

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання дипломних проєктів, дипломних робіт та
магістерських робіт**

для студентів спеціальності

172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми
«Радіoeлектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіoeлектронної техніки»)
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання дипломних проєктів, дипломних робіт та магістерських для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Шило Г.М., Фурманова Н.І., Поспєєва І.Є. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 30 с.

Укладачі: Шило Галина Миколаївна, канд. техн. наук,
доцент;
Фурманова Наталія Іванівна, канд. техн. наук,
ст. викладач;
Поспєєва Ірина Євгенівна, ст. викладач.

Рецензент: Фарафонов Олексій Юрійович, канд. техн.
наук, доцент

Відповідальний за випуск: Крищук Володимир
Миколайович, канд. техн. наук, професор, зав. каф. ІТЕЗ

Розглянуто
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 9 від 17.06.16 р.

Затверджено
на засіданні НМК ФРЕТ
протокол № 1 від 8.09.16 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	6
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	8
3 ТЕМАТИКА ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТІВ, ДИПЛОМНИХ ТА МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ. ВИМОГИ ДО ЇХ ОФОРМЛЕННЯ.....	11
4 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) КОНСТРУКТОРСЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ	15
4.1 Завдання на проект (роботу)	15
4.2 Порядок роботи над проектом (роботою)	15
4.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки	16
4.4 Проектування схеми керування для розробленого пристрою ..	19
5 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ	20
5.1 Завдання на проект (роботу)	20
5.2 Порядок роботи над проектом (роботою)	20
5.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки	21
6 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) ДОСЛІДНИЦЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.....	25
7 ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ).....	27
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	28

ВСТУП

Державна атестація студента здійснюється державною екзаменаційною комісією (ДЕК) після завершення навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або етапі з метою встановлення фактичної відповідності рівня освітньо-кваліфікаційної підготовки вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики фахівця. Факультет проводить підготовку фахівців за освітньо-кваліфікаційними рівнями «бакалавр», «спеціаліст», «магістр», які встановлені Законом України «Про освіту» і визначаються як:

Бакалавр – освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти особи, яка на основі повної загальної середньої освіти здобула базову вищу освіту, фундаментальні і спеціальні уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці (діяльності), достатні для виконання завдань та обов'язків (робіт) певного рівня професійної діяльності, що передбачені для первинних посад у певному виді економічної діяльності.

Спеціаліст – освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти особи, яка на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр,» здобула повну вищу освіту, спеціальні уміння та знання, достатні для виконання завдань та обов'язків (робіт) певного рівня професійної діяльності, що передбачені для первинних посад у певному виді економічної діяльності.

Магістр – освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти особи, яка на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр,» здобула повну вищу освіту, спеціальні уміння та знання, достатні для виконання професійних завдань та обов'язків (робіт) інноваційного характеру певного рівня професійної діяльності, що передбачені для первинних посад у певному виді економічної діяльності.

Державна комісія перевіряє науково-технічну та практичну підготовку студентів-випускників, виносить рішення про присвоєння їм відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня, видачу державного документа про освіту.

Державна комісія приймає у студентів державні екзамени та захист дипломних робіт.

Дипломний проект (дипломна та магістерська робота) – це заключна самостійна робота студента, в якій він повинен відобразити

свої здібності, проявити ініціативу, творчі можливості, показати уміння самостійно вирішувати усі питання з розробки та проектування радіоелектронних апаратів і їх складових частин, технології їх виготовлення, досліджень у галузі радіоелектронної та мікросистемної техніки тощо.

До складання державних екзаменів та захисту дипломних проектів (робіт) допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дипломний проект (дипломна робота, магістерська робота) студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») присвячується вирішенню виробничих задач, переважна більшість яких віднесена в освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) до проектної, проектно-конструкторської, технологічної та дослідницької професійних функцій в галузі виробництва та експлуатації мікросистемної та радіоелектронної техніки.

Дипломний проект (ДП) – кваліфікаційна робота, що призначена для об'єктивного контролю ступеня сформованості умінь вирішувати типові завдання діяльності, які, в основному, віднесені в ОКХ до проектувальної (проектно-конструкторської) та виконавської (технологічної, операторської) виробничих функцій.

Дипломна робота (ДР) – кваліфікаційна робота, що призначена для об'єктивного контролю ступеня сформованості умінь вирішувати типові завдання діяльності, які в основному віднесені в ОКХ до організаційної, управлінської та виконавської (технологічної, операторської) виробничих функцій.

Магістерська робота (МР) є самостійним науковим дослідженням, що має внутрішню єдність і відображає хід і результати розробки обраної теми. Робота магістра повинна:

- відповідати сучасному рівню розвитку науки, а її тема – бути актуальною;
- відбивати як загальнонаукові, так і спеціальні методи наукового пізнання, правомірність використання яких всебічно обґрунтовується у кожному конкретному випадку їх використання;
- містити принципово новий матеріал, що включає опис нових фактів, явищ і закономірностей або узагальнення раніше відомих положень з інших наукових позицій або у зовсім іншому аспекті;
- передбачати елементи наукової полеміки; наводити вагомі й переконливі докази на користь обраної концепції, всебічно аналізувати і доказово критикувати протилежні їй точки зору.

При виконанні ДП (ДР, МР) студент повинен продемонструвати свої професійні здібності, проявити ініціативу,

творчі можливості, уміння орієнтуватися у виробничих умовах та приймати інженерні рішення при проектуванні конструкцій електронних апаратів, технологічних процесів їх виготовлення або проведенні досліджень у цій галузі.

Тема дипломного проекту (роботи) повинна бути конкретною і містити процедуру діяльності та продукт, що має бути отриманий в результаті - конструкцію радіоелектронного виробу або його складової частини, технологічний процес виготовлення, методику розрахунків, результати дослідження процесів та явищ, що відбуваються при роботі радіоелектронних засобів тощо.

До того ж, тематика дипломних проектів (робіт) повинна бути реальною, пов'язаною з діяльністю галузевих підприємств регіону, а результати - мати можливість бути застосовані на цих підприємствах.

Обов'язковою є орієнтація випускників на самостійне оригінальне й ефективне вирішення завдань.

У дипломному проекті (роботі) необхідно передбачити застосування найбільш передових досліджень науки, техніки і технології, використання обчислювальної техніки, сучасних САПР для моделювання як самих виробів, так і процесів, що протікають при їх роботі, а також для виконання усіх необхідних розрахунків та оформлення текстових і графічних матеріалів.

Окремо у відповідних розділах висвітлюються питання економіки, техніки безпеки та охорони праці.

Дипломний проект (робота) виконується на основі конкретних матеріалів, зібраних у період виробничих та переддипломної практик.

До того ж, тематика ДП, ДР та МР повинна бути реальною, пов'язаною з діяльністю галузевих підприємств регіону

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Дипломне проектування студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіoeлектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіoeлектронної техніки») повністю підпорядковане кафедрі "Інтелектуальні технології електронних засобів" (ІТЕЗ).

Дипломний проект (робота) кожного студента виконується самостійно під керівництвом дипломного керівника і з допомогою консультантів відповідних розділів інших спеціальних кафедр університету, які призначаються завідувачами профільних кафедр з узгодженням із завідувачами випускаючих кафедр.

На початку осіннього семестру студент повинен вибрати дипломного керівника і обговорити з ним можливу тему ДП (ДР, МР). Із списком викладачів, які можуть бути дипломними керівниками, можна ознайомитися у секретаря кафедри. Надалі закріплення керівників за випускниками затверджується наказом по університету.

Після цього випускник і керівник погоджують попереднє формулювання теми. Як правило, тему ДП (ДР, МР) пропонує її керівник, але студентам надається право вибору. Студент може запропонувати свою тему з обґрунтуванням доцільності її розробки. Тема ДП (ДР, МР) повинна бути конкретною, стисло і точно відображати освоєне призначення розробки і область її використання та відповідати вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики спеціаліста (магістра).

Протягом цього семестру відбувається уточнення і, можливо, корегування теми. Закріплені персонально за кожним студентом теми ДП (ДР, МР) затверджуються на засіданні кафедри.

Дипломний керівник повинен:

- направляти і контролювати студента при плануванні і виконанні їм ДП (ДР, МР);
- надавати консультації при рішенні питань за змістом і складом його частин;
- контролювати регулярність роботи студента;

- підтверджувати своїм підписом можливість здачі інформаційно-програмного забезпечення, розробленого в процесі виконання ДП (ДР, МР), а також його захист на засіданні ДАК.

Студент при виконанні ДП (ДР, МР) повинен:

- обрати і узгодити з керівником тему ДП (ДР, МР);
- самостійно виконувати ДП (ДР, МР) з опорою на матеріали виробничих практик, методичне та інформаційне забезпечення;
- систематично, не рідше ніж одного разу на тиждень, відвідувати консультації дипломного керівника і керівників розділів;
- щотижнево інформувати керівника про виконання завдання на ДП (ДР, МР);
- подати ДП (ДР, МР) на перевірку керівникам розділів, отримати оцінки за виконання кожного розділу;
- подати ДП (ДР, МР) з оцінками усіх розділів керівнику проекту (роботу) не пізніше, ніж за чотири дні до захисту;
- підготувати доповідь про основні положення ДП (ДР, МР);
- підготувати відповіді на дипломного зауваження керівника, керівників розділів;
- згідно з графіком захистити ДП (ДР, МР) на засіданні ДЕК, дотримуючись регламенту;
- отримати документ про рівень освіти та кваліфікацію.

В результаті виконання ДП (ДР, МР) студент має продемонструвати своє вміння:

- систематизувати та розширювати теоретичні знання в галузі конструювання і технології радіоелектронних засобів;
- самостійно користуватися довідковою та технічною літературою;
- вирішувати практичні задачі, пов'язані з проектуванням сучасних пристроїв та блоків радіоелектронних апаратів;
- враховувати впливи зовнішніх збуджуючих факторів на пристрої радіоелектронних апаратів;
- сприяти розвитку системного мислення для вирішування конкретних проектних задач;
- здійснювати вибір оптимального варіанту при проектуванні;

- вирішувати задачі, пов'язані з розробкою технології виготовлення пристроїв та блоків радіоелектронних апаратів, їх складових частин та деталей, а також питань удосконалення технологічних процесів;

- користуватися методами автоматизації проектних робіт з застосуванням сучасних САПР;

- володіти знаннями в галузі стандартизації;

- вміти проводити необхідні розрахунки.

Під час виконання ДП (ДР, МР) студент має користуватися усією необхідною літературою та нормативно-технічною документацією.

З ТЕМАТИКА ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТІВ, ДИПЛОМНИХ ТА МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ. ВИМОГИ ДО ЇХ ОФОРМЛЕННЯ

На кафедрі ІТЕЗ передбачається виконання ДП (ДР, МР) за одним з трьох напрямків: конструкторський, технологічний та дослідницький.

Тематика **дипломних проектів** повинна відповідати одному з таких напрямків:

- розробка й дослідження нових, або модернізація існуючих електронних приладів і пристроїв;
- розробка і вдосконалення нової технології виробництва електронних приладів і пристроїв;
- розробка й модернізація вимірювальних пристроїв (систем), які використовують для дослідження фізичних ефектів та процесів, пов'язані з розробкою та виробництвом електронних приладів і пристроїв;
- оптимізація схемотехнічних рішень у мікроелектроніці та при створенні спеціальних електронних пристроїв і систем;
- розробка прогресивного технологічного оснащення контрольно-вимірювальних приладів та систем, що використовуються при дослідженні та виробництві електронних приладів і пристроїв;
- розробка нових технологічних процесів виробництва виробів електронної техніки з використанням робототехніки, гнучких виробничих систем і мікропроцесорної техніки;
- перспективи розвитку електронної техніки, включаючи електронну та інформаційну технології, охорону навколишнього середовища тощо.

Тематика **дипломних робіт** повинна відповідати таким напрямкам:

- дослідження електрофізичних властивостей матеріалів і структур, пов'язаних з розробкою нових принципів функціонування електронних приладів і електронних пристроїв;
- дослідження технологічних процесів з метою поліпшення техніко-економічних показників продукції, що випускається промисловими підприємствами;

- розробка й удосконалення математичних методів розрахунку й оптимізації електронних приладів і пристроїв, математичне моделювання приладів, включаючи питання матзабезпечення систем автоматизованого проектування (САПР);

- розв'язання задач взаємодії електромагнітних полів з активними та пасивними середовищами;

- розв'язання задач, пов'язаних з забезпеченням нормальних теплових режимів РЕА;

- розробка нових принципів побудови електронних датчиків, властивостей фізичних, хімічних та біохімічних об'єктів природного та штучного походження;

- мікрохвильова діагностика матеріалів і середовищ з комплексним використанням акустичних та електромагнітних хвиль;

- мікросмужкові пристрої та їх оптимізація.

Тематика **магістерських робіт** подібна тематиці дипломних робіт, але передбачає більш високий рівень опрацювання проблеми, а також науковий та/або інноваційний підхід до розв'язання задач. Результати досліджень магістерської роботи мають бути опубліковані у фаховому виданні у вигляді статті або представлені у вигляді тез доповідей профільної конференції.

ДП (ДР, МР) включає пояснювальну записку, комплект обчислювальних матеріалів та графічну частину.

Структура **пояснювальної записки** умовно поділяється на вступну, основну частини та додатки.

Вступна частина:

- титульний аркуш;
- завдання на дипломний проект (роботу);
- реферат;
- зміст;
- вступ.

Усі розділи вступної частини мають спеціальну форму, яка огговорена у [1].

Основна частина:

- розділи ДП (ДР, МР);
- висновок;
- перелік посилань.

Склад додатків залежить від спрямованості ДП (ДР, МР). Вони можуть включати до себе графіки, таблиці з результатами досліджень, довідковий матеріал, алгоритми та тексти програм тощо.

Сутність розділів пояснювальної записки – це викладення відомостей про об'єкт розроблення або дослідження, які необхідні та доступні для розкриття сутності даної роботи та її результатів.

Основна частина пояснювальної записки може мати 6-8 розділів в залежності від тематики ДП (ДР, МР). Розділи пояснювальної записки повинні бути об'єднані загальною метою, органічно пов'язані між собою та з графічною частиною.

Обов'язковими є розділи з економіки та охорони праці і техніки безпеки, завдання на які дають консультанти відповідних кафедр; вони ж здійснюють перевірку та затверджують ці розділи підписами на титульному аркуші пояснювальної записки.

Структура розділів ДП (ДР, МР) повинна відповідати вимогам стандартів ЄСКД, СПДС, ЄСПД до текстових документів. Пояснювальна записка виконується відповідно вимогам держстандартів України щодо оформлення звітів у області науки і техніки та стандарту підприємства СТП-15-96 [1, 2].

Обсяг пояснювальної записки (без додатків) залежить від спрямованості дипломного проекту (роботи) та становить 80-100 аркушів формату А4 для конструкторських та технологічних проектів (робіт) та 100-120 аркушів для дослідницьких.

Пояснювальна записка перевіряється дипломним керівником та консультантами спеціальних розділів. Вона повинна мати підписи: розробника ДП (ДР, МР), консультантів спеціальних розділів, дипломного керівника, нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який її затверджує.

Вміст *графічної частини* також залежить від спрямованості дипломного проекту (роботи). Для ДП (ДР) конструкторської та конструкторсько-технологічної спрямованості вона включає повний або частковий комплект конструкторської документації (КД), для дипломних проектів (робіт) технологічної та дослідницької спрямованості - частковий комплект КД та плакати.

Уся графічна документація повинна повністю відповідати вимогам діючих державних, галузевих стандартів та стандартів підприємств. При її виконанні обов'язково слід використовувати відповідні системи САПР, такі, як AutoCAD, КОМПАС або аналогічні.

Загальний обсяг графічної документації: для конструкторських та конструкторсько-технологічних проектів (робіт) - не менш 8 аркушів формату А1, для інших - не менш 6 аркушів формату А1.

4 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) КОНСТРУКТОРСЬКОЇ СПРЯМОВАНOSTI

4.1 Завдання на проект (роботу)

Дипломний проект (робота) конструкторської спрямованості полягає у конструкторському проектуванні функціонально завершеного радіоелектронного виробу або його конструктивно завершеної частини. Конструкторські розробки повинні здійснюватися на рівні технічного проекту, включаючи елементи основного проектування.

Кожен студент отримує індивідуальне завдання на дипломний проект (роботу). Зміст завдання:

- схема електрична принципова пристрою;
- рекомендації з вибору елементної бази;
- умови експлуатації;
- умови виробництва;
- додаткові вимоги;
- додаткова документація (включаючи КД на блоки та вузли, що сполучаються з проектуємою частиною радіоелектронного виробу):
- перелік обов'язкових розрахунків;
- термін здачі студентом проекту (роботи);
- дата видачі завдання.

4.2 Порядок роботи над проектом (роботою)

Роботу над дипломним проектом (роботою) слід проводити в такій послідовності:

- ретельне ознайомлення з завданням, схемою електричною принциповою, уточнення завдання;
- обґрунтування технічних вимог до конструкції;
- аналіз технічних вимог, вибір напрямків проектування;
- вибір елементної бази;
- ескізне проектування конструкції виробу, остаточний вибір методів та рішень, що забезпечують виконання вимог технічного завдання;

- проведення перевірочних розрахунків;
- оформлення схеми електричної принципової та переліку елементів;
- розробка конструкції друкованої плати та оформлення конструкторської документації;
- виконання складального креслення виробу;
- виконання складальних креслень вузлів та креслень деталей виробу;
- виконання додаткових розділів пояснювальної записки за індивідуальними завданнями керівників-консультантів з питань економіки, охорони праці та техніки безпеки;
- оформлення пояснювальної записки та її здача на перевірку;
- підготовка до захисту та захист дипломного проекту (роботи).

Рекомендується поєднувати оформлення КД з роботою над окремими розділами пояснювальної записки.

4.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки

4.3.1 У вступній частині слід сформулювати тему та мету дипломного проекту (роботи), дати опис основних напрямків проектування.

4.3.2 У розділі "Призначення та принципи роботи виробу" не слід детально описувати роботу окремих елементів, каскадів та ін. Досить вказати, з яких основних функціональних частин складається прилад і дати опис призначення органів керування.

4.3.3 Перш, ніж проводити аналіз завдання, необхідно скласти технічні вимоги до конструкції виробу. Це особливо важливо, тому що вони визначають тип конструкції, її характеристики і є основою для усіх наступних етапів проектування.

Технічні вимоги складаються на основі завдання до дипломного проекту (роботи). При розробці технічних вимог слід враховувати функціональне призначення виробу, умови та особливості його експлуатації, тип виробництва, додаткові умови. При

цьому слід зважати на нові методи конструювання та останню досягнення в галузі технології виробництва РЕЗ.

Технічні вимоги до конструкції можуть бути поділені на:

- функціональні вимоги;
- вимоги, визначені умовами експлуатації (вологість, тиск, температура оточуючого середовища, механічні, електромагнітні та інші впливи);
- вимоги, визначені зручністю експлуатації та технікою безпеки;
- технологічні вимоги;
- вимоги, визначені умовами транспортування та збереження;
- вимоги стандартизації та уніфікації;
- додаткові вимоги.

Технічні вимоги повинні бути конкретними і містити граничні кількісні значення окремих параметрів.

4.3.4 Аналіз технічного завдання полягає у оцінюванні усіх технічних вимог з точки зору їх спільного впливу на конструкцію виробу в цілому та його складових частин. Аналіз повинен супроводжуватись прийняттям обґрунтованого технічного рішення з посиланням на літературу або нормативно-технічні документи. Відсутність таких посилань буде вказувати на необґрунтованість тверджень автора проекту (роботи).

В ході аналізу технічного завдання студент повинен обґрунтувати вибір елементної бази, матеріалів, захисних та декоративних покриттів, методів виготовлення деталей і проведення складально-монтажних робіт.

Елементну базу належить вибирати, порівнюючи її параметри (наведені у технічних умовах) з технічними вимогами до виробу. При цьому слід урахувувати передбачувану конструкцію виробу та технологію його виготовлення.

4.3.5 При обґрунтуванні вибору конструкції слід звернути увагу на:

- відповідність конструкції технічним вимогам;
- зовнішнє оформлення виробу та зручність обслуговування;
- рівень стандартизації та уніфікації, використання базових несучих конструкцій;
- можливість паралельної збірки та регулювання виробу;
- забезпечення нормального теплового режиму;

- забезпечення вимог безпечної експлуатації;
- забезпечення надійності конструкції під час експлуатації в умовах впливу оточуючого середовища.

При виборі остаточного варіанту слід провести порівняння декількох альтернативних варіантів, вибрати оптимальний. При необхідності належить надати ескізи конструкцій.

4.3.6 Опис конструкції виробу слід починати з його зовнішнього вигляду, розміщення органів керування, індикації, комутації та пояснювальних написів до них. Далі слід дати опис функціональних вузлів виробу, їхнього розміщення та засобів монтажу. При цьому слід посилалися на номери позицій згідно зі складальним кресленням.

В цьому розділі належить вказувати найменування деталей та складальних одиниць, матеріали, з яких вони виготовлені, захисні покриття, методи виготовлення деталей.

Оригінальні конструктивні рішення слід описати окремо. За необхідності належить надавати ескізи, що пояснюють конструкцію або взаємодію окремих деталей.

4.3.7 Згідно зі завданням студент повинен виконати не менш двох конструкційних розрахунків, що підтверджують правильність вибраної конструкції. Методики розрахунків наведені у відповідній літературі:

- розрахунок надійності виробу [23];
- розрахунок технологічності виробу [20];
- розрахунки розмірних ланцюгів [22];
- розрахунок теплового режиму виробу або вузла [15, 16];
- розрахунки радіаторів [16, 17];
- розрахунки механічних з'єднань (різьбових, клепаних, зварних) [18, 19, 21];
- розрахунки паразитних зв'язків на друкованій платі [3].

Крім наведених, за вказівкою керівника проекту (роботи) студент може виконати додаткові розрахунки, пов'язані з особливостями конструкції.

Кожен розрахунок слід оформити у послідовності:

- мета розрахунку;
- вихідні дані;
- методика розрахунку;
- результати розрахунку;

- висновки та рекомендації.

4.3.8 Завершується конструкторська частина пояснювальної записки висновками з коротким описом конструкції розробленого виробу, переліком реалізованих технічних вимог, результатами розрахунків.

4.4 Проектування схеми керування для розробленого пристрою

За необхідності та узгодження з науковим керівником пояснювальна записка дипломного проекту (роботи) конструкторської спрямованості може бути доповнена розробкою схеми керування та написання програми для управління запропонованим пристроєм. В такому разі в пояснювальній записці має бути описана та представлена схема алгоритму для системи керування, а написана відповідно до алгоритму програма має бути наведена у додатках з коментаріями основних операцій.

5 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ

5.1 Завдання на проект (роботу)

Дипломний проект (робота) технологічної спрямованості полягає у розробці технологічних процесів складання, монтажу і регулювання радіоелектронної апаратури та систем відповідно до вимог Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ) [24 – 28].

Об'єктом розробки технологічного процесу є радіоелектронні вироби середньої складності різноманітного функціонального призначення та конструктивного складу. Важливою задачею є оптимізація процесів виробництва та технологічного процесу складання виробів за заданих умов виробництва.

Вихідні дані для виконання дипломного проекту (роботи) вказуються у технічному завданні, та повинні містити:

- комплект конструкторської документації на виріб, для якого розроблюється технологічний процес складання та монтажу;
- опис функціонального призначення виробу;
- технічні вимоги до виробу;
- заплановану програму випуску виробів з вказівкою змінності роботи та умов виробництва базового підприємства.

5.2 Порядок роботи над проектом (роботою)

Роботу над дипломним проектом (роботою) слід виконувати у наступному порядку:

- аналіз технічного завдання;
- опис існуючих методів розв'язків проблеми, постановка задачі;
- розробка та/або аналіз конструкції пристрою, оцінка її технологічності;
- випуск конструкторської документації, розробка конструкторської схеми складання;
- розробка технологічної схеми складання;

- створення попереднього варіанту маршрутного технологічного процесу;
- вибір устаткування з урахуванням типу виробництва пристрою, особливостей виробництва, технологічних та економічних характеристик устаткування;
- розробка остаточного варіанту маршрутного технологічного процесу;
- проектування окремих операцій технологічного процесу;
- нормування операцій з урахуванням особливостей конструкції та умов виробництва відповідно до технічного завдання;
- випуск комплексу технологічної документації;
- оптимізація технологічного процесу;
- складання плану цеху складання;
- оформлення пояснювальної записки та її здача на перевірку;
- підготовка до захисту та захист дипломного проекту (роботи).

5.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки

5.3.1 У вступній частині слід сформулювати тему та мету дипломного проекту (роботи), дати визначення технологічного процесу, коротко описати основні етапи розробки робочих технологічних процесів відповідно до ЄСТПВ, визначити перспективні напрямки удосконалення технологічних процесів складання та монтажу виробів згідно із задачами підвищення ефективності суспільного виробництва.

5.3.2 У першому розділі необхідно провести аналіз технічного завдання, для цього навести функціональне призначення виробу та галузь його використання, принцип дії, основні технічні характеристики та умови експлуатації, провести аналіз заданого типу виробництва та умов підприємства, аналіз річної програми випуску виробу та змінність роботи, надати рекомендації до організації виробничого процесу.

5.3.3 При аналізі конструкції виробу необхідно провести технологічних аналіз елементної базу, розробити на основі опису конструкції та КД конструкторську схему складання, що є основою

для відпрацьовування конструкції виробу на технологічність, а також для розробки технологічної схеми складання виробу.

5.3.4 Оцінка технологічності являє собою технологічний контроль об'єкта складання. Необхідно мати на увазі, що високий рівень технологічності конструкції формується за рахунок того, що інженер-розробник поряд з оригінальною раціонально використовує типові конструктивні рішення, а також стандартну та уніфіковану елементну базу з високим ступенем інтеграції. Для кількісної оцінки технологічності конструкції треба навести розрахунок комплексного показника технологічності згідно з [20], оцінити отримані результати і надати пропозиції щодо підвищення технологічності.

5.3.5 Під час розробки технологічної схеми складання (ТСС) необхідно надати технологічний аналіз всіх методів з'єднання, що використовуються у виробі, та розробити ТСС. Елементами складально-монтажного виробництва є деталі та складальні одиниці різних ступенів складності. Розробка ТСС та монтажу РЕА починається з вибору схеми складання [29]. При цьому необхідно звернути увагу на тип виробництва та річну програму випуску виробу.

5.3.6 Розробка технологічного маршруту складання та монтажу виробу представляє собою встановлення мінімальної та достатньої кількості операцій, що забезпечать необхідну якість складання, монтажу, регулювання та захист від навколишнього середовища. Кількість операцій визначають з урахуванням складності конструкції виробу, технічних вимог до його складальних одиниць, а також типу та умов виробництва. Необхідно надати обґрунтування вибору процесу складання та монтажу виробу.

5.3.6 При встановленні послідовності робіт варто керуватися наступними основними принципами:

- спочатку виконують всі функції, пов'язані із жорсткими механічними впливами;
- кожна попередня операція не повинна перешкоджати виконанню наступної;
- кожна наступна операція не повинна руйнувати те, що було зроблено під час попередніх операцій;
- концентрація операцій властива або дрібносерійному виробництву на базі висококваліфікованої ручної праці, або крупносерійному та масовому – на основі застосування складних роботизованих комплексів;

- диференціація операцій із жорстко узгодженим терміном виконання робіт на кожній із них застосовується при потоковому виробництві.

5.3.7 Вибір устаткування для виконання операцій технологічного процесу базується на вимогах високої продуктивності, заданої точності та стабільності (визначається типом устаткування), а також оптимальної вартості виконання монтажних і складальних робіт (визначається початковою та експлуатаційною вартістю обладнання) [30]. Необхідно надати обґрунтування вибору устаткування та навести його основні технічні характеристики.

5.3.8 Операції, на які необхідно розробити операційні карти, визначає дипломний керівник. Проектування операцій [31] складається з:

- розробки креслення операційних ескізів для монтажно-складальних операцій;
- опису змісту операцій у вигляді переліку переходів за визначеною послідовністю;
- вибору параметрів режимів роботи технологічного устаткування;
- вибору оснастки, технологічного оснащення та інструменту;
- технічного нормування операцій;
- оформлення операційних карт.

Відповідно до [31], у змісті операції мають бути відображені всі необхідні дії, які виконуються в технологічній послідовності робочим або робочими на одному робочому місці.

При виконанні операційним карт слід використовувати приклади робочих технологічних процесів з базових підприємств.

5.3.9 Нормування складальних та монтажних робіт виконують на підставі технологічних документів, нормативів часу та продуктивності устаткування. Встановлені значення оперативного часу вносяться за відповідними переходами до технологічної карти та підсумовуються з метою визначення оперативного технологічного часу всієї операції. Штучний час операції визначаються шляхом підсумовування оперативного часу з витратами часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби робітника.

5.2.10 Оптимізація технологічного процесу складання та монтажу має на меті забезпечення найвищої продуктивності

виконання всіх робіт в цілому. Якість виробництва досягається застосуванням віялової схеми складання із синхронізацією всіх операцій; використанням механізації та автоматизації процесу; повним завантаженням устаткування; мінімальними витратами на підготовку до технологічного процесу виготовлення та доцільними використанням робочої сили. При аналізі розробленого ТП складання виробу студент повинен надати оцінку ефективності прийнятих інженерних рішень.

5.2.11 Більшість розділів пояснювальної записки необхідно розбити за змістом на підрозділи, а при необхідності підрозділи – на пункти. Текст пунктів, підрозділів та розділів має бути лаконічним та конкретним. В кінці кожного розділу повинні бути зроблені короткі висновки.

6 ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (ДИПЛОМНА РОБОТА) ДОСЛІДНИЦЬКОЇ СПРЯМОВАНOSTI

Зазвичай дослідницьку спрямованість мають магістерські роботи.

Магістерська робота - це самостійна науково-дослідницька робота, що містить сукупність перспективних і актуальних проблем, відображає творчий потенціал виконавця, його вміння інтерпретувати різні концепції і теорії, здатність до творчого осмислення аналізованого матеріалу, ступінь володіння професійною мовою у предметній галузі знання.

Магістерська робота може бути продовженням дипломного дослідження, з обов'язковою наявністю спостережень і висновків, які мають теоретичне і практичне значення, наукову новизну, а також виконує функцію засобу перевірки всебічної готовності магістранта до самостійного наукового пошуку.

Підготовка і захист випускної магістерської роботи включають наступні етапи:

- вибір теми і об'єкта дослідження, затвердження теми;
- розробка завдання на магістерську роботу, складання календарного плану її виконання;
- опрацювання літературних джерел і складання плану магістерської роботи;
- збирання фактичного матеріалу під час переддипломної практики;
- обробка фактичного матеріалу із застосуванням сучасних методів статистичного аналізу;
- написання першого варіанту тексту, подання його на ознайомлення науковому керівнику;
- усунення недоліків, написання остаточного варіанту тексту, оформлення магістерської роботи;
- подання зброшурованої у твердій палітурці завершеної магістерської роботи на випускаючу кафедру зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіoeлектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіoeлектронної техніки»);
- отримання відгуку наукового керівника;

- зовнішнє рецензування магістерської роботи;
- захист магістерської роботи на засіданні Державної екзаменаційної комісії.

Науковий керівник консультує магістранта з проблем дослідження, контролює виконання індивідуального плану, несе відповідальність за якість виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

При оформленні магістерської роботи студент повинен керуватися загальними для всіх дипломних проєктів (робіт) правилами щодо представлення текстової та графічної інформації.

У тому разі, коли за об'єктивної причини при виконанні дослідження студент отримує результати, які суттєво доповнюють поставлені завдання, за поданням наукового керівника на засіданні кафедри може бути уточнено назву теми дослідження.

Захист магістерської роботи відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії. Магістранти, які під час навчання виявили особливі наукові здібності, мають публікації у фахових виданнях, рекомендуються Державною екзаменаційною комісією для навчання в аспірантурі.

7 ЗАХИСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ)

Захист ДП (ДР, МР) відбувається згідно графіка перед державною екзаменаційною комісією (ДЕК), яка створюється щорічно і затверджується наказом ректора університету.

Для розгляду і захисту ДП (ДР, МР) в ДЕК подаються наступні документи:

- залікова книжка;
- дипломний проект у складі пояснювальної записки та твердої копії графічної документації з підписами розробника ДП (ДР, МР), дипломного керівника, нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який затверджує усі документи.
- відгук керівника про дипломний проект;
- рецензія стороннього рецензента на дипломний проект.

Списки рецензентів складатимуться заздалегідь та затверджуються наказом ректора університету.

В ДЕК можуть бути подані інші матеріали, що характеризують наукову та практичну цінність проекту – друковані статті за темою роботи, документи, які підтверджують практичне застосування результатів, макети, зразки матеріалів, виробів тощо.

Захист дипломних проектів проводиться на відкритому засіданні ДЕК за участю не менше половини її складу при обов'язковій присутності голови.

Рішення ДЕК про оцінку роботи, а також про присвоєння випускнику відповідної кваліфікації і видання йому державного документа про освіту, приймається на закритому засіданні відкритим голосуванням.

Особи, які мають не менше 75 % відмінних оцінок з усіх навчальних дисциплін і практичної підготовки, оцінки „добре” з інших дисциплін та оцінки „відмінно” за ДП (ДР, МР), отримують диплом з відзнакою.

Студентів, які отримали незадовільну оцінку при захисті ДП (ДР, МР), відчисляють з університету з отриманням академічної довідки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. СТП 15-96. Стандарт підприємства. Пояснювальна записка до курсових та дипломних проєктів. ЗНТУ, 1996. - 36 с.
2. ДСТУ 3008-95. Державний стандарт України. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.
3. ОСТ 4.010.019 Платы печатные. Конструирование.
4. ОСТ 4 ГО.070.014 Детали радиоэлектронной аппаратуры. Общие технические требования.
5. ОСТ 4 ГО.070.015 Сборочные единицы механических конструкций. Общие технические условия.
6. ГОСТ 12.2.006-83 ССБТ Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Требования безопасности и методы испытаний.
7. ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Технические требования и методы испытаний в части механических и климатических воздействий.
8. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
9. ГОСТ 21552-84 Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
10. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкций изделия. Общие технические требования.
11. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев. М.: Радио и связь, 1989.
12. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Грозин и др. под ред. проф. К.Б. Крукковского-Синевица. Киев.: Вища школа, 1992
13. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств. Учебник для радиотехнических спец. вузов. М.: Высш. шк., 1990
14. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования. Под ред. Р.Г. Варламова. М.: Сов.радио, 1990
15. Дульнев Р.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Высш.шк., 1984

16. Роткоп Л.Л. Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1976. – 232 с.

17. ОСТ4.012.001. Радиаторы охлаждения полупроводниковых приборов. Методы расчета.

18. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. В.А. Фролова. – М.: Радио и связь, 1984.

19. Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре. М.: Сов. радио, 1971, - 344 с.

20. Павловский В.В. и др. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. Пособие по курсовому проектированию. [Для вузов по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры»]. / В.В. Павловский, В.И. Васильев, Т.И. Гутман; Под ред. В.В. Павловского. – М.: Радио и связь, 1982. – 161 с.

21. Иванов М.Н. Детали машин. Учебник. / Под ред. В.А.Финогенова – 6 – е изд., перераб. – М.: Высш.шк., 2000. – 383 с.

22. Размерный анализ конструкций. Справочник / Под ред. С.Б. Бондаренко. – Киев.: Техника, 1989. – 123 с.

23. ОСТ 4ГО.202.014. Аппаратура радиовещательная бытовая. Методы расчета надежности.

24. ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.

25. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.

26. ГОСТ 14.205-83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.

27. ГОСТ 14.206-73 Технологический контроль конструкторской документации.

28. ГОСТ 14.322-83 Нормирование расхода материалов. Основные положения.

29. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов / И.П. Бушминский, О.Ш. Даутов, А.П. Достанко и др.; Под ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. – М.: Радио и связь, 1989. – 624 с.

30. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах /А.В. Евгунов, Б.Л. Жоржолиани, В.Г. Журавский,

В.В. Жуков, Под ред. В.Г. Журавского. - М.: Радио и связь, 1988. – 280 с.

31. ГОСТ 3.119-83. ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.