

І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **Інтернет речей**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

ДО ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ  
«ПРИСТРОЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ»  
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»  
УСІХ ФОРМ НАВЧАННЯ

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
БРАС  
*Протокол №2*  
*від 04.10.2018 р.*

ЧЕРНІГІВ ЧНТУ 2018

Інтернет речей. Методичні вказівки до виконання випускної роботи для студентів освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» спеціальності 171 «Електроніка» усіх форм навчання. – Чернігів: ЧНТУ, 2018 . – 48 с.

Укладачі: ВЕЛГОРСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент;  
ХОМЕНКО МАКСИМ АНАТОЛІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем;  
САВЕНКО ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ, старший викладач кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем;  
ІВАНЕЦЬ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету електронних та інформаційних технологій

Відповідальний за випуск – ІВАНЕЦЬ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету електронних та інформаційних технологій

Рецензент – ПРИСТУПА АНАТОЛІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційно-вимірюваних технологій, метрології та фізики

## Зміст

<b>Перелік скорочень.....</b>	<b>5</b>
<b>Вступ.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Учасники навчального процесу, задіяні в випускній роботі магістра .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Порядок виконання випускної роботи магістра .....</b>	<b>9</b>
2.1 Загальний порядок .....	9
2.2 Вибір теми та керівника випускної роботи.....	9
2.3 Переддипломна практика.....	10
2.4 Виконання основної частини випускної роботи магістра .....	11
2.5 Вихід на захист.....	16
2.6 Процедура захисту випускної роботи магістра .....	18
<b>3 Склад випускної роботи магістра.....</b>	<b>20</b>
3.1 Структура випускної роботи .....	20
3.2 Титульний аркуш випускної роботи.....	20
3.3 Завдання до випускної роботи магістра .....	21
3.4 Листи анотації та ключових слів.....	22
3.5 Зміст .....	22
3.6 Вступ .....	22
3.7 Аналітичний огляд джерел .....	22
3.8 Опис схеми електричної структурної.....	23
3.9 Опис схеми електричної принципової.....	23
3.10 Розрахункова частина.....	24
3.11 Конструкторська частина.....	24
3.12 Розрахунок собівартості.....	26
3.13 Програмна частина .....	26
3.14 Експериментальна частина або моделювання роботи пристрою .....	27
3.15 Апробація.....	28
3.16 Завершальні частини дипломної роботи .....	28
<b>4 Оформлення випускної роботи магістра .....</b>	<b>31</b>
4.1 Загальні вимоги .....	31
4.2 Нумерація .....	31
4.3 Таблиці .....	33
4.4 Формули.....	33
4.5 Посилання.....	34
4.6 Перелік посилань .....	34
4.7 Додатки .....	35
4.8 Креслення .....	35
<b>Рекомендована література.....</b>	<b>37</b>
Додаток А – Титульний аркуш випускної роботи магістра .....	40
Додаток Б – Індивідуальне завдання на випускню кваліфікаційну роботу .....	41
Додаток В – Різновиди основних написів згідно ГОСТ 2.104-2006 .....	43

Додаток Г – Приклад оформлення змісту .....	46
Додаток Д – Форми запису деяких джерел з додатковими коментарями.....	47

## Перелік скорочень

MS	–	Microsoft.
PTH	–	Placed Through-Hole.
SMD	–	Surface Mount Device.
SMT	–	Surface Mount Technology.
БРАС	–	біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.
ДП	–	друкована плата.
ЕК	–	екзаменаційна комісія.
ЕРЕ	–	електрорадіоелементи.
ЗВО	–	здобувач вищої освіти.
НПП	–	науково-педагогічний працівник.
ПЗП	–	постійний запам'ятовуючий пристрій.
РА	–	радіоелектронні апарати.
РЕА	–	радіоелектронна апаратура.
РПЗ	–	розрахунково-пояснювальна записка.
САПР	–	система автоматизованого проектування.
ЧНТУ	–	Чернігівський національний технологічний університет.
УГЗ	–	умовне графічне зображення.

## Вступ

Випускна робота магістра є завершальним етапом підготовки магістрів освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» спеціальності 171 «Електроніка».

Мета виконання випускної роботи магістра – це систематизація, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань, отриманих під час навчання за освітньою програмою «Пристрої Інтернету речей», та застосування їх при розв'язанні конкретних завдань технічного характеру в напрямку розробки та дослідження електронних пристроїв та систем різноманітного призначення, в тому числі – обладнання, яке здатне передавати та приймати інформацію за допомогою бездротових інтерфейсів, а також розвиток навичок самостійної роботи та оволодіння сучасними методиками розрахунків та проектування, що пов'язані з темою роботи.

Успішне написання випускної роботи можливе за умови систематичної роботи над темою роботи, починаючи з переддипломної практики. Випускна робота базується на знаннях та уміннях, отриманих під час вивчення більшості дисциплін магістерської програми «Пристрої Інтернету речей», а також бакалаврській програмі. Серед найбільш важливих є дисципліни «Архітектура сучасних процесорів», «Математичне моделювання процесів та систем», «Програмування вбудованих систем», «Сенсори та виконавчі механізми радіоелектронних систем», «Цифрові системи телекомунікацій» та «Сучасні технології конструювання РЕА», які надають знання та уміння дослідження та розробки електронних систем різноманітного призначення.

У методичних вказівках розкрито організацію процесу написання та захисту випускної роботи магістра, порядок вибору та затвердження теми випускної роботи, послідовність написання та підготовки до захисту, структуру та зміст, вимоги до оформлення, наведено перелік рекомендованих тем та орієнтовні плани виконання основних етапів.

Дотримання рекомендацій, наведених в методичних вказівках дозволить суттєво полегшити виконання випускної роботи, уникнути багатьох помилок і в підсумку – підвищити якість роботи та підсумкову оцінку. Слід відмітити, що відповідальність за правильність прийнятих рішень, обґрунтувань, розрахунків та якість оформлення випускної кваліфікаційної роботи магістра несе здобувач вищої освіти. Випускна кваліфікаційна робота магістра, яка не відповідає вимогам щодо змісту та оформлення, написана без дотримання затвердженого календарного плану, не містить матеріалів конкретного дослідження теми, обґрунтованих висновків та пропозицій, а також не має рецензії, до захисту не допускається.

Приклади оформлення або змісту окремих частин випускної роботи в даних методичних вказівках виконані у дужках «... *приклад* ...», або ж у рамці:

приклад
---------

## **1 Учасники навчального процесу, задіяні в випускній роботі магістра**

До основних учасників навчального процесу, що задіяні в процесі підготовки, керівництва, захисту випускної роботи за освітньою програмою «Пристрої Інтернету речей» відносять:

- здобувача вищої освіти (ЗВО) – студента 2-го курсу, що навчається магістерською освітньою програмою «Пристрої Інтернету речей» (спеціальність 171 «Електроніка»), який виконує кваліфікаційну роботу магістра;
- керівника випускної роботи магістра;
- керівників спецчастин випускної роботи магістра, що надають консультації та контролюють виконання окремих частин роботи;
- рецензента випускної роботи магістра;
- завідувача кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем, який здійснює загальну організацію і контроль за процесом підготовки й захисту, надає висновок про готовність роботи до захисту;
- голови, членів та секретаря екзаменаційної комісії (ЕК) з захисту випускних робіт.

Керівництво випускною кваліфікаційною роботою магістра здійснюється кваліфікованими науково-педагогічними працівниками (НПП) кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем, зокрема, професорами, доцентами, а також іншими НПП, які мають науковий ступінь та (або) вчене звання. В окремих випадках, до залучення керівництвом випускної роботи залучаються досвідчені фахівці за профілем роботи з інших кафедр університету, які теж мають науковий ступінь та (або) вчене звання.

Обов'язки керівника випускної кваліфікаційної роботи магістра полягають у наступному:

- надавати допомогу при виборі теми роботи, її остаточного формулювання та меж розкриття;
- рекомендувати спеціальну, нормативну літературу та інформаційні джерела за обраною темою;
- консультиувати ЗВО з питань виконання роботи;
- контролювати дотримання календарного плану, якість та самостійність виконання роботи, інформувати завідувача кафедри про хід підготовки роботи до захисту;
- організувати студента для апробації на засіданні кафедри;
- надати відгук на випускню кваліфікаційну роботу.

До обов'язків ЗВО відносяться:

- дотримуватись графіка та звітувати в передбачені строки перед керівником про хід роботи;
- написати та оформити пояснювальну записку та необхідний графічний матеріал, що виноситься на захист (креслення та плакати)

до випускної роботи, оформлений згідно до вимог діючих стандартів та даних методичних вказівок;

- підготувати презентацію, яка містить основні результати виконаної роботи;
- не пізніше, ніж за два тижні до дня захисту на засіданні екзаменаційної комісії подати роботу для попереднього розгляду на кафедрі;
- отримати необхідні рецензії від зовнішнього рецензента, опонента та відгук керівника роботи.

Загальна організація і контроль за процесом підготовки й захисту покладаються на завідувача кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.



## **2 Порядок виконання випускної роботи магістра**

### **2.1 Загальний порядок**

Основними етапами виконання випускної кваліфікаційної роботи магістра за освітньою програмою «Пристрої Інтернету речей» (спеціальністю 171 «Електроніка») є:

- ознайомлення здобувача вищої освіти з основними вимогами, що пред'являються до виконання випускної кваліфікаційної роботи магістра;
- вибір теми роботи та призначення керівника на підставі персональної заяви студента;
- обробка літературних джерел, вивчення теоретичних і практичних матеріалів з обраної теми;
- розробка плану випускної кваліфікаційної роботи магістра з зазначенням строків написання розділів та їх обсягів. Заповнення бланка «Завдання на випускну кваліфікаційну роботу» та його затвердження на кафедрі;
- збір матеріалів, складання бібліографії, аналіз та узагальнення зібраного матеріалу;
- викладення проаналізованого та систематизованого матеріалу відповідно до плану;
- проведення експерименту, виконання розрахунків, у тому числі із застосуванням комп'ютерної техніки;
- формулювання висновків;
- підготовка графічної частини роботи: креслень, плакатів, рисунків, таблиць (у разі необхідності);
- підготовка презентації;
- представлення випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі для попереднього розгляду;
- отримання відгуку керівника та рецензування випускної кваліфікаційної роботи;
- написання доповіді до презентації;
- представлення та захист випускної кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК.

### **2.2 Вибір теми та керівника випускної роботи**

Офіційна робота над випускною роботою розпочинається з першого тижня переддипломної практики, однак, рекомендується розпочати роботу якомога раніше, зокрема, визначитись з тематикою випускної роботи та розпочати пошук матеріалів на першому курсі освітньої програми магістра. Як правило, керівники випускних робіт оприлюднюють тематику випускних робіт, тому ЗВО може заздалегідь ознайомитись з різними пропозиціями та обрати тематику, на основі якої в подальшому буде сформульована тема.

Інформацію про керівників випускної роботи можна отримати на дошці об'яв та сайті кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем, у викладачів кафедри БРАС, або ж у секретаря екзаменаційної комісії.

Теми випускних робіт магістра обираються з урахуванням специфіки і напряму майбутньої роботи випускника, можливості використання матеріалів практичної діяльності організації або установи, що є базою написання випускної роботи, а також практичного застосування зроблених висновків і пропозицій. Вибір теми передбачає всебічне обґрунтування її доцільності, що обумовлює подальше якісне виконання роботи. В окремих випадках тема випускної роботи магістра може бути запропонована підприємством і оформлена замовленням визначеного зразка.

Випускні роботи магістра виконуються за такими основними напрямками:

- розробка «розумних» електронних пристроїв;
- розробка носимих пристроїв (Wearable Electronics);
- розробка електронних пристроїв з цифровим керуванням;
- розробка портативних та носимих біомедичних електронних пристроїв;
- розробка електронних пристроїв та систем промислового спрямування в напрямку «Industry 4.0»;
- розробка електронних пристроїв обробки інформації;
- розробка вбудованих електронних пристроїв та систем на базі мікроконтролерів або мікросхем програмованої логіки.
- розробка передавальних та приймальних пристроїв з цифровим керуванням.

Крім зазначених вище, тематика випускної роботи може обиратись у відповідності до замовлень підприємств, появи нових технологій на ринку, зміни пріоритетів роботодавців, тощо. Тематика випускних кваліфікаційних робіт щорічно коригується з урахуванням розвитку галузі, потреб регіону, набутого на кафедрі досвіду, побажань роботодавців і рекомендацій екзаменаційної комісії (ЕК).

### **2.3 Переддипломна практика**

До переддипломної практики допускаються ЗВО, які не мають академзаборгованостей з дисциплін за попередні семестри, тобто, повністю виконали навчальний план за 1-2 семестри навчання за програмою магістра. На протязі переддипломної практики ЗВО, перебуваючи на базі практики, повинен визначитись з тематикою випускної роботи, керівником, провести попередній огляд джерел за тематикою роботи та до кінця практики разом з керівником підготувати попередню версію теми. Порядок проходження переддипломної практики, документи, які готуються та подаються на кафедру, розглянуто у відповідних методичних вказівках.

Переддипломна практика завершується захистом, на який ЗВО подає звіт з проходження практики, щоденник практики та інші документи, підписані керівником від навчального закладу та від бази проходження практики.

Захист переддипломної практики проводиться за розкладом, в перший або другий робочий день по її завершенню. ЗВО, які вдало захистили звіт з переддипломної практики, допускаються до підготовки випускної роботи магістра.

## **2.4 Виконання основної частини випускної роботи магістра**

На протязі першого тижня дипломування керівник випускної роботи формулює тему випускної роботи та лист індивідуального завдання на випускну роботу, після чого всі теми затверджуються на засіданні кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем та наказом по університету. Після цього, тема випускної роботи вважається офіційно затвердженою, список тем вивіщується на дошці об'яв та сайті кафедри, а також зберігається у секретаря екзаменаційної комісії.

Крім того, керівники та консультанти випускної роботи магістра призначають консультації, розклад яких також оприлюднюється на сайті кафедри, дошці об'яв та зберігається у секретаря екзаменаційної комісії. Регулярне відвідування консультацій, своєчасне звітування про виконані частини роботи дозволяють підвищити якість та своєчасно помітити та встигнути виправити помилкові рішення, які можуть бути допущені ЗВО.

### **2.4.1 Виконання окремих розділів випускної роботи**

Паралельно з процедурою затвердження теми та індивідуального завдання, ЗВО працює над підготовкою аналітичного огляду джерел. Під час цього етапу студент аналізує тему, індивідуальне завдання, та виконує пошук аналогічних рішень, використовуючи веб-ресурси мережі Інтернет, спеціалізовану літературу (журнали, підручники, навчальні посібники, тощо), інформацію, отриману під час проходження переддипломної практики. Під час аналітичного огляду джерел студент повинен визначити, на якій елементній базі може бути побудований пристрій, чи існують спеціалізовані мікросхеми, що виконують всі або ж частину функцій пристрою, основні переваги та недоліки знайдених аналогів. Крім роботи з спеціалізованою літературою та веб-ресурсами загального характеру, рекомендується провести пошук потрібної інформації на сайтах виробників сучасної елементної бази. Більшість офіційних веб-сайтів виробників мають розділи «Applications & designs», «Markets» або подібні, де розглядаються типові кейси з використання елементної бази даного виробника для вирішення різноманітних задач. Для прикладу, на сторінці «<https://www.maximintegrated.com/en/markets/healthcare/wearable.html>» розглянуто основні рішення виробника «Maxim Integrated» для носимих біомедичних приладів, які складають частину електронних пристроїв Інтернету речей, на сторінці «[http://www.ti.com/ww/en/internet\\_of\\_things/iot-products.html](http://www.ti.com/ww/en/internet_of_things/iot-products.html)» розглянуто елементну базу виробника «Texas Instruments», що використовується для створення пристроїв Інтернету речей, тощо.

Під час роботи над аналітичним оглядом джерел студент повинен проаналізувати різноманітні рішення з точки зору забезпечення закладених в технічному завданні показників. Наприклад, коефіцієнт гармонік у вихідному

сигналі підсилювача може обмежити можливі класи підсилювача, або ж принцип управління кодовим замком обмежить елементу базу. По завершенні роботи над оглядом джерел ЗВО повинен чітко усвідомити основні складові структури пристрою, що розробляється, їх зв'язки між собою, можливі варіанти реалізації окремих блоків на схемотехнічному рівні,

Основні вимоги щодо змісту даного розділу описано в розділі 3.7 даних методичних вказівок.

#### **2.4.2 Розробка схем електричної структурної та принципової**

По завершенню аналітичного огляду джерел, на основі знайденої інформації, ЗВО обирає структуру пристрою, що буде розроблятися та виконує **схему електричну структурну**, або ж **схему електричну функційну**. На цій схемі повинні бути розміщені всі основні структурні (або функційні) блоки, з яких складається пристрій або система, що розробляється, та показані зв'язки між ними з напрямком руху сигналів, їх видом (аналогові/цифрові), та кількістю.

Паралельно з формуванням структурної схеми необхідно приступати до вибору елементної бази та розробки **схеми електричної принципової**. Слід відзначити, що як правило, розробка схеми є ітераційним процесом, під час якого виконані раніше структурні блоки можуть замінюватись для покращення параметрів пристрою або ж у зв'язку з неможливістю узгодити їх з іншими блоками. Вибір елементної бази та формування схеми електричної принципової є найважливішими частинами випускної роботи магістра, які в найбільшій частині визначають якість роботи. Помилково обрані рішення можуть призвести до зниження підсумкової оцінки, або ж до необхідності переробки виконаної частини роботи.

Під час розробки схеми електричної принципової рекомендується:

- Уважно віднестись до проектування джерела живлення пристрою, обмежувати кількість напруг живлення, які будуть використовуватись в пристрої. В більшості випадків параметри живлення задаються в технічному завданні, однак, навіть якщо живлення не задано, слід мінімізувати кількість різноманітних радіоелементів (в основному, мікросхем), які живляться від різних напруг. Кількість рівнів напруг живлення повинна бути зведена до мінімуму.
- Використовувати лише сучасні рішення для забезпечення рішення. Зокрема, не бажано без зайвої необхідності використовувати лінійні джерела живлення з низькочастотними мережевими трансформаторами, які матимуть низьку ефективність та великі масо-габаритні показники.
- Використовувати інтегральні мікросхеми, якщо вони реалізують потрібні функції. Використання мікросхем покращує масо-габаритні показники пристрою, розширює його функціонал та надійність. Тому варто виконати пошук потрібних мікросхем на сторінках виробників, зокрема, «Analog Devices», «Texas Instruments», «Linear Technologies», «Maxim Integrated», тощо. Сучасні виробники мають дуже широку

номенклатуру мікросхем, що виконують перетворення сигналів з датчиків, вимірюють та обробляють біомедичні дані, підсилюють та фільтрують сигнали, реалізують схеми управління імпульсними перетворювачами для джерел живлення, підтримують різноманітні безпроводні інтерфейси (Bluetooth, ZigBee, WiFi, LoraWAN), тощо. Слід відзначити, що виробники елементної бази на власних веб-сайтах ([2.3-2.13]) мають зручні електронні каталоги з параметричними фільтрами, що дозволяє обрати мікросхеми з потрібною напругою живлення, частотним діапазоном, точністю, іншими необхідними параметрами.

- Визначитись з типом монтажу пристрою (штирьові елементи за технологією PTH, поверхневий монтаж за технологією SMD або комплексний змішаний монтаж). Вибір сучасної технології монтажу (SMT або ж комплексний монтаж) дозволить покращити технологічність пристрою.
- Використовувати типові схеми включення або ж рекомендовані схеми включення з технічної документації на мікросхеми («Data Sheets» або ж «Application Notes»). Виробники у власній фірмовій документації наводять рекомендовані схемні рішення та приклади розрахунків до них.
- Використовувати цифрову елементну базу та програмовані елементи для реалізації управління пристроєм, що дозволить суттєво розширити його функціональність;
- Обирати елементну базу з врахуванням її вартості та доступності на ринку, що дозволить мінімізувати час виходу розробки на ринок та зменшити собівартість (і як висновок – збільшити прибуток);
- Виконувати оціночні розрахунки з точки зору забезпечення даного схемного рішення вимог технічного завдання під час формування структурної та принципової схем. Наприклад, чи забезпечить необхідну точність обраний аналого-цифровий перетворювач? Чи достатня полоса пропускання у даного операційного підсилювача для підсилення в 100 разів сигналу частотою 1МГц? Такі розрахунки відносяться до системного рівня, й визначають основні технічні показники виробу.

Враховуючи важливість даного етапу виконання випускної роботи, слід обов'язково показувати обрані схемні рішення та елементну базу керівнику та консультанту з програмної частини під час консультацій.

### **2.4.3 Виконання розрахунків**

Під час формування схеми електричної принципової необхідно розпочати виконання **розрахунку всіх елементів** схеми. На цьому етапі, як правило, вже обрані основні елементи (мікросхеми), які є ключовими елементами схеми електричної принципової, проведені системні розрахунки, які дозволяють стверджувати про можливість досягнення основних показників, винесених у індивідуальному завданні. Базуючись на схемі електричній принциповій,

напругах та струмах на окремих елементах, на даному етапі виконується розрахунок, та на основі нього – обираються всі інші елементи схеми – як активні (транзистори, діоди, світлодіоди, індикатори) так і пасивні (резистори, конденсатори, дроселі). Слід відзначити, що для забезпечення необхідних показників точності для певних пасивних елементів необхідно розраховувати їх точність, використовуючи методики, розглянуті в дисциплінах бакалаврського циклу, дисциплінах «Методи обробки експериментальних даних» та «Математичне моделювання процесів та систем» магістерської програми. Наприклад – резистори, що задають коефіцієнт підсилення каскаду на операційних підсилювачах, резистори дільника напруги для вимірювання напруги, давачі струму, тощо. Розрахунки та вибір елементів можуть проводитись як за точними формулами, що відомі з літературних джерел (частота зрізу фільтру, коефіцієнт підсилення каскаду), так і за емпіричними чи інженерними методиками. В певних випадках необхідно задаватись початковими даними при розрахунку, однак, вони повинні бути обґрунтовані в розрахунковій частині (*«нехай струм, який буде проходити через світлодіод, буде в три рази більше ніж найменший струм індикації», «для забезпечення відсутності впливу датчика на навантаження оберемо струм дільника напруги в 100 разів меншим, ніж струм навантаження»*). Окремо слід виділити елементи, що входять до «типової схеми включення». Досить часто студенти зловживають рекомендованими номіналами елементів, не розраховуючи їх навіть у тому випадку, коли у фірмовій документації є формули для їх розрахунку, а наведені на типовій схемі значення є лише частковими випадками. Текст *«номінал елемента ... обрано у відповідності до рекомендацій виробника»* або ж *«опір резистору ... складає ... у відповідності до типової схеми включення»* може бути внесений до розрахункової частини лише у тому випадку, коли дійсно відсутні будь-які формули або ж залежності (з документації виробника, з інших джерел, або з використанням законів фізики), які дозволили б розрахувати або оцінити номінал елемента.

План розрахунків рекомендується узгоджувати з викладачем – керівником випускної роботи, що дозволить визначити найбільш важливі складові розрахункової частини та приділити ним необхідну увагу.

#### **2.4.4 Виконання конструкторської частини та креслень**

Після того, як обрана елементна база та визначені схемні рішення, необхідно розпочати виконання **конструкторської частини**, що полягає у підготовці креслень схеми електричної принципової, переліку елементів до неї та креслення друкованої плати пристрою засобами САПР. Одним з найбільш важливих моментів у цьому є дотримання вимог стандартів, зокрема, на виконання умовних графічних зображень (УГЗ) радіоелементів та відповідність діючим стандартам креслень загалом. Для зменшення імовірності неправильного оформлення та недотримання вимог стандартів необхідно своєчасно відвідувати консультації з нормоконтролю.

Під час виконання конструкторської частини в першу чергу необхідно розробити бібліотеку компонентів у програмі САПР, у якій вимогам стандартів

буде задовольняти бібліотека УГЗ радіоелементів, а посадкові місця ЕРЕ будуть виконані з дотриманням вимог щодо обраної технології збірки (зокрема, типу пайки – ручна, в печі або хвилею). Для спрощення оформлення переліку елементів рекомендується використовувати параметри, які міститимуть всю необхідну для автоматизації формування переліку: параметри «*ManufacturePartNumber*», «*Value*», «*Power/Voltage*», «*Tolerance*», тощо. Шаблон для автоматизованого оформлення переліку елементів можна отримати у консультанта з конструкторської частини, або ж на сервері кафедри. Повний перелік параметрів для бібліотечних елементів та детальні правила розробки креслень конструкторської документації знаходяться в методичних вказівках до виконання курсової роботи з дисципліни «Сучасні САПР РЕА» бакалаврської програми.

#### **2.4.5 Виконання частини розрахунків собівартості**

Паралельно з виконанням конструкторської частини (розробкою бібліотеки елементів), необхідно виконувати розділу **розрахунків собівартості розробки**, яка полягає в оцінці вартості покупних радіоелементів, друкованої плати та механічних складових пристрою, що розробляється. Для цього слід використовувати електронні каталоги радіоелементів на сайтах постачальників (зокрема, таких як <http://digkey.com>, <http://mouser.com>, та ін.), в яких вказана вартість того чи іншого компонента при закупівлі 1, 10, 100 та більшої кількості елементів. Для спрощення розрахунків, рекомендується розміщувати інформацію про ціну у вигляді параметрів (*Price1*, *Price10*, *Price100*) для бібліотечних елементів, що розробляються в САПР під час виконання конструкторської частини випускної роботи. В подальшому, під час формування переліку елементів, можна сформувати ще один вихідний файл в форматі Excel, куди вивести параметри *Price1*, *Price10*, *Price100*, *Quantity*, та за допомогою формул розрахувати собівартість покупних радіоелементів для одиничного виробу, серії в 10 та 100 виробів. Вартість друкованих плат (з врахуванням доставки та кількості плат в серії) можна оцінити на підприємствах з виготовлення плат (наприклад, <http://allpcb.com>). Аналогічно оцінюється вартість механічних елементів. Слід відзначити, що друкована плата та механічні елементи (радіатори, елементи кріплення, тощо) можуть бути розроблені під час виготовлення друкованої плати в САПР як механічні елементи, і їм можуть також бути присвоєні параметри *Price1*, *Price10*, *Price100* як і для радіоелектронних компонентів, що робить розрахунок собівартості наскрізним для всіх складових пристрою.

#### **2.4.6 Підготовка презентації**

Після завершення основних розділів магістерської випускної роботи студент починає готувати презентацію, яку буде демонструвати перед ЕК. Як правило, структура презентації повторює структуру пояснювальної записки, однак, може містити і додаткові слайди, які не присутні в РПЗ. Слід зауважити, що кількість слайдів не повинна бути дуже великою, враховуючи обмежений час виступу (5-7 хвилин). Під час підготовки слід подбати про достатній

масштаб складових креслень та тексту, а також якість ілюстрацій. Для демонстрації схеми електричної принципової та розробленої друкованої плати та/або конструкції пристрою можна виконувати графічні копії екрану програм САПР, або ж вставляти в презентацію частини креслень в достатньому для сприйняття масштабі.

## **2.5 Вихід на захист**

Захист випускних робіт відбувається у відповідності до затвердженого графіку засідань ЕК. Для виходу на захист ЗВО повинен подати секретарю ЕК наступні документи:

- підшиту пояснювальну записку випускної роботи магістра, оформлену у відповідності до вимог даних методичних вказівок та діючих стандартів, в якій проставлені усі підписи у відповідних графах та полях – ЗВО, керівник роботи, консультанти зі спецчастин, завідувач кафедри;
- графічний матеріал, який складає частину пояснювальної записки, що виноситься на захист, зокрема, креслення (з підписами ЗВО, керівника роботи, консультантів зі спецчастин, завідувача кафедри), плакати;
- файл презентації, виконаної за результатами виконання випускної роботи магістра;
- подання голові екзаменаційної комісії щодо захисту випускної кваліфікаційної роботи магістра,
- відгук керівника роботи, в якому відмічені зауваження керівника щодо виконання ЗВО графіку роботи, загальні враження та рекомендована оцінка;
- рецензію, підписану рецензентом, в якій відмічені враження рецензента від роботи, зауваження до неї та рекомендована оцінка,
- додаткові документи – зокрема, документи про впровадження, копії власних публікацій за результатами дослідження (статті, тези) – за наявності.

Слід зауважити, що керівник випускної роботи та консультанти зі спецчастин повинні мати достатньо часу для перевірки поданих розділів або ж розрахунково-пояснювальної записки загалом. В особливості це стосується консультантів, так як вони відповідають за певні розділи усіх ЗВО, що виконують випускну роботу, і їм треба більше часу для перевірки поданих матеріалів. Тому, необхідно дотримуватись графіку виконання випускної роботи а також слідкувати за інформацією, що буде надаватись секретарем екзаменаційної комісії.

Керівник роботи після фінальної перевірки поданих матеріалів та проставлення підписів у записці та кресленнях готує відгук, в якому відмічені зауваження керівника щодо виконання ЗВО графіку роботи, загальні враження та рекомендована оцінка. Наявність підписаного відгуку є обов'язковою для подачі виконаної роботи завідувачу кафедри для подальшого направлення на рецензію.



Після цього ЗВО подає записку та зазначені вище у цьому розділі документи (графічний матеріал, подання голові ЕК, відгук керівника роботи та додаткові документи) на підпис завідувачу кафедри БРАС, який розглядає їх, і у випадку дотримання вимог щодо переліку поданих документів, наявності підписів – підписує розрахунково-пояснювальну записку та надсилає ЗВО на рецензію, видавши йому контактні дані рецензента (телефон, електронну пошту).

Після цього робити будь-які зміни у графічному матеріалі або розрахунково-пояснювальній записці забороняється!

Слід зауважити, що рецензенти виконують розгляд поданих матеріалів у вільний від основної роботи час, тому, як правило, видача рецензії відбувається на наступний день або за кілька днів після подачі роботи на рецензування. В залежності від кількості зауважень та якості роботи, рецензент може призначити ЗВО додаткову зустріч, в якій під час бесіди з'ясувати ступінь професійності ЗВО та визначитись з підсумковою оцінкою. Рецензент по завершенні роботи повинен видати ЗВО підписану рецензію, в якій відмічені загальні враження рецензента від роботи, основні зауваження до роботи та рекомендована оцінка, на яку заслуговує робота. Рекомендовані оцінки, які виставляються керівником та рецензентом, приймаються до уваги комісією з захисту випускної роботи, однак, не визначають підсумкову оцінку на пряму. Підсумкова оцінка за виконану роботу виставляється лише за результатами прилюдного захисту, в залежності від якості презентації роботи, обґрунтування прийнятих ЗВО рішень, відповідей на зауваження рецензента та комісії.

Пам'ятайте, що однією з основних вимог до виконання випускної роботи є самостійність виконання і відсутність плагіату (див. <http://stu.cn.ua/media/files/pdf/p-plagiat.pdf> «Порядок проведення перевірки випускних кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат в Чернігівському національному технологічному університеті»). У випадку, якщо ЗВО подав до захисту проект, який має схему електричну принципову, що повністю (або в більшій мірі) співпадає з вже відомими (виконаними раніше іншими студентами, розміщеними в мережі Інтернет, журналах), то такий проект до захисту не приймається, і ЗВО виставляється оцінка «незадовільно».

Подавши роботу на рецензування, ЗВО приступає до підготовки доповіді до презентації, яку буде робити під час захисту випускної роботи. Час доповіді як правило обмежується, і складає 5-7 хвилин. Детальні умови проведення процедури захисту можна дізнатись у секретаря екзаменаційної комісії. Враховуючи ліміт часу, виконати якісну доповідь та презентацію роботи без підготовки неможливо. Тому, ЗВО рекомендується завчасно підготувати текст, та виконати репетицію доповіді, звертаючи увагу на реально затрачений час, а також коректуючи текст у випадку невикладання в ліміт часу. Під час доповіді ЗВО повинен показати:

- актуальність та значимість теми роботи;
- огляд основних аналогів розробки, акцентуючи увагу на їх перевагах та недоліках;

- презентувати особливості структурної та схемотехнічної реалізації запропонованого в роботі пристрою;
- особливості друкованої плати та/або конструкції розробки, з точки зору розміщення елементів, трасування, та особливостей збірки пристрою;
- собівартість елементної бази для виготовлення 1, 10 та 100 пристроїв, включаючи порівняння з аналогами;
- результати експериментальної перевірки або моделювання режимів роботи пристрою;
- результати апробації розробки (за наявності);
- зробити висновки по результатах виконаної роботи, вказати шляхи подальшої модернізації та вдосконалення пристрою.

## **2.6 Процедура захисту випускної роботи магістра**

Після отримання рецензії, здобувач допускається до процедури захисту, яка відбувається у відповідності до затвердженого наказом по університету графіку роботи екзаменаційної комісії з захисту випускних робіт магістра на тижнях, відмічених у графіку навчального процесу як «А» – державна атестація. Слід зауважити, що ЗВО повинен подати всі необхідні документи, включаючи підшиту і підписану розрахунково-пояснювальну записку, графічний матеріал, рецензію до початку роботи ЕК – тижнів (або тижня, в залежності від графіку навчального процесу) державної атестації.

Всі ЗВО, які допущені до захисту і мають весь необхідний перелік документів, зазначений вище, повинні прийти до аудиторії, де відбуватиметься захист, як мінімум за 20 хвилин до початку роботи ЕК за графіком, віддати секретарю екзаменаційної комісії усі необхідні документи, завантажити презентації на комп'ютер, на якому буде відбуватись їх демонстрація, та підготуватись до захисту. Захист відбувається у алфавітному порядку у відповідності до позиції ЗВО у графіку роботи екзаменаційної комісії. ЗВО можуть запропонувати секретарю ЕК зміни в порядку захисту в межах одного дня роботи ЕК до початку засідання.

Процедура засідання ЕК наступна:

- відкриття головою ЕК роботи;
- оголошення секретарем ЕК порядку захисту, кількості робіт, що будуть розглядатись на засіданні ЕК та регламенту (включаючи час на доповідь);
- захист випускних робіт ЗВО в наведеному секретарем порядку;
- таємне обговорення членами ЕК оцінок, підписування протоколів та проставлення оцінок до залікових книжок;
- оголошення головою ЕК рішень щодо присудження або не присудження окремим ЗВО відповідної кваліфікації за освітнім рівнем магістра та закриття роботи ЕК.

Процедура захисту роботи відбувається у наступному порядку:

- секретар ЕК запрошує ЗВО до захисту роботи, який відкриває на персональному комп'ютері презентацію, розкладає демонстраційні матеріали (експериментальні зразки, макети) – за їх наявності;
- секретар ЕК оголошує про початок захисту ЗВО, зачитуючи його прізвище, ім'я та по-батькові, тему роботи та прізвище керівника;
- ЗВО виконує доповідь тривалістю, як правило, 5-7 хвилин;
- секретар ЕК може нагадати ЗВО, що захищається, про порушення регламенту, у випадку використання всього відведеного часу, в такому випадку ЗВО надається не більше 1 хвилини для закінчення доповіді;
- члени ЕК задають питання, на які ЗВО повинен дати вичерпні відповіді;
- після закінчення питань від ЕК секретар зачитує рецензію, відмічаючи основні зауваження рецензента та рекомендовану ним оцінку;
- ЗВО відповідає на отримані зауваження, при цьому, він може погодитись з частиною або усіма зауваженнями;
- секретар ЕК зачитує оцінки, отримані ЗВО під час навчання та відгук керівника роботи, керівник роботи, якщо він знаходиться на засіданні, може самостійно оголосити свій відгук про роботу ЗВО та рекомендовану оцінку;
- секретар ЕК оголошує про закінчення процедури захисту роботи, та запрошує наступного ЗВО для доповіді;
- наступний ЗВО відкриває власну презентацію, і процедура захисту повторюється.

Регламент часу на захист одного ЗВО, як правило, складає 30 хвилин, секретар ЕК слідкує за дотриманням регламенту часу, та може припинити питання від членів ЕК по закінченню відведених 30 хвилин.

По завершенню засідання ЕК ЗВО забирають роботи, які розміщують в коробки та віддають завідувачу лабораторіями кафедри БРАС на зберігання. Після проведення усіх запланованих засідань ЕК, завідувач лабораторіями здає роботи до зберігання в архів.

### **3 Склад випускної роботи магістра**

#### **3.1 Структура випускної роботи**

Структура випускної кваліфікаційної роботи магістра освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» (спеціальності 171 «Електроніка») складається з:

- титульного аркушу;
- листа індивідуального завдання на випускну роботу;
- анотації та ключових слів;
- змісту;
- вступу;
- основної частини, яка складається з окремих розділів;
- висновків та пропозицій;
- переліку умовних позначень та скорочень (за потреби);
- списку використаних джерел;
- додатків.

Рекомендований обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра складає від 100 до 120 сторінок.

До захисту ЗВО на кафедрі подається розрахунково-пояснювальна записка, як складається з наведених вище розділів, а також файл презентації у форматі PPT або PDF.

Пояснювальна записка випускної роботи повинна виконуватись відповідно до вимог діючого стандарту ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам» [1.6].

Як правило, графічний матеріал, який входить до пояснювальної записки у вигляді додатків, складається з наступних обов'язкових креслень:

- схема електрична структура або схема електрична функційна;
- схема електрична принципова;
- друкована плата виробу;
- креслення з програмної частини (схема програми або часові діаграми роботи виробу).

Під час формулювання листа індивідуального завдання, в залежності від теми випускної роботи, до обов'язкових можуть додаватись також інші креслення та/або плакати, які дозволяють якнайкраще розкрити суть роботи.

Креслення виконуються на листах стандартних форматів таким чином, щоб якнайкраще показати їх зміст без зменшення масштабу складових креслення. Не допускається примусове «втискання» або ж навпаки – «розтягування» змісту в лист невідповідного формату.

#### **3.2 Титульний аркуш випускної роботи**

Форма титульного аркуша до випускної кваліфікаційної роботи магістра освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» (спеціальності 171 «Електроніка») наведено в додатку А. Слід зауважити, що до основних помилок під час оформлення титульного аркуша відносять:

- тема випускної роботи на титульному аркуші не відповідає темі, затвердженій наказом по університету – перед друком титульного аркушу у секретаря екзаменаційної комісії необхідно уточнити назву теми, яка затверджена за поданням кафедри;
- невірно вказана посада, науковий ступінь та вчене звання керівника роботи – актуальну інформацію про посади та наявність наукових ступенів та вчених звань у керівників випускної роботи можна отримати у секретаря екзаменаційної комісії або ж у керівника роботи.

### **3.3 Завдання до випускної роботи магістра**

Лист індивідуального завдання до випускної роботи магістра складається з двох сторінок та друкується з двох сторін одного аркуша формату А4. Форма листа індивідуального завдання наведена в додатку Б даних методичних вказівок.

Розділ *«Вхідні дані до роботи»* завдання містить основні початкові дані, які є базою для виконання роботи. Зокрема, у випадку конструювання електронного пристрою до початкових даних можуть відносити техніко-економічні показники та технічні характеристики виробу (собівартість виготовлення, вимоги до живлення пристрою, спосіб управління, режими індикації, режими роботи, робочі частоти, тощо). Вхідні дані до роботи, як і інші розділи листа індивідуального завдання розробляються керівником випускної роботи та затверджуються на засіданні кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.

В розділі *«Зміст розрахунково-пояснювальної записки»* вказуються розділи, які необхідно розробити ЗВО під час роботи над випускною роботою магістра. Більшість випускних робіт мають типову структуру розділів, які наведені в п.3.1 даних методичних вказівок. В певних випадках, за узгодженням з завідувачем кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем та після затвердження на засіданні кафедри в структуру розрахунково-пояснювальної записки окремих ЗВО можуть вноситись зміни.

Розділ *«Перелік графічного матеріалу»* містить перелік всіх креслень та плакатів, які необхідно підготувати ЗВО, та які включаються у вигляді додатків до РПЗ. Він складається з чотирьох обов'язкових креслень та може містити додаткові креслення або плакати.

В розділі *«Календарний план»* наводяться всі основні етапи виконання випускної роботи, строки їх виконання та робиться відмітка керівника роботи або ж керівника спецчастини в колонці примітка (у вигляді «виконано, дата, підпис»). До типових елементів календарного плану відносяться: аналітичний огляд джерел, виконання структурної/принципової схеми, виконання схеми електричної принципової, конструкторська частина, розрахунок собівартості, програмна частина, подання виконаної випускної роботи на кафедру. В залежності від теми випускної роботи до календарного плану можуть також вноситись інші етапи, зокрема – експериментальна частина або моделювання, дослідна частина, апробація, тощо.

Завершальною частиною листа індивідуального завдання є підписи керівника роботи та ЗВО, які свідчать про ознайомлення останнього з завданням.

### **3.4 Листи анотації та ключових слів**

На даних листах виконується короткий опис (анотація) та перелік ключових слів (5-7 слів або словосполучень), що відповідають змісту випускної роботи. Анотація та ключові слова готуються двома мовами: українською та англійською, причому анотація та ключові слова українською та англійською мовою розміщуються на окремих листах. В анотації обов'язково вказуються зміст роботи та її обсяг у сторінках, кількість рисунків, таблиць, формул у розрахунково-пояснювальній записці, кількість креслень та плакатів, а також кількість додатків.

### **3.5 Зміст**

Зміст повинен містити назви та номери сторінок усіх розділів та підрозділів розрахунково-пояснювальної записки, які розділяються крапками. Номер сторінки вирівнюється по правому полю сторінки. Приклад оформлення змісту, без рамки та основної написи, наведено у додатку Г. Під час оформлення випускної роботи на персональному комп'ютері рекомендується вставляти зміст автоматично за допомогою відповідного інструменту «MS Word».

Перший лист змісту виконується з використанням основної написи форма 2 (див. рис. В.2, додатку В), другий та послідовні листи змісту та пояснювальної записки виконуються з використанням основної написи форма 2а (див. рис. В.3, додатку В)

### **3.6 Вступ**

Вступ є першою основною частиною випускної роботи магістра. У вступі розкриваються мета й цілі виконання випускної роботи магістра освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» (спеціальності 171 «Електроніка») загалом, а також актуальність конкретної теми випускної роботи, вказується призначення електронного пристрою, який розробляється у випускній роботі, його особливості, важливість та відповідність сучасному стану і тенденціям розвитку радіоелектронного обладнання. Орієнтовний обсяг розділу – 2-3 сторінки.

### **3.7 Аналітичний огляд джерел**

Основна мета розділу «Аналітичний огляд джерел» – виконання огляду інформаційних джерел (літератури, Інтернет-матеріалів, тощо), які відповідають темі випускної роботи магістра, пошук аналогів для пристрою, що розробляється у випускній роботі, визначення основних структурних блоків, з яких буде складатись пристрій, та їх можливі варіанти реалізації.

Для прикладу, функційний генератор буде містити блок генерації сигналу, підсилювач, джерело живлення, блок елементів управління (для встановлення параметрів сигналу), та блок індикації. У випадку вимірювача частоти серцевих скорочень (пульсу), пристрій буде складатись з первинного датчика, фільтра, підсилювача, джерела живлення, блоку індикації, безпроводного модулю. Всі ці блоки повинні бути детально проаналізовані в даному розділі.

В аналітичному огляді джерел повинно бути розглянуто як мінімум по три (для другорядних структурних блоків – як мінімум по дві) можливі реалізації, які суттєво відрізняються одна від одної. Слід зауважити, що варто розглядати саме ті варіанти, які відрізняються суттєво – побудовані за різними принципами, або ж на різній елементній базі (цифровій або аналоговій).

Розділ повинен містити структурні або принципіві схеми (або ж частини схем) аналогів, їх аналіз, переваги та недоліки, порівняння з іншими варіантами та висновки щодо доцільності їх використання у випускній роботі.

Розділ обов'язково повинен мати посилання на джерела, що використані під час роботи. Обсяг розділу повинен складати не менше 20 сторінок.

### **3.8 Опис схеми електричної структурної**

Даний розділ містить схему електричну структурну або функційну (або ж посилання на відповідний додаток), та її повний опис, включаючи призначення кожного структурного або функційного блоку, їх взаємодію між собою, напрям передачі та типи сигналів (аналогові чи цифрові), які передаються між блоками, їх кількість.

### **3.9 Опис схеми електричної принципіві**

В даному розділі дається посилання на схему електричну принципіву в додатку, та наводиться її повний опис. Він повинен включати призначення **кожного** елементу (з посиланням на позиційне позначення), особливості його схеми включення, наприклад: *«Мікросхема операційного підсилювача DA1 реалізовує підсилювач сигналу з датчику з коефіцієнтом підсилення 10, виконаний за схемою неінвертуючого підсилювача. Зміщення рівня нуля відбувається за рахунок діляника напруги на елементах R5 та R6, які подають опорний рівень на інвертуючий вивід 2 мікросхеми DA1».*

В розділі повинно бути вказано, чи типовим є дане включення, чи є модифікацією автора випускної роботи: *«Конденсатори C2, C3 розміщені у відповідності до типової схеми включення мікросхеми DD2 [посилання на фірмову документацію] й встановлюють частоту зрізу вбудованого фільтру низьких частот. Вивід 5 мікросхеми DD2 необхідний для подачі на неї напруги живлення в діапазоні від 3 до 12 В. Було запропоновано подати на нього напругу з двох джерел – виходу перетворювача та фотоелектричної панелі через два діоди Шотткі VD1 та VD2, що дозволить включити мікросхему у випадку появи хоча б одного з двох сигналів – вхідної або ж вихідної напруги».*

Обсяг розділів «Опис схеми електричної структурної» та «Опис схеми електричної принципової» разом повинен складати не менше 10 сторінок.

### **3.10 Розрахункова частина**

Одна з основних частин випускної роботи магістра. Містить всі розрахунки як системних параметрів (точності, робочих частот, тощо), так і розрахунки та обґрунтування вибору кожного елементу схеми електричної принципової. Детальний зміст даного розділу залежить від кількості елементів, з яких складається схема, типу елементної бази (цифрова чи аналогова), тощо. Для кожного обраного елементу необхідно навести посилання на довідник (в електронному або ж друкованому вигляді), та повну назву радіоелементу: *«У відповідності до розрахованих значень опору та потужності розсіювання для резистору R4 оберемо з [посилання на джерело] елемент ... виробництва ...»*.

Під час розрахунку також необхідно вказувати у відповідності до якого закону (формули) розраховується той чи інший параметр. Якщо ж формула не відноситься до загальновідомих законів (Ома, Джоуля-Ленца, Кірхгофа, тощо) і береться з підручника, посібника, або довідника – то необхідно обов'язково робити посилання на нього: *«Коефіцієнт підсилення транзисторного каскаду на біполярному транзисторі VT1 розрахуємо за наступною формулою, яка наведена в [посилання на джерело]», «За законом Ома розрахуємо опір резистору R3, так як для нього відомі падіння напруги на ньому та струм, що повинен через нього проходити.»*

У випадку, якщо студентом обираються певні початкові умови, необхідно їх обґрунтовувати в ході розрахункової частини: *«нехай струм, який буде проходити через світлодіод, буде в три рази більше ніж найменший струм індикації, вказаний в довіднику. Для світлодіоду VD5 мінімальний струм індикації складає 2 мА [посилання на джерело], відповідно, струм  $I_{VD5}$  дорівнює 6 мА»*.

Схема електрична принципова та перелік елементів пристрою, оформлені у відповідності до діючих стандартів, виносяться в додаток. Орієнтовний обсяг розділу повинен складати не менше 20 сторінок.

### **3.11 Конструкторська частина**

До конструкторської частини відноситься виконання проекту в програмі САПР («Altium Designer» або «Circuit Maker»), який міститиме файли бібліотеки елементів, схеми електричної принципової з переліком елементів, та друкованої плати. В рамках конструкторської частини, спираючись на обране елементну базу та типи корпусів РЕА обґрунтовується тип друкованої плати з точки зору розміщення елементів (1А, 1В, 1С, 2А, 2В, 2С, тощо), За результатами розміщення елементів та трасування обґрунтовується вибір конструкції ДП (одно, двох чи багат шарова). Рекомендований поділ даного розділу на підрозділи наступний:

5.1 Вибір конструкції та класу точності ДП

5.2 Вибір та обґрунтування форми та габаритних розмірів ДП



### 5.3 Розрахунок елементів друкованого монтажу

#### 5.4 Особливості трасування з'єднань на ДП

В підрозділі 5.1 вказується елементна база, з якої складається схема електрична принципова пристрою. На основі даних про елементну базу обирається й обґрунтовується клас точності, якому буде відповідати друкована плата, що проектується в рамках випускної роботи, кількість провідних (сигнальних та екранних) шарів, наявність шарів маркування, захисної маски, тощо.

В підрозділі 5.2 обґрунтовується вибір форми й розмірів друкованої плати, вказується, чи були розміри задані заздалегідь, чи встановлені тільки після виконання етапу трасування з'єднань. Розкривається вплив форми розробленої друкованої плати на технологічність і вартість її виготовлення, вказуються особливості розміщення монтажних отворів, вирізів в друкованій платі.

В підрозділі 5.3 спираючись на класі точності ДП, розмірах виводів елементів, особливостях пайки обґрунтовуються параметри контактних площинок (діаметр отвору для РТН-елементів, форма й розмір гарантованого пояску, габаритні розміри контактних площинок для SMD-елементів). Крім того, обґрунтовуються геометричні розміри перехідних отворів. В залежності від струмів та напруг на виводах радіоелементів (отриманих в розрахунковій частині), розраховуються мінімальні ширина провідника та зазор між струмопровідними ділянками (провідниками та екранами).

В підрозділі 5.4 вказуються особливості трасування з'єднань та розміщення елементів на друкованій платі особливості виконання друкованої плати (розподілення провідників між шарами ДП, переважні напрямки трасування на шарах ДП, збільшення ширини провідників у тих місцях ДП, де це можливо, наявність на ДП мідних полігонів і вирізів у металізації, тощо): *«Для зменшення впливу цифрової частини схеми на чутливу аналогову, всі аналогові елементи підключені до окремої аналогової землі, яка підключається до загальної землі в точці подачі живлення на друковану плату (біля конденсатору С4 та з'єднувача ХР2). В результаті, компоненти розміщені в трьох кімнатах – «аналогова», «цифрова», «живлення».», «Мінімальна ширина провідників, у відповідності до 3-го класу точності складає 0,25 мм, однак, в нашому випадку ми можемо збільшити ширину більшості провідників до 0,5 мм, так як на платі достатньо вільного простору. Це покращить технологічність плати та зробить можливим її виготовлення в домашніх умовах. Відповідно, в правилах встановимо ширину провідників – мінімум 0,25 мм, рекомендовано – 0,3 мм, максимум – 0,5 мм.»*

В конструкторській частині можуть бути наведені 3D моделі друкованої плати, у випадку якщо були підключені об'ємні моделі ЕРЕ в програмі САПР, а також вигляд друкованої плати з шарами маркування та чи або розміщення елементів.

За узгодженням з керівником, в конструкторській частині може бути виконано розробку 3D моделі друкованого вузла (друкована плата з ЕРЕ) та загалом виробу, що розробляється в магістерській роботі, з підготовкою

складального креслення та специфікації а також розкриттям особливостей збірки виробу та виготовлення його частин (корпусні елементи, кожухи, екрани, тощо). Для побудови 3D моделі рекомендується використовувати спеціалізовані механічні САПР, такі як SolidWorks або аналогічні.

Мінімальний обсяг розділу складає 10 сторінок.

### **3.12 Розрахунок собівартості**

Даний розділ містить розрахунки собівартості комплектуючих для виготовлення 1, 10 та 100 зразків виробу, що розробляється у випускній роботі магістра. Для зручності, рекомендується розміщувати вартість складових виробу у вигляді таблиці, яка формуватиметься з програми САПР друкованих плат (Altium Designer або аналогічної), а також давати посилання на постачальника, з якого брались відповідні ціни. Для аналізу складових собівартості рекомендується побудувати секторні діаграми (Pie Chart) з вкладом у собівартість окремих груп компонентів (аналогові мікросхеми, цифрові мікросхеми, мікроконтролери, пасивні елементи, напівпровідники, друкована плата, тощо) для 3-х типових варіантів (1,10, 100 виробів). Розділ повинен обов'язково містити аналіз собівартості виробу, включаючи порівняння з аналогами та шляхи зменшення собівартості.

### **3.13 Програмна частина**

Даний розділ містить опис програм, які забезпечують роботу розробленого пристрою, або ж його взаємодію з іншим обладнанням (персональним комп'ютером, веб-сервером, тощо).

В дипломних роботах припустиме застосування будь-яких програмованих мікросхем, таких як мікроконтролери, мікропроцесори, ПЛІС, та модулів на їх основі. Бажано використовувати ті компоненти та інструменти розробки програмного забезпечення, які є в наявності на кафедрі (перелік такого обладнання та програмного забезпечення можна дізнатися у консультанта по програмній частині). У випадку використання у своїй роботі обладнання та\або програмних засобів яких не має на кафедрі студент зобов'язаний надати відповідне програмне забезпечення на вимогу консультанта з програмної частини. В будь-якому випадку в роботі обов'язково має бути посилання на програмні та апаратні засоби розробки та відлагодження програмного забезпечення (інтегровані середовища, компілятори, транслятори, симулятори, емулятори тощо), які використані під час розробки. Основною мовою, яку слід використовувати при написанні програм для мікроконтролерів та мікропроцесорів є мова C або C++, допускається також використання асемблерних вставок та бібліотек з інших мов програмування. У разі використання іншої мови програмування у якості основної, це слід попередньо узгодити з керівником роботи та консультантом по програмній частині.

У розділі наводять стислий огляд розробленого програмного забезпечення: склад, опис алгоритмів і окремих програм, призначення та

особливості програмних модулів, порядок їх взаємодії, обсяги пам'яті, що займаються програмою, сторонні бібліотеки, використання та налаштування аналогової периферії мікропроцесорних елементів, розподіл ресурсів (у випадку використання операційних систем реального часу – RTOS).

Опис проекту на ПЛІС повинен включати в себе такі підрозділи:

- Опис структурної схеми проекту.
- Ієрархія проекту. В цей підрозділ слід включати тільки файли, що розроблені самостійно та верхній рівень бібліотечних компонентів.
- Налаштування параметричних блоків. Цей пункт необхідно включати при використанні будь-яких параметричних блоків.
- Налаштування пакету, призначення та обмеження, які відрізняються від прийнятих за замовчуванням.
- Схема програмування ПЛІС, режими програмування та необхідний завантажувальний кабель.
- Відомості про використання ресурсів ПЛІС: абсолютне та відносне до загальної кількості значення використаних логічних елементів, бітів пам'яті, DSP блоків і т.д., кількість задіяних виводів ПЛІС.

У випадку використання кількох мікросхем слід зазначити ці відомості для кожної мікросхеми окремо.

При використанні в проекті вбудованого мікропроцесора вимоги до програмного забезпечення повинні бути такими, як і вимоги до програмної частини, наведені в даних методичних вказівках.

В додатки до дипломного проекту слід включати:

- Схеми та програми проекту, розроблені самостійно. Ті файли, які генерує програмне забезпечення, наводити не потрібно.
- Файли, які містять інформації ПЗП, вбудованих в ПЛІС.
- Тестові програми та тестові файли для перевірки проекту з результатами тестування.

Тексти програм, розроблених під час виконання випускної роботи, виносяться в додаток. Обсяг розділу повинен складати мінімум 5 сторінок.

### **3.14 Експериментальна частина або моделювання роботи пристрою**

Даний розділ не відноситься до обов'язкових, і вноситься до випускної роботи за погодженням або рекомендацією керівника випускної роботи. У випадку розділу «Експериментальна частина» він повинен містити опис експериментального макету, склад та методику проведення експерименту (включаючи опис стороннього лабораторного обладнання, яке було задіяно для проведення експериментів – джерела живлення, осцилографи, генератори, тощо), а також спрощення, які присутні в експериментальному макеті у порівнянні з проведеною розробкою, наприклад:

- для перевірки програмного забезпечення було обрано стандартний відлагоджувальний модуль замість розробки власної друкованої плати;

- обрано Bluetooth-модуль замість розміщення мікросхеми, що реалізує інтерфейс Bluetooth на платі;
- експериментальний прототип зібрано на макетній платі замість виготовлення реальної плати,
- тощо.

У випадку розробки експериментального макету в розділі повинні бути наведені його фото (при необхідності – з кількох боків або в різних режимах роботи, якщо це потрібно для демонстрації його роботи).

У випадку розділу «Моделювання роботи пристрою», розділ повинен містити опис використаних або розроблених моделей (математичних, комп'ютерних або інших), опис програмних засобів, що використовувались для проведення моделювання, опис режимів моделювання, побудовані графіки, часові залежності, діаграми, їх аналіз (зокрема, на адекватність та точність) та порівняння з результатами проведених раніше розрахунків. У висновках до розділу слід обов'язково розмістити рекомендації по використанню та вдосконаленню використаних моделей.

### **3.15 Апробація**

Даний розділ також не відноситься до обов'язкових, і вноситься до випускної роботи лише у випадку наявності розділу «Експериментальна частина». До змісту розділу слід внести результати апробації на підприємстві або організації замовника (у випадку проведення таких робіт), та/або експериментальної перевірки розробленого експериментального макету. Розділ може містити експериментально отримані залежності, графіки, часові діаграми, вхідні тестові сигнали та реакцію пристрою на них, тощо. У випадку наявності актів апробації, наданих сторонньою організацією, вони розміщуються в додатках, а в розділі «Апробація» розміщуються лише посилання та коротка інформація про наданий акт та його опис.

### **3.16 Завершальні частини дипломної роботи**

#### **Висновки та пропозиції.**

В даному розділі робляться висновки по виконаній роботі, вказується, чи були досягнуті цілі, поставлені перед початком виконання випускної роботи. Оцінюється ефективність запропонованого рішення, робляться пропозиції щодо можливого подальшого вдосконалення пристрою.

Орієнтовний обсяг розділу – 1-2 сторінки.

#### **Перелік умовних позначень та скорочень**

Цей структурний елемент вводиться в склад пояснювальної записки, якщо в ній використовуються не обумовлені у відповідних стандартах скорочення та позначення [1.39, 1.40]. Всі ці нестандартні скорочення та позначення включаються до цього списку.

Перелік містить у алфавітному порядку усі такі скорочення та умовні позначення, що використовуються в тексті розрахунково-пояснювальної записки до випускної роботи магістра. Кожне скорочення записується на

окремому рядку, після чого ставиться тире та розкриття скорочення або ж умовного позначення. Рекомендується використовувати позиції табуляції для вирівнювання тире та розшифровки. Якщо у роботі використовуються скорочення різними мовами, то спочатку в алфавітному порядку вказуються скорочення латиницею, після чого – кирилицею.

Приклад виконання переліку умовних позначень:

#### Перелік умовних позначень та скорочень

ADC – analog to digital converter.  
 DAC – digital to analog converter.  
 FM – frequency modulation.  
 СКП – сумарна квадратична помилка.

#### Список використаних джерел.

Наводяться усі першоджерела (включаючи Інтернет-ресурси), які використовувались під час роботи над курсовим проектом. Послідовність розміщення – за послідовністю використання в тексті пояснювальної записки чи за алфавітом (спочатку латиниця, потім кирилиця). Рекомендується оформлювати посилання за текстом на джерела з переліку у вигляді вставки «перехресного посилання» (у випадку використання «MS Word» у якості текстового процесору для оформлення пояснювальної записки), це дозволить автоматизувати роботу з посиланнями у випадку їх зміни та додавання чи видалення. Приклад оформлення посилань на різні види джерел в даному розділі розглянуто у розділі 4.6 даних методичних вказівок.

**Додатки.** Обов'язкові додатки до розрахунково-пояснювальної записки випускної роботи магістра включають:

- креслення структурної/функційної схеми;
- креслення схеми електричної принципової з переліком елементів;
- креслення друкованої плати;
- розміщення елементів на друкованій платі;
- креслення до програмної частини (наприклад, схема програми або часові діаграми роботи пристрою);
- тексти розроблених програм;
- документацію на ЕРЕ, що використовувались у випускній роботі, і яка є важливою з точки зору їх використання (технічні характеристики, призначення, тощо). Як правило це 1-ша та 2-га сторінки офіційної документації («Data Sheet»).

Інші додатки розміщуються за узгодженням з керівником для покращення розуміння прийнятих у випускній роботі рішень. Зокрема, в додатки можуть вноситись результати моделювання та скрипти для моделювання, великі розрахунки, довідникові таблиці, тощо.

Всі документи, що входять до складу дипломної роботи повинні мати свій оригінальний код – позначення документа. Позначення документа виконується відповідно до ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов».

У нашому випадку цей код буде мати наступну структуру:

*IPpp.зззззз.ккп ХХХ*

де *pp* – останні дві цифри року написання випускної роботи (для 2018 року – 18);

*зззззз* – номер залікової книжки студента, що виконує дипломну роботу;

*кк* – код керівника дипломної роботи відповідно до порядку проходження в наказі;

*n* – порядковий номер студента в списку керівника (згідно з наказом);

*ХХХ* – код документа (у відповідності до ГОСТ 2.102-68 та ГОСТ 2.701-84).

Припустимо, студент має залікову книжку з номером – 123456, його керівник має код 09. У списку керівника даний студент йде під номером 3. Тоді для роботи, що виконується у 2018 році, позначення документа (код) - пояснювальній записки матиме вигляд: IP18.123456.093 ПЗ, а схема електрична принципова - IP18.123456.093 ЕЗ.

В додатку В наведені основні написи аркушів, що входять до складу пояснювальної записки. Рисунок В.1 – основний напис першого листа креслення. Рисунок В.2 – основний напис першого аркуша текстового документа (перший аркуш «Змісту», а також перший лист переліку елементів). Рисунок В.3 – основний напис другого і наступних аркушів текстового документа.

Більш детальна інформація щодо оформлення креслень наведена у відповідному розділі методичних вказівок з виконання курсової роботи з дисципліни «Сучасні САПР РЕА» (освітній рівень бакалавр).

## **4 Оформлення випускної роботи магістра**

### **4.1 Загальні вимоги**

Випускна кваліфікаційна робота магістра освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» (спеціальності 171 «Електроніка») виконується державною мовою. Можливе виконання кваліфікаційної роботи англійською мовою за попереднім погодженням з завідувачем кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.

Для оформлення роботи рекомендується використовувати шаблон до програми «MS Word», підготовлений кафедрою біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.

Розрахунково-пояснювальна записка оформлюється на листах без основних написів, або ж на листах, які містять основні написи (додаток В) для оформлення текстових конструкторських документів. Титульний лист, лист індивідуального завдання не містять полів основного напису та рамки. Перший лист змісту розрахунково-пояснювальної записки оформлюється з використанням основного напису за формою 2, всі подальші листи розрахунково-пояснювальної записки – за формою 2а. Листи додатків оформлюються без основних написів, крім випадків, коли на них наведені креслення. Всі креслення містять основні написи за формою 1 (перший аркуш креслення) або ж 1а (другий і подальші аркуші креслення).

Текст розрахунково-пояснювальної записки друкують за допомогою комп'ютера на одному боці аркуша білого паперу формату А4 через 1,5 міжрядкових (комп'ютерних) інтервалів, шрифт «Times New Roman», 14. Текст необхідно друкувати, залишаючи береги не менше таких розмірів: лівий – 25 мм, правий – 10 мм, верхній – 20 мм, нижній – з відступом не менше 10 мм від верхньої лінії основного напису.

Розмір абзацного відступу – 15 мм.

Текст основної частини поділяють на розділи та підрозділи.

Заголовки структурних частин без номеру друкують маленькими літерами (крім першої великої) симетрично до тексту: «Зміст», «Вступ», «Висновки», «Перелік посилань», «Додатки».

Заголовки розділів та підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох чи більше речень, їх розділяють крапкою. Відстань між заголовком і текстом повинна дорівнювати 3-4 інтервалам (15 мм). Відстань між заголовками повинна дорівнювати 2 інтервалам. Кожен розділ слід починати з нової сторінки.

### **4.2 Нумерація**

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знаку «№».

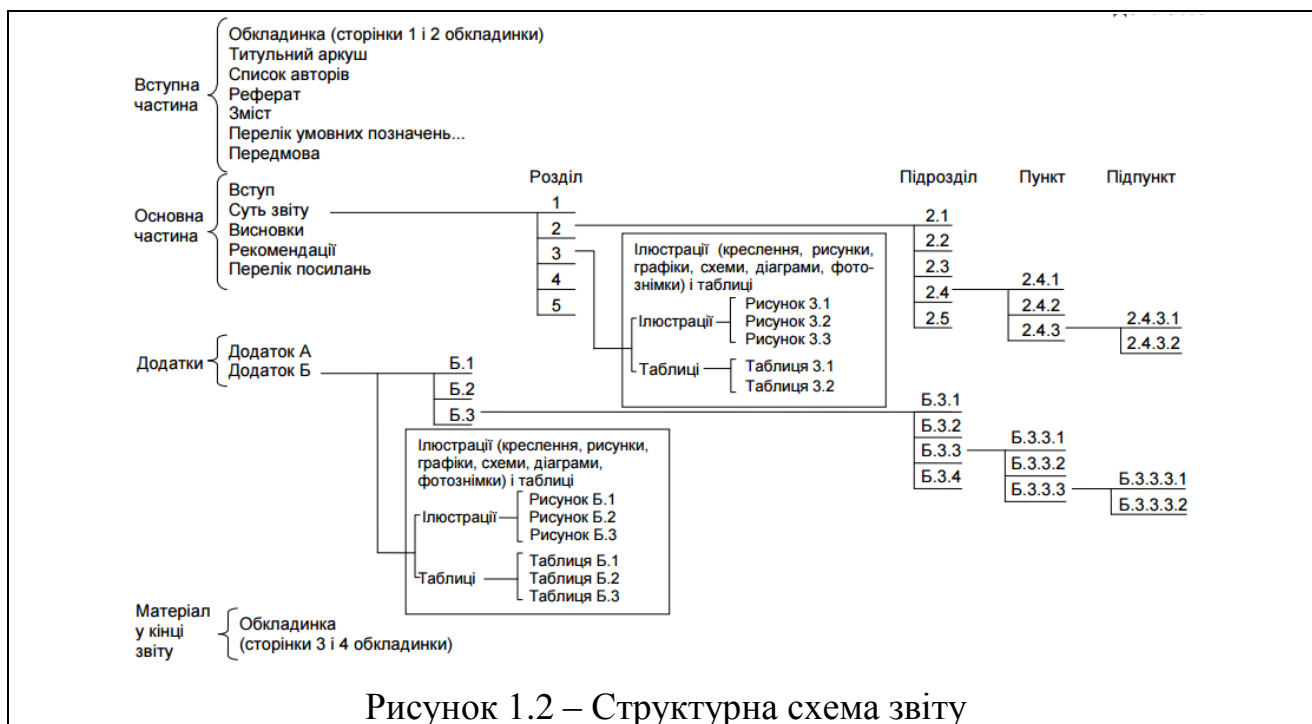
Першою сторінкою є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не проставляють, на наступних листах з основним написом номер проставляють у відповідній графі, без крапки в кінці.

Підписи розділів «Зміст», «Вступ», «Висновки», «Перелік посилань», «Додатки» подаються у тексті без додавання порядкового номеру.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку, наприклад: «2.3» – третій підрозділ другого розділу. Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу. Крапка в кінці нумерації розділу або підрозділу не ставиться.

**Ілюстрації** (схеми, графіки, діаграми) і **таблиці** необхідно подавати безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці.

Ілюстрації позначають словом «Рисунок» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком тих, що подані в додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: «Рисунок 1.2» – другий рисунок першого розділу. Номер ілюстрації, її назву та пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією в центрі. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Позначення «Рисунок» разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних. Приклад наведення ілюстрації:



Для створення посилань на рисунки по тексту розрахунково-пояснювальної записки рекомендується розміщувати посилання у вигляді: «На рис. 1.1 вказано ...», «Структурна схема пристрою наведена на рис. 2.1.».

Таблиці теж нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) у межах розділу. По центру перед відповідним заголовком таблиці



розміщують напис «Таблиця» із зазначенням її номера. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 1.2» – друга таблиця першого розділу.

При переносі частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово „Таблиця” і номер її вказують один раз ліворуч над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова «Продовження таблиці» і вказують номер, наприклад: «Продовження таблиці 1.2».

**Формули** нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Нумери формул пишуть біля правого берега у крайньому правому положенні на рядку аркуша на рівні відповідної формули в круглих дужках арабськими цифрами, наприклад: «(3.1)» – перша формула третього розділу.

Посилання на формулу виконується у круглих дужках, наприклад: «для розрахунку коефіцієнту підсилення каскаду скористаємось формулою (1.8)».

### 4.3 Таблиці

Приклад побудови таблиці:

Таблиця 1.2 – Динаміка рівня монетизації економіки України та інфляції з 1997 р. по 2010 р.\*

Рік	Основні показники			
	Агрегат М3, млрд. грн.	Номінальний ВВП, млрд. грн.	Коефіцієнт монетизації, %	Індекс споживчих цін, %
1997	12,5	93,7	13,34	110,1
1998	15,7	102,6	15,30	120,0
1999	22,1	130,4	16,95	119,2
2000	32,3	170,1	18,99	125,8
2001	45,8	204,2	22,43	106,1
2002	64,9	225,8	28,74	99,4

\* Розраховано автором на підставі даних Державного комітету статистики України та Національного банку України.

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці. Якщо цифрові або інші дані в якому-небудь рядку таблиці не подають, то в ньому ставлять прочерк.

### 4.4 Формули

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою і в тій послідовності, в якій вони подані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова „де” без двокрапки.

Наприклад:

$$U_{R2}=I_{VD1}\cdot R2, \quad (4.1)$$

де  $I_{VD1}$  – струм через світлодіод VD1, А;

R2 – опір резистору R2, Ом.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту окремими рядками. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знаку рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (-), множення (\*) і ділення (:).

#### **4.5 Посилання**

В процесі написання роботи ЗВО повинен давати посилання на джерела, матеріали або окремі результати, які він наводить у роботі, або на яких ідеях і висновках розробляється проблема.

Посилання в тексті слід зазначати у квадратних дужках порядковим номером за переліком посилань, наприклад: «... у роботах [1-7]...».

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки свого документа зазначають їх номери. При посиланнях слід писати: “... у розділі 4 ...”, “... дивись 2.1 ...”, “... за 3.3.4 ...”, “... відповідно до 2.3.4.1...”, “... на рис. 1.3 ...” або “... на рисунку 1.3 ...”, “... у таблиці 3.2 ...”, “... (див. 3.2)...”, “... за формулою (3.1) ...”, “... у рівняннях (1.23) – (1.25) ...”, “... у додатку Б ...”.

#### **4.6 Перелік посилань**

Перелік посилань будують у порядку появи посилань у тексті або в алфавітному порядку. Посилання в тексті на літературу наводять в квадратних дужках, вказуючи порядковий номер за списком.

В дипломній роботі необхідно використовувати наскрізну нумерацію у порядку появи посилань у тексті. В цьому випадку нумерація посилань повинна починатися з одиниці і далі по порядку до останнього посилання в документі.

У списку кожне джерело записують з абзацу і нумерують арабськими числами. Літературу записують мовою оригіналу.

Вимоги до оформлення посилань:

а) посилання на книгу:

1. Кузнецова С.А. Фінансовий менеджмент: у схемах і таблицях: навчальний посібник / С.А. Кузнецова. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський університет імені Альфреда Нобеля, 2011. – 180 с.

б) посилання на статтю:

1. Кузнецова С.А. Парадигма управління грошовими потоками в хаотично структурованій економіці / С.А. Кузнецова, В.М. Вареник // Академічний огляд. – 2012. – №1. – С. 63-68.

в) посилання на електронні джерела інформації:

1. Монетарний огляд за 2011 рік // Офіційний сайт Національного банку України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>

г) посилання на нормативні документи:

1. Закон України «Про Антимонопольний комітет України»: за станом на 26 листопада 1993р. / Верховна Рада України. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3659-12&p=1311770615678004>.

Більш детально ознайомитися з правилами оформлення даного списку можна у відповідних стандартах [1.37, 1.38].

В додатку Д наведено зразок форми запису деяких джерел з додатковими коментарями.

#### **4.7 Додатки**

Додатки розміщують у порядку появи посилань у тексті. Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки і мати заголовок. Над заголовком симетрично відносно тексту сторінки малими літерами з першої великої друкується слово «Додаток» і велика літера на позначення послідовності (Додаток А).

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки (наприклад: додаток А, додаток Б), за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь.

#### **4.8 Креслення**

Креслення, що виконуються у випускній роботі магістра освітньої програми «Пристрої Інтернету речей» (спеціальності 171 «Електроніка») поділяються на обов'язкові та додаткові. Перелік обов'язкових креслень наведено в розділі 3.1. Всі креслення повинні бути виконані у відповідності до діючих стандартів з оформлення конструкторської документації та включені у якості додатків до РПЗ. Всі креслення повинні бути розміщені на листах ватману стандартних форматів, мати основний напис за ГОСТ 2.104-2006 з заповненими основними написами.

В графі (1) креслень вказується назва виробу, що розробляється у випускній роботі (тема роботи), а також назва документу («Схема електрична принципова», «Схема електрична функційна», «Плата друкована», «Схема програми»).

В графі (2) – код документу.

В графі (4) вказують літеру, що присвоєна даному документу. Для випускних робіт та інших робіт, що мають навчальний характер, присвоюється літера У.

В графі (5) ставиться маса виробу (для друкованої плати, креслень інших деталей, тощо).

В графі (6) – масштаб (для креслень деталей, зокрема, креслення друкованої плати). Креслення схем (зокрема, електричної принципової) не мають масштабу.

В графах (7) та (8) ставлять порядковий номер листа та загальну кількість листів документу.

В графі (9) – найменування організації, де виконується робота (ЧНТУ).

В графах (11)-(13) проставляються прізвища, підписи і дата осіб, що виконують або перевіряють документ.

- для рядка «Розроб.» – вказується прізвище та ініціали ЗВО;
- для рядка «Перев.» – прізвище керівника випускної роботи;
- для рядка «Т.контр.» – прізвища керівника спецчастини, який відповідальний за розділ і креслення, що відносяться до нього, або ж керівника роботи (креслення схеми електричної принципової та функційної/структурної – керівник, креслення друкованої плати – консультант з конструкторської частини, креслення схеми програми – консультант з програмної частини);
- для рядка «Н.контр.» – прізвище нормоконтролера;
- для рядка «Утв.» – прізвище завідувача кафедри біомедичних радіоелектронних апаратів та систем.

В графі (26) повторюють код документу, повернутий на 180 градусів.

Графи (3), (14)-(25), (27)-(33) для випускної роботи магістра не заповнюють і залишають вільними.

## Рекомендована література

### 1 Стандарти

- 1.1 ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения (зі змінами 1995 р.)
- 1.2 ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
- 1.3 ГОСТ 2.051-2006 Электронные документы. Общие положения.
- 1.4 ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. виды и комплектность конструкторских документов (1995 изм.).
- 1.5 ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи (зі змінами 2001 р.).
- 1.6 ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 1.7 ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.
- 1.8 ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам (зі змінами 2001 р.).
- 1.9 ГОСТ 2.201-80 Обозначение изделий и конструкторских документов
- 1.10 ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
- 1.11 ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.
- 1.12 ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
- 1.13 ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Платы печатные правила выполнения чертежей.
- 1.14 ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Правила выполнения схем.
- 1.15 ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем (зі змінами 2000 р.).
- 1.16 ГОСТ 2.709-89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.
- 1.17 ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
- 1.18 ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- 1.19 ГОСТ 2.723-68 ЕСКД. обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители
- 1.20 ГОСТ 2.725-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие
- 1.21 ГОСТ 2.725-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.
- 1.22 ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
- 1.23 ГОСТ 2.729-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.
- 1.24 ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

- 1.25 ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
- 1.26 ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
- 1.27 ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
- 1.28 ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
- 1.29 ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
- 1.30 ГОСТ 2.764-86 Интегральные оптоэлектронные элементы индикации.
- 1.31 ГОСТ 2.767-89 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Реле защиты.
- 1.32 ГОСТ 2.780-96 ЕСКД. Обозначения условные графические. кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические.
- 1.33 ГОСТ 10317-79 Платы печатные. Основные размеры.
- 1.34 ГОСТ 23751-86 Платы печатные. Основные параметры конструкции.
- 1.35 ГОСТ 23752-79 Платы печатные. Общие технические условия.
- 1.36 ГОСТ 29173-91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.
- 1.37 ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание» Общие требования и правила составления.
- 1.38 ГОСТ 7.82—2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов» Общие требования и правила составления.
- 1.39 ДСТУ 3582-97 «Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі» Загальні вимоги / К. Держстандарт України, 1998.
- 1.40 ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97) «Основні вимоги до проектної та робочої документації» / К. Державний комітет архітектури, будівництва і житлової політики України, 1999.
- 1.41 IPC-2221. Generic standart on printed board design.
- 1.42 IPC -2222. Sectional design standard for rigid organic printed boards.
- 1.43 IPC -SM-782a. Surface mount design and land pattern standard.

## **2 Інтернет-сторінки фірм-виробників ЕРЕ і каталоги корпусів**

- 2.1 Electronic Components Datasheet Search [Electronic resource]. /ALLDATASHEET.COM – Режим доступу: <http://www.alldatasheet.com> – Заг. з екрану.
- 2.2 Логотипы фирм производителей электронных компонентов [Электронный ресурс]. /MONITOR – Режим доступу:

- <http://monitor.net.ru/forum/-info-205076.html> – Заг. з екрану.– тема форуму з посиланнями на електронні сторінки фірм-виробників.
- 2.3 Analog Devices [Electronic resource]. / Analog Devices, Inc. – Режим доступу: <http://www.analog.com> – Заг. з екрану.
- 2.4 ATMEL [Electronic resource]. / Atmel Corporation – Режим доступу: <http://www.atmel.com> – Заг. з екрану.
- 2.5 DatasheetCatalog.com [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://www.datasheetcatalog.com/> – Заг. з екрану.
- 2.6 Datasheet.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.datasheet.ru> – Заг. з екрану.
- 2.7 NXP [Electronic resource]. / NXP Semiconductors – Режим доступу: <http://www.nxp.com/> – Заг. з екрану.
- 2.8 Maxim Integrated [Electronic resource]. / Maxim Integrated – Режим доступу: <http://www.maxim-ic.com> – Заг. з екрану.
- 2.9 Microchip [Electronic resource]. / Microchip Technology Inc. – Режим доступу: <http://www.microchip.com> – Заг. з екрану.
- 2.10 Murata. Innovator in electronics [Electronic resource]. / Murata Manufacturing Co., Ltd – Режим доступу: <http://www.murata.com> – Заг. з екрану.
- 2.11 ON Semiconductor. Energy Efficient Innovations [Electronic resource]. / ON Semiconductor – Режим доступу: <http://www.onsemi.com> – Заг. з екрану.
- 2.12 Texas Instruments [Electronic resource]. / Texas Instruments Incorporated – Режим доступу: <http://www.ti.com> – Заг. з екрану.
- 2.13 Vishay [Electronic resource]. / Vishay Intertechnology, Inc. – Режим доступу: <http://www.vishay.com> – Заг. з екрану.
- 2.14 IPC — Association Connecting Electronics Industries [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://www.ipc.org> – Заг. з екрану.

**Додаток А – Титульний аркуш випускної роботи магістра**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут технологій  
Факультет електронних та інформаційних технологій  
Кафедра біомедичних радіоелектронних апаратів та систем

**Допущено до захисту**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

\_\_\_\_\_

(назва роботи)

**Освітня програма «Пристрої Інтернету речей»**

**171 «Електроніка»**

(шифр і назва спеціальності)

**17 «Електроніка та телекомунікації»**

(галузь знань)

**Виконавець:**

студент гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові,)

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Керівник:**

\_\_\_\_\_

(посада)

\_\_\_\_\_

(науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові,)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Чернігів 201\_\_



**Додаток Б – Індивідуальне завдання на випускну кваліфікаційну роботу**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут технологій  
Факультет електронних та інформаційних технологій  
Кафедра біомедичних радіоелектронних апаратів та систем

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ  
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ  
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: \_\_\_\_\_

*Тему затверджено наказом ректора*

*від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_р. № \_\_\_\_\_*

*1. Вхідні дані до роботи* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*3. Перелік графічного матеріалу* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<i>4. Календарний план</i>			
№	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітки
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

**Завдання підготував:**  
**керівник** \_\_\_\_\_  
 (підпис) \_\_\_\_\_  
 (прізвище, ім'я, по батькові)  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

**Завдання одержав:**  
**студент** \_\_\_\_\_  
 (підпис) \_\_\_\_\_  
 (прізвище, ім'я, по батькові)  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

**Додаток В – Різновиди основних написів згідно ГОСТ 2.104-2006**

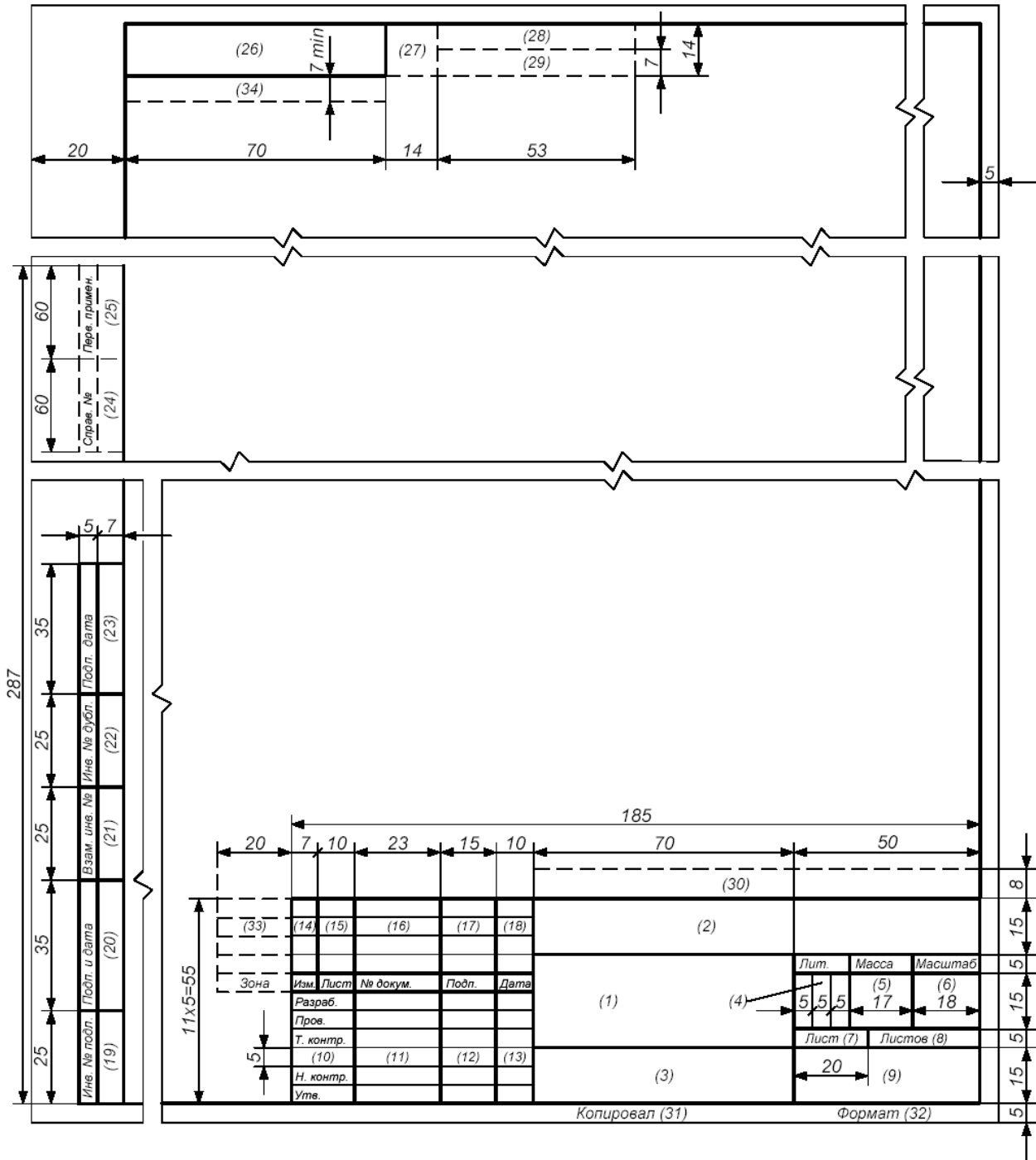


Рисунок В.1 – Форма 1. Основной напис для креслень та схем

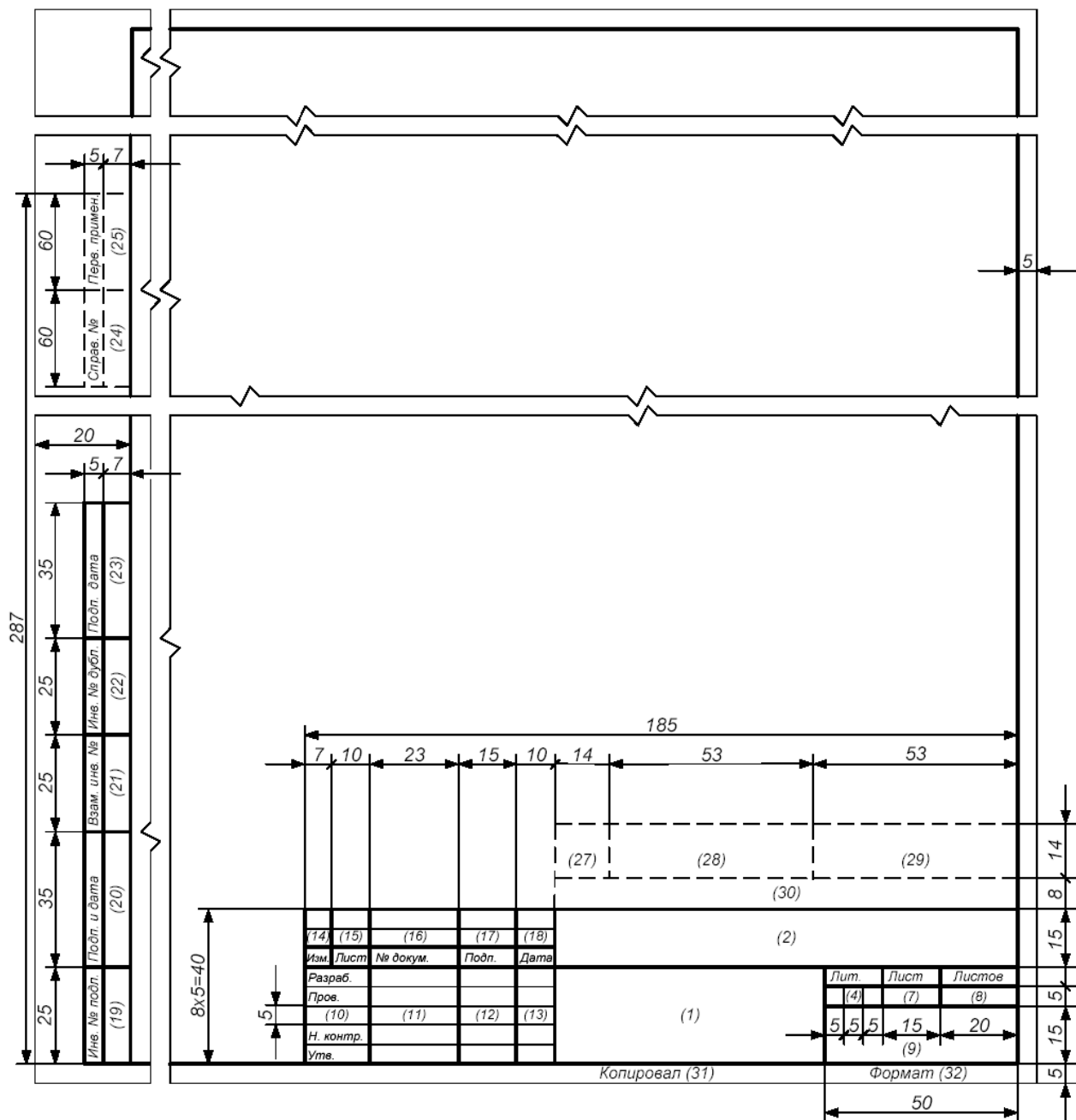


Рисунок В.2 – Форма 2. Основной напис для текстових конструкторських документів (перший чи аркуш заголовку)

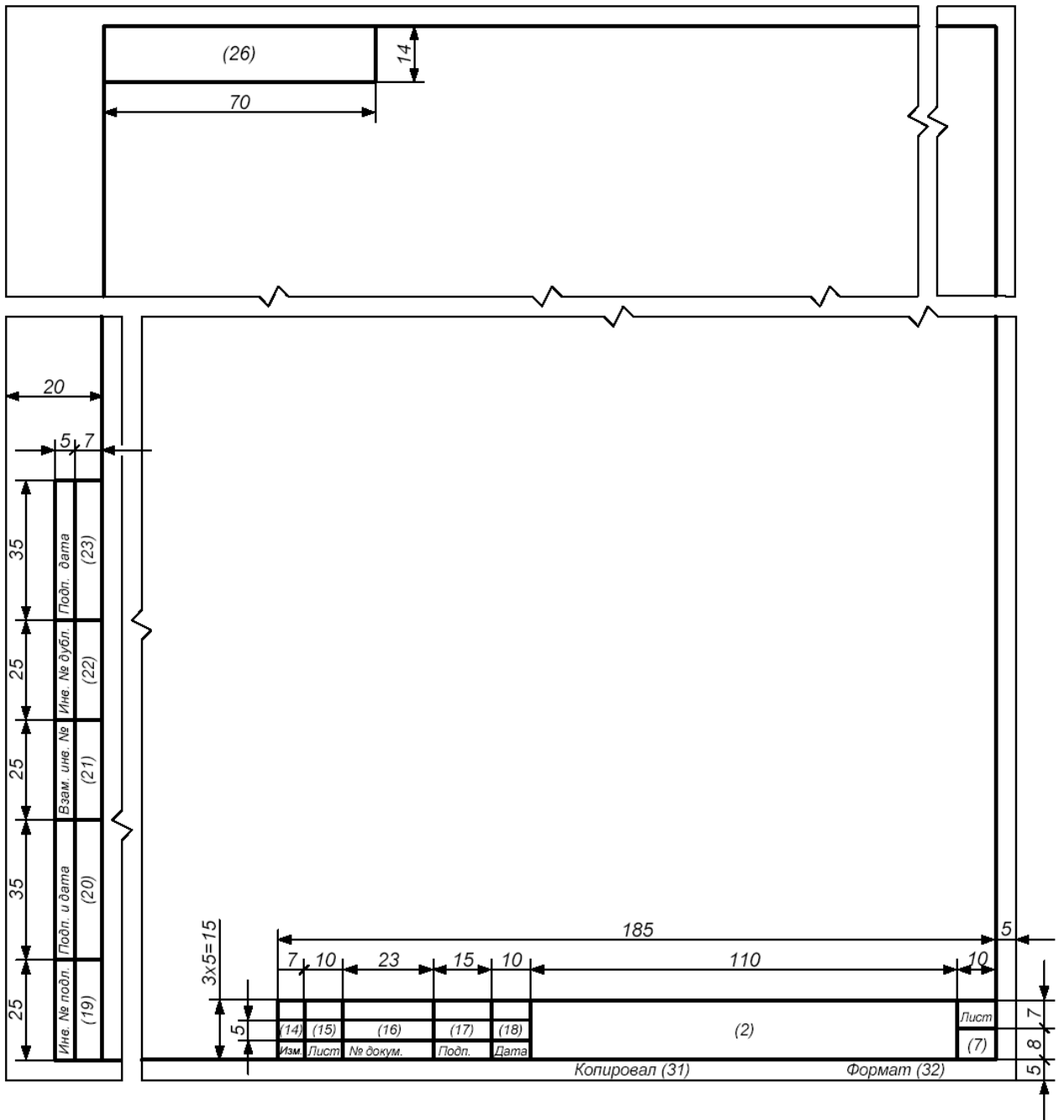


Рисунок В.3 – Форма 2а. Основний напис для креслень (схем), та текстових конструкторських документів (наступні аркуші).

## **Додаток Г – Приклад оформлення змісту**

### Зміст

Вступ .....	6
1 Аналітичний огляд джерел.....	4
1.1 Основні типи радіопередавачів .....	4
1.2 Типи модуляції .....	12
1.3 Сучасна елементна база радіопередавачів.....	20
1.4 Джерела живлення радіопередавальної техніки .....	28
2 Опис схеми електричної структурної .....	32
3 Опис схеми електричної принципової .....	35
4 Розрахункова частина .....	39
4.1 Розрахунок генератору .....	39
4.2 Розрахунок підсилювача.....	43
4.3 Розрахунок антено-фідерного каскаду.....	48
4.4 Розрахунок джерела живлення .....	52
5 Конструкторська частина .....	59
6 Програмна частина.....	72
Висновки .....	84
Перелік позначень та скорочень .....	86
Список використаних джерел .....	87
Додаток А .....	90
Додаток Б .....	92
Додаток В .....	93

## **Додаток Д – Форми запису деяких джерел з додатковими коментарями**

### **Від одного до трьох авторів:**

1. *Перший І.Б. Назва книги: уточнення про джерело / Перший І.Б., Другий І.Б., Третій І.Б. : уточнюючі відомості про авторський колектив – Місце видання: Видавництво, рік видання. – кількість с.*

У шаблоні: *Перший І.Б.* – прізвище та ініціали першого автора; *Назва книги* – назва джерела; «: *уточнення про джерело*» - дана область може бути відсутня, починається з двокрапки «:». В цій області вказуються додаткові відомості про джерело (наприклад: *роман, навчальний посібник та ін.*); символом «/» – відділяється одна область опису від іншої; *Перший І.Б., Другий І.Б., Третій І.Б.* – прізвища та ініціали всіх авторів; «: *уточнюючі відомості про авторський колектив*» - ця область може бути відсутня, починається з двокрапки «:». В цій області вказуються додаткові відомості про авторський колектив (наприклад: *під ред.* та ін.); – *Місце видання:* - місто видання обов'язково починається з дефіса та закінчується двокрапкою, припустимо скорочувати (наприклад: К.: - Київ, М.: - Москва, Л.: - Ленінград); перед місцем видання знову з дефіса можуть включатися уточнюючі відомості про видання (наприклад: – 2-е вид., – 53-е вид. и т.д.); *Видавництво,* - видавництво або приналежність джерела інформації (авторство); *рік видання.* – рік видання (якщо точно не відомий, то може бути приведений орієнтовно у квадратних дужках. Обов'язково закінчується крапкою; – *кількість с.* – кількість сторінок у джерелі, у статті з періодичного видання або збірника - номери сторінок (починається з заглавної літери С.), даний розділ обов'язково починається з дефіса (наприклад: – 345 с. або – С. 45-55.)

### Приклади:

1. Максимович Н.Г. Теорія графів і електричних кіл / Максимович Н.Г. - Львів: Вища школа, 1987. - 216 с.
2. Дал У. О структурной организации данных : сказки, учеб. для мл. гр. / Дал У., Дейкстра Э., Хоор К. : перев. с неизв. К.П. Неграмотенко. – Халявино: Безума, 2011. - 123 с.

### *Журнальна стаття:*

3. Кольцов И. Простой источник питания / Кольцов И. //Схемотехника. - 2001. - №5. – С. 12 - 13

**Чотири автора:**

*2. Назва книги: уточнення про джерело / Перший І.Б., Другий І.Б., Третій І.Б., Четвертий І.Б.: уточнюючі відомості про авторський колектив – Місце видання: Видавництво, рік видання. – кількість с.*

**Більше чотирьох авторів:**

*3. Назва книги: уточнення про джерело / Перший І.Б., Другий І.Б., Третій І.Б., та ін.: уточнюючі відомості про авторський колектив – Місце видання: Видавництво, рік видання. – кількість с.*

Приклад:

4. Справочник по импульсной технике / Яковлев В.Н., Воскресенский В.В. Генис А.А. и др. ; под ред. В.Н. Яковлева – 2-е изд. – К.: Техніка, 1971. – 656 с.

Приклади запису електронних документів:

5. NPN general purpose transistor PSS9014C [Electronic resource]. /Philips Semiconductors - Printed in The Netherlands, 2004. - Режим доступа: <http://www.datasheetcatalog.com>. Доступен также на CD-ROM: CD\_disk\PDF\pss9014c\_3.pdf. – Загл. с экрана.

6. Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающей в фонд ГПНТБ России. — Электрон. дан. (5 файлов, 178 тыс. записей). — М., [199—]. —Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>. — Заг. з екрану.

7. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Власенко Т.В. ; Web-мастер Козлова Н.В. — Электрон. дан. — М. :Рос. гос. б-ка, 1997— . — Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. — Заг. з екрану. — Яз. рус., англ.

[Электронный ресурс] – записується на мові документа або мовою установи де проводиться бібліографічний запис!