

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія



О.Ю. Небеснюк
А.О. Ніконова
З.А. Ніконова

Елементна база мікроелектронної апаратури

**Методичні вказівки до самостійної роботи
та виконання контрольних робіт**

*для студентів ЗДІА спеціальності
153 «Мікро- та наносистемна техніка»
всіх форм навчання*

Запоріжжя

2018

**Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія**

**О.Ю. Небеснюк
А.О. Ніконова
З.А. Ніконова**

Елементна база мікроелектронної апаратури

**Методичні вказівки до самостійної роботи
та виконання контрольних робіт**

*для студентів ЗДІА спеціальності
153 «Мікро- та наносистемна техніка»
всіх форм навчання*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри МЕІС
протокол №11 від 16.04.18*

**Запоріжжя
2018**

Елементна база мікроелектронної апаратури. Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання контрольних робіт для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» всіх форм навчання / Укл.: О.Ю. Небеснюк, А.О. Ніконова, З.А. Ніконова -Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 15с.

Методичні вказівки призначені для студентів напрямку підготовки 153 «Мікро- та наносистемна техніка» всіх форм навчання, які виконують контрольні роботи з курсу «**Елементна база мікроелектронної апаратури**». Вказівки містять завдання для самостійної підготовки студентів, які виконуються за варіантами, та приклад їх виконання.

Укладачі: ***О.Ю. Небеснюк, к.т.н., доцент***
А.О. Ніконова, к.т.н., доцент
З. А. Ніконова – к.т.н.,професор

Відповідальний за випуск: ***зав. кафедрою МЕІС***
професор Хрипко С.Л.

ВСТУП

Метою викладання дисципліни «Елементна база мікроелектронної апаратури» є вивчення принципів побудови, основ функціонування, основних характеристик та параметрів пасивних і активних радіоелементів ІМС, шляхів їх застосування та визначення робочих режимів.

Завданням дисципліни є отримання практичних навичок та теоретичних знань у наступних питаннях:

- розуміння основних процесів, які відбуваються в електронних елементах;
- уявлення про будову і функціонування радіоелементів;
- здатність проводити дослідження властивостей компонентів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- пасивні та активні елементи ІМС;
- стан та перспективи розвитку елементної бази;
- основні властивості електрорадіоелементів;
- способи розрахунку основних параметрів та характеристик;
- застосування активних та пасивних елементів в різних галузях техніки.

вміти:

- експериментально визначати параметри і характеристики елементів;
- аналізувати можливості застосування в приладах елементної бази мікроелектроніки;
- аналізувати наукову інформацію щодо перспектив елементної бази мікроелектроніки і розробляти рекомендації по їх практичному застосуванню.

Методичні вказівки складено на основі робочої програми дисципліни «Елементна база мікроелектронної апаратури».

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота оформлюється на папері формату А4 згідно до вимог, щодо оформлення курсових та дипломних робіт. Виконується згідно з варіантом. Має два розділи, вступ, висновки та список літератури.

1. Обладнання і технологія проведення контролю параметрів ІМС 580 (контролю клавіатури ВВ55).
2. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К-15 мікросхем серії К 176 ЛИ 3.
3. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією П-1
4. Контроль на працездатність ІС малого ступеню інтеграції К155ИД9.
5. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К-9.
6. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією П 5 мікросхеми серії 565.
7. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К 4.
8. Технологія випробування мікросхеми К 155 ЛА 3 за категорією П 3.
9. Технологія випробування мікросхеми К 155 ЛА 4 за категорією К 9.
10. Технологія випробування мікросхеми МС 133 ЛА 3 за категорією К 5.
11. Технологія випробування мікросхеми МС К155ЛА 7 за категорією К 5.
12. Технологія випробування мікросхеми К155 ЛН-1 за категорією П 4,
13. Технологія випробування мікросхеми К 564 ЛА 7 за категорією К 9.
14. Технологія випробування мікросхеми МС К 155 ЛА 7 за категорією П-6.
15. Технологія випробування мікросхеми 564 ЛН-2 за категорією К-4.
16. Технологія випробування мікросхеми К-155ЛА 1 за категорією П-2.
17. Перевірка зовнішнього вигляду та маркування ІМС.
18. Обладнання і технологія виявлення дефектних р-п переходів и дослідження їх ВАХ.
19. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К-4.
20. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К 10.
21. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією П 2.
22. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією П 3
23. Випробувач цифрових ІС Л 2-60.
24. Обладнання і технологія проведення випробувань за категорією К-3.
25. Контроль ІМС К 155-ЛА-2 за категорією К-10.
26. Контроль ІМС К 155 ЛЕ-2 малого ступеню інтеграції.
27. Контроль МС серії 500 за категорією К-10.
28. Контроль 155 серії за категорією К 3.

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема : «Обладнання та технологія проведення випробування за категорією К-15 мікросхеми 155 серії»

1 ІНТЕГРАЛЬНІ МІКРОСХЕМИ 155 СЕРІЇ. ПАРАМЕТРИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ

Інтегральні мікросхеми серії 155 є багатофункціональними цифровими матрицями, виконаними за напівпровідниковою технологією на компліментарних МОН - транзисторах. Мікросхеми призначені для роботи в електронній апаратурі спеціального і народногосподарського призначення [2].

1.1 Основні характеристики

Номінальне значення напруги живлення мікросхем $U_{cc}=3В$. Допустимі відхилення напруги живлення від номінального $\pm 10\%$.

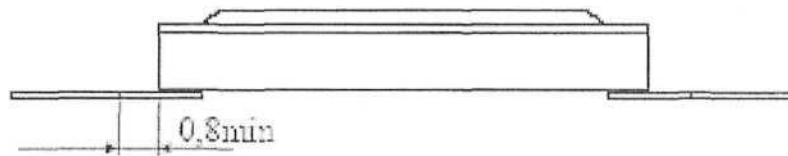
1.2 Надійність

Мінімальне напрацювання до відмови - 100000 год. Термін зберігання не менше 25 років.

1.3. Основні електричні параметри [3].

Найменування параметру, одиниці вимірювання, режим вимірювання	Позначення	Норма		Температура, °С
		не менш	не більш	
Вихідна напруга низького рівня, В	U_{OL}		0,3	+25±10
Вихідна напруга високого рівня, В	U_{OH}	2,4		+25±10
Струм споживання, мА	I_{CC}		0,15	+25±10
Струм витоку	I_{LL}		0,3	+25±10
Вихідний струм	I_{OZL}		0,3	+25±10
Час затримки	t_p		3,0	+25±10
Вхідна ємність, пФ	C_1		7	+25±10
Вихідна ємність, пФ	C_0		7	+25±10
Імпульсний струм споживання, мА	t_{CCD}		300	+25±10

1.4 Зовнішній вигляд мікросхеми



1.5 Умови експлуатації мікросхем серії 155[4].

1.5.1 Номінальне значення напруги живлення:

$$U_{CC} = +5V (\pm 5\%)$$

1.5.2 Механічні дії:

Лінійне прискорення 5000 (500) m/c^2 (g).

1.5.3 Кліматичні дії:

- знижена робоча температура середовища $-10^{\circ}C$
- знижена гранична температура середовища $-60^{\circ}C$
- підвищена робоча температура середовища $+70^{\circ}C$
- підвищена гранична температура середовища $+85^{\circ}C$
- зміна температури середовища від мінус $60^{\circ}C$ до $+85^{\circ}C$

1.5.4 Граничний режим експлуатації

- Напруга живлення U_{CC} не більш 7,0 В
- Вхідна напруга низького рівня U_{IL} не менше - 0,4 В
- Вхідна напруга високого рівня U_{IH} не більше 5,65 В
- Гранична ємність навантаження C_1 не більше 250 пФ

2 ВИПРОБУВАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ДО ДІЇ ГРИБКОВОЇ ЦВІЛІ

Ці випробування відносяться до одного з видів випробувань на біостійкість і призначені для визначення здатності виробів зберігати зовнішній вигляд і параметри в умовах дії біологічних чинників, що дестабілізували. Грибкова цвіль викликає найбільші руйнування виробів [5].

Випробування виробів на стійкість до грибкової цвілі проводять на зразках, які не піддавалися кліматичним і механічним випробуванням. Допускається використовувати вироби, забраковані по електричних параметрах. Для випробувань відповідно до ГОСТ 9.048—75 вибирають широко поширені види цвілевих грибків, що мають швидке зростання і високу стійкість до протигрибкових препаратів.

Для виконання таких випробувань використовують камери грибоутворення або термостати, що забезпечують температуру випробувань (29 ± 2) °C і відносну вологість більше 90 %, а так само камери тепла і вологи. Застосовуються ексикатори (судини з притертою пробкою), сушильні шафи, автоклави, біологічні мікроскопи, пульверизатори, чашки Петрі, пробірки і т.і.

Випробувальна камера має подвійні стінки для утворення повітряної сорочки, в якій циркулює нагріте повітря. Усередині камери забезпечуються висока рівномірність розподілу температури і вологості за об'ємом, відсутність циркуляції повітря і світла, знешкодження повітря, що виходить з камери (знищення спор грибків), висока грибостійкість матеріалу і деталей камери.

При підготовці випробувань на стійкість до грибкової цвілі стерилізують пристосування, в яких виготовляють живильне середовище для вирощування і зберігання культур грибків, наперед вирощують ці культури, а вироби для випробувань перевіряють і очищають від зовнішніх забруднень. За 2 години до початку випробувань перевіряють життєздатність спор грибків.

Відповідно до програми по ГОСТ 9.048—75, ГОСТ 9.053—75 і ГОСТ 20.57.406 — 81 випробування проводять двома методами: перший встановлює вміст в матеріалах виробу джерел живлення грибків, другий — вплив зовнішніх забруднень на грибостійкість [6,7].

У першому випадку вироби ретельно промивають в етиловому спирті, в другому — залишають в тому вигляді, в якому вони поступили для випробувань.

Пристосування з двома рівними групами виробів (з парним числом вибірки) поміщають в камеру і обробляють рівномірно заздалегідь приготованою суспензією грибків з концентрацією 1... 2 млн. спор/мм. На живильне середовище контрольних чашок Петрі наносять декілька крапель суспензії,

що містить культуру грибків. Після висихання суспензії на зразках і в чашках Петрі камеру закривають на 28 діб. Відстань між зразками не менше 20 мм. Через 5 діб з камери витягують контрольні чашки Петрі. Якщо в них відсутнє зростання грибків, то випробування повторюють на нових зразках із знов приготованою суспензією [8].

Після закінчення випробувань стійкість оцінюють по шестибальній системі (0...5), порівнюючи виріб з фотозразками, приведеними в ГОСТ 9.048 — 75.

Вироби вважаються витримали випробування, якщо зростання грибків не перевищує 1 бал у першій групі зразків (0 — зростання грибків не видно; 1 - пророслі грибки незначні), і 2 бали у другій групі зразків (2 - наявність спор).

При проведенні випробувань на грибостійкість, як і при випробуваннях на радіаційну стійкість, слід дотримувати заходи безпеки (працювати в спеціальному одязі, проводити інструктаж персоналу, дезінфекцію).

Зразки після випробувань дезінфікують в автоклаві під тиском і температурі 121 °С протягом 1 год. або промивають в 5 %-му розчині фенолу або формальдегіду, а потім знищують [4].

2.1 Камера грибоутворення

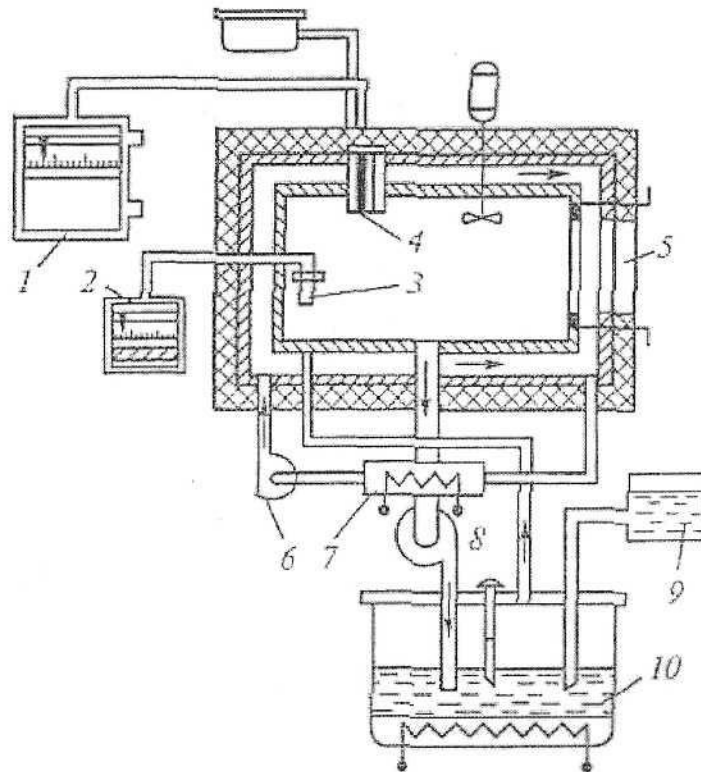
Камера призначена для випробування матеріалів і виробів на дію кліматичних чинників згідно ГОСТ 16962-71 і ГОСТ 15151-69.

Для експлуатації камери необхідне приміщення площею не менше 15 м і заввишки не менше 3 м. Приміщення повинне мати припливно-витяжну вентиляцію з 4-5 кратним обміном повітря в годину і заземлюючий пристрій. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом [8].

При проведенні випробувань на стійкість до дії цвілевих грибів потрібно мати:

- обладнання для стерилізації живильних середовищ, дистилюючу воду і посуд;
- спеціальне приміщення для пересівання цвілевих грибів і зараження матеріалів і покриттів цими грибами (БОКС);
- приміщення для проведення випробувань заражених зразків на грибостійкість повинне мати сонячне світло, природну вентиляцію, стелю і стіни, забарвлені малярною фарбою, підлога не повинна бути бетонною або земляною [8].

2.2. Зовнішній вигляд та конструкція камери тепла, вологи та грибоутворення



1 - регулятор температури в камері, 2 - регулятор вологи в камері, 3 - «сухий» і «мокрый» термометри, 4 - термометр, 5 - вікно і двері для завантаження виробів, 6 - вентилятор обдуву, 7 - електронагрівач, 8 - вентилятор вологи, 9 - компенсаційний бачок, 10 - зволожувач повітря.

Рисунок 2.1- Схеми камери тепла, вологи і грибоутворення

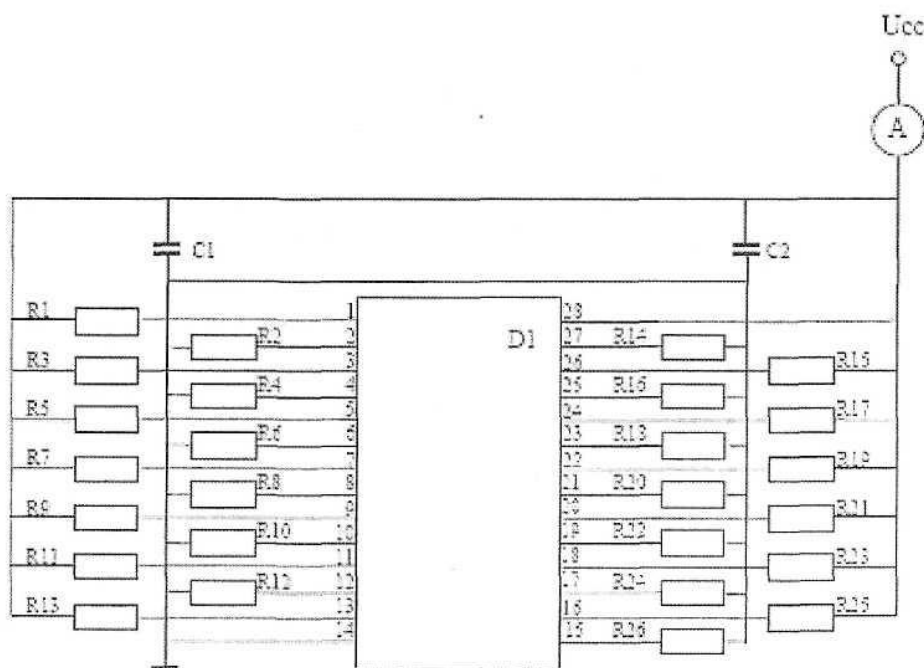
Залежно від цільового призначення камери, призначені для відтворення циклічного режиму випробувань, повинні забезпечувати точність підтримки температури $\pm 2,5\%$, а камери, призначені для відтворення постійного режиму випробувань — температури $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при вологості $\pm 3\%$. Це обумовлює застосування установки відносної вологості по сухому термометру при температурі $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а по вологому термометру $+0,4 \dots -0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки пониження температури більш ніж на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при високій відносній вологості і підвищеній температурі може привести до випадання роси, що є недоліком камери. Конденсуюча волога, що утворилася на стелі і стінках камери не повинна потрапляти на випробовувані вироби, для чого над виробами встановлюють навіс з некорозійного матеріалу. Випробовувані в камері вироби розташовують так, щоб конденсат не потрапляв з одних виробів на інші [9].

Вологе повітря одержують в результаті циркуляції його через зволожуючий пристрій (рис.2.1), а рівномірний розподіл температури і відносної вологості повітря забезпечують вентилятором.

Для вимірювання вологості повітря застосовують гігрометри, дія яких заснована на «психрометричній різниці», тобто різниці свідчень «сухого» і «мокрого» термометрів, що знаходяться в термодинамічній рівновазі. Їх широко застосовують, не дивлячись на недоліки, пов'язані із забрудненням змочуваного термометра і неможливістю застосування при негативних температурах.

Калібрування гігрометрів здійснюють п'єзосорбційними гігрометрами, вимірюючи резонансну частоту коливань п'єзоелементу залежно від відносної вологості [10,11].

2.4. Схема включення мікросхеми при випробуванні



$$R1 \dots R26 = 1,5 + 2,7k\Omega \pm 20\%$$

$$U_{cc} = 5,4 \text{ В} \pm 2,5\%$$

D1-мікросхема, що випробується

$$C1 = (1-5) \mu\text{кФ} \pm 20\%$$

$$C2 = (100-300) \text{ пФ} \pm 20\%$$

ВИСНОВКИ

Інтегральні мікросхеми серії 155 це багатофункціональні цифрові матриці, виконані за напівпровідниковою технологією на компліментарних МОН - транзисторах. Мікросхеми призначені для роботи в електронній апаратурі спеціального призначення.

Випробування на стійкість до дії цвілевих грибків відносяться до одного з видів випробувань на біостійкість і призначені для визначення здатності виробів зберігати зовнішній вигляд і параметри в умовах дії біологічних чинників, що дестабілізували. Грибкова цвіль викликає найбільші руйнування виробів.

При проведенні випробувань на стійкість до дії цвілевих грибків потрібно використовувати спеціальні камери тепла, вологи і грибоутворення.

БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Небеснюк О.Ю. Мікроелектронні пристрої. - Методичні вказівки до лабораторних робіт [Текст]: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА 153 «Мікро- та наносистемна техніка», 171 «Електроніка» / Небеснюк О.Ю., Ніконова А.О. - Запоріжжя. - ЗДІА.- 2018.-30с.- 1 прим.
2. Кравчина В.В. Методичні вказівки до контрольних робіт по дисципліні "Мікроелектронні пристрої" [Текст]: Методичні вказівки до контрольних робіт для студентів ЗДІА за спеціальністю 7.05080102 "ФБМЕ" / Кравчина В.В.- Запоріжжя. - ЗДІА.- 2007.- 86с.- 40 прим.
3. Кравчина В.В. Мікроелектронні пристрої. - Методичні вказівки до лабораторних робіт [Текст]: Методичні вказівки до лабораторних робіт, частина 2, для студентів ЗДІА за спеціальністю 7.05080102 "ФБМЕ" / Кравчина В.В.- Запоріжжя. - ЗДІА.- 2014.- 69с.- 30 прим.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів [Текст]: підручник, М.Д. Матвійків, В.М Когут, О. М. Матвійків .- 2-ге вид. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка».- 2007р.-428с.- ISBN 978-966-553-606-2. - 1 прим.
2. Омельчук В.В. Основи електроніки і мікроелектроніки. [Текст]: підручник, В.В. Омельчук, О.П. Соколов.- Житомир: ЖДТУ, 2004р,– 346с.- 1 прим.
3. Прищеп М. М. Мікроелектроніка - Елементи мікросхем. [Текст]: підручник, М. М. Прищеп, В.П. Погребняк. - "Вища школа".- 2005р. -167с.-ISBN: 966-642-278-6.-1 прим.
4. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е. Элементы сверхбольших интегральных схем [Текст]: - М.: Радио и связь, 1986. - 170с. - 2 прим.
5. Маллер Р., Элементы интегральных схем. [Текст] : [Пер. англ. к.т.н. Е.З. Мазеля и Л.С. Ходоша] / Маллер Р., Кейминс Т. / М.: Мир, 1989.- 630с.- Device electronics for integrated circuits / Richard S. Muller and Theodore I. Kamins. John Wiley and Sons. Inc – New York.– 1986.– ISBN 5-03-001100-5 (русск.).- 15000 экз.- 6 прим.
6. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники.- [Текст]: Учеб. пособие для вузов по спец. "Радиотехника". - М.: Радио и связь, 1991. - 288с. – ISBN 5-256-00692-4. - 75000 экз.- 7 прим.
7. Зи С. Технология СБИС. Кн.1. [Текст] : Пер. с англ./ под ред. С. Зи - М.: Мир, 1986. - 404с. - 1 прим.
8. Зи С. Технология СБИС. Кн.2. [Текст] : Пер. с англ./ под ред. С. Зи - М.: Мир, 1986. - 404с.- 1 прим.
9. Васил'єва А.В. Напівпровідникові прилади. [Текст]: Київ :Кондор.2002-396 с. - 1 прим
10. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Кн.1 [Текст]:. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 456с. - 3 прим.

11. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Кн.2. [Текст]: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.- 456с. - 3 прим.
12. Першенков В.С., Попов В.Д., Шальнов А.В. Поверхностные радиационные эффекты в ИМС. –[Текст]: М: Энергоатомиздат.-1988.- 255с. – ISBN 5-283-02942-5. - 4300 экз.- 1 прим.
13. Справочник по интегральным микросхемам.- [Текст]: / Б.В. Тарабрин, С.В. Якубовский, Н.А. Барканов и др.; Под ред. Б.В.Тарабрина. - 2-е изд перераб. и доп.- М.Энергия, 1981 г.-816 с. - 2 прим.