

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи

**Інформаційна система радіаційного стану (на
базі нового сучасного лабораторного
дозиметричного обладнання)**

з навчальної дисципліни
«Основи радіаційної безпеки» (бакалавр)

для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 183 **«Технології захисту навколишнього
середовища»**

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 6
від « 20 » 04 2022р.

Одеса – 2022

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Інформаційна система радіаційного стану (на базі нового сучасного лабораторного дозиметричного обладнання)» з навчальної дисципліни «*Основи радіаційної безпеки*» (бакалавр) для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 183-«Технології захисту навколишнього середовища» /Співак А.Я., Карпенко А.О. Одеса, ОДЕКУ, 2022. 15 стор.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	4
1 Теоретична частина.....	5
1.1 Загальні визначення (згідно НРБУ-97).....	5
1.2 Опис конструкції інформаційного табло ІТ-09.....	6
1.3 Принцип роботи блока детектування БДБГ-09.....	7
1.4 Принцип роботи табло.....	8
2 Експериментальна частина.....	9
2.1 Завдання.....	9
2.2 Порядок виконання роботи (вказівки до дій).....	9
2.3 Робота блока детектування у режимі передачі на віддалений ПК.....	11
2.4 Контрольні запитання для самоперевірки.....	15
Література.....	15

ВСТУП

Ці методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів із структурою, можливостями та особливостями використання сучасної інформаційної системи радіаційного стану на базі інформаційного табло ІТ-09 виробництва відомої вітчизняної компанії «Екотест» (м. Львів).

Данні вказівки для підготовки до лабораторної роботи «Інформаційна система радіаційного стану (на базі нового сучасного лабораторного дозиметричного обладнання)» рекомендуються для студентів РВО «бакалавр» (у лабораторному блоці навчальних дисциплін «*Основи радіаційної безпеки*»). Вони також можуть бути корисними у деяких інших спецкурсах:

- для студентів РВО «бакалавр» (у лабораторному блоці навчальної дисциплін «*Радіоекологія*»)
- для студентів РВО «магістр» (у лабораторному блоці «*Спеціальні розділи радіоекології*»)

денної та заочної форми навчання спеціальності 183-«Технології захисту навколишнього середовища»; а також

- для слухачів курсів підвищення кваліфікації за фахом «Радіаційна безпека і радіаційний контроль» (у лабораторному блоці КПК).

Вони також можуть стати корисними при отримання даних для практичних завдань та КП з окремих дисциплін спеціальних дисциплін, а також при написанні кваліфікаційних робіт.

Лабораторна робота
**Інформаційна система радіаційного стану (на базі нового сучасного
лабораторного дозиметричного обладнання)**

Мета роботи: набути практичні навички роботи з інформаційним табло ІТ-09, блоком детектування гамма-випромінення БДБГ-09 та їх програмним забезпеченням (вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінення за допомогою ІТ-09; встановлення трьох порогових рівнів тривоги на табло та/або на ПК).

Інформаційна система радіаційного стану складається із:

- інформаційного табло ІТ-09
- блока детектування γ -випромінювання БДБГ-09
- програмного забезпечення для табло та блока детектування

Нижче, у *теоретичній частині* дається стисла інформація стосовно величини що вимірюється та апаратури яка використовується, а у *експериментальній частині* наведені завдання та послідовність їх виконання. Наприкінці лабораторної роботи наведені питання для самоперевірки, а також література що рекомендується або пов'язана з цими методичними вказівками.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні визначення (згідно НРБУ-97)

Гамма-випромінювання – короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі $< 0,1$ нм, що виникає при розпаді радіоактивних ядер та елементарних частинок, при взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною, анігіляції електронно-позитронних пар, тощо.

Джерело іонізуючого випромінювання – об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, який створює або в певних умовах здатний створювати іонізуюче випромінювання.

Доза поглинена (D) – відношення середньої енергії dE , що передана іонізуючим випромінюванням речовини в елементарному об'ємі до маси dm речовини в цьому об'ємі:

$$D = \frac{dE}{dm}. \quad (1)$$

Одиниця поглиненої дози в системі СІ – грей (Гр): 1 Гр = 1 Дж/кг = 100 рад.

Доза еквівалентна (H) – величина, яка визначається як добуток поглиненої дози (D) на радіаційний зважуючий фактор w_R :

$$H = Dw_R \quad (2)$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ – зіверт (Зв): 1 Зв = 100 бер.

Доза ефективна (E) – сума добутоків *еквівалентних доз H* в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважуючі фактори w_T :

$$E = \sum Hw_T \quad (3)$$

Використання поняття ефективної дози допускається при значеннях еквівалентних доз, що знаходяться в області значень нижчих за поріг виникнення детерміністичних ефектів.

1.2 Опис конструкції інформаційного табло ІТ-09

Зовнішній вигляд інформаційного табло ІТ-09 (далі просто табло) і складових частин комплекту його постачання зображено на рисунках 1, 2 та 3. Табло (рис. 1) виконане у металевому пило-вологозахищеному корпусі. На його передній панелі розміщені всі цифрові та світлодіодні індикатори та кнопки управління.

На правій боковій стінці корпусу табло розташовані роз'єми для підключення табло до зовнішніх пристроїв та подачі живлення. Живлення табло здійснюється від адаптера живлення (рис. 2), який перетворює змінну напругу 220 В 50 Гц в постійну напругу 15 В. На (рис. 3) показаний блок детектування БДБГ-09 (1) з кабелем з'єднувальним (2).

Корпус табло (рис. 1) складається з трубоподібного профілю (1) та двох кришок: лівої (2) та правої (3). Для закріплення табло на вертикальній площині передбачені чотири кронштейни (4).

На передній панелі (5) розміщені: цифровий індикатор виміряної ПЕД (6) зі світлодіодними індикаторами розмірності (7); кнопки ПОРІГ (8) та РЕЖИМ (9). На правій боковій кришці корпусу табло розташований роз'єм (10) для підключення кабелю з'єднувального блока детектування БДБГ-09, роз'єм (11) кабелю з'єднувального ПК та роз'єм (12) адаптера живлення.



Рисунок 1. Зовнішній вигляд табло.



Рисунок 2 - Зовнішній вигляд адаптера живлення

1.3 Принцип роботи блока детектування БДБГ-09

Блок детектування (рис. 3) складається з мікроконтролера, високочутливого детектора, низькочутливого детектора, формувача напруг живлення, вузла інтерфейсу К8-485.

Робота блока детектування ґрунтується на принципі перетворення гамма- випромінення в послідовність імпульсів напруги на виході детекторів. Як детектори в блоці детектування застосовані високочутливий (СБМ-20) і низькочутливий (СИ ЗБГ) лічильники Гейгера-Мюллера. Мікроконтролер обробляє потік імпульсів від детекторів і формує відповідно даному потоку значення ПЕД гамма-випромінення з урахуванням власного фону детекторів.



Рисунок 3. Зовнішній вигляд блока детектування з кабелем з'єднувальним. 1 – блок детектування; 2 – з'єднувальний кабель; 3 – фіксатор; 4 – кронштейн для кріплення блока детектування до стіни

Для кожного значення ПЕД гамма-випромінення мікроконтролер також визначає максимальне значення статистичної похибки виміру цієї ПЕД. Одночасно мікроконтролер управляє живленням детекторів і

неперервно виконує контроль їхньої працездатності. При запиті від системи відображення інформації, мікроконтролер передає їй через вузол інтерфейсу K8-485 кадр даних. У кадрі даних міститься інформація про поточну ПЕД гамма-випромінення, максимальну статистичну похибку її виміру, а також результати контролю працездатності детекторів.

До складу мікроконтролера входить енергонезалежна пам'ять для зберігання калібрувальних коефіцієнтів. Ці коефіцієнти дозволяють урахувати й компенсувати розкид чутливості детекторів, а також лінеаризувати лінійну характеристику детекторів у межах діапазону вимірів. По запиті від системи відображення інформації мікроконтролер передає їй через вузол інтерфейсу K8-485 кадр із поточними калібрувальними коефіцієнтами, або приймає кадр із новими калібрувальними коефіцієнтами для запису в енергонезалежну пам'ять. Протокол обміну наведений у Додатку В.

Формувач напруг живлення перетворює напругу зовнішнього джерела живлення у напругу 3,3 В для живлення низьковольтної частини схеми блока детектування, а також формує анодну напругу високочутливого й низькочутливого детекторів.

1.4 Принцип роботи табло

Структурна схема табло зображена на (рис. 4). Табло складається зі схеми цифрової обробки (СЦО), цифрового індикатора вимірної ПЕД зі світлодіодним індикатором розмірності (ЦІ ПЕД), гучномовця, кнопок РЕЖИМ і ПОРИГ, двох приймачів-передавачів ПП1 K8485 та ПП12 K8485 інтерфейсу K8485. СЦО побудована на базі 16-ти розрядного мікроконтролера серії M8P430.

Через ПП1 K8485, СЦО формує запит та отримує результати вимірювання ПЕД від блока детектування БДБГ-09 (рис. 3). Отримані результати вимірювання виводяться на ЦІ ПЕД. СЦО також порівнює результати вимірювання ПЕД з запрограмованими пороговими рівнями. При перевищенні якогось з порогових рівнів СЦО видає звуковий сигнал за допомогою гучномовця. При перевищенні одного з порогових рівнів символи на ЦІ ПЕД починають мигати, а при перевищенні другого або третього порогового рівня символи на ЦІ ПЕД змінюють колір з зеленого на червоний.

Табло має наступні режими роботи:

- відображення вимірних ПЕД гамма-випромінення;
- перегляд порогових рівнів;
- зміна значень порогових рівнів.

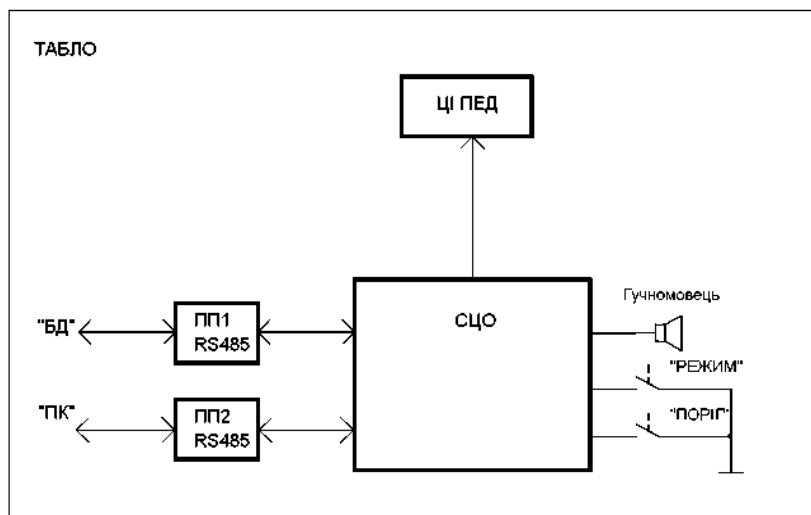


Рисунок 4. Структурна схема табло.

2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Завдання

1. Здійснити серію з 10 вимірів потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінення (звернути увагу на достовірність отриманих даних!), та відобразити їх у табличному вигляді та на графіку;
2. Встановити кілька порогових рівнів ПЕД гамма-випромінення, при перевищенні яких інформаційне табло ІТ-09 подає звуковий та світловий сигнал тривоги;
3. Пункти 1, 2 виконати безпосередньо кнопками керування на табло та дистанційно на віддаленому ПК.

2.2 Порядок виконання роботи (вказівки до дій)

1. Під'єднайте адаптер живлення до роз'єму табло, який позначено символами "+15 В". За допомогою кабелю ВІСТ.685621.004-01 під'єднайте блок детектування БДБГ-09 до роз'єму табло, який позначено символом "БД". Увімкніть адаптер живлення в мережу напругою (220±22) В. Табло повинно увімкнутись протягом 5 с. Після увімкнення табло завжди починає працювати в режимі відображення виміряних ПЕД гамма-випромінення.
2. Для переходу в режим перегляду порогових рівнів необхідно натиснути кнопку ПОРІГ та відпустити її (орієнтовно через 8 – 10 с) після появи на індикаторі ПЕД символів „ПР.Х” зеленого кольору, де „Х” - мигаюча цифра від 1 до 3 - номер порогового рівня. Короткочасні натискання кнопки ПОРІГ змінюють номер порогового рівня на 1, а короткочасне натискання кнопки РЕЖИМ виводить на індикатор ПЕД значення цього

порогового рівня. Індикація значення ПЕД відбувається до наступного натискання кнопки РЕЖИМ.

Якщо в цьому режимі не натискати кнопки протягом 10 с, то табло завершує режим перегляду порогових рівнів та повертається в режим відображення виміряних ПЕД гамма-випромінення.

3. Для переходу в режим зміни значень порогових рівнів необхідно натиснути одночасно кнопки ПОРІГ і РЕЖИМ та утримувати їх в такому стані (близько 10 с) до відображення на індикаторі ПЕД символів „ПР.Х” червоного кольору, де „Х”- мигаюча цифра від 1 до 3 - номер порогового рівня. Після цього кнопки відпустити. Наступні короточасні натискання кнопки ПОРІГ змінюють номер порогового рівня на 1, а короточасне натискання кнопки РЕЖИМ дозволяє змінити значення цього порогового рівня. При цьому на індикатор ПЕД виводяться молодші цифрові розряди значення цього порогового рівня, а молодший цифровий розряд індикатора ПЕД мигає. Це свідчить про можливість зміни значення цього цифрового розряду.

Зміна значення порогового рівня відбувається наступним чином. Послідовні короточасні натискання та відпускання кнопки ПОРІГ змінюють значення мигаючого розряду на одиницю. Короточасне натискання кнопки РЕЖИМ фіксує значення мигаючого розряду та починає мигання наступного розряду, що дозволяє змінювати його. Після уведення перших трьох цифр значення порогового рівня, цифри на індикаторі ПЕД починають зсуватись зліва направо, що дозволяє введення старших цифрових розрядів значення порогового рівня.

Після введення значення самої старшої цифри на індикатор ПЕД короточасно виводяться символи “SAV”, що свідчить про збереження нового значення порогового рівня в енергонезалежній пам’яті. Після цього на індикатор ПЕД знову виводяться символи “ПР.Х” червоного кольору, що дозволяє перейти до зміни значення іншого порогового рівня.

Програмування значень інших порогових рівнів відбувається аналогічно за описаною вище методикою.

4. Для виходу з режиму зміни значень порогових рівнів необхідно натиснути одночасно кнопки ПОРІГ і РЕЖИМ та відпустити їх.

Якщо в режимі зміни значень порогових рівнів не натискати кнопки протягом 80 с, то табло завершує цей режим та повертається в режим відображення виміряних ПЕД гамма-випромінення.

Примітка: На момент першого увімкнення табло встановлені такі значення порогових рівнів: ПР.1 - 0,3 мкЗв/год; ПР.2 - 1 мкЗв/год; ПР.3 - 3 мкЗв/год. Встановлення нульових порогових рівнів свідчить про вимкнену сигналізацію. При введенні табло в експлуатування порогові рівні необхідно встановити у відповідності з нормативними документами, чи іншими вимогами.

2.3 Робота блока детектування у режимі передачі на віддалений ПК

Підготуйте до роботи систему відображення інформації на основі ПК. Для цього:

1. Вийміть адаптер послідовного порту із блоком живлення ВІСТ.468353.001 (далі - адаптер), технологічні кабелі ВІСТ.685621.002 і ВІСТ.685622.002 з пакування;
2. З'єднайте адаптер із блоком живлення;
3. Під'єднайте адаптер до вільного послідовного порту персонального ПК за допомогою кабелю технологічного ВІСТ.685622.002.

Увага! Підключення адаптера до послідовного порту К.8-232 ПК можна виконувати тільки при вимкнених адаптері й ПК. Невиконання цього правила може призвести до виходу з ладу як адаптера, так і послідовного порту ПК.

Примітка: На ПК повинна бути встановлена операційна система Windows і технологічне програмне забезпечення.

Підготуйте блок детектування до роботи. Для цього:

1. Вийміть блок детектування з пакування;
2. Під'єднайте блок детектування до адаптера за допомогою кабелю технологічного ВІСТ.685621.002.
3. Увімкніть ПК, під'єднайте блок живлення адаптера до промислової мережі напругою (220±22) В.
4. Запустіть програму bdbg.exe на виконання й підготуйте її до вимірювання ПЕД гамма-випромінення. Для цього необхідно:
 - у закладці **Настройка** (рис. 5) вибрати послідовний порт (3), до якого підключений адаптер;

- перейти до закладки **Робота** (1) (рис. 6) й натиснути на кнопку **Вимірювання** (2).

Виконайте вимірювання ПЕД гамма-фону в приміщенні. Для цього дочекайтеся появи в зоні **ВИМІРЯНА ПОТУЖНІСТЬ** (3) вікна програми bdbg.exe вірогідного значення вимірюваної ПЕД. Ознакою вірогідності (похибка результату вимірювання в межах паспортної) є індикація вимірюваних значень ПЕД чорним кольором. Орієнтовний час очікування вірогідного значення для фонових рівнів - близько 180 с. За умов стаціонарності вимірювання ПЕД, загальний час інтегрування передбачено до 420 с (за умов рівнів ПЕД, близьких до фонових), що дає можливість зменшити статистичну похибку вимірювань. З ростом ПЕД цей час зменшується до 1 с.

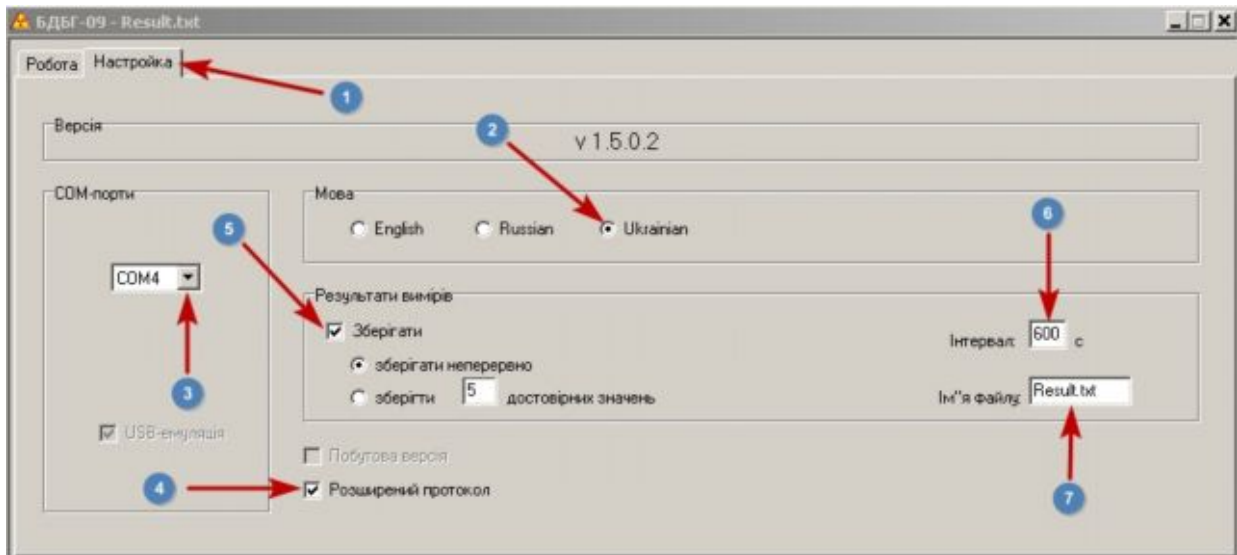


Рисунок 5. Інтерфейс програми **БДБГ-09**. 1 – вкладка “Налаштування”; 2 – вибір мови інтерфейсу; 3 – вибір порту підключення; 4 – тип протоколу передачі даних; 5 – налаштування збереження даних; 6 – час експозиції; 7 – файл виведення результатів вимірювань

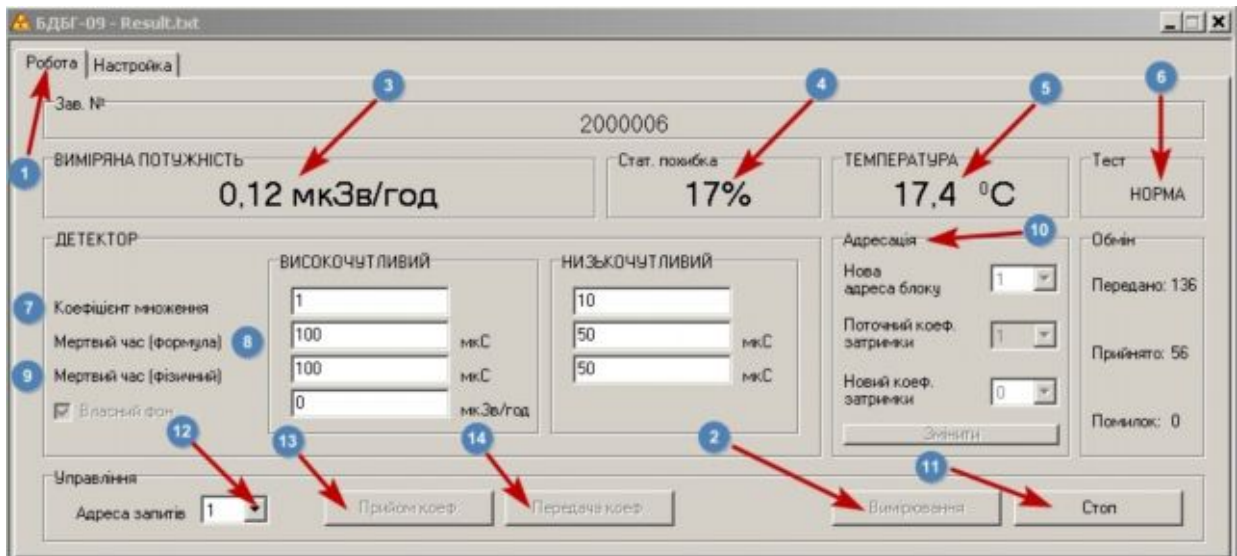


Рисунок 6. Інтерфейс програми **БДБГ-09**. 1 – вкладка “Робота”; 2 – Початок вимірів; 3 – результат виміру; 4 – статистична похибка; 5 – значення температури; 6 – статус справності детекторів; 7-9 – установки детектора; 10 – установки протоколу передачі даних; 11 – зупинка вимірів; 12 – адреса запитів; 13 – імпорт калібрувальних коефіцієнтів детектора з пам'яті; 14 – експорт калібрувальних коефіцієнтів детектора у пам'ять



Рисунок 7. Структура файлу з результатами вимірів. 1, 2 – дата та час вимірювань; 3 – поточне значення потужності еквівалента дози гамма-випромінювання; 4 – максимальна статистична похибка; 5 – рядок повідомлення про перевищення встановленої норми ПЕД; 6 – значення температури; 7 – заводський номер детектора

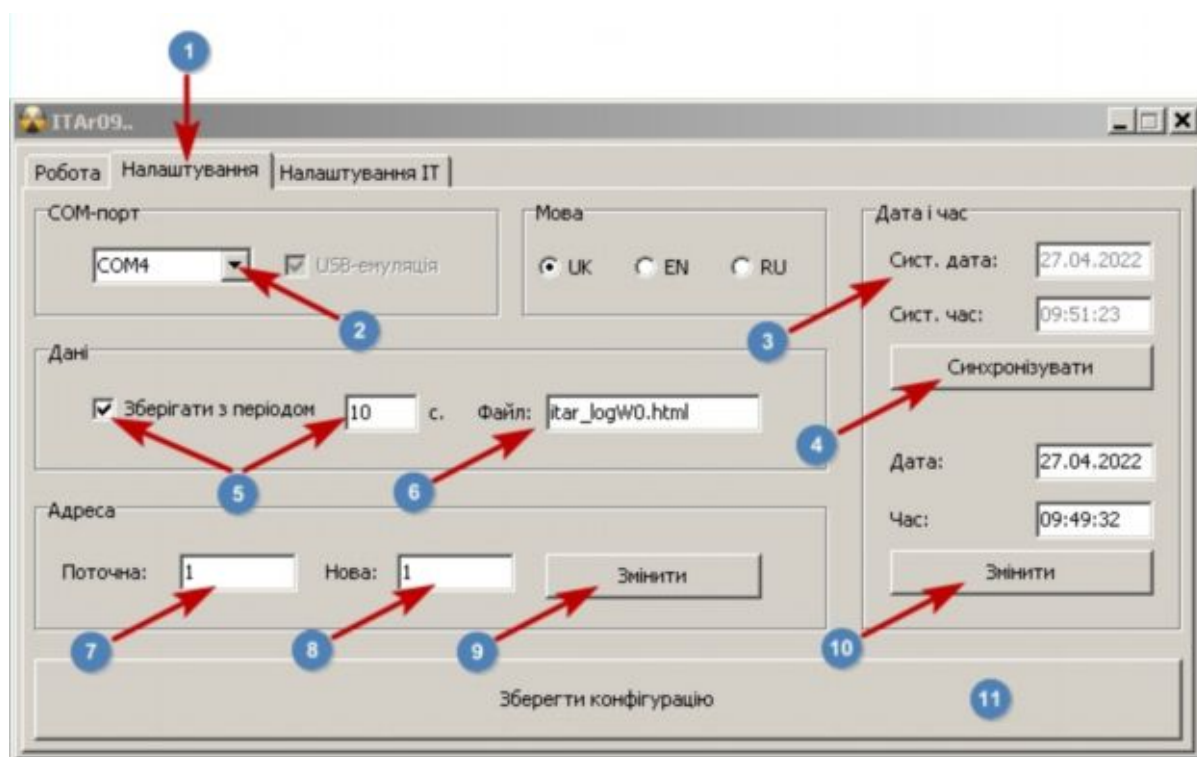


Рисунок 8. Інтерфейс програми **ITAr09**. 1 – вкладка “Налаштування”; 2 – вибір порту підключення; 3, 4 – налаштування дати та часу; 5 – налаштування періодичності збереження даних; 6 – файл виведення результатів вимірювань; 7-9 – налаштування адресації даних; 10 – зміна дати та часу; 11 – збереження налаштувань

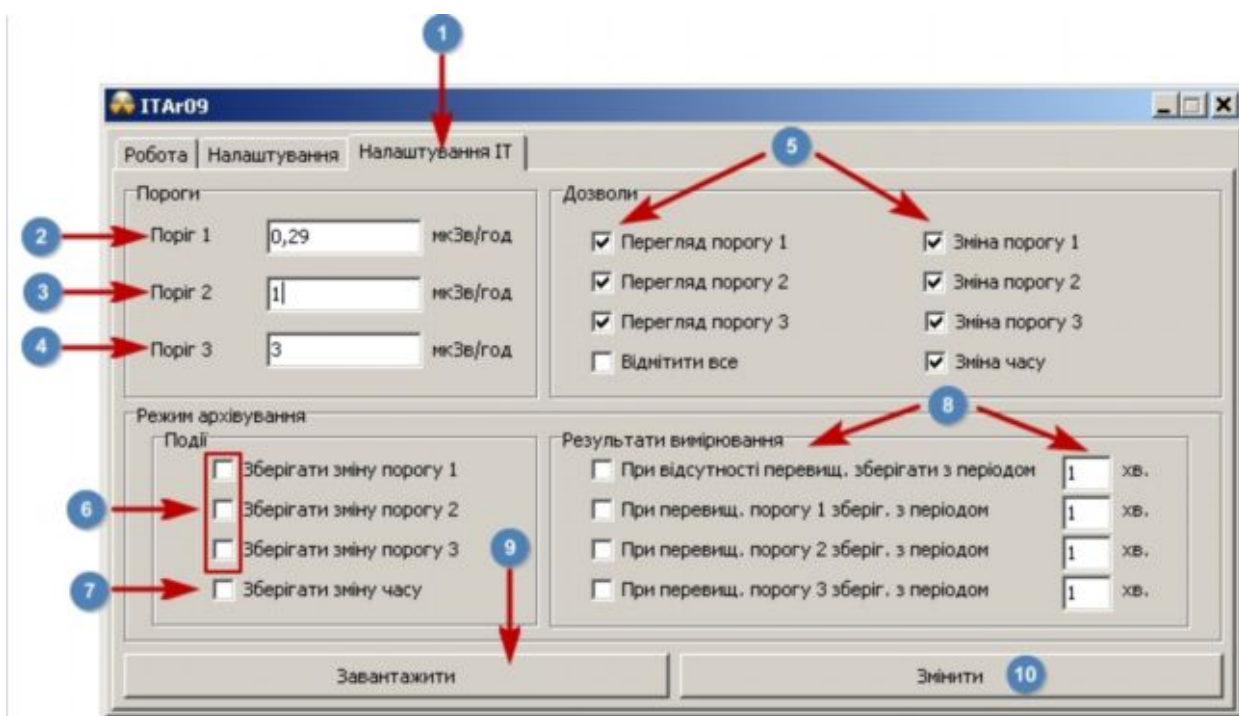


Рисунок 9. Інтерфейс програми **ITAr09**. 1 – вкладка “Налаштування”; 2-4 – встановлення порогів спрацьовування звукового сигналу тривоги; 5 – дозвіл на перегляд/зміну порогів спрацьовування звукового сигналу тривоги; 6, 7 – налаштування архівування; 8 – налаштування періодичності збереження результатів вимірювань; 9 – завантаження налаштувань із файлу; 10 – зміна налаштувань

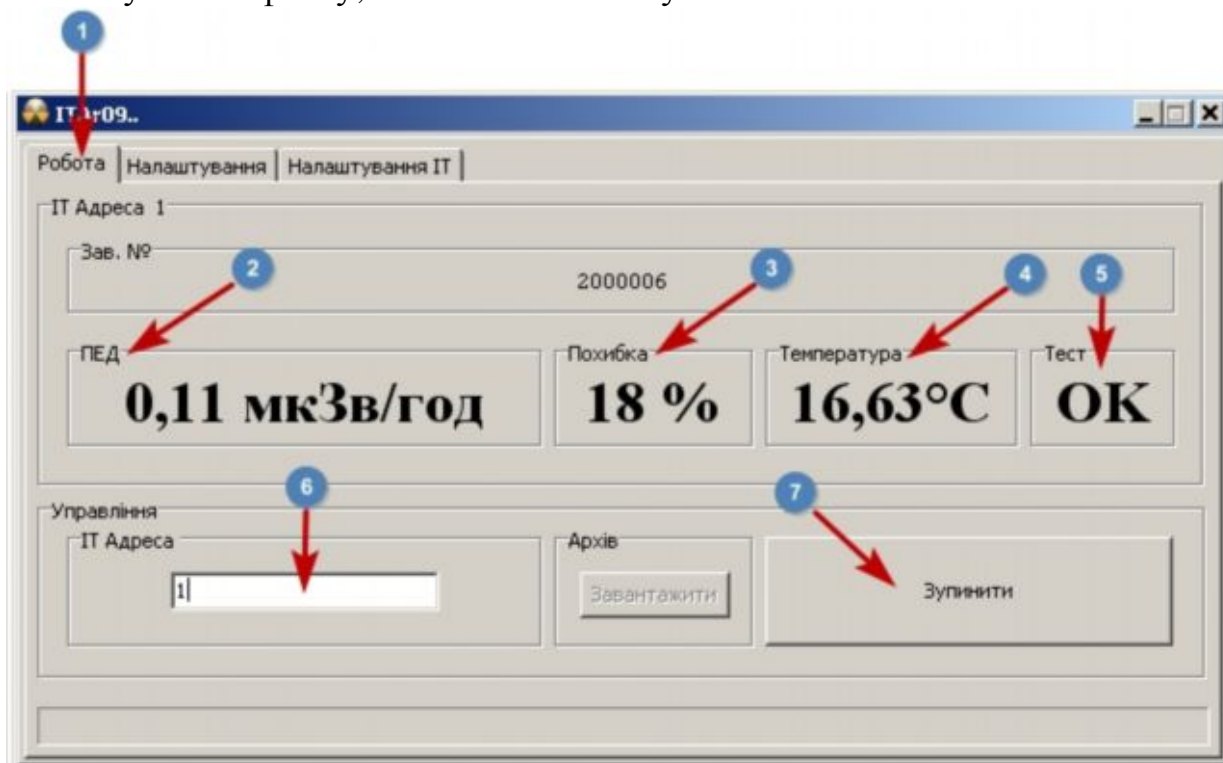


Рисунок 10. Інтерфейс програми **ITAr09**. 1 – вкладка “Робота”; 2 – результат виміру; 3 – статистична похибка; 4 – значення температури; 5 – статус справності детекторів; 6 – адреса запитів; 7 – зупинка вимірів

2.4 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що таке ПЕД ?
2. Який різновид іонізуючого випромінювання вимірюється ІТ-09 і чому?
3. Який протокол використовується для передавання даних з детектора на табло та з табло на ПК?
4. Чи можливе передавання даних вимірювання ПЕД на ПК з блока детектування БДБГ-09 минаючи табло ІТ-09.
5. Про що свідчить мігання даних вимірювання на табло та на ПК?
6. Яка заявлена точність вимірювання ПЕД за допомогою інформаційної системи на базі ІТ-09? Від чого вона залежить?

ЛІТЕРАТУРА

1. Інформаційне табло ІТ-09. Сайт компанії «Екотест». [Електронний ресурс] Дата звернення: 26.04.2022. <http://ecotest.ua/products/it-09/>
2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи. Київ: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268с.
4. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100с.
5. Gerasymov O.I., Andrianova I.S. Radiation safety : Textbook | Радіаційна безпека : Підручник (англійською мовою). Одеса: ОДЕКУ, 2020. 148с. ISBN 978-966-186-138-0
6. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
7. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
8. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
9. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.
10. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 34с.