

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

Інститут інформатики та радіоелектроніки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з дисципліни „Технологія та конструювання
мікросхем і мікрозбірок”

для студентів професійного напрямку 0910
“Електронні апарати” спеціальності 8.091001

"Виробництво електронних засобів" усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Технологія та конструювання мікросхем і мікрозбірок” для студентів професійного напрямку 0910 “Електронні апарати” спеціальності 8.091001 "Виробництво електронних засобів" усіх форм навчання/ Укл.: О. С. Антоненко, О. С. Пономаренко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – 16 с.

Укладачі:	О. С. Антоненко, доцент, к.т.н. О. С. Пономаренко, асистент
Електронна версія:	О. П. Сиротюк, ст. гр. РП-111
Рецензент:	Г. Р. Перегрін, доцент, к.т.н.
Відповідальний за випуск:	В.М. Кришук, зав. кафедрою, доцент, к.т.н.

Затверджено на засіданні
метод. комісії РПБ ф-ту.
Протокол №1
від 25.12.2003 р.

Затверджено на засіданні
кафедри КВР.
Протокол №4
від 12.11.2003 р.

ЗМІСТ

	с.
1 Загальні відомості і вказівки.....	4
1.1 Мета і задачі курсового проекту.....	4
1.2 Об'єкт дослідження. Вихідні дані до курсового проекту.....	4
1.3 Обсяг і зміст курсового проекту.....	4
2 Методичні вказівки до виконання розділів.....	6
2.1 Загальні вимоги до змісту основної частини.....	6
2.2 Аналіз технічного завдання.....	6
2.3 Вибір і обґрунтування вибору матеріалів.....	7
2.4 Розрахунок конструкції плати.....	7
2.5 Розробка схеми комутації й аналіз якості топологічного креслення.....	7
2.6 Розрахунок конструкції корпусу.....	6
2.7 Вибір і обґрунтування вибору методів мікроконтактування.....	9
2.8 Розробка маршрутних технологічних процесів виготовлення ГМС.....	9
2.9 Вибір і обґрунтування вибору технологічного устаткування.....	10
2.10 Розробка операційної технології.....	10
3 Загальні вимоги до виконання графічної частини.....	11
3.1 Схема електрична принципова та перелік елементів.....	11
3.2 Топологічне креслення.....	11
3.3 Складальне креслення.....	11
Перелік посилань.....	13
Додаток А – Графік виконання КП.....	15

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ВКАЗІВКИ

1.1 Мета і задачі курсового проекту

Основна мета курсового проекту - систематизація і закріплення теоретичних знань по основним розділам курсу "Технологія та конструювання мікросхем і мікрозбірок".

Задачі курсового проекту:

- надбання навичок системного аналізу базової і довідкової інформації, необхідної для розробки конструкції і технології виготовлення виробу МЕА в інтегральному виконанні;
- практичне ознайомлення з основними етапами розробки робочих технологічних процесів відповідно до вимог ЄСТД;
- отримання практичних навичок з проектування виробів МЕА;
- придбання і закріплення навичок оформлення комплекту конструкторської документації відповідно до вимог ЄСКД.

1.2 Об'єкт дослідження. Вихідні дані до курсового проекту

Об'єктом дослідження є конструкція і технологія виготовлення виробу МЕА в інтегральному виконанні.

Вихідні дані для виконання курсового проекту вказуються в завданні і повинні включати:

- схему електричну принципову;
- перелік елементів;
- електричні, конструктивні, виробничо-технологічні та експлуатаційні вимоги.

1.3 Обсяг і зміст курсового проекту

Поданий до захисту курсовий проект (КП) повинен містити:

- пояснювальну записку в обсязі 40-50 сторінок рукописного тексту з додатками у вигляді комплекту розробленої конструкторської та технологічної документації (пояснювальну записку потрібно зброшурувати без використання металевих елементів);

– графічний матеріал в обсязі 6 листів повинен містити схему електричну принципову, перелік елементів, плату, резистивний шар, захисний шар, складальне креслення та специфікацію.

Пояснювальна записка (ПЗ) оформлюється відповідно ГОСТ 3008-95 і СТП 15-96. ПЗ повинна відображати основні етапи розробки конструкторської документації та технологічного процесу складання й монтажу і включати в призначеній послідовності:

- титульний лист;
- завдання на розробку конструкції та технології виробу МЕА;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних скорочень;
- вступ;
- основну частину;
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки.

Лист завдання до КП заповнюється згідно вимогам на типовому бланку.

Титульний лист і реферат виконуються згідно прикладам наведеним у СТП 15-96 /1/.

У вступі необхідно викласти такі питання:

- актуальність розробки виробів МЕА та використання плівкових технологій у виробі МЕА;
- надати визначення ГІМС;
- розкрити основні типові складові конструкцій ГІС та МЗБ;
- вказати основні етапи розробки комплексу конструкторської та технологічної документації.

Висновок повинен містити оцінку результатів роботи. Оцінка надається з погляду відповідності отриманих результатів вимогам завдання.

Зміст і обсяг роботи повинні бути такими, щоб цілком розкривали всі питання завдання.

Графік виконання КП наведено у додатку А .

Перед захистом КП затверджує керівник. Захист роботи відбувається перед комісією, призначеною кафедрою, у термін згідно графіку захисту.

Оцінка за курсовий проект враховує якість виконаного графічного матеріалу, пояснювальної записки, ритмічність роботи над завданням, а також спроможність студента обґрунтувати прийняті рішення.

Графічний матеріал виконується згідно вимогам ЄСКД, технологічна документація згідно – ЄСТД.

Склад і зміст розділів та підрозділів ПЗ наведено нижче.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ

2.1 Загальні вимоги до змісту основної частини

Більшість розділів ПЗ необхідно розділити за змістом на підрозділи, а при необхідності підрозділи - на пункти. Текст пунктів, підрозділів і розділів повинен бути лаконічним та конкретним (теоретичні викладки приводити не потрібно). В кінці кожного розділу повинні бути зроблені короткі висновки. За текстом ПЗ наводяться необхідні рисунки (наприклад: ескізи транзистора, конденсатора, блок-схема технологічного процесу виготовлення плати і т. ін.) та таблиці (таблиця геометричних розмірів резисторів, характеристик матеріалів, що використовуються при виготовленні плати і т. ін.).

За текстом ПЗ необхідно посилається на ГОСТи і ОСТи з повною їх назвою та на літературу за вимогами СТП 15-96.

2.2 Аналіз технічного завдання

В цьому розділі необхідно навести електричні, виробничо-технологічні (тип виробництва, технологія виготовлення, метод формування рисунка і т. д.) та конструктивні вимоги. Крім того, необхідно вказати умови експлуатації та механічні навантаження, яким буде піддаватися виріб. На основі вихідних даних треба визначити розроблювальні і розрахункові технічні вимоги. Після цього проводиться аналіз елементної бази та робляться висновки щодо доцільності вибору методу формування елементів, що будуть використовуватися при розробці мікросхеми.

Цей розділ бажано розподілити на три підрозділи:

– склад технічних вимог до виготовлення ІМС;

- забезпечення технічних вимог;
- аналіз елементної бази.

2.3 Вибір і обґрунтування вибору матеріалів

В цьому розділі необхідно зробити вибір резистивних, провідникових матеріалів а також матеріалу підшарку; надати обґрунтування вибору та навести їхні основні електрофізичні параметри матеріалів, недоліки та переваги.

Цей розділ може бути поділений на три підрозділи:

- резистивні матеріали;
- провідникові матеріали;
- матеріал підшарку.

2.4 Розрахунок конструкції плати

Розділ виконується згідно з /2/.

В цьому розділі спочатку потрібно виконати конструктивний розрахунок плівкових резисторів, який зводиться до визначення їхньої довжини і ширини. При цьому необхідно, щоб отриманий резистор при заданому значенні опору забезпечував розсіювання заданої потужності в умовах існуючих технологічних можливостей.

Крім резисторів задана схема має навісні дискретні компоненти. Їхній вибір для конкретної мікросхеми ведуть виходячи зі схемотехнічних, конструктивно-технологічних та інших вимог, що пред'являються до параметрів, габаритів і методів складання конструкції. Встановлення, способи кріплення і методи приєднання навісних компонентів у мікросхемі регламентує ОСТ 4.ГО.010.043. В ПЗ необхідно привести електричні, конструктивні та експлуатаційні характеристики компонентів.

Після цього розраховується площа підшарку й обирається типорозмір відповідно до ГОСТ 17467-89.

2.5 Розробка схеми комутації й аналіз якості топологічного креслення

Розділ виконується відповідно до /3/.

Процес розробки топології включає наступні основні етапи:

- аналіз схеми електричної принципової і складання комутаційної схеми;
- визначення конфігурації плівкових елементів;
- розміщення на платі елементів, компонентів, контактних площадок мікросхеми та уточнення конфігурації плівкових елементів;
- розробку топологічного креслення;
- оцінку якості розробленої топології.

На першому етапі шляхом аналізу схеми електричної принципової оцінюється можливість реалізації виробу у вигляді мікрозбірки. Далі складається комутаційна схема. Після цього складається ескіз топології (ескіз виконується на міліметровій у масштабі 20:1), оцінюється необхідна площа плати та перевіряється визначений раніше типорозмір підшарку. Потім проводиться аналіз і коректування топології з метою зменшення габаритів та якісного виконання конструктивно-технологічних вимог, наведених у /3/. Після розробки ескізу топологічного креслення необхідно оцінити його якість, звертаючи увагу на:

- відповідність схемі електричній принциповій;
- правильність розрахунку та розміщення резисторів;
- можливість контролю як у процесі виготовлення плати, так і в процесі складання ПС;
- технологічність плати;
- максимально можливий ступінь механізації та автоматизації технологічного процесу виготовлення плати.

Після оцінки якості топології можна приступати до розробки комплексу конструкторської документації згідно з вимогами ЄСКД.

2.6 Розрахунок конструкції корпусу

Розділ виконується згідно з /4/.

Корпус має функції конструкторської бази, на якій встановлюється плата з плівковими елементами та навісними компонентами, а також є засобом захисту їх від зовнішніх впливів при експлуатації. Конструкція та конфігурація обраного корпусу обирається з урахуванням засобів герметизації для заданих умов експлуатації.

Цей розділ повинен мати такі підрозділи:

- розрахунок конструкції корпусу;
 - вибір стандартного типорозміру;
 - обґрунтування обраної конструкції корпусу;
 - вибір і обґрунтування методу герметизації;
 - вибір методу контролю герметичності корпусу.
- Після цього виконується складальне креслення.

2.7 Вибір і обґрунтування методів мікроконтактування

Цей розділ виконується згідно з /5/.

Мікроконтактування призначено для з'єднання дрових або твердих виводів навісних компонентів з контактними площадками плати та периферійних контактних площадок плати з выводами корпусу. З'єднання повинні бути міцними і надійними, мати визначені електрофізичні параметри та не повинні погіршувати параметрів МЗБ. Контроль якості з'єднання повинний бути простим і надійним. Враховуючи ці вимоги, необхідно зробити вибір методів мікроконтактування.

2.8 Розробка маршрутних технологічних процесів виготовлення ГІМС

Розділ виконується відповідно до /6/, /7/ та /8/.

Цей розділ має такі підрозділи:

- технологічний процес виготовлення плати;
- технологічний процес складання ГІМС.

В підрозділах необхідно обґрунтувати вибір маршрутного технологічного процесу виготовлення плати та складання мікросхеми.

Маршрутний технологічний процес виконується у вигляді блок-схеми з зазначенням номеру операції у визначеній послідовності. В маршрутних блок-схемах потрібно вказати коментарі відносно типу фотошаблону, нанесення рисунку фоторезистивної маски, типу та складу травертеля.

В кінці розділу необхідно зробити висновки стосовно кількості вакуумних циклів, фотолітографічних процесів, кількості необхідних фотошаблонів. Ці висновки робляться на підставі блок-схеми маршруту виготовлення плати. За маршрутом складання мікросхеми в кінці необхідно зробити висновки про якість отриманої конструкції відповідно до виробничих вимог.

2.9 Вибір і обґрунтування вибору технологічного устаткування

Розділ виконується відповідно до /9/, /10/ та /11/.

Необхідно привести перелік технологічного устаткування для основних операцій маршрутної технології. Надати обґрунтування вибору запропонованого устаткування та привести його технічні характеристики, які включають: продуктивність, енергомісткість, малогабаритні характеристики та технологічні режими роботи. Також потрібно вказати принцип роботи даного устаткування, при необхідності, привести схему.

На кожній операції і переході використовується визначена номенклатура технологічного оснащення: пристрій, інструмент, технологічна оснастка. Привести приклад обраного інструменту та дати обґрунтування вибору. При необхідності вказати технічні характеристики.

2.10 Розробка операційної технології

Розділ виконується відповідно до /12/, /13/ та /14/.

В цьому розділі для операцій достатньо навести їх опис у тексті ПЗ. В описі операційної технології необхідно вказати суть операції та її особливості. При багатоваріантності рішення завдання потрібно дати обґрунтування оптимальної операційної технології. Відповідно до вказівок керівника курсового проекту необхідно розробити декілька операційних карт й оформити їх у вигляді технологічної документації.

В операційній технології обов'язково слід вказати склад переходів, тобто дій робітника, устаткування, на якому виконується операція, пристрої та інструмент, за допомогою яких виконується кожний перехід, технологічне оснащення, що відповідає даному переходу режими та матеріали для його здійснення.

3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Приклад виконання конструкторської документації наведено в /15/.

3.1 Схема електрична принципова та перелік елементів

Схема електрична принципова є обов'язковим документом основного комплекту конструкторської документації. Вона визначає повний склад як плівкових, так і навісних електрорадіоелементів виробу, і електричні зв'язки між ними. Електрична схема викреслюється відповідно до діючих стандартів ЄСКД на форматі А3 або А4. Всі елементи схеми повинні бути записані в перелік по формі, що встановлено ГОСТ 2.702-76. Перелік елементів можна розмістити на полі креслення електричної принципової схеми.

3.2 Топологічне креслення

Топологічне креслення - це документ, що визначає орієнтацію та взаємне розташування всіх елементів і компонентів схеми на підшарку. Він регламентує форму і розміри плівкових елементів і з'єднання між ними.

Топологічне креслення рекомендується виконувати в масштабі 10:1, 20:1 і в інших масштабах збільшення, кратних десяти. Топологічне креслення має декілька листів в залежності від кількості шарів.

3.3 Складальне креслення

Складальне креслення оформлюється відповідно до ГОСТ 2.109-73.

Креслення повинно мати технічні вимоги до виробу, де вказуються всі нормативні документи, які використовуються при складанні виробу. Технічні вимоги записуються у технологічній послідовності. Обов'язковими з них є:

- технології внутрішнього і зовнішнього мікроконтактування з вказівкою допоміжного і технологічного матеріалів;
- варіанти або вказівки про установку всіх компонентів з посиланням на технологічні матеріали для кріплення;
- технологію герметизації;

- засіб контролю герметичності;
- захисні дії проти навколишнього середовища;
- інформація про те, що треба маркувати, та яким засобом це робиться і за допомогою яких матеріалів;
 - повинні бути посилання на схему електричну принципову, на електромонтажне креслення або таблиці з'єднань (при необхідності);
 - посилання на ТУ, яким повинен відповідати виріб після іспитів, умови іспитів (при необхідності);
 - інші спеціальні вимоги.

На складальне креслення розробляється специфікація. Специфікація оформлюється на спеціальних бланках відповідно вимогам ГОСТ 2.108-68 і галузевим стандартам.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. СТП 15-96. Пояснювальна записка до курсових та дипломних проєктів. Вимоги та правила оформлення: Стандарт підприємства. Запоріжжя: ЗДТУ, 1996 - 36 с.
2. Методичні вказівки до лабораторного практикуму №1 „Розрахунки та проєктування пасивних елементів мікросхем” з дисципліни „Технологія та конструювання мікросхем” для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.091002 / Розр. О. С. Антоненко., О. С. Пономаренко - Запоріжжя: ЗГТУ, 1998. - 37 с.
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи №2 „Розробка топологічного креслення МЗБ” з дисципліни „Технологія та конструювання МКС та МЗБ” для студентів за професійним спрямуванням 8.091001 „Електронні апарати” / Укл. О. С. Антоненко, О. С. Пономаренко. - Запоріжжя: ЗДТУ, 1999. - 28 с.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 „Конструкції та методи герметизації корпусів МКС та МЗБ” з дисципліни „Технологія та конструювання МКС та МЗБ” для студентів за спеціальністю 8.091001 „Виробництво електронних засобів” усіх форм навчання / Укладачі: О. С. Антоненко, О. С. Пономаренко. - Запоріжжя: ЗДТУ, 1999. - 22 с.
5. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 „Технологія мікроконтактування” з дисципліни „Технологія та конструювання МКС та МЗБ” для студентів за спеціальністю 8.091001 „Виробництво електронних засобів” усіх форм навчання / Укладачі: О. С. Антоненко, О. С. Пономаренко. - Запоріжжя: ЗДТУ, 2003. - 45 с.
6. Методичні вказівки до лабораторної роботи №5 „Розробка технологій виготовлення МКС та МЗБ” з дисципліни „Технологія та конструювання МКС та МЗБ” для студентів за спеціальністю 8.091001 „Виробництво електронних засобів” усіх форм навчання / Укладачі: О. С. Антоненко, О. С. Пономаренко. - Запоріжжя: ЗДТУ, 1999. – 19с.
7. Сборка плат ГИС и СВЧ. Приложение к методическим указаниям по курсовому проекту по дисциплине “Технология и конструирование ИМС и МСБ”.
8. ОСТ 107.750878.001-87. Технология изготовления тонкопленочных плат. Общие требования.

9. Парфенов О. Д. Технология микросхем: Учеб. пособие для вузов по спец. “Конструирование и пр-во ЭВА”. – М.: Высш. шк., 1986. – 320 с., ил.

10. Черняев В. Н. Технология производства интегральных микросхем. Учеб. пособие для студентов ВУЗов. / под ред. Васенкова А. М. – М.: Энергия, 1977. – 376 с.

11. Современное оборудование, применяемое для производства ИМС. Приложение к методическим указаниям по курсовому проекту по дисциплине “Технология и конструирование ИМС и МСБ”.

12. ОСТ 4.ГО.054.204. Микросборки тонкопленочные. Типовые технологические процессы.

13. ОСТ 4.ГО.054.028. Микросхемы интегральные гибридные тонкопленочные специализированные, первой и второй степеней интеграции. Типовые технологические процессы.

14. Монтаж блоков (модулей) СВЧ и ГИС. Приложение к методическим указаниям по курсовому проекту по дисциплине “Технология и конструирование ИМС и МСБ”.

15. Пример оформления конструкторской документации. Приложение к методическим указаниям по курсовому проекту по дисциплине “Технология и конструирование ИМС и МСБ”.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Графік виконання КП

Термін виконання	Зміст етапу	Результат роботи
1 тиждень	Отримання завдання, ознайомлення зі зразками конструкторської та технологічної документації, ознайомлення з методикою проектування виробу МЕА	Технічна інформація
2 тиждень	Розробка та аналіз технічного завдання на проектування виробу. Вибір, обґрунтування вибору матеріалів конструктивних елементів мікросхеми	Технічне завдання, ескізи вибраних навісних компонентів, технічні характеристики матеріалів та обґрунтування їх вибору
3-4 тиждень	Розрахунок елементів та конструкції виробу (резистивних елементів, площі підшарку, корпусу та ін.).	Креслення електричної схеми та перелік елементів. Розміри плівкових елементів, підшарку, корпусу
5-6 тиждень	Розробка комутаційної та топологічної схеми плати в чорновому варіанті	Ескізи комутаційної схеми та топологічного креслення
7 тиждень	Розробка КД на топологічне креслення та креслення шарів	Робочі варіанти креслень
8 тиждень	Вибір методів мікроконтактування та герметизації корпусу. Розробка складального креслення	Ескіз складального креслення
9-10 тиждень	Розробка маршрутної та операційної технології виготовлення ГІМС	Блок-схеми ТП, перелік устаткування, операційні карти

Продовження табл. А.1

Термін виконання	Зміст етапу	Результат роботи
11-12 тиждень	Оформлення ПЗ. Випуск комплекту КД за допомогою AutoCAD і Компас	ПЗ, комплект КД
13-14 тиждень	Перевірка, коректування та захист КП	Захист проводиться за графіком