

Вимірювач потужності ультрафіолетового випромінювання

Аршан^f Є. В., ORCID [0000-0001-9315-2801](https://orcid.org/0000-0001-9315-2801)

Бондаренко^f Р. І., ORCID [0000-0002-5529-0186](https://orcid.org/0000-0002-5529-0186)

Калачников^f О. О., ORCID [0000-0002-9387-7834](https://orcid.org/0000-0002-9387-7834)

Семікіна^s Т. В., к.т.н. с.н.с., ORCID [0000-0002-6182-4703](https://orcid.org/0000-0002-6182-4703)

Кафедра електронних пристроїв та систем eds.kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ROR [00syn5v21](https://orcid.org/00syn5v21)

Київ, Україна

Сіднев О. Б., с.н.с., ORCID [0000-0001-6367-1846](https://orcid.org/0000-0001-6367-1846)

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Лашкарьова НАНУ isp.kiev.ua

Київ, Україна

Анотація—В роботі представлено етапи розробки пристрою для виміру потужності ультрафіолетового (УФ) випромінювання. В якості первинного перетворювача пропонується розроблений авторами фотодіод на основі поверхнево-бар'єрної структури р-Si_{1.8}S/n-CdS з фоточутливою складовою на основі сульфиду кадмію CdS. Наведено етапи розробки схеми підсилювача для обраного фотодіоду. В якості аналога розглядалась схема підсилювача UV Sensor V2 на основі GUYA-S12SD. Представлено оригінальну схему підсилювача, яка має наступні переваги: однополюсне живлення; менша різниця потенціалів між входом і виходом у порівнянні з аналогом; змінний коефіцієнт підсилення. Виконано розрахунок номіналів компонент схеми. Для обробки сигналу з підсилювача обрано аналого-цифровий перетворювач АЦП K1108PB1A та надано його технічні характеристики. Запропонована блок-схема пристрою: фотодіод, підсилювач вхідного сигналу, АЦП, мікроконтролер.

Ключові слова — ультрафіолетове випромінювання; кадмій сульфід; фотодіод; підсилювач.

I. ВСТУП

Дослідження потужності ультрафіолетового випромінювання (УФ) є актуальною задачею оскільки ультрафіолетове випромінювання використовується для знезараження води, для створення атмосфери з високим ступенем стерильності при експлуатації в цехах по виготовленню мікросхем, в системах навігації ракет для знищення літаків, тощо [1]–[4]. Особливо важливе в наш час вимірювати УФ випромінювання в озоновому шарі. При контролі забруднення повітря та води також проводяться виміри УФ. Датчики УФ знаходять нові галузі застосування, до яких відноситься оптична комунікація на УФ випромінюванні, вивчення Сонця та атмосфери в світовому діапазоні 300 – 400 нм, вивчення атмосфери планет та екосфери Марса. Розробка ультрафіолетового нітратного сенсору дозволить створити мапу забруднення океанів, а аерозольного флуоресцентного сенсору — виявити біологічні частки, присутні в повітрі [5].

Завданням даної роботи є проектування пристрою для реєстрації та виміру потужності ультрафіолетового випромінювання.

В першу чергу для реєстрації УФ випромінювання необхідно мати датчик УФ - первинний чутливий

елемент. В якості датчиків УФ найчастіше використовують фотодіоди на основі широкозонних напівпровідникових матеріалів та кремнію [3]–[11]. Останнім часом значна кількість публікацій присвячена датчикам УФ на основі оксиду цинку [5]. Для збільшення фоточутливої поверхні і, як наслідок покращення характеристик УФ сенсора, оксид цинку виходить у вигляді наночасток, нанодротів та наностержнів [5]. Для прикладного застосування УФ сенсорів необхідно розробити пристрій – вимірювач потужності чи дози УФ радіації. Загальний аналіз існуючих вимірювачів УФ випромінювання наведено в роботах [1], [2], [10]–[12]. В роботі [12] відзначено, що практично всі пристрої для вимірювання УФ- випромінювання виконують функції радіометра та дозиметра, оскільки величина експозиційної дози розраховується через величину енергетичної освітленості. Загальним недоліком всіх існуючих приладів є вузький діапазон вимірів дози та високі значення основної відносної похибки вимірів [12]. Тому задача розробки пристрою для вимірювання ультрафіолетового випромінювання є актуальною.

Існують різні підходи при конструюванні вимірювачів УФ. Один з підходів базується на застосуванні поверхневих акустичних хвиль, а саме розроблено



пасивний бездротовий датчик УФ випромінювання на поверхневих акустичних хвилях. Принцип дії таких датчиків заснований на зміні загасання і швидкості поверхневих акустичних хвиль від інтенсивності УФ випромінювання завдяки поглинанню УФ напівпровідником, котрий розміщено на п'єзоелектричній підкладинці. Різні модифікації таких дозиметрів описано в роботах [13]–[17]. Існують дозиметри УФ на основі оптичних волокон [18], з застосуванням фотохромних та люмінесцентних матеріалів [19]. Ми вважаємо, що одним із простих та зручних варіантів є виготовлення вимірювача потужності УФ на базі напівпровідникового фотодіода.

В якості аналога нами було обрано дозиметр енергетичної освітленості ультрафіолетового діапазону «Тензор» [12]. В приладі «Тензор» в якості первинного чутливого до УФ випромінювання перетворювача застосовується фотодіод на основі фосфіду галію GaP. Однак, в Україні немає технологічного обладнання для виготовлення матеріалів групи A_3B_5 , до яких відноситься і GaP. Ціна промислово виготовлених датчиків УФ на базі широкозонних напівпровідників таких як, SiC, GaP, GaN, InP становить від 80 до 120 у.о., а на базі кремнію порядку 12 – 20 у.о. [20]–[23]. Висока ціна обумовлена необхідністю мати робочу поверхню в 3-8 разів більшу, ніж для звичайних фотодіодів. Однак кремній є чутливим не тільки в УФ діапазоні. Максимум його чутливості лежить в ближньому інфрачервоному діапазоні сонячного спектра, що вимагає додаткового використання дорогих світлофільтрів. Тому актуальним завданням є розробка пристрою, де використовується фотодіод розроблений в Україні із застосуванням простої та дешевої технології виготовлення. У представленій роботі розробка пристрою для вимірювання УФ базується на використанні сенсора на основі CdS, чутливого до УФ області спектру [5]–[9], розробленого в інституті фізики напівпровідників ім. В. Лашкарьова НАНУ (м. Київ, Україна).

Аналіз літературних джерел, де описуються результати розробок дозиметрів УФ на основі фотодіодів, показує що існує загальний підхід до конструювання таких дозиметрів, але автори не наводять схемні рішення, номінали електронних компонент, які будуть змінюватися при використанні різних фотодіодів. Таким чином в представленій роботі було поставлене завдання розробити електронну частину вимірювача (вторинний перетворювач) при використанні первинного перетворювача – напівпровідникового фотодіода на основі плівки CdS. Наведено етапи розробки вимірювача УФ, а також оригінальні схемні рішення для виготовлення підсилювача в складі вимірювача.

II. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКІВ УФ НА ОСНОВІ СУЛЬФІДУ КАДМІЮ

Широкозонні сполуки A_2B_6 вивчалися для застосування в УФ сенсорах значний час і роботи в цьому напрямку продовжуються і надалі [5]–[9]. Це пов'язано з тим, що прямозонність сполук A_2B_6 дає можливість використовувати фотоактивні шари мікронної товщини, а тонкоплівкове виконання сенсора

спрощує реалізацію планарної технології виготовлення приладів. На основі поверхнево-бар'єрної структури p-Cu_{1.8}S/n-CdS з фоточутливою складовою на основі сульфиду кадмію CdS (з шириною забороненої зони $E_g=2.42$ eV) отримані одні з найбільш чутливих сенсорів УФ випромінювання [5]–[9]. Пошарова структура фотодіода (сенсора) представлена на Рис. 1. Фоточутлива до УФ гетероструктура p-Cu_{1.8}S/n-CdS була нанесена вакуумним методом термічного випаровування на ситалову підкладинку металізовану молибденом.

Виготовлення сенсорів на основі полікристалічних шарів пов'язано з проблемою вибору типу сепаруючого бар'єру. Як показав багаторічний світовий досвід, оптимальною є поверхнево-бар'єрна структура. Використання класичних p-n-переходів і гетеропереходів стикається з проблемою отримання широкозонних шарів A_2B_6 з достатньо високою провідністю для шару p-типу та відсутністю ізоперіодних гетеропар.

В попередніх дослідженнях [5]–[9] була показана доцільність використання для сенсорів короткохвильового випромінювання на основі A_2B_6 нового типу поверхнево-бар'єрних структур з прозорою складовою нанометрової товщини виродженого напівпровідника Cu_{1.8}S p-типу провідності. Тонка плівка сульфиду міді не тільки збільшує пропускання світла у фоточутливу складову сенсора – шар CdS, а саме при товщині 30 – 40 нм спостерігається ефективний вклад гарячих електронів, які емітують з Cu_{1.8}S в CdS. На такій товщині всі генеровані світлом з довжиною хвилі 200-350 нм електрони у шарі напівпровідника Cu_{1.8}S зберігають надлишкову енергію, необхідну для подолання рекомбінаційного бар'єру на межі поділу гетероконтакту. Внесок таких носіїв у загальний струм в названій області спектру складає майже 50 %. До речі, цим пояснюється той факт, що на довжині хвилі $\lambda \sim 250$ нм чутливість у сенсорів Cu_{1.8}S/CdS у два рази вища, ніж діодів Шоткі на основі GaP. Детальна інформація стосовно технології та характеристик розроблених сенсорів представлена в роботах [5]–[9].

Таким чином, розроблені сенсори мають наступні переваги:

- Швидке перемикання, оскільки застосування виродженого напівпровідника дозволяє характеризувати сенсор як діод Шоткі.
- Тонкоплівкове виконання фотодіодів спрощує реалізацію планарної матеріало- і енергозберігаючої технології виготовлення приладів, що дозволяє суттєво знизити собівартість виробництва.

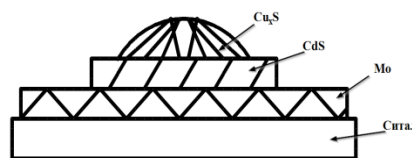


Рис. 1 Пошарова структура сенсора на основі p-Cu_{1.8}S/n-CdS



- За допомогою розробленої технології проблема створення сенсорів великої площі вирішується простіше.

При застосуванні фотодіода в конструкції вимірювача, УФ випромінювання попадає на фотодіод, вихідний струм якого змінюється. Величина вихідного струму залежить від потужності УФ випромінювання та знаходиться в межах 0.0001-0.2 мА, тому після фотодіода необхідно ставити підсилювач.

III. РОЗРОБКА СХЕМИ ПІДСИЛЮВАЧА ДЛЯ ДОЗИМЕТРА УФ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

Для розробки схеми підсилювача в якості аналога нами було проаналізовано схему підсилювача UV Sensor V2 на основі GUVVA-S12SD (Рис. 2) [24]. Перевагою схеми з фотоприймачем GUVVA-S12SD та операційним підсилювачем SGM8521 (Рис. 2) є однополюсне живлення, а недоліком є постійний коефіцієнт підсилення, що обмежує динамічний діапазон виміру напруг, оскільки інтенсивність УФ випромінювання може змінюватись на кілька порядків.

Для покращення роботи підсилювача у порівнянні з аналогом, нами була розроблена схема (Рис. 3), яка має наступні переваги: однополюсне живлення; змінний коефіцієнт підсилення. Для отримання вимірювань потужності ультрафіолету зі схеми знімається напруга, оскільки ми використовуємо фотодіод (на схемі позначений як UVD), який має струмовий вихід. Тому необхідно використати підсилювач на основі перетворювача „струм-напруга». Схема перетворювача „струм-напруга», в своєму складі має: операційний підсилювач (ОП), резистор R4 та резистор R2 з неінвертуючого (+) входу ОП на землю.

Схема залишається робочою і без резистора R2, тоді неінвертуючий вхід ОП подається на землю. Проте маючи резистор 2.5 кОм в колі зворотного зв'язку, на кожен 1 мкА вхідного струму на виході буде створений 1 В напруги. При такому коефіцієнті підсилення резистор потрібен із-за неідеальності операційного підсилювача.

Діод відіграє роль генератора струму, режим генерації струму підтримується краще, коли різниця потенціалів між входом і виходом менша.

Конденсатор C1 виконує функцію розв'язуючого конденсатора, який шунтує імпульси та перешкоди, що розповсюджуються по ланцюгах живлення та працює як фільтр, який потрібен для зменшення шумів на виході схеми. Номінал конденсатора розраховується за формулою:

$$C_1 = \frac{\tau}{R} \quad (1)$$

де, τ -час встановлення напруги на виході, значення часу було обрано як 0,1 с. Таким чином, розраховане значення для C1 дорівнює 1 мкФ при номіналі R1=10 кОм. Резистор R1 потрібен за технічними вимогами до операційного підсилювача. В розробленій схемі використовується найпростіший резистивний дільник напруги, який містить два послідовно

включених резистора, котрі підключено до джерела напруги. Оскільки резистори з'єднані послідовно, то струм через них буде однаковий, відповідно до першого правила Кірхгофа. За допомогою резистивного дільника напруги в колі зворотного зв'язку задається коефіцієнт посилення каскаду на ОП. Живлення операційного підсилювача $\pm 5V$, тому потрібні резистори R2 та R3 як дільники напруги, які матимуть номінали 2,5 кОм. Передбачено підключення декількох резисторів R4, R5, R6 для зміни коефіцієнту підсилення. Для зменшення високочастотних шумів паралельно резисторам підключено плівкові конденсатори C2, C3 та C4 невеликої ємності. Плівкові конденсатори обрано тому, що вони мають перевагу над звичайним електролітичним конденсатором, оскільки є більш швидкодіючими.

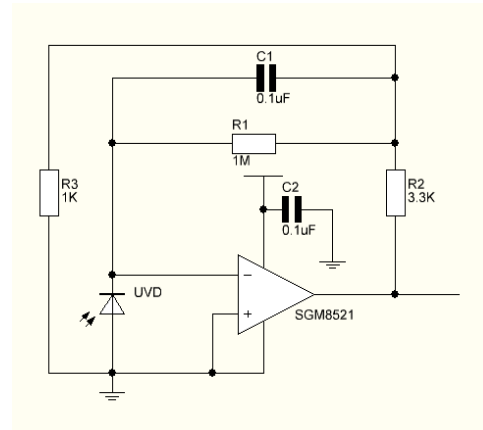


Рис. 2 Схема підсилювача на основі GUVVA-S12SD

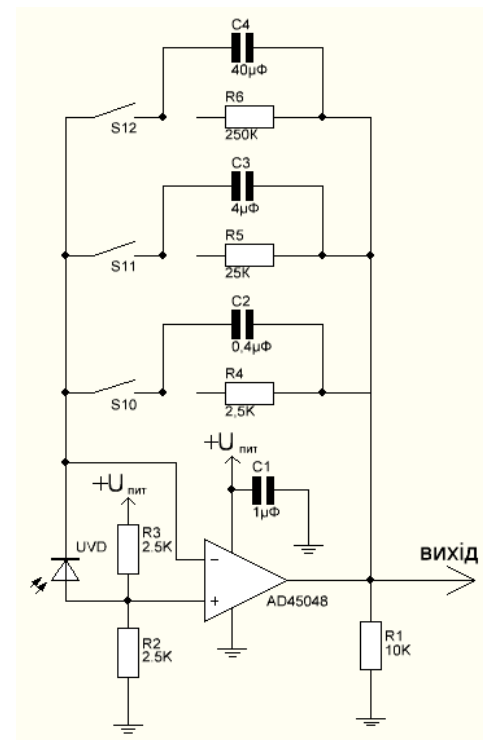


Рис. 3 Розроблена схема підсилювача



Рис. 4 Структурна блок-схема вимірювача потужності УФ випромінювання

Резистори R4, R5, R6 розраховуються за законом Ома. Було отримано наступні номінали: 2,5 кОм, 25 кОм та 250 кОм. Конденсатори C2, C3 та C4, підключені паралельно до резисторів R4, R5, R6, розраховувались за формулою (1). Отримано наступні значення для конденсаторів: 40 мкФ, 4 мкФ та 0,4 мкФ відповідно. Виготовлення плати підсилювача було зроблено за допомогою програми Splan та Sprint-Layout [25].

IV. АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

Для обробки сигналу з підсилювача необхідно мати аналого-цифровий перетворювач та мікропроцесор чи мікроконтролер.

Для вибору АЦП було проведено аналіз найбільш розповсюджених АЦП, та обрано К1108ПВ1А, який має наступні характеристики [26]:

- функціонально – повний АЦП;
- кількість розрядів – 10;
- час перетворення (макс.) 0,75 мкс;
- відсутність пропущених кодів;
- цифрове мультиплексування: три стабільні виходи;
- два джерела живлення: $U_{CC1}=+5V\pm 5\%$ та $U_{CC2}=-5,2V\pm 5\%$

АЦП К1108ПВ1А [27] є 10 розрядним АЦП послідовного наближення, що сполучається з мікропроцесором. Для експлуатації АЦП необхідні тільки два джерела живлення і регульовальні резистори. АЦП забезпечує перетворення вхідного однополярного або біполярного аналогового сигналу в вихідний паралельний двійковий код і призначений для застосування в електронній апаратурі широкого застосування (в даному випадку пристрій для вимірювання УФ).

Вихідні каскади з трьома станами дозволяють виводити результат перетворення безпосередньо на шину даних мікропроцесора і за рівнями вхідних і вихідних логічних сигналів сполучаються з цифровими ТТЛ-схемами.

Таким чином блок-схема вимірювача потужності УФ буде мати наступні блоки: фотодіод, підсилювач вхідного сигналу, аналогово-цифровий перетворювач, мікроконтролер (Рис. 4).

Останнім блоком в пристрої буде виготовлено електронний стенд на основі мікроконтролера для налагодження програм із застосуванням АТmega16А. Електронний стенд знаходиться на стадії розробки.

ВИСНОВКИ

Вимірювач потужності УФ випромінювання запропоновано конструювати з використанням УФ фотодіода, який виконує функцію первинного перетворювача. В якості фотодіода обрано діод Шоткі на основі полікристалічних напівпровідникових плівок $Cu_{1,8}S/CdS$, де сульфід кадмію є абсорбуючим ультрафіолет шаром. Для підсилення сигналу з фотодіода розроблена та розрахована схема підсилювача. В якості АЦП обрано АЦП К1108ПВ1А. Останній етап по узгодженню роботи АЦП та мікроконтролера знаходиться на стадії виконання. Отримані схемні рішення для конструкції вимірювача УФ на основі $Cu_{1,8}S/CdS$ фотодіода можуть бути використані для швидкого створення промислового приладу, який буде складовою частиною комплексів по знезараженню повітря в метро та інших приміщень від вірусних інфекцій, в тому числі SARC-CoV-19.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] P. O. of the E. Union, Advances in solar ultraviolet spectroradiometry. Publications Office of the European Union, 1997, ISBN: 92-828-0990-0.
- [2] V. D. Ryzhikov et al., "A Portable Meter of the Ultraviolet Radiation in Biologically Active Ranges of Solar Radiation Based on the ZnSe Semiconductor," Telecommun. Radio Eng., vol. 55, no. 5, p. 9, 2001, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v55.i5.130.
- [3] T. V. Blank and Y. A. Gol'dberg, "Semiconductor photoelectric converters for the ultraviolet region of the spectrum," Semiconductors, vol. 37, no. 9, pp. 999–1030, Sep. 2003, DOI: 10.1134/1.1610111.
- [4] R. Anaeva, A. Berkeliev, and E. Al., "UF-fotopriemnik na osnovе poverkhnostno-bar'ernoј struktury' Ga1-xAlxP (Xs = 0,5 + 0,1) [UV photodetector based on the Ga1-xAlxP surface-barrier structure (Xs = 0.5 + 0.1)]," FTP, vol. 15, no. 6, pp. 1122–1125, 1981.
- [5] S. Y. Pavelets, Y. N. Bobrenko, T. V. Semikina, B. S. Atdaev, G. I. Sheremetova, and M. V. Yaroshenko, "Ultraviolet Sensors Based on ZnxCd1-x Solid Solutions," Ukr. J. Phys., vol. 64, no. 4, p. 308, May 2019, DOI: 10.15407/ujpe64.4.308.
- [6] S. Y. Pavelets, Y. N. Bobrenko, T. V. Semikina, G. I. Sheremetova, and M. V. Yaroshenko, "Photovoltaic converters of ultraviolet radiation with graded-gap layers based on CdxZn1-x solid solutions," Optoelectron. Semicond. Technol., vol. 49, pp. 69–73, 2014, URL: http://isp.kiev.ua/images/Page_Image/Journals/opt/vol49/opt49_69.pdf.
- [7] Y. Bobrenko, "Thin-film solar converters based on the p-Cu1.8S/n-CdTe surface-barrier structure," Semicond. physics, quantum Electron. Optoelectron., vol. 18, no. 1, pp. 101–105, Mar. 2015, DOI: 10.15407/spqe18.01.101.
- [8] Y. N. Bobrenko, S. Y. Pavelets, A. M. Pavelets, T. V. Semikina, and N. V. Yaroshenko, "Surface-barrier photoconverters with graded-gap layers in the space-charge region," Semiconductors, vol. 49, no. 4, pp. 519–523, Apr. 2015, DOI: 10.1134/S1063782615040089.
- [9] S. Y. Pavelets, "Effective polycrystalline sensor of ultraviolet radiation," Semicond. Phys. Quantum Electron. Optoelectron.,



- vol. 20, no. 3, pp. 335–339, Oct. 2017, DOI: [10.15407/spqeo20.03.335](https://doi.org/10.15407/spqeo20.03.335).
- [10] V. Dorogan, T. Vieru, M. Manole, R. Savastru, and T. Zisu, “Ultraviolet radiation sensors on the basis of semiconductors,” 2001, p. 858, DOI: [10.1117/12.432818](https://doi.org/10.1117/12.432818).
- [11] V. D. Ryzhikov et al., “Professional and household dosimeters for UV biologically active ranges of solar radiation on the basis of ZnSe semiconductor-metal nanostructures,” 2010, p. 77151Q, DOI: [10.1117/12.853665](https://doi.org/10.1117/12.853665).
- [12] V. K. Butenko, Y. G. Dobrovolsky, B. G. Shabashkevich, and V. G. Yuriev, “Dosimeters for energy illumination of ultraviolet radiation of the Tensor type,” Technol. Des. Electron. Equip., no. 5, pp. 43–45, 2006.
- [13] W. Peng, Y. He, C. Wen, and K. Ma, “Surface acoustic wave ultraviolet detector based on zinc oxide nanowire sensing layer,” Sensors Actuators A Phys., vol. 184, pp. 34–40, Sep. 2012, DOI: [10.1016/j.sna.2012.06.017](https://doi.org/10.1016/j.sna.2012.06.017).
- [14] V. Chivukula, D. Ciplys, M. Shur, and P. Dutta, “ZnO nanoparticle surface acoustic wave UV sensor,” Appl. Phys. Lett., vol. 96, no. 23, p. 233512, Jun. 2010, DOI: [10.1063/1.3447932](https://doi.org/10.1063/1.3447932).
- [15] W.-C. Tsai, H. Kao, K.-H. Liao, Y.-H. Liu, T.-P. Lin, and E. S. Jeng, “Room temperature fabrication of ZnO/ST-cut quartz SAW UV photodetector with small temperature coefficient,” Opt. Express, vol. 23, no. 3, p. 2187, Feb. 2015, DOI: [10.1364/OE.23.002187](https://doi.org/10.1364/OE.23.002187).
- [16] S. Kumar, G.-H. Kim, K. Sreenivas, and R. P. Tandon, “ZnO based surface acoustic wave ultraviolet photo sensor,” J. Electroceramics, vol. 22, no. 1–3, pp. 198–202, Feb. 2009, DOI: [10.1007/s10832-007-9409-7](https://doi.org/10.1007/s10832-007-9409-7).
- [17] W. Wen-Bo et al., “Transparent ZnO/glass surface acoustic wave based high performance ultraviolet light sensors*,” Chinese Phys. B, vol. 24, no. 5, p. 057701, 2015, URL: http://cpb.iphy.ac.cn/article/2015/cpb_24_5_057701.html.
- [18] A. I. Sidorov, Sensory photonics. Textbook. St. Petersburg: University, ITMO, 2019.
- [19] V. D. Dubrovin, A. I. Ignatiev, N. V. Nikonorov, A. I. Sidorov, T. A. Shakhverdov, and D. S. Agafonova, “Luminescence of silver molecular clusters in photo-thermo-refractive glasses,” Opt. Mater. (Amst.), vol. 36, no. 4, pp. 753–759, Feb. 2014, DOI: [10.1016/j.optmat.2013.11.018](https://doi.org/10.1016/j.optmat.2013.11.018).
- [20] “1pcs UV Photodiode 220 to 370nm Ultraviolet Metal Shell Photodiode: Amazon.com: Industrial & Scientific.” [Online]. Available: <https://www.amazon.com/Photodiode-370nm-Ultraviolet-Metal-Shell/dp/B07VVHPNFX>.
- [21] “SiC UV Photodiodes | sglux.” [Online]. Available: <https://sglux.de/en/product-category/sic-uv-photodiodes/>.
- [22] “Genuv.” [Online]. Available: <http://www.geni-uv.com/>.
- [23] “Ultraviolet/Extreme Ultraviolet (UV/EUV) Photodiodes: SXUV 100.” [Online]. Available: <https://www.photoniconline.com/doc/ultravioletextreme-ultraviolet-uveuv-0001>.
- [24] “Analog UV Sensor V2.” [Online]. Available: <https://www.tross-enrobotics.com/analog-uv-sensor-v2.aspx>.
- [25] “Sprint-Layout.” [Online]. Available: https://cxem.net/software/sprint_layout.php.
- [26] “AD45048.” [Online]. Available: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD45048.pdf>.
- [27] “1108pv1.” [Online]. Available: <https://eandc.ru/pdf/mikroskhema/1108pv1.pdf>.

Надійшла до редакції 31 березня 2020 р.



UDC 53.087; 539.1.074; 523.9-739; 535-3

Device for Measurements of Ultraviolet's Power Radiation

Ie. V. Arshan^f, ORCID [0000-0001-9315-2801](https://orcid.org/0000-0001-9315-2801)R. I. Bondarenko^f, ORCID [0000-0002-5529-0186](https://orcid.org/0000-0002-5529-0186)O. O. Kalachnykov^f, ORCID [0000-0002-9387-7834](https://orcid.org/0000-0002-9387-7834)T. V. Semikina^s, PhD Senior Researcher, ORCID [0000-0002-6182-4703](https://orcid.org/0000-0002-6182-4703)Department of Electronic Devices and Systems eds.kpi.uaNational technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute", ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)

Kyiv, Ukraine

O. B. Sidniev, Senior Researcher, ORCID [0000-0001-6367-1846](https://orcid.org/0000-0001-6367-1846)V. E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics NASU isp.kiev.ua

Kyiv, Ukraine

Abstract—The paper presents a technique for developing a device for measurements of power of ultraviolet (UV) radiation. The paper provides a brief analysis of existing approaches in the design of UV dosimeters. The rationale for the design of the dosimeter using an UV photodiode is given. The choice of a photodiode based on cadmium sulfide is made on the basis of the technological equipment existing in Ukraine, the level of development of technological modes that allow, at low technology costs, to obtain photodiodes with parameters not inferior to expensive foreign analogues based on materials of the A³B⁵ group and silicon carbide. The problems that were solved when developing a photodiode based on CdS and the original solutions found by the authors of the development are shown. The primary transducer is a photodiode based on the surface-barrier structure of p-Cu_{1.8}S/n-CdS with a photosensitive component based on cadmium sulfide CdS. At a wavelength of $\lambda \sim 250$ nm, the sensitivity of p-Cu_{1.8}S/n-CdS sensors is two times higher than GaP-based Schottky diodes. The value of the output current depends on the power of the UV radiation and lies within 0.0001-0.2 mA. The advantages of the developed sensor are the simplicity and low cost of the production technology, the ability to produce films of a large area, the characteristics of expensive foreign industrial UV photodiodes. The stages of development of the amplifier circuit for the selected photodiode are given. To design the amplifier circuit, the existing GUYA-S12SD UV Sensor V2 amplifier circuit was analyzed, and a custom circuit was developed with the following advantages: unipolar power; smaller potential difference between input and output compared to analog; different voltages are measured. The developed circuit uses the simplest resistive voltage divider, which is two series resistors connected to a voltage source. The scheme denominations were calculated. The sequence of printed circuit board (PCB) execution in the Sprint-Layout software environment is described. An image of the developed circuit board is shown. An analog-to-digital converter K1108PV1A is selected for signal processing from the amplifier and its technical characteristics are given. The block diagram of the dosimeter of energy illumination is offered: a photodiode, an amplifier of an input signal, an analog-to-digital converter, a microcontroller. As a microprocessor to be connected to the ADC, an electronic stand based on a microcontroller will be used to debug programs using ATmega16A. The obtained circuit solutions for the construction of a UV dosimeter based on a CdS photodiode can be used to quickly create an industrial device that will be an integral part of the complexes for disinfecting the metro and other rooms from viral infections.

Keywords — ultraviolet radiation, amplifier, cadmium sulfide, photodiode.

