко використовувати новітні комбіновані методи — високоефективний поділ (наприклад, рідинна хроматографія) і точне якісне і кількісне визначення (наприклад, мас-спектрометрія).

Хімічне забруднення України — комплексне дослідження забруднень, здійснене авторами, на основі якого робляться висновки по актуальному стану екології регіонів України.

Численні наукові дослідження присвячені вивченню регіональних особливостей ксенобіотичного забруднення довкілля в Україні. Проте майже всі вони дають оцінку екологічного стану лише окремих невеликих територій нашої держави — деяких областей, міст, сільських районів.

Поряд з цим дотепер немає інтегральної оцінки стану основних об'єктів навколишнього середовища (повітряний басейн, питна вода, грунт, продукти харчування) в масштабі усієї України.

Основні методи визначення забруднень

Турботу про стан навколишнього середовища стимулювала, започаткована в 1972 році, міжнародна програма UNEP (United Nation Environment Protection — Охорона навколишнього середовища ООН), яка передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища. Під моніторингом розуміється система спостереження, контролю прогнозу та управління екологічними процесами. Моніторинг дозволяє виявляти критичні та екстремальні ситуації, фактори антропогенного впливу на довкілля, здійснювати оцінку та прогноз стану об'єктів спостереження, керувати процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

Таким чином, суть моніторингу зводиться до таких функцій:

- — контролю за станом об'єктів екосистеми;
- — контролю за джерелами поширення екологічної рівноваги;
- — моделювання та прогнозу екологічного стану екосистеми;
- — керування екологічними процесами.

Важливими елементами моніторингу є визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих хімічних домішок у повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування.

Гранично допустима концентрація — максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря або ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. ГДК встановлюється компетентними установами, комісіями як норматив. Останнім часом при нормуванні ГДК враховують не лише вплив забруднювачів на стан здоров'я людини, але й їхній вплив на диких тварин, рослин, гриби і мікроорганізми, природні угруповання, а також клімат, прозорість атмосфери і санітарно-побутові умови життя. Зараз у більшості країн встановлено значення ГДК більш ніж для 700 шкідливих газів, парів і пилу в повітрі. Гранично допустиме навантаження (ГДН) — граничне

значення господарського або рекреаційного навантаження на природне середовище, яке встановлюється з врахуванням ємності природного середовища або ресурсного потенціалу, здатності до саморегуляції і відтворення з метою охорони навколишнього середовища від забруднення, виснаження і руйнування.

Ці нормативи мають законодавчу силу і є юридичною основою для санітарного контролю.

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми гранично допустимих викидів (ГДВ). Гранично допустимі викиди — це кількість шкідливих речовин, що не має перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, і концентрація забруднювачів повітря, яка на межі санітарної зони не повинна перевищувати ГДК. Виконується інвентаризація джерел забруднення атмосфери для кожного підприємства, а також екологічна паспортизація всіх об'єктів, які забруднюють довкілля.

У зв'язку з тим, що в реальних умовах людина відчуває на собі комбіновану, комплексну і сумісну дію хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища і це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я, введено поняття максимально допустимого навантаження (МДН). Під МДН слід розуміти таку максимальну інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не справляє прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя. В Україні стан довкілля нині контролюється кількома відомствами і міністерствами. Держкомгідромет України здійснює спостереження за станом атмосферного повітря на стаціонарних пунктах державної системи спостережень, він же організовує спостереження за станом атмосферних опадів, за метеорологічними умовами, за станом поверхневих, підземних

вод суші та морських вод на пунктах спостереження, за станом озонового шару у верхній частині атмосфери.

Мінекобезпеки України контролює джерела промислових викидів у атмосферу, дотримання норм ГДВ, норм скидів стічних вод, тимчасово погоджених скидів (ТПС) і гранично допустимих скидів (ГДС), контролює якість поверхневих вод суші, стан ґрунтів.

Важлива роль в питаннях контролю за станом довкілля належить Міністерству охорони здоров'я, лісового господарства, сільського господарства України, Держкомгеології, держводгоспу, держкомзему України та їхнім відділам в областях та районах.

Поява джерел забруднення

Електромагнітний фон був на планеті завжди. Він сприяє розвитку життя, але, надаючи природне вплив, що не завдає шкоди екології. Так, люди могли піддаватися електромагнітного випромінювання, використовуючи у своїй діяльності дорогоцінні й напівкоштовні камені.

Після того, як в промисловій життя стали використовуватися прилади, що працюють від електроенергії, а в побутовому житті – електротехніка, інтенсивність випромінювання підвищилася. Це призвело до появи хвиль такої довжини, яких раніше в природі не існувало. В результаті будь-який прилад, який працює на електроенергії, є джерелом електромагнітного забруднення.

З появою джерел забруднення антропогенного характеру, електромагнітні поля стали чинити негативний вплив і на здоров'я людей, і на природу в цілому. Так з'явилося явище електромагнітного смогу. Він буває як на відкритих просторах, в місті і за його межами, так і в приміщеннях.

Вплив на навколишнє середовище

Електромагнітне забруднення становить небезпеку для екології, оскільки негативно впливає на навколишнє середовище. Як саме воно відбувається, достовірно невідомо, але випромінювання впливає на мембранну структуру клітин живих організмів. Перш за все, забруднюється вода, змінюються її властивості, відбуваються функціональні порушення. Також випромінювання уповільнює регенерацію тканин рослин і тварин, призводить до зниження виживаності і підвищення смертності. Крім цього, опромінення сприяє розвитку мутації.

В результаті забруднення цього типу у рослин змінюються розміри стебел, квіток, плодів, змінюється їх форма. У деяких видів фауни при впливі електромагнітного поля сповільнюється розвиток і зростання, підвищується агресія. У них страждає центральна нервова система, порушується обмін речовин, погіршується функціонування репродуктивної системи аж до безпліддя. Також забруднення сприяє порушенню чисельності видів різних представників в межах однієї екосистеми.

Нормативне регулювання

Щоб знизити рівень електромагнітного забруднення, застосовується нормативне регулювання роботи джерел випромінювання. У зв'язку з цим забороняється застосовувати прилади з хвилями, які вище або нижче дозволених діапазонів. За використання обладнання, яке випромінює електромагнітні хвилі, стежать національні та міжнародні інститути, контрольні органи і Всесвітня організація охорони здоров'я.

5.2.3. Теплове забруднення

Тепло, яке виділяється внаслідок виробництва, обробки, переробки чи використання певних ресурсів завжди є надмірним і небажаним, за виключенням випадків, коли за мету було поставлено обігрівання певних об'єктів (наприклад, взимку).

Теплове забруднення можна розділити на забруднення атмосфери і водних ресурсів. Основними джерелами теплового забруднення вод є атомні й теплові електростанції. Теплове забруднення поверхні водою і прибережних морських акваторій виникає в результаті скидання нагрітих стічних вод. Для таких екосистем є найбільш розповсюдженими наступні впливи теплового забруднення:

- підвищення температури води часто посилює сприйнятливість організмів до токсичних речовин;
- температура може перевищити критичні значення для "стенотермних" стадій життєвого циклу водних організмів;
- висока температура сприяє заміні звичайної флори водоростей на менш бажані синьо-зелені водорості, що викликають "цвітіння" води;
- при підвищенні температури води тваринам потрібно більше кисню, оскільки в теплій воді його вміст знижений у зв'язку з меншою розчинністю. У промислових центрах і великих містах атмосфера піддається тепловому забрудненню у зв'язку з тим, що в неї постійно надходять речовини з більш високою температурою, ніж її власна.

Температура викидів зазвичай вище середньої багаторічної температури приземного шару повітря. З труб промислових підприємств, вихлопних труб двигунів внутрішнього згорання, при опаленні будинків,

лісових пожежах виділяються речовини, нагріті до 60 градусів Цельсія і більше. Середньорічна температура атмосферного повітря над великими містами і промисловими центрами на 6-7 градусів вище температури повітря прилеглих територій. Фахівці відзначають, що в останні 25 років середня температура тропосфери піднялася на 0,7 градусів Цельсія.

5.2.4. Шумове забруднення

Не менш дратуючим типом забруднення є шумове забруднення.

Шуми відносяться до числа шкідливих для людини забруднень атмосфери. Їх подразнююча дія на людину залежить від його інтенсивності, спектрального складу та тривалості впливу. Шуми з суцільними спектрами менш дратівливі, ніж шуми вузького інтервалу частот. Найбільше роздратування викликає шум в діапазоні частот 3000-5000 Гц.

Що ж стосується роботи в умовах підвищеного шуму, то вона викликає швидко стомлюваність та загострює слух на високих частотах. Потім людина ніби звикає до шуму, чутливість до високих частот різко падає, починається погіршення слуху, яке поступово розвивається в туговухість та глухоту. При інтенсивності шуму 145-140 дБ виникають вібрації в м'яких тканинах носа і горла, а також у кістках черепа і зубах. Якщо інтенсивність перевищує 140-132 децибел, то починає вібрувати грудна клітина, м'язи рук і ніг, з'являються біль у вухах і голові, сильна втома і дратівливість. А при рівні шуму понад 160 децибел може відбутися розрив барабанних перетинок.

Яскравими прикладами порушення усіх шумових застережень є різні фабрики та заводи, ігнорування людьми самого факту шкідливого впливу шуму на їх організм. Чим гучніше грає музика у навушниках слухача, тим швидше його вухо буде звикати саме до такого рівня гучності і поступово

зовсім перестане сприймати менш помітні та тихі звуки. Так, добре всім відоме «недочування», потреба декілька разів повторювати одне і те саме, стає дуже розповсюдженим серед молоді. До цього всього також можна віднести і вплив всіляких дискотек з гучною музикою, та особливо різного роду рок-концертів, після яких закладені вуха можна відчувати ще деяку кількість діб.

Проте шум згубно діє не тільки на слуховий апарат, але і на центральну нервову систему людини, роботу серця, служить причиною багатьох інших захворювань.

5.2.5. Сміттєве забруднення

Якщо не найважливішим, то неймовірно впливовим забрудненням планети є звичайне сміття.

У кожному людському помешканні щодня утворюється величезна кількість непотрібних матеріалів та виробів, починаючи від старих газет та журналів, порожніх консервних банок, пляшок, харчових відходів, обгортки та упаковок, і закінчуючи битим посудом, зношеним одягом та поламаною побутовою чи офісною технікою. Кожного дня ми змушені стикатися з відходами: вдома, на вулиці, біля торгових точок. Всюди нас оточують папірці, обгортки з пластика, скло, целофан та інші залишки речей, що колись слугували корисними частинами побуту.

Зі збільшенням кількості міст та промислових підприємств постійно збільшується і кількість відходів, що вони виробляють. Промислові і побутові відходи створюють безліч проблем, таких як транспортування, зберігання, утилізація та ліквідація.

Особливої уваги варто приділити різній сучасній техніці, що рано чи пізно тим самим шляхом відправляється на сміттєзвалище. Це особливо

небезпечний вид сміття, якого по суті не можна просто так позбавлятися. На кожному приладі точно знайдеться застереження, що він не підлягає утилізації. Кількість шкідливих і отруйних речовин, що була затрачена на виробництво техніки має досить вагомий вплив на навколишнє середовище.

Викидаючи сміття, люди порушують один з основних екологічних законів – кругообіг речовин у природі. Адже, вилучаючи з природи чимало речовин, людина змінює їх до невпізнанності та повертає у природу у вигляді сміття, яке не розкладається на вихідні речовини природним шляхом. У випадку з технікою чи електронікою у ґрунт або у воду починають виділятися шкідливі і отруйні речовини, що дуже негативно впливають на оточуючу місцевість і її екосистему. У цьому випадку, щоб не завдати шкоди довкіллю, варто утилізувати комп'ютерну або іншу техніку особливим чином – через 233 відведені приймальні пункти.

5.2.6. Радіаційне забруднення

Разом з новими ядерними технологіями з'явилося багато різноманітних можливостей і горизонтів. Одна з найцікавіших галузей – це атомна енергетика. В даний час вона є екологічно чистіша і дешевша, ніж теплова. У розвинених країнах вона забезпечує від 15 до 70% усієї електроенергії, що виробляється (Франція – 70%, США – 17%, Швеція – 50%, Канада – 15%) [4]. Однак у разі аварії атомні станції становлять дуже серйозну небезпеку для людей і оточуючого середовища.

Слід за електростанціями, а точніше перед ними, з'явилася ядерна зброя. Вона чинить дуже негативний вплив на все, що буде знаходитись у зоні її ураження. Під час ядерного вибуху утворюється велика кількість радіоактивних речовин, ядра атомів яких здатні розпадатись та перетворюватись у ядра інших елементів, випускаючи при цьому невидимі

випромінювання. Вони уражають місцевість і людей, а також будівлі і різні предмети. Випромінювання радіоактивних речовин може бути трьох видів: α , β і γ . Але тим не менш, аварії на атомних електростанціях мають значні відмінності від ядерних вибухів. Вони відрізняються від них більшою тривалістю викидів, що змінює напрямок потоків повітряних мас, тому практично немає можливості прогнозувати розміри зон ураження. У будь-якому разі, забруднення, що можуть бути спричинені ядерними речовинами, несуть виключно згубний характер. Потрібно дотримуватися максимального рівня захисту ядерних об'єктів, регулярно проводити їх перевірку, а у найкращому випадку – взагалі ізолювати такі об'єкти від навколишнього світу.

5.3 Попередження забруднень і спроби зробити довкілля чистішим

Населені пункти – одне з найбільш забруднених місць на землі. В додаток до всіх антропогенних впливів на навколишнє середовище і організм людини у місті знайдеться чимало інших джерел забруднення. Це і машини, що працюють на паливі, пил, який спричинює різні захворювання та алергічні реакції. Частка автотранспортного забруднення атмосфери в загальній їх кількості становить в Ужгороді - 91%, Полтаві - 88%, Львові - 79%, Києві - 75% [4]. За останній час в міському повітрі виріс об'єм оксидів вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту, сажі. Але найбільшу небезпеку, окрім оксидів азоту, становлять сірчані та свинцеві сполуки. Їх вміст у міському повітрі значною мірою зріс.

На підтримку свого організму у здоровому стані необхідно дотримуватися не тільки простих правил гігієни, а і змінити свій спосіб життя. Окрім необхідного мінімуму спортивних вправ і рухів також слід виконувати регулярні прогулянки через парки або місцевості, що покриті лісами. Ідеальний варіант – це житло поза межами міста. Природне оточення без асфальту, спокійні вечори без гулу машин чи криків людей на

березі водойми. Загалом, рекомендується частіше виїжджати на природу та проводити там час.

Іншою, не менш болючою темою забруднення є харчування. У багатьох випадках нам доводиться купувати неякісну продукцію, зіпсовану їжу чи просто «кота у мішку». Заводи, що виробляють харчову продукцію не завжди дотримуються санітарних норм. А останнім часом ще й поширилася тенденція економити на інгредієнтах. Таким чином, у їжі з'являється все більше замінників і синтетичних речовин. Щоб не обмежувати свій організм тим, що пропонується в магазині, варто пошукати якісну домашню продукцію. Багато людей ще й досі торгують на ринках фруктами, домашнім м'ясом та овочами – у них можна знайти здорову їжу.

І найсуттєвіша проблема – електроніка. Дедалі більше часу ми проводимо поруч із комп'ютерами і мобільними пристроями. Щоб уникнути та попередити усі можливі проблеми, слід регулярно провітрювати приміщення, де знаходиться техніка, протирати пил та розташувати неподалік живі рослини. Є навіть повір'я, що каштани, будучи покладеними поруч з технікою, зможуть «поглинути» шкідливе її випромінювання. Важливо також і вміння організувати свій час, робити перерви та фізичні вправи під час довготривалої роботи за комп'ютером.

РОЗРАХУНОК ШКІДЛИВИХ ВИДІЛЕНЬ У ПРИМІЩЕННІ

Розрахунок надходження у приміщення всіх шкідливостей від людей виконують для трьох періодів (теплого, холодного та перехідних умов) і проводять з урахуванням прийнятого значення температури внутрішнього повітря для кожного періоду року. Розрахунок виконують з використанням питомих значень тепло-, волого- та газовиділень, які залежать від важкості виконуваної роботи й температури повітря у приміщенні і наведені у

довідковій літературі або в табл. 5, причому окремо обчислюють явні та повні тепловиділення від людей.

Виділення тепла, вологи і вуглекислого газу однією людиною:

Таблиця 5

Показники	Питомі виділення явного $q_{я}$ і повного $q_{п}$ тепла, Вт/люд, вологи $m_{п}$, г/(год·люд), та вуглекислого газу v_{CO_2} , л/(год·люд), чоловіками при температурі повітря у приміщенні, °С					
	10	15	20	25	30	35
	У стані спокою					
Тепло явне $q_{я}$	140	120	90	60	40	10
Тепло повне $q_{п}$	165	145	120	95	95	95
Волога $m_{п}$	30	30	40	50	75	115
Вуглекислий газ v_{CO_2}	23					
	При легкій роботі					
Тепло явне $q_{я}$	150	120	100	65	40	5
Тепло повне $q_{п}$	180	160	150	145	145	145
Волога $m_{п}$	40	55	75	115	150	200
Вуглекислий газ v_{CO_2}	25					
	При роботі середньої важкості					
Тепло явне $q_{я}$	165	135	105	70	40	5
Тепло повне $q_{п}$	215	210	205	200	200	200
Волога $m_{п}$	70	110	140	185	230	280
Вуглекислий газ v_{CO_2}	35					
	При важкій фізичній роботі					
Тепло явне $q_{я}$	200	165	130	95	50	10
Тепло повне $q_{п}$	290	290	290	290	290	290
Волога $m_{п}$	135	185	240	295	355	415
Вуглекислий газ v_{CO_2}	45					

Примітки. 1. Жінки виділяють 85 %, а діти – 75 % тепла, вологи і вуглекислого газу порівняно з чоловіками. 2. Роботи легкі – такі, щовиконуються сидячи, стоячи або пов’язані з ходьбою і супроводжуються незначними фізичними напруженнями. Роботи середньої важкості – пов’язані з постійною ходьбою, переміщенням чи перенесенням предметів вагою до 10 кг і супроводжуються помірними напруженнями. Роботи важкі – пов’язані з поступовим пересуванням, переміщенням та перенесенням важких (понад 10 кг) предметів і вимагають значних фізичних зусиль.

Обчислення проводять за формулами:

$$Q_{\text{я}} = q_{\text{я}} \cdot (N_{\text{ч}} + 0,85N_{\text{ж}} + 0,75N_{\text{д}}), \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{п}} \cdot (N_{\text{ч}} + 0,85N_{\text{ж}} + 0,75N_{\text{д}}), \text{ Вт}$$

$$M_{\text{w}} = m_{\text{w}} \cdot (N_{\text{ч}} + 0,85N_{\text{ж}} + 0,75N_{\text{д}}), \text{ г/год}$$

$$V_{\text{CO}_2} = v_{\text{CO}_2} \cdot (N_{\text{ч}} + 0,85N_{\text{ж}} + 0,75N_{\text{д}}), \text{ л/год}$$

де:

$Q_{\text{я}}, Q_{\text{п}}$ – загальні теплонадходження явного та повного теплавід людей, Вт;

$q_{\text{я}}, q_{\text{п}}$ – питомі виділення явного та повного тепла відоднієї людини,

Вт/люд M_{w} – загальне надходження вологивід людей, г/год;

m_{w} – питомі виділення вологи від однієї

людини, г/(год·люд);

V_{CO_2} – загальне надходження вуглекислого

газу v_{CO_2} від людей, л/год; питомі виділення вуглекислого газу від однієї

людини, л/(год·люд) (табл.5); $N_{\text{ч}}, N_{\text{ж}}$ та $N_{\text{д}}$ – кількість відповідно

чоловіків, жінок і дітей віком до 12 років, що перебувають у приміщенні, осіб.

Приклад. Визначити надходження тепла, вологи і вуглекислого газу від людей в актовій залі на 200 місць для холодного періоду року.

Розв'язок. Розрахунок надходження у приміщення всіх шкідливостей від людей виконаний у табличній формі із використанням питомих значень тепло-, волого- та газовиділень, які залежать від температури повітря у приміщенні та важкості виконуваної роботи і прийняті за табл.5. У розрахунку прийнятий найнесприятливіший, з точки зору виділення шкідливостей, випадок, коли у приміщенні знаходяться самі чоловіки. В розрахунку також прийнято, що люди перебувають у приміщенні в стані спокою. Результати розрахунків:

N, к-сть люде й	Темпе- ратура, $t_{в}, ^\circ C$	Питомі виділення на одну людину				Всього			
		$q_{я}$	$q_{п}$	m_{w}	v_{CO_2}	$Q_{я}$	$Q_{п}$	M_w	V_{CO_2}
200	22	80	11 1	44	23	1600 0	2220 0	880 0	4600

Висновок

Встановлено, що абсолютна більшість населення (82,8—95,2%)

Північного, Західного і Центрального регіонів мешкає у сприятливих та задовільних, тобто практично безпечних для здоров'я умовах довкілля.

Одночасно переважна більшість мешканців Східного і Південного регіонів України (76,8-85,7%) постійно проживає в погіршених та напружених екологічних умовах, які можуть становити небезпеку для їх здоров'я.

Тому я вважаю що мій пристій для детектування хімічних речовин з візуалізацією інформації значно полегшить виявлення хімічно напружених речовин.

Література

- Тамара Доценко. Комплексний аналіз стану хімічного забруднення довкілля в різних регіонах України //Донецький вісник Наукового Товариства ім. Шевченка, Т. 20. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Медико-біологічні студії екосистем», 4-5 січня 2008 р., м. Донецьк

- Агарков В. И., Грищенко С. В., Грищенко В. П. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. — Донецк: Донеччина, 2001. — 140 с.
- Бабій В. Ф. Канцерогенний ризик забруднення навколишнього середовища пріоритетними хімічними сполуками та заходи первинної профілактики: Автореф. дис. д-ра мед. наук. — К., 2004. — 37 с.
- Сердюк А. М. Навколишнє середовище і здоров'я населення України// Довкілля та здоров'я. — 1998. — № 4 (7). — С. 2-6.
- Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Під. ред. Ю. В. Вороненка, В. Ф. Москаленка. — Тернопіль: Укрспецкнига, 2000. — 680 с.
- Шамрай О. В., Грищенко С. В. Територіальні закономірності поширеності злоякісних новоутворень та смертності від них в Україні // Вісник Вінницького державного медичного університету. — 2001. — № 1. — С 262–263.
- Є. О. Кріксунов, В.В. Пасічник, А.П. Сидорин. «Екологія». Видавничий дім «Дрофа», 1995; 235

- Н. А. Агаджанян, В.І. Торшин. «Екологія людини». ММП «Екоцентр», КРУК, 1994;
- В. М. Лапін. «Безпека життєдіяльності людини». – Київ – Львів, 1999;
- 4. Г. О. Біляшевський, Р. С. Фурдуй. «Основи екологічних знань». – Київ, 1997;
- Є.П. Желібо, Н.М. Заверуха, В.В. Зацарний «Безпека життєдіяльності». Видавництво «Каравела», Київ, 2003.
- Безпека праці в будівництві: підручник для студентів ВНЗ /М.М. Гіроль, Г.М. Семчук, Н.М. Прокопчук; УДУВГП - Рівне, 2004.- 293 с.
- Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1980. - 295 с.
- Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. – 201 с.
- Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
- Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Часть 2. Под редакцией Староверова И.Г. и Шиллера Ю.И. , Москва, Стройиздат, 1977.
- Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.

- Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 223 с.
- Кіптенко Є.М., Козленко Т.В. Прогнозування рівнів високого забруднення атмосферного повітря в містах України // Тр. УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 288-297.
- Кіптенко Є.М., Козленко Т.В. Вплив метеорологічних умов на забруднення повітря у промислових містах України // Зб. “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. – Т. 13. – К. – 2007. – С. 208-215.
- Клімат Києва /За ред. В.І. Осадчого, О.О. Косовця, В.М. Бабіченко. – К.: Ніка-центр – 2010. – 320 с.
- Кіптенко Є.М., Козленко Т.В, Загорна А.І., Щербуха Л.С. Методичні вказівки щодо прогнозування

ВИСНОВКИ

- 1.** Розроблено біотехнічний пристрій - біосенсор для детектування хімічних речовин у довкіллі.
- 2.** Розглянуто нейроподібний біосенсор (НБС) як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Розроблено фізичну модель нейробіосенсора біосенсора НБС та наведено результат випробування цього пристрою.
- 3.** Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками.
- 4.** Виконано візуалізацію інформації щодо пошкоджень клітин організму при дії шкідливих речовин; дані отримані при детектуванні впливу хімічних речовин виводяться на екран медичного монітору.

5. Виконано огляд шкідливого впливу речовин-забруднювачів техногенного походження на довкілля та організм
6. Виконано ґрунтовні дослідження з теорії застосування фізичних методів для реєстрації хімічних забрудників навколишнього середовища та розробки поверхонь у відповідних технічних пристроях - детекторах.
7. Виконано патентний пошук прототипів - пристроїв для детектування хімічних речовин технічними пристроями - детекторами.
8. Розроблено біотехнічний пристрій - біосенсор для детектування хімічних речовин у довкіллі. Розглянуто нейроподібний біосенсор (НБС) як абстракцію у послідовній єдності його функцій: приймач сигналів – фільтр – аналізатор – кодер/декодер. Розроблено фізичну модель нейробіосенсора біосенсора НБС та наведено результат випробування цього пристрою.
9. Розглянуто можливості кодування інформації біосенсором у рамках наступної моделі – на вхід НБС інформація надходить закодованою у вигляді хімічних структур діючих речовин або у вигляді електричних сигналів із заданими характеристиками, після перекодування на вихід надходить інформація – у вигляді електричних сигналів із зміненими характеристиками.
10. Виконано візуалізацію інформації щодо пошкоджень клітин організму при дії шкідливих речовин; дані отримані при детектуванні впливу хімічних речовин виводяться на екран медичного монітору.
11. Дана розробка виконана придатною для застосування у навчальному процесі студентів НАУ.

Література

1. Ключко О. М. Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія). К.: Вид. НАУ. – 2008. – 252 с.
2. Klyuchko O. M. Biotechnical information systems for monitoring of chemicals in environment: biophysical approach. *Biotechnologia Acta*, К, 2019, V.12. – №1 – P. 5 – 28.
3. Klyuchko O. M. Electronic expert systems for biology and medicine. *Biotechnologia Acta*, К, 2018, V.11. – №6 – P. 5-28.
4. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Shutko O.O., Mykolushko A.N. Mathematical and physical models of devices for detection of some chemical substances in the environment. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №2(60), 2019. – P. 83-87.
5. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Kolganova O.O., Mykolushko A.N. Theoretical bases for the development of chemosensitive detecting devices for environment protection. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №3(61), 2019. – P. 68-73.
6. Shutko V.N., Zakhmatov V.N., Kolganova O.O., Navrotskyi D.A., Mykolushko A.N. Information systems with chemosensitive detectors for environment protection. *Electronics and Control Systems*, Kyiv, №2(64), 2020. – P. 17-23
7. Лев А. А. Моделирование ионной избирательности клеточных мембран. Л: Наука. 1976, 210 с.
8. Веб сайт [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html>

9. Архіпова Г. І. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах / Г. І. Архіпова, І. С. Ткачук, Є. І. Глушков // Вісник НАУ. — 2009. — № 1.
10. Корсак К.В. Основи екології / К.В. Корсак, О.В. Плахотнік. – К. : Вид-во МАУП, 2000
11. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. Посіб. - 4 - те вид., випр. 1 доп. - К.: Т -во “Знання”, К(Х), 2006.
12. Фірсова А.А.. Вплив забруднення атмосфери на здоров'я людини
13. Yinon, Jehuda, et al., “The Analysis of Explosives”. Pergamon Press, 1981, pp. 29-293.
14. Meng, H. et al., “Gunshot Residue Analysis—A Review” J.Forensic Sci., 1997:42(4):553-570.
15. Hiley, R.W. “Investigations of Thin Layer Chromatographic Techniques Used for Forensic Explosives Analysis in the Early 1970s”. Journal of Forensic Sciences. JFSCA, vol. 38, No. 4, Jul. 1993, pp. 864-873.
16. Bebeslea, A. et al., “Electrochemical Degradation and Determination of 4-Nitrophenol Using Multiple Pulsed Amperometry at Graphite Based Electrodes”, Chem. Bull. “Politehnica” Univ. (Timisoara), vol. 53(67), 1-2, 2008.
17. Funabashi, H. et al., “Electrochemical evaluation of cellular physiological status under stress in Escherichia coli with therpoS-lacz, reporter gene”. Biotechnology and Bioengineering, vol. 90, No. 4. May 20, 2005.
18. Mathiyarasu, J. et al., “Electrochemical detection of phenol in aqueous solutions”. Indian Journal of Chemical Technology, vol. 11, Nov. 2004, p. 797-803.
19. Веб сайт [Електроннийресурс] – режим доступу: <https://www.technology.matthey.com/article/37/3/146-150/>
20. Klyuchko O. M. Venom and toxins from *Argiope lobata*: electrophysiological studies. *Biol. Stud.* 2020, 14 (2). – P. 39-56
21. Сигворс Ф., Сакман Б., Сигворс Ф., Неер Э. Регистрация одиночных каналов. – М. : Мир, 1987. – 448 с. (Рос)