

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання кваліфікаційних проєктів (робіт)

для студентів спеціальностей

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

усіх форм навчання освітнього ступеню «бакалавр»

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних проєктів (робіт) для студентів спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» усіх форм навчання освітнього ступеню «бакалавр». / Уклад.: Поспеева І.Є., Шило Г.М., Куляба-Харитоновна Т.І., Фурманова Н.І., Коновалова І.П. – Запоріжжя: НУЗП, 2021. – 36 с.

Укладачі: Поспеева Ірина Євгенівна, ст. викладач;
Шило Галина Миколаївна, д.т.н., доц.;
Куляба-Харитоновна Тетяна Іванівна, ст. викладач;
Фурманова Наталія Іванівна, к.т.н., доц.,
Коновалова Ірина Петрівна, зав. навч. лаб.

Рецензент: Бугрова Тетяна Іванівна, к.т.н, доц.

Відповідальний

за випуск: Шило Галина Миколаївна, д.т.н., доц.,
зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 31.08.20 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 2 від 24.09.20 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
2 ОРГАНІЗАЦІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУВАННЯ.....	7
3 ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ).....	10
4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ).....	12
4.1 Пояснювальна записка (ПЗ).....	12
4.1.1 Структура ПЗ.....	12
4.1.2 Вимоги до виконання ПЗ.....	15
4.2 Графічна частина (ГЧ).....	20
5 КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.....	22
5.1 Завдання на проєкт.....	22
5.2 Порядок роботи над КП.....	22
5.3 Рекомендації до виконання окремих розділів ПЗ.....	23
5.4 Проєктування схеми керування для розробленого виробу.....	26
6 КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.....	27
6.1 Завдання на проєкт (роботу).....	27
6.2 Порядок роботи над КП (КР).....	27
6.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки.....	28
7 КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.....	32
8 ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ).....	33
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	34

ВСТУП

У відповідності з Законом України «Про освіту» перший (бакалаврський) рівень вищої освіти передбачає набуття здобувачами вищої освіти здатності до розв'язування складних спеціалізованих задач у певній галузі професійної діяльності [1].

Державна атестація студентів освітньо-кваліфікаційного рівню "бакалавр" здійснюється державною екзаменаційною комісією (ДЕК) після завершення навчання на даному освітньо-кваліфікаційному рівні з метою встановлення фактичної відповідності рівня освітньо-кваліфікаційної підготовки вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики фахівця у формі публічного захисту **кваліфікаційного проєкту (роботи)**. Державна комісія перевіряє науково-технічну та практичну підготовку студентів-випускників, виносить рішення про присвоєння їм відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня, видачу державного документа про освіту.

Кваліфікаційний проєкт (робота) – це заключна самостійна робота студента, в якій він повинен відобразити свої здібності, проявити ініціативу, творчі можливості, показати уміння самостійно вирішувати складні питання відповідно обраній галузі.

Кваліфікаційний проєкт (робота) має передбачати розв'язання складної спеціалізованої задачі або практичної проблеми в обраній галузі, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

У кваліфікаційному проєкті (роботі) не може бути академічного плагіату та фальсифікації.

Кваліфікаційний проєкт (робота) має бути оприлюднений на офіційному сайті закладу вищої освіти, його структурного підрозділу або у репозитарії закладу вищої освіти.

До захисту кваліфікаційних проєктів (робіт) допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Кваліфікаційний проєкт (робота) студентів спеціальностей спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітнього ступеню «бакалавр» присвячується вирішенню виробничих задач, переважна більшість яких віднесена в освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) до проєктної, проєктно-конструкторської, технологічної та дослідницької професійних функцій в галузі виробництва та експлуатації радіоелектронної, мікросистемної мехатронної техніки, робототехнічних систем.

Кваліфікаційний проєкт (КП) призначений для об'єктивного контролю ступеню сформованості умінь вирішувати типові завдання діяльності, які, в основному, віднесені в ОКХ до проєктувальної (проєктно-конструкторської) та виконавської (технологічної, операторської) виробничих функцій.

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

При виконанні КП (КР) студент повинен продемонструвати свої професійні здібності, проявити ініціативу, творчі можливості, вміння орієнтуватися у виробничих умовах та приймати інженерні рішення при проєктуванні конструкцій, технологічних процесів їх виготовлення або проведенні досліджень у цій галузі.

Тема КП (КР) повинна бути конкретною і містити процедуру діяльності та продукт, що має бути отриманий в результаті - конструкцію виробу або його складової частини, технологічний процес виготовлення, методику розрахунків, результати дослідження процесів та явищ, що відбуваються при роботі радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем тощо.

КП (КР) виконується на основі конкретних матеріалів, зібраних у період виробничих та переддипломної практик.

Тематика КП (КР) 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 КП (КР) 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 (за вибором випускаючої кафедри) можуть бути висвітлені питання економіки або техніки безпеки та охорони праці.

Оформлення матеріалів КП (КР) студент виконує державною мовою.

За узгодженням з кафедрою іноземних мов допускається оформлювати КП (КР) однією з іноземних мов, яку студенти вивчають в університеті.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Кваліфікаційне проектування студентів спеціальностей спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітнього ступеню «бакалавр» повністю підпорядковане кафедрі "Інтелектуальні технології електронних засобів" (ІТЕЗ).

КП (КР) кожного студента виконується самостійно під керівництвом 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 керівника і обговорити з ним можливу тему КП (КР).

Із списком викладачів, які можуть бути керівниками кваліфікаційних проєктів, 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 КП (КР) пропонує керівник, але студентам надається право вибору. Студент може запропонувати свою тему з обґрунтуванням доцільності її розробки. Тема КП (КР) повинна бути конкретною, стисло і точно відобразити освоєне призначення розробки і область її використання та відповідати вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра.

Протягом цього семестру відбувається уточнення і, за необхідності, корегування теми. Закріплені персонально за кожним студентом теми КП (КР) затверджуються на засіданні кафедри.

Керівник КП (КР) повинен:

- направляти і контролювати студента при плануванні і виконанні ім КП (КР);
- 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 КП (КР), а також його захист на засіданні ДЕК.

Студент при виконанні КП (КР) повинен:

- обрати і узгодити з керівником тему КП (КР);
- самостійно виконувати КП (КР) 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 КП (КР);
 - подати КП (КР) на перевірку керівникам розділів, отримати оцінки за виконання кожного розділу;
 - подати КП (КР) з оцінками усіх розділів керівнику проєкту (роботи) не пізніше, ніж за чотири дні до захисту;
 - підготувати доповідь про основні положення КП (КР);
 - підготувати відповіді на дипломного зауваження керівника, керівників розділів;
 - згідно з графіком захистити КП (КР) на засіданні ДЕК, дотримуючись регламенту;
 - отримати документ про рівень освіти та кваліфікацію.

В результаті виконання КП (КР) студент має продемонструвати своє вміння:

- аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем в галузях радіоелектроніки, мікросистемної, мехатронної, робототехніки тощо, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов;
- застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру у відповідних галузях;
- застосовувати вітчизняні і міжнародні нормативні документи з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем;
- грамотно застосовувати термінологію у відповідних галузях;
- оцінювати, інтерпретувати та синтезувати інформацію і дані досліджень;
- застосувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних системах;

- застосувати знання основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем;
- застосувати засоби автоматизації проектування і технічної експлуатації радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем;
- враховувати впливи зовнішніх збуджуючих факторів на пристрої радіоелектронних апаратів;
- аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування;
- адаптуватись в умовах зміни в галузях радіоелектроніки, мікросистемної, мехатронної, робототехніки тощо;
- здійснювати вибір оптимального варіанту при проектуванні;
- сприяти розвитку системного мислення для вирішування конкретних проектних задач.

Під час виконання КП (КР) студент має користуватися усією необхідною літературою та нормативно-технічною документацією.

3 ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ)

На кафедрі ІТЕЗ передбачається виконання КП (КР) за одним з трьох напрямків: конструкторський, технологічний та дослідницький.

Тематика кваліфікаційних проєктів повинна відповідати одному з таких напрямків:

- розробка й дослідження нових, або модернізація існуючих радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- розробка і вдосконалення нової технології виробництва радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- розробка й модернізація вимірювальних пристроїв (систем), які використовують для дослідження фізичних ефектів та процесів і пов'язані з розробкою та виробництвом радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- оптимізація схемотехнічних рішень у мікроелектроніці та при створенні спеціальних радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- розробка прогресивного технологічного оснащення контрольно-вимірювальних приладів та систем, що використовуються при дослідженні та виробництві радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- розробка нових технологічних процесів виробництва виробів електронної техніки з використанням робототехніки, гнучких виробничих систем і мікропроцесорної техніки;

- перспективи розвитку радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв, 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 радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв;

- дослідження технологічних процесів з метою поліпшення техніко-економічних показників продукції, що випускається промисловими підприємствами;

- розробка й удосконалення математичних методів розрахунку й оптимізації радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних пристроїв, математичне моделювання, включаючи питання матзабезпечення систем автоматизованого проєктування (САПР);

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

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

- 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.

4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ (РОБІТ)

КП (КР) включає пояснювальну записку, комплект обчислювальних матеріалів та ілюстративний матеріал (графічну частину).

4.1 Пояснювальна записка (ПЗ)

4.1.1 Структура ПЗ

При виконання ПЗ до КП (КР) слід дотримуватися вимог, що наведені у ДСТУ 3008-15 [3].

Згідно цього стандарту, структура *ПЗ* умовно поділяється на вступну, основну частини та додатки.

Вступна частина включає:

- титульний аркуш;
- завдання на кваліфікаційний проєкт (роботу);
- список авторів (за необхідності);
- реферат;
- зміст;
- скорочення та умовні позначки;
- передмова (за необхідності).

Основна частина включає:

- вступ;
- змістову частину (суть роботи);
- висновки;
- рекомендації (за необхідності);
- перелік джерел посилання.

Склад **Додатків** залежить від спрямованості КП (КР). Вони можуть включати до себе графіку, таблиці з результатами досліджень, довідковий матеріал, алгоритми та тексти програм тощо.

Титульний аркуш є першою сторінкою і основним джерелом бібліографічної інформації.

Титульний аркуш виконується на стандартному бланку університету.

Завдання на кваліфікаційний проєкт (роботу) виконується на стандартному бланку університету у кількості двох сторінок та містить:

- назву університету, факультету, кафедри;
- прізвища автора та керівника;
- повну назву теми КП (КР);
- вихідні дані до роботи;
- дані про вміст роботи;
- календарний план роботи над КП (КР);
- дату видачі роботи;
- підписи: автора КП (КР), консультантів спеціальних розділів, керівника КП (КР), нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який її затверджує.

Реферат має містити:

— відомості про обсяг ПЗ, кількість частин, рисунків, таблиць, додатків, джерел згідно з переліком посилань (наводять усі відомості, зокрема дані додатків);

— перелік ключових слів;

— стислий опис тексту ПЗ (анотація).

Перелік ключових слів, які є визначальними для розкриття суті звіту, має містити 5— 15 слів (словосполучень). Рекомендовано подавати їх перед текстом реферату великими літерами в рядок із прямим порядком слів у називному відмінку однини, розташованих за абеткою мови звіту та розділених комами.

Обсяг реферату - 1 стор.

У **Змісті** наводять такі структурні елементи: «Скорочення та умовні позначки», «Передмова», «Вступ», послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають назву) змістовної частини звіту (суті звіту), «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», «Додатки» з їх назвою та зазначенням номера сторінки початку структурного елемента.

У **Вступі** стисло викладають:

- оцінку сучасного стану об'єкта дослідження або розробки;
- світові тенденції розв'язання поставлених проблем і/або завдань;
- актуальність роботи та підстави для її виконання;
- ціль роботи й можливі сфери застосування;
- взаємозв'язок з іншими роботами.

Рекомендований обсяг вступу - 1-2 стор.

Змістова частина — це викладення відомостей про предмет (об'єкт) дослідження або розроблення, які є необхідними й достатніми для розкриття сутності цієї роботи (опис: теорії; методів роботи; характеристик і/або властивостей створеного об'єкта; принципів дії об'єкта й основних принципових рішень, що дають уявлення про його будову; метрологічного забезпечення тощо) та її результатів.

Змістова частина пояснювальної записки може мати 6-8 розділів в залежності від тематики КП (КР). Розділи змістової частини повинні бути об'єднані загальною метою, органічно пов'язані між собою та з графічною частиною.

Викладаючи суть роботи, треба вживати застандартовану наукову та/чи науково-технічну термінологію, запроваджену національними стандартами на терміни та визначення понять.

Обов'язковими у змістовій частині є розділи з економіки та/або 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.

Рекомендований обсяг змістової частини - 40-50 стор.

У **Висновках** викладають найважливіші наукові й практичні результати роботи й наводять:

- оцінку одержаних результатів і їх відповідність сучасному рівню наукових і технічних знань;
- ступінь впровадження та можливі галузі або сфери використання результатів роботи;
- інформацію щодо створення нової апаратури, приладів тощо та розроблення методики проведення ними вимірювань;
- наукову, науково-технічну, соціально-економічну значущість роботи;
- доцільність продовження досліджень за відповідною тематикою тощо.

Рекомендований обсяг висновків - 1-2 стор.

Перелік джерел, на які є посилання в основній частині звіту, наводять у кінці тексту ПЗ перед додатками на наступній сторінці.

У переліку джерел посилання бібліографічні описи подають у порядку, за яким джерела вперше згадують у тексті.

Правила оформлення бібліографічних посилань наведені у [4].

У **Додатках** наводять відомості, які доповнюють ПЗ та:

— є необхідними для повноти роботи, але долучення їх до основної частини звіту може змінити впорядковане й логічне уявлення про неї;

— не можуть бути послідовно розміщені в основній частині звіту через великий обсяг або способи відтворення.

Так, наприклад, у *Додатки* рекомендується виносити графіки, таблиці з додатковими даними, тексти програм тощо.

Загальний обсяг пояснювальної записки (без додатків) залежить від спрямованості КП (КР) та становить 50-60 аркушів формату А4 для конструкторських та технологічних проєктів (робіт) та 60-80 аркушів для дослідницьких.

4.1.2 Вимоги до виконання ПЗ

ПЗ викладають на паперовому та/чи електронному носіїві.

Текст друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два міжрядкові інтервали кеглем 14.

Вимоги до виконання ПЗ наведені у розд. 7 [3].

Найважливіші з цих вимог, які найчастіше порушують при виконанні ПЗ, наведені на рис. 4.1 - 4.9.

7.1 Загальні положення

7.1.1 Залежно від особливостей та змісту звіт складають у формі тексту, рисунків, таблиць або їхніх комбінацій.

7.1.2 Виклад тексту й оформлення звіту виконують за положеннями цього стандарту.

7.1.3 Звіт викладають на паперовому та/чи електронному носіїві (паперовий та електронний документи відповідно).

7.1.4 Символи в рівняннях і формулах, написи та пояснювальні дані на рисунках, схемах, графіках, діаграмах і в таблицях створюють і вводять у текст з використанням відповідних редакторів комп'ютерної програми.

7.1.5 Звіт друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два міжрядкові інтервали кеглем 14.

Розмір шрифту для написання заголовків у рядках і колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках і в таблицях встановлює виконавець звіту.

7.1.9 У звіті не бажано вживати іншомовних слів і термінів за наявності рівнозначних слів і термінів мови, якою подано звіт.

7.1.10 Мову звіту визначено у статті 21 Закону України «Про засади державної мовної політики».

7.1.11 Рекомендовано на сторінках звіту використовувати береги такої ширини: верхній і нижній — не менше ніж 20 мм. лівий — не менше ніж 25 мм. правий — не менше ніж 10 мм.

Рисунок 4.1 - Загальні вимоги до ПЗ

7.1.18 Структурні елементи: «Список авторів», «Реферат», «Зміст», «Скорочення та умовні позначки», «Передмова», «Вступ», «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», — не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

7.1.19 Для розділів і підрозділів наявність заголовка обов'язкова. Пункти й підпункти можуть мати заголовки.

!!! **7.1.20** Заголовки структурних елементів звіту та заголовки розділів треба друкувати з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка.

!!! **7.1.21** Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці.

7.1.22 Абзаційний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту звіту й дорівнювати п'яти знакам.

!!! **7.1.23** Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено.

!!! **7.1.24** Відстань між заголовком, приміткою, прикладом і подальшим або попереднім текстом має бути не менше ніж два міжрядкових інтервали.

Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті звіту.

!!! **7.1.25** Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки.

Рисунок 4.2 - Вимоги до заголовків структурних одиниць

7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

7.4.1 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами.

7.4.2 Розділи звіту нумерують у межах викладення суті звіту і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1».

7.4.3 Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою.

Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо.

7.4.4 Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу.

Номер пункту складається з номера розділу та порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 тощо.

Якщо текст поділяють лише на пункти, їх слід нумерувати, крім додатків, порядковими номерами.

7.4.5 Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1.1 або 2.1.4 тощо.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяють на пункти та підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять.

7.4.6 Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його не нумерують.

Рисунок 4.3 - Вимоги до нумерації структурних одиниць

7.5.6 Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках.

!!! Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою, наприклад, «Рисунок 3.2» — другий рисунок третього розділу.

7.5.7 Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Рисунок В.1 — _____», тобто перший рисунок додатка В.
назва рисунка

7.5.8 Якщо в тексті звіту лише один рисунок, його нумерують відповідно до 7.5.6.

7.5.9 Назва рисунка має відображати його зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту звіту зрозуміло зміст рисунка, його назву можна не наводити.

!!! За потреби пояснювальні дані до рисунка подають безпосередньо після графічного матеріалу перед назвою рисунка.

Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним посередині рядка, наприклад, «Рисунок 2.1 — Схема устаткування».

!!! 7.5.10 Рисунок виконують на одній сторінці аркуша. Якщо він не вміщується на одній сторінці, його можна переносити на наступні сторінки. У такому разі назву рисунка зазначають лише на першій сторінці, пояснювальні дані — на тих сторінках, яких вони стосуються, і під ними друкують: «Рисунок _____, аркуш _____».

Рисунок 4.4 - Вимоги до оформлення рисунків

7.6.1 Цифрові дані звіту треба оформлювати як таблицю відповідно до форми, поданої на рисунку

Таблиця _____ — _____
номер назва таблиці

Головка								Заголовки колонок
Рядки								Рядки
Боковик (колонка для заголовків рядків)		Колонки						

Рисунок 4.5 - Структура таблиць

7.6.3 Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці.

На кожену таблицю має бути посилання в тексті звіту із зазначенням її номера.

7.6.4 Таблиці нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім таблиць у додатках.

Дозволено таблиці нумерувати в межах розділу. У цьому разі номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, «Таблиця 2.1» — перша таблиця другого розділу.

7.6.5 Таблиці кожного додатка нумерують окремо. Номер таблиці додатка складається з позначення додатка та порядкового номера таблиці в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Таблиця В.1 — _____», тобто перша таблиця додатка В.
назва таблиці

7.6.6 Якщо в тексті звіту подано лише одну таблицю, її нумерують.

7.6.7 Назва таблиці має відобразити її зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту звіту можна зрозуміти зміст таблиці, її назву можна не наводити.

7.6.8 Назву таблиці друкують з великої літери і розміщують над таблицею з абзацного відступу.

7.6.9 Якщо рядки або колонки таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або поруч, чи переносять частину таблиці на наступну сторінку. У кожній частині таблиці повторюють її головку та боковик.

У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик замінити відповідно номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці.

Слово «Таблиця _____» подають лише один раз над першою частиною таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці _____» або «Кінець таблиці _____» без повторення її назви.

7.6.10 Заголовки колонок таблиці починають з великої літери, а підзаголовки — з малої літери, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

7.6.11 Підзаголовки, які мають самостійне значення, подають з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Переважна форма іменників у заголовках — *плнина*

Рисунок 4.6 - Вимоги до оформлення таблиць

7.7 Переліки

7.7.1 Переліки (за потреби) подають у розділах, підрозділах, пунктах і/або підпунктах. Перед переліком ставлять двокрапку (крім пояснювальних переліків на рисунках).

7.7.2 Якщо подають переліки одного рівня підпорядкованості, на які у звіті немає посилань, то перед кожним із переліків ставлять знак «тире».

Якщо у звіті є посилання на переліки, підпорядкованість позначають малими літерами української абетки, далі — арабськими цифрами, далі — через знаки «тире».

Після цифри або літери певної позиції переліку ставлять круглу дужку.

Приклад

а) _____ ;
 б) _____ ;
 1) _____ ;
 — _____ ;
 — _____ ;
 2) _____ ;
 в) _____ ;

7.7.3 У разі розвиненої та складної ієрархії переліків дозволено користуватися можливостями текстових редакторів автоматичного створення нумерації переліків (наприклад, цифра—літера—тире).

7.7.4 Текст кожної позиції переліку треба починати з малої літери з абзацного відступу відносно попереднього рівня підпорядкованості.

Рисунок 4.7 - Вимоги до оформлення переліків

7.10 Формули та рівняння

7.10.1 Формули та рівняння подають посередині сторінки симетрично тексту окремим рядком безпосередньо після тексту, у якому їх згадано.

Найвище та найнижче розташування запису формул(и) та/чи рівняння(-нь) має бути на відстані не менше ніж один рядок від попереднього й наступного тексту.

7.10.2 Нумерують лише ті формули та/чи рівняння, на які є посилання в тексті звіту чи додатка.

7.10.3 Формули та рівняння у звіті, крім формул і рівнянь у додатках, треба нумерувати наскрізно арабськими цифрами. Дозволено їх нумерувати в межах кожного розділу.

7.10.4 Номер формули чи рівняння друкують на їх рівні праворуч у крайньому положенні в круглих дужках, наприклад (3). У багаторядкових формулах або рівняннях їхній номер проставляють на рівні останнього рядка.

7.10.5 У кожному додатку номер формули чи рівняння складається з великої літери, що позначає додаток, і порядкового номера формули або рівняння в цьому додатку, відокремлених крапкою, наприклад (А.3).

Якщо в тексті звіту чи додатка лише одна формула чи рівняння, їх нумерують так: (1) чи (А.1) відповідно.

7.10.6 Пояснення познач, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні.

Пояснення познач треба подавати без абзацного відступу з нового рядка, починаючи зі слова «де» без двокрапки. Позначи, яким встановлюють визначення чи пояснення, рекомендовано вивертити у вертикальному напрямку.

Приклад оформлення математичної формули
 Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}, \quad (1)$$

де M_1, M_2 — математичне очікування;
 σ_1, σ_2 — середні квадратичні відхили [23].

Рисунок 4.8 - Вимоги до оформлення математичних формул

7.6.3 Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці.

На кожен таблицю має бути посилання в тексті звіту із зазначенням її номера.

7.6.4 Таблиці нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім таблиць у додатках.

Дозволено таблиці нумерувати в межах розділу. У цьому разі номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, «Таблиця 2.1» — перша таблиця другого розділу.

7.6.5 Таблиці кожного додатка нумерують окремо. Номер таблиці додатка складається з позначення додатка та порядкового номера таблиці в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Таблиця В.1 — _____», тобто перша таблиця додатка В.

назва таблиці

7.6.6 Якщо в тексті звіту подано лише одну таблицю, її нумерують.

7.6.7 Назва таблиці має відобразити її зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту звіту можна зрозуміти зміст таблиці, її назву можна не наводити.

7.6.8 Назву таблиці друкують з великої літери і розміщують над таблицею з абзацного відступу.

7.6.9 Якщо рядки або колонки таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або поруч, чи переносять частину таблиці на наступну сторінку. У кожній частині таблиці повторюють її головку та боковик.

У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик замінити відповідним номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці.

Слово «Таблиця _____» подають лише один раз над першою частиною таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці _____» або «Кінець таблиці _____» без повторення її назви.

7.6.10 Заголовки колонок таблиці починають з великої літери, а підзаголовки — з малої літери, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

7.6.11 Підзаголовки, які мають самостійне значення, подають з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Переважна форма іменників у заголовках — олішня

Рисунок 4.9 - Вимоги до оформлення фізичних формул

4.2 Графічна частина (ГЧ)

Ілюстративний матеріал для захисту проектів має бути виконаним у вигляді плакатів і креслень визначеного формату з можливістю подання його за допомогою проєкційних та комп'ютерних засобів. При бажанні можна використовувати слайди.

Вміст ГЧ залежить від спрямованості кваліфікаційного проєкту (роботи).

Для КП (КР) конструкторської та конструкторсько-технологічної спрямованості вона включає повний або частковий комплект конструкторської документації (КД), для КП (КР) технологічної та дослідницької спрямованості - частковий комплект КД та плакати загальним обсягом 4-5 аркушів формату А1.

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, Altium Designer, NX, SolidWorks тощо.

КД виконують на креслерському папері формату А1 з основним написом за формою 1 (для креслень та схем) для першого аркуша та формою 2а для другого та наступних аркушів згідно [6]. При цьому у графі 2 пишеться "Кваліфікаційний проект", а у графі 2б - децимальний номер креслення.

Плакати виконують на креслерському папері формату А1 з основним написом за формою 2 (для текстових конструкторських документів) для першого аркуша та формою 2а для другого та наступних аркушів згідно [6]. При цьому у графі 2 пишеться "Кваліфікаційна робота".

5 КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ

5.1 Завдання на проект

КП конструкторської спрямованості полягає у конструкторському проектуванні функціонально завершеного виробу або його конструктивно завершеної частини.

Конструкторські розробки повинні здійснюватися на рівні технічного проекту, включаючи елементи основного проектування.

Кожен студент отримує індивідуальне завдання на КП. 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 проєктуємою частиною виробу):
 - перелік обов'язкових розрахунків;
 - термін здачі студентом проєкту (роботи);
 - дата видачі завдання.

5.2 Порядок роботи над КП

Роботу над КП слід проводити в такій послідовності:

- ретельне ознайомлення з завданням, схемою електричною принциповою, уточнення завдання;
- обґрунтування технічних вимог до конструкції;
- аналіз технічних вимог, вибір напрямків проєктування;
- вибір елементної бази;
- ескізне проєктування 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 проєкту (роботи).

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

5.3 Рекомендації до виконання окремих розділів ПЗ

5.3.1 У вступній частині слід сформулювати тему та мету роботи, дати опис основних напрямків проєктування.

5.3.2 У першому розділі слід навести дані про призначення та принципи роботи виробу.

При цьому 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.

5.3.3 У другому розділі слід скласти перелік технічних вимог до конструкції виробу.

Це особливо важливо, тому що вони визначають тип конструкції, її характеристики і є основою для усіх наступних етапів проєктування.

Технічні вимоги складаються на основі завдання до проєкту. 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 останні досягнення в галузі технології виробництва.

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.

5.3.4 У наступному розділі слід проаналізувати технічне завдання, оцінивши усі технічні вимоги 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 проєкту (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 урахувати передбачувану конструкцію виробу та технологію його виготовлення.

5.3.5 У наступному розділі слід обґрунтувати вибрану конструкцію.

При цьому 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.

5.3.6 У наступному розділі слід надати детальний опис конструкції виробу.

Опис 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.

5.3.7 За вказівкою керівника проєкту студент повинен виконати 1-2 конструкційні розрахунки, що підтверджують правильність вибраної конструкції.

Кожен розрахунок наводиться у окремому розділі.

Рекомендовні розрахунки:

- розрахунок надійності виробу [28];
- розрахунок технологічності виробу [26];
- розрахунки розмірних ланцюгів [27];
- розрахунок теплового режиму виробу або вузла [20] - [22];
- розрахунки механічних з'єднань (різьбових, клепаних, зварних) [23] - [25];
- розрахунки паразитних зв'язків на друкованій платі [14], [15].

Крім наведених, за вказівкою керівника проєкту (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.

5.3.8 Завершується конструкторська частина ПЗ висновками з коротким описом конструкції розробленого виробу, переліком реалізованих технічних вимог, результатами розрахунків.

5.4 Проєктування схеми керування для розробленого виробу

За необхідності та узгодження з керівником проєкту КП конструкторської спрямованості може бути доповнений розробкою схеми керування та написанням програми для управління запропонованим пристроєм.

В такому разі у ПЗ 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.

6 КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ

6.1 Завдання на проєкт (роботу)

КП (КР) технологічної спрямованості полягає у розробці технологічних процесів складання, монтажу і регулювання радіоелектронних, мікросистемних, мехатронних, робототехнічних систем відповідно до вимог Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСПВ).

Об'єктом розробки технологічного процесу є радіоелектронні, мікросистемні, мехатронні, робототехнічні системи 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 КП (КР) 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.

6.2 Порядок роботи над КП (КР)

Роботу над КП (КР) 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;
- проєктування 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 проєкту (роботи).

6.3 Рекомендації до виконання окремих розділів пояснювальної записки

6.3.1 У вступній частині слід сформулювати тему та мету проєкту (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.

6.3.2 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.

6.3.3 При аналізі конструкції виробу необхідно провести технологічний аналіз елементної бази, розробити на основі опису конструкції та КД конструкторську схему складання, що є основою для відпрацювання конструкції виробу на технологічність, а також для розробки технологічної схеми складання виробу.

6.3.4 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 [26], оцінити отримані результати і надати пропозиції щодо підвищення технологічності.

6.3.5 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. При цьому необхідно звернути увагу на тип виробництва та річну програму випуску виробу.

6.3.6 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.

6.3.7 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.

6.3.8 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). Необхідно надати обґрунтування вибору устаткування та навести його основні технічні характеристики.

6.3.9 Операції, на які необхідно розробити операційні карти, визначає дипломний керівник. Проектування операцій 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.

Е 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.

6.3.10 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.

6.3.11 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.

6.3.12 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.

7 КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ СПРЯМОВАНОСТІ

Підготовка і захист кваліфікаційної роботи дослідницької спрямованості включають наступні етапи:

- вибір теми і об'єкта дослідження, затвердження теми;
- розробка завдання на КР, складання календарного плану її виконання;
- опрацювання літературних джерел і складання плану КР;
- збирання фактичного матеріалу під час переддипломної практики;
- обробка фактичного матеріалу із застосуванням сучасних методів статистичного аналізу;
- написання першого варіанту тексту, подання його на ознайомлення керівнику проекту;
- усунення недоліків, написання остаточного варіанту тексту, оформлення КР;
- подання зброшурованої у твердій палітурці завершеної КР на випускаючу кафедру;
- отримання відгуку керівника роботи;
- зовнішнє рецензування роботи;
- захист роботи на засіданні Державної екзаменаційної комісії.

Керівник КР консультує студента з проблем дослідження, контролює виконання індивідуального плану, несе відповідальність за якість виконання роботи.

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.

8 ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

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

Для розгляду і захисту КП (КР) в ДЕК подаються наступні документи:

- залікова книжка;
- КП (КР) у складі пояснювальної записки та твердої копії графічної документації з підписами розробника КП (КР), керівника проекту (роботи), консультантів зі спеціальних розділів, нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який затверджує усі документи.

- відгук керівника про КП (КР);

- рецензія стороннього рецензента на КП (КР).

Списки рецензентів складатимуться заздалегідь та затверджуються наказом ректора університету.

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

Захист КП (КР) 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 КП (КР), отримують диплом з відзнакою.

Студентів, які отримали незадовільну оцінку при захисті КП (КР), відраховують з університету з отриманням академічні довідки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1 Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. №1556-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18?lang=en#Text>

2 Закон України «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22.05.2003 р. №851-15.

3 ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення (вступив у дію з 2016 року на заміну ДСТУ 3008-95) [Текст]. – Чинний від 2015–06–25. – К.: ДП "УкрНДНЦ", 2016. – 30 с.

4 ДСТУ ГОСТ 7.1:2018. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги і правила складання [Текст]. – Чинний від 2018–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2019. – 16 с.

5 ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2013–01–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2013. – 30 с.

6 ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи данных и систем. Общие условия и правила оформления [Текст]. – Введ. 2006–09–01. – М.: Стандартинформ, 2026. – 20 с.

7 ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы [Текст]. – Введ. 1976-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 39 с.

8 ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Технические требования и методы испытаний в части механических и климатических воздействий [Текст]. – Взамен ГОСТ 11478-83; введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 44 с.

9 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 [Текст]. – Введ. 1971-01-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 60 с.

10 ГОСТ 16019-2001. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи. Требования по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний [Текст]. – Введ. 2002-01-01.

– Минск.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 15 с.

11 ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основное требования к чертежам.

12 ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкций изделия. Общие технические требования.

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

14 Ольшевський, С.В. Конструювання радіоелектронних засобів [Текст]: конспект лекцій за курсом / С.В. Ольшанський. - К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2014. - 199 с.

15 Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання [Текст]: навчальний посібник / [Є.М. Травніков, В.С. Лазебний, Г.Г. Власюк та ін.]; за загальною редакцією В.С. Лазебного. – К.: «КАФЕДРА», 2015. – 285 с.: іл.

16 Ганжа, С.М. Основи конструювання електронних засобів [Текст]: підручник / С.М. Ганжа. – Луганськ.: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2011. – 491 с.

17 Нікольський, О.І. Ергономіка і дизайн мікроелектронної апаратури [Текст]: навч. посіб. / О.І. Нікольський. – Вінниця.: Вінниц. держ. техн. ун-т., 2000. – 124 с.

18 Матвійків, М.Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв [Текст]: підручник / М.Д. Матвійків, Б.С. Вус, О.М. Матвійків. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. - 496 с.

19 Моделювання теплових процесів в РЕА [Текст]: навчальний посібник / О.І. Нікольський, О.П. Шеремета. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.

20 Теплові процеси в електроніці [Текст] / [Ю.Я. Бобало, В. Вуйцик, З.Ю. Готра та інші]; за ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2007. – 360 с.

21 Будник, А.Ф. Тепломасоперенос у процесах і матеріалах [Текст]: навчальний посібник / А.Ф. Будник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 158 с.

22 Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры [Текст]. / Л.Л. Роткоп, Ю.Е.Спокойный. – М.: Советское радио, 1976. –232 с.

23 Уваров, Б.М. Механіка електронних апаратів [Текст]: навчальний посібник / Б.М. Уваров. – К.: “Корнійчук”, 2008. – 314 с.

24 Уваров, Б.М. Надійність конструкцій чарунок радіоелектронної апаратури за зовнішніх механічних впливів [Текст]: // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія радіотехніка, радіоапаратобудування. – 2009. – Вип. 39, с. 91 – 98.

25 Токарев М.Ф. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / М.Ф.. Токарев, Е.Н. Талицкий, В.А. Фролов; Под ред. В.А. Фролова. - М.: Радио и связь, 1984. - 185 с.

26 Павловский В.В. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА [Текст]: 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.

27 Размерный анализ конструкцій [Текст]: справочник / Под ред. С.Б. Бондаренко. – Киев.: Техника, 1989. – 123 с.

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