

## **КОМПЛЕКСНИЙ ІНДИКАТОР ІНСПЕКТОРА З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У статті розглянуто пристрій, який здатний вимірювати радіаційний фон та індикацію наявних магнітних полів. Охарактеризовано розробку структурної схеми пристрою та створення програмного забезпечення.*

**Ключові слова:** Комплексний індикатор, дозиметія, Ардуїно, радіометр.

### **Abstract**

*The article considers a device capable of measuring the radiation background and the magnetic field. The development of the electrical schematic diagram of the device and the creation of software are described.*

**Keywords:** Complex indicator, dosimeter, Arduino, radiometer.

### **Вступ**

Іонізуюче випромінювання, часто зване радіоактивним випромінюванням, - це природне явище, завжди присутнє в навколишньому нас природному середовищу. Найпоширеніші з них: рентгенівське та гамма-випромінювання представляють собою енергію, яка передається у вигляді хвиль. Різниця полягає лише в способах їх виникнення та довжинах хвиль. Як і рентгенівські промені, так і гамма-промені характеризуються великою проникаючою здатністю, яка, в свою чергу, залежить від їх енергії і випромінюються нестабільними радіоактивними ізотопами, що можуть бути навколо нас, в будівельних матеріалах, промислових і інших відходах, в спеціальних приладах і обладнанні. Запобігти хронічному опроміненню виробничого персоналу багатьох видів виробництв і підприємств дозволить розроблений нами спеціальний прилад для контролю вказаних характеристик виробничого середовища.

Метою роботи є розробка пристрою, який здатний вимірювати радіаційний фон та магнітне поле. Основними задачами, що вирішувалися під час роботи, були розробка принципової схеми пристрою та створення програмного забезпечення.

### **Результати дослідження**

В основі роботи пристрою лежить апаратно-програмний спосіб виміру рівня радіації та потужності магнітного поля. Особливістю даного радіометра є те, що він виконаний на мікроконтролері Arduino pro mini і має такі характеристики:

- 1) Наявність 2-х режимів вимірювання (режим пошук/режим вимірювання);
- 2) Збереження даних в енергонезалежній пам'яті;
- 3) Збереження на дисплеї загально значення вимірювання від моменту включення приладу;
- 4) Регулювання рівня сигналізації тривоги;
- 5) Наявність звукової та світлової індикації;

Для відображення значення вимірювання використовується дисплей та три світлодіода. На дисплеї зображено одиниці вимірювання, похибку радіометра та графік вимірювань. При розробці даного пристрою керувалися тим, що він має забезпечувати високу точність, повинен забезпечувати високу надійність роботи, а також повинен бути простим і зручним у використанні.

Радіометр виконаний у вигляді моноблока, в якому розміщені детектор гамма- і бета-випромінювань (лічильник Гейгера-Мюллера), друкована плата з електронними компонентами, а також елементи живлення. Принцип роботи радіометра базується на перетворенні лічильником Гейгера-Мюллера випромінювання в послідовність імпульсів напруги, кількість яких пропорційно інтенсивності ресстрованого випромінювання.

Розробка комплексного індикатора проводилась на Arduino Pro Min [3] з мікроконтролером фірми ATMEL: ATmega328

Даний мікроконтролер вибраний тому, що основними перевагами сімейства ATmega є [4]:

- 1) Реалізація технології *ricePower* другого покоління, що дає значно зменшити енергоспоживання;
- 2) Робоча напруга 1,6 В при тактовій частоті 2 МГц;
- 3) Система обробки подій;
- 4) Контролер прямого доступу до пам'яті (DMA);
- 5) Високопродуктивні 12-розрядні АЦП і ЦАП;
- 6) Система шифрування даних;

Точна та гнучка система синхронізації з можливістю динамічного перемикання джерела тактового сигналу.

### Блок схема пристрою

Враховуючи сучасні методи побудови дозиметрів та індикаторів електромагнітного поля, сформували блок схему комплексного індикатора ІНСН.

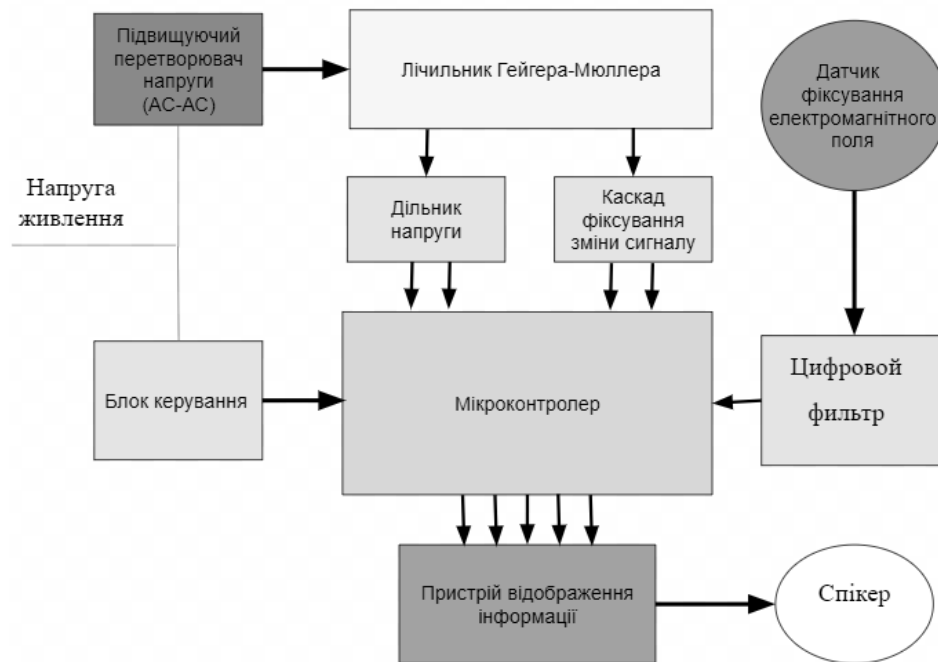


Рис. 1. Блок схема комплексного індикатора

Блок схема комплексного індикатора ІНСН складається з наступних ключових вузлів: підвищуючий трансформатор, датчики фіксації іонізуючих випромінювань, дільник напруги, каскад фіксування зміни сигналу, мікроконтролер, блок керування, датчик фіксування електромагнітного поля, блок цифрової фільтрації, блок звукового сповіщення, пристрій відображення інформації.

Електрично-принципова схема комплексного індикатора ІНСН:

Наругою живлення є звичайна 3.3 вольтова батарейка (Vbat), живлення приходить через підвищуючий перетворювач напруги (АС-АС), який складається з підвищуючого трансформатора, параметри обмоток розраховані так щоб вихідна напруга становила приблизно 400 вольт, адже лічильник Гейгера-Мюллера (СТС-5) працює в межах від 320 до 450 В та одноконтурного ключа яким керує ATmega328.

Висока напруга 400 В. (HVtest) подається на анод газової трубки, та на дільник напруги (Рис. 1), який формує опорне значення напруги відносно якого мікроконтролер порівнює зміну сигналу на каскаді катода газової трубки. Для визначення потужності електромагнітного поля застосували схему з індуктивною складовою, тобто викривується дросель в якості антени (приймача), а сигнал який утворюється на обмотках дроселя продається на цифровий фільтр з відповідним коефіцієнтом посилення рівня вихідного сигналу. Рівень потужність магнітного поля буде відображатися за

допомогою трьох світлодіодів різних кольорів. Зелений колір сигналізує про малу потужність або взагалі відсутність магнітного поля, жовтий про значення більше норми але допустимий рівень магнітного поля, червоний світлодіод сигналізує про небезпечний рівень магнітного поля.

### Програмне забезпечення пристрою

Програмне забезпечення було розроблено в середовищі Arduino IDE. За допомогою Arduino IDE скетч, написаний на мові Arduino перевіряється і перетворюється в C++. Скомпільований файл завантажується в Arduino. В програмному забезпеченні було реалізовано меню радіометра, вхід в нього реалізовано через натискання середньої клавіші. Відкривши меню бачимо наступні параметри які можемо змінювати: перший рівень безпеки, другий рівень безпеки, підсвітка екрану, час оновлення інформації графіка, звукове попередження, вихід з меню, вихід з меню зі збереженням налаштувань у енергонезалежну пам'ять.

У першому і другому параметрах задаються значення при яких буде спрацьовувати попередження про безпеку. В третьому включаємо і виключаємо підсвітку нашого екрану. Четвертий параметр відповідає за те, через скільки секунд буде оновлення графіка на головному екрані. Звукове попередження також можна включати і виключати. Радіометр має два режими роботи:

1. Режим пошуку - це основний режим комплексного індикатора, під час його відбувається швидке вимірювання радіаційного фону та магнітного поля по черзі.

2. Режим вимірювання - в цьому режимі заміри прилада відбуваються з найменшою похибкою, але за більший час.

### Висновки

В даній розробці було реалізовано комплексний індикатор на основі Arduino pro mini з мікроконтролером ATmega328. Даний прилад справляється з усіма завдання поставленими перед ним. Насамперед він простий і зручний у користуванні, також надійний у роботі, тому що виконаний у вигляді моноблока. В основному вимірювальному режимі похибка даного пристрою складає до 9 %. Порівняно з іншими приладами він має меншу собівартість і спроможний проводити індикацію низьких рівнів потужності магнітного поля.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іонізуюче випромінювання: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Іонізуюче\\_випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/Іонізуюче_випромінювання) - Назва з екрана.
2. Дозиметр і радіометр: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://doza.net.ua/pages/ua\\_ref\\_dozim\\_descr.htm](http://doza.net.ua/pages/ua_ref_dozim_descr.htm)
3. Arduino Pro Mini: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.electronic52.in.ua/proekty-arduino/raspinovka-plat-arduino-arduino-board-pinmapping>
4. ATmega328: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Atmega328&gclid=CjwKCAiAvonyBRB7EiwAadauqdMArEoSjaz5xqcSYny7o6Z9lmDa17Jlz4HXX51NmclMypIBA21L0xoCPM8QAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Atmega328&gclid=CjwKCAiAvonyBRB7EiwAadauqdMArEoSjaz5xqcSYny7o6Z9lmDa17Jlz4HXX51NmclMypIBA21L0xoCPM8QAvD_BwE)

**Томчук Микола Антонович** — к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tomchuk@vntu.edu.ua](mailto:tomchuk@vntu.edu.ua)

**Мушинський Юрій Ігорович** — магістрант групи МНТ-20м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: [usha010999@ukr.net](mailto:usha010999@ukr.net)

**Андрєнков Максим Андрійович** — магістрант групи ТКР-20мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: [maximand@gmail.com](mailto:maximand@gmail.com)

*Nikolay A. Tomchuk – docent of life safeness and pedagogic of security, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [tomchuk@vntu.edu.ua](mailto:tomchuk@vntu.edu.ua)*

*Mushynsky Yuriy Ihorovych — Master's student of MNT-20m group, Faculty of Infocommunications, Radio Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [usha010999@ukr.net](mailto:usha010999@ukr.net)*

*Andriienkov Maksym Andriyovych - Master's student of TKR-20ms group, Faculty of Infocommunications, Radio Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [maximand@gmail.com](mailto:maximand@gmail.com)*