

**Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара**

**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ ДО НАПИСАННЯ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ
134 АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА**



Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Кафедра космічних інформаційних технологій

**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ
ДО НАПИСАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
МАГІСТРА ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ
134 АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА**

Ухвалено на вченій раді

протокол №5

віл 17 грудня 2020 р.

Дніпро
РВВ ДНУ
2021

Викладено основні положення та загальні визначення, які безпосередньо стосуються кваліфікаційної роботи. Запропоновано завдання, тематику кваліфікаційних робіт, порядок їх розробки. Розглянуто етапи написання кваліфікаційної роботи, підготовки доповіді та процедури захисту. Наведено вимоги та приклади щодо оформлення пояснювальної записки.

Для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, освітня програма «Космічні інформаційні технології».

ПЕРЕДМОВА

Кваліфікаційна робота – це завершальний етап навчання за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, яку здобувачі виконують самостійно. Запропоновані методичні настанови допоможуть правильно обрати тему роботи, логічно і цілісно викласти свої думки та підготуватись до захисту кваліфікаційної роботи.

Методичні настанови містять 2 розділи та 4 додатки. Перший розділ присвячений загальним визначенням, які безпосередньо стосуються кваліфікаційної роботи. У ньому описано, як правильно обрати тему роботи та напрямки можливих досліджень, наведено типову структуру кваліфікаційної роботи та орієнтовні етапи її виконання.

Другий розділ розкриває зміст кожного складника кваліфікаційної роботи. А саме, як правильно опрацьовувати літературні джерела; що включає в себе проектно-конструкторський розділ; як розрахувати організаційно-технологічні показники, у якому розділі краще виявити своє вміння генерувати нові ідеї, з'ясувати необхідність охорони праці під час виробничої та науково-дослідної діяльності.

Правила оформлення пояснювальної записки описано у додатках. Вони також допоможуть студенту у підготовці доповіді та розкритті таємниць захисту кваліфікаційних робіт.

Розділ 1

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Освітня програма «Космічні інформаційні технології» спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка націлена на підготовку фахівців, здатних розв'язувати складні задачі і проблеми у професійній діяльності, пов'язаній з розробкою, виробництвом та / або сертифікацією авіаційної та ракетно-космічної техніки, її двигунів та енергетичних установок, конструкцій та систем або у процесі навчання, пов'язаних із проведенням досліджень та / або впровадженням інновацій та характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Основні фахові компетентності, які набувають студенти під час навчання за другим (магістерським) рівнем, такі:

- орієнтування в історії, сучасному стані, проблемах та перспективах розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- здатність кваліфіковано обирати клас матеріалів для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки, у тому числі за нечітких умов;

– здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невідзначеності умов і вимог;

– усвідомлення робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки, необхідних для опису, вдосконалення об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки та оптимізації їх параметрів;

– здатність ставити та вирішувати професійні задачі на основі знань та розуміння гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних систем;

– здатність проводити роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки із застосуванням новітніх технологій.

Завершальним етапом навчання є атестація студентів. Проводиться у формі кваліфікаційної роботи, під час написання та захисту якої студент має показати усі набуті ним компетентності. До атестації допускають здобувачів вищої освіти, які успішно завершили теоретичний курс навчання та виконали всі види практичної підготовки, передбачені навчальним планом.

Кваліфікаційна робота – це заключна самостійна робота магістра, виконуючи яку студент послуговується теоретичними знаннями та демонструє практичні навички, набуті протягом навчання за спеціальністю.

Теми випускних кваліфікаційних робіт розробляються на випусковій кафедрі та затверджуються наказом ректора ДНУ. Разом з темами затверджується науковий керівник, консультанти та рецензенти робіт. Студент має право внести свої пропозиції щодо теми роботи за місяць до затвердження тем, погодивши її з передбачуваним науковим керівником та завідувачем кафедри. Теми кваліфікаційних робіт мають відповідати галузі знань 13 Механічна інженерія.

Вибір теми кваліфікаційної роботи ґрунтується на напрямках дослідження спеціальності, а саме:

– загальні проблеми проектування авіаційної та космічної техніки. Прогнозування техніко-економічних і тактико-технічних характеристик літальних апаратів (ЛА) всіх класів. Критерії оцінки їх обрису, аеродинамічної схеми, компонування з урахуванням їх призначення й умов експлуатації;

– наукове обґрунтування та розроблення методів проектування, розрахунку на міцність, виробництва та випробування ЛА різних класів;

– наукові основи синтезу ефективних конструктивно-технологічних рішень агрегатів і вузлів ЛА та їх стиків і з'єднань, зокрема в комп'ютерно-інтегрованих середовищах;

– розроблення методів інформаційних і комп'ютерно-інтегрованих технологій проектування та розрахунку на міцність ЛА;

– наукові основи фізичного моделювання літальних апаратів і їх систем; теоретичне й апаратурне забезпечення моделювання;

– розроблення методів і засобів визначення статистичних, динамічних, вібраційних, акустичних, теплових і комбінованих навантажень на ЛА; теоретичне й експериментальне обґрунтування критеріїв міцності та коефіцієнтів безпеки;

– дослідження та розроблення методів розрахунку на міцність, сталість, жорсткість, надійність, живучість, а також визначення ресурсу агрегатів ЛА із металевих сплавів і композиційних матеріалів; методи прогнозування несучої здатності деталей і агрегатів ЛА;

– теоретичні основи технологічної підготовки авіаційно-космічного виробництва й оптимізація технологічних процесів в умовах використання інформаційних технологій;

– розроблення, створення та впровадження систем технологічних процесів і оснащення для виробництва деталей складної форми із високоміцних і спеціальних матеріалів та складання агрегатів ЛА;

– теоретичні основи точності, якості, продуктивності та надійності технологічних систем виробництва ЛА;

– застосування сучасних авіаційно-космічних наукоємних технологій в інших галузях промисловості; методи та засоби утилізації відходів і виробів, непридатних до використання;

– методи льотних і наземних випробувань ЛА та їх систем, діагностики їх характеристик, оптимального спостереження (оцінювання) стохастичних параметрів їх стану;

– дослідження в галузі теоретичного та технічного забезпечення й автоматизації міцнісних випробувань ЛА на статичне навантаження та ресурс із застосуванням методів і засобів неруйнівного контролю, аналізу зруйнованих деталей; оптимальне керування випробуваннями; прогнозування зміни характеристик ЛА;

– методи та засоби контролю технічного стану авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Під час вибору теми кваліфікаційної роботи для магістра слід враховувати його спрямованість щодо напрямків дослідження, напрацювання під час навчального процесу, у тому числі опубліковані наукові праці, завершені курсові проекти, інформацію, одержану під час проходження переддипломної практики. У випадку, якщо студент уже працевлаштований за спеціальністю, доцільно обирати тему, безпосередньо пов'язану з його напрямком діяльності.

Головною метою виконання кваліфікаційної роботи є комплексне розв'язання конкретної технічної задачі відповідно до заданої теми, таким чином студент поглиблює свої знання. У процесі підготовки та захисту кваліфікаційної роботи студент має показати здатність:

– самостійно формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі з розроблення новітніх зразків систем та елементів авіаційної та ракетно-космічної

техніки на основі знань та розуміння особливостей їх конструкції та робочих процесів;

- знаходити та аналізувати інформацію з різних джерел, у тому числі іноземною мовою;

- генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді інноваційних рішень;

- дотримуватися вимог галузевих та міжнародних нормативних документів та застосовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби щодо формулювання та розв'язання науково-технічних задач проєктування, виробництва, ремонту, складання, випробування елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу;

- обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, мати навички вибору методів модифікації їх властивостей;

- розробляти та оптимізувати параметри технологічних процесів, у тому числі із застосуванням автоматизованого комп'ютерного проєктування виробництва вузлів, агрегатів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;

- приймати рішення у разі виникнення нестандартних складних задач у професійній діяльності в умовах невизначеності умов та вміти обґрунтовувати їх грамотною технічною мовою;

- визначати показники якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;

- розраховувати економічну ефективність виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки тощо.

Кваліфікаційна робота має бути виконана на достатньому теоретичному рівні, тобто відповідно до сучасного рівня розвитку авіаційної та ракетно-космічної галузі, усі явища обґрунтовані під кутом зору наукових аксіом і гіпотез сьогодення. Щоб визначити сучасний погляд на стан проблеми, студент обов'язково має ознайомитися з чисельними публікаціями, зокрема монографіями, статтями, патентами закордонних та вітчизняних науковців. У такий спосіб під час аналізу й синтезу інформації з першоджерел, порівняння поглядів учених різних країн у виконавця роботи формується власна думка до поставленої теми. Крім того, студент опановує основні поняття й терміни стосовно теми роботи, вдається до передових методів дослідження, у тому числі автоматизованих та комп'ютеризованих.

Під час виконання кваліфікаційної роботи студент комплексно розв'язує задачі та виконує завдання щодо заданої теми. Робота орієнтовно вміщує такі розділи: аналітичний, конструкторський, технологічний, організаційний розділи та охорони праці. Залежно від об'єкта дослідження обсяг і зміст цих розділів може змінюватися.

Типова структура пояснювальної записки:

1. Титульний аркуш, в якому зазначають тему дипломної роботи, прізвище та ініціали студента, керівника роботи та рецензента;

2. Завдання до дипломної роботи, затверджене завідувачем кафедри. Наводять перелік питань та графічного матеріалу, які потрібно розробити у ході виконання дипломної роботи. Крім того, формують календарний план етапів роботи із зазначенням строку їх виконання.

Основними етапами виконання кваліфікаційної роботи є:

– обрання теми кваліфікаційної роботи, її осмислення. Перевагу слід надавати темі, під час розроблення якої студент може виявити максимум особистої творчості та ініціативи [1], показати навички та уміння, одержані під час навчання;

– обґрунтування теми роботи, формулювання актуальності та мети, визначення об'єкта та предмета дослідження, складання попереднього плану;

– пошук літературних джерел до теми роботи, аналіз сучасного стану та перспектив розвитку виготовлення об'єкта дослідження;

– декомпозиція основної задачі дослідження на менші задачі та завдання.

Планування етапів дослідження;

– проведення експериментів, аналіз та систематизація емпіричних даних;

– оформлення пояснювальної записки;

– перевірка на плагіат як умова допуску до захисту;

– отримання від наукового керівника та рецензента відгуку на роботу;

– підготовка тезів доповіді та презентаційного матеріалу;

– попередній захист, на якому студент одержує допуск до захисту;

– публічний захист кваліфікаційної роботи перед державною екзаменаційною комісією, за результатами засідання якої магістр одержує оцінку.

Завдання підписує студент та науковий керівник роботи. Воно складається з двох сторінок, роздрукованих на одному аркуші.

3. Відгук на роботу наукового керівника. Складається з двох сторінок, роздрукованих на одному аркуші.

4. Рецензія на кваліфікаційну роботу. Складається з двох сторінок, роздрукованих на одному аркуші.

Відгук наукового керівника та рецензія мають відображати такі деталі роботи: відповідність виконаної роботи темі та спеціальності, вимогам до виконання кваліфікаційної роботи, сучасному рівню досліджень; розкриття актуальності та практичної цінності; наявність у роботі оригінальних рішень та глибина їх опрацювання, ступінь самостійності виконання роботи та вміння користуватися джерелами інформації, недоліки роботи, рекомендована оцінка.

5. Реферат. Формується на 1 аркуші та вміщує до 500 слів. Має містити таку інформацію: кількість сторінок, рисунків, таблиць, джерел та додатків; об'єкт дослідження; мета виконання роботи; методи дослідження; одержані висновки та їх новизна; практична цінність та можливість її застосування; перелік ключових слів. Приклад оформлення реферату наведено у додатку 1.

6. Abstract – реферат англійською мовою, за змістом є ідентичний до українського реферату.

7. Перелік скорочень, умовних позначень, одиниць і термінів наводять за необхідності, якщо у тексті є аббревіатури, символи тощо без пояснення їх повної назви чи суті.

8. Зміст. До змісту не включають: титульний аркуш, завдання, відгук на дипломну роботу наукового керівника, рецензію, реферат, abstract.

9. Змістова частина кваліфікаційної роботи поділена на розділи.

9.1. Вступ.

9.2. Розділи основної частини, поділені на пункти. Кожен розділ роботи відповідає окремому питанню роботи, а пункт – окремій частині питання. Назва кожного розділу формулюється відповідно до їх змісту.

9.3. Висновки.

10. Перелік джерел посилань. Порядок розташування посилань на літературні джерела робити у порядку згадування їх у тексті, порядкові номери мають відповідати посиланням на них у тексті. Оформлення бібліографічних описів здійснювати відповідно до ГОСТ 7.1-2003.

11. Додатки. У додатки можна виносити креслення, бази даних, громіздкі розрахунки. Обов'язковим додатком є презентаційний матеріал.

Оформлену та переплетену кваліфікаційну роботу подають на кафедру за тиждень до захисту.

Кваліфікаційна робота має бути перевірена на плагіат. Студент відповідальний за достовірність представлених результатів та інформації, правильність розрахунків, грамотність та лаконічність викладення матеріалу, не допускається фальсифікація результатів досліджень.

До обов'язків наукового керівника відносять консультування студента, під час якого він направляє хід досліджень та вносить пропозиції щодо наповнення кваліфікаційної роботи, обговорює зі студентом найскладніші задачі та можливі методики та методи їх вирішення, а також контролює хід виконання етапів роботи відповідно до календарного плану.

Кваліфікаційна робота (або її реферат) має бути оприлюднена згідно з вимогами університету в електронному інформаційному просторі.

Атестація здійснюється відкрито і публічно.

Розділ 2

ЗМІСТОВА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Змістова частина кваліфікаційної роботи складається з розділів, підрозділів, за необхідності – пунктів, їх логічна послідовність може відрізнятися залежно від особливостей теми кваліфікаційної роботи. Назва розділів відображає суть наведеної в них інформації. Наприкінці кожного розділу наводять висновки, які включають стислий зміст наукових та практичних результатів.

2.1. Вступ

У вступі розглядають основні завдання спеціалізованого напрямку авіаційної та ракетно-космічної галузі, який визначив тему кваліфікаційної роботи, стисло оцінюють сучасний стан та світові тенденції вирішення проблем щодо об'єкта дослідження або розробки, наводять взаємозв'язок з іншими роботами провідних вчених та фахівців авіаційної та ракетно-космічної галузі, які займаються даною проблематикою.

2.2. Загальний розділ

Загальний розділ кваліфікаційної роботи має теоретичний характер, який підкріплений даними з першоджерел.

Необхідно провести комплексний аналітичний огляд, в який, за необхідності, можна включати науково-дослідні, виробничо-технологічні, техніко-економічні показники, отримані з першоджерел. Тобто необхідно розкрити стан науково-технічної проблеми, а також проблеми та шляхи розвитку даної тематики; описати особливості технології одержання об'єкта виробництва, її переваги та недоліки, основні характеристики матеріалу, що використовується.

До списку рекомендованої літератури, як правило, включають:

- Закони України, Постанови Кабінету Міністрів України;
- нормативні документи, наприклад ГОСТ, ДСТУ, ОСТ, діючі на території України під час написання роботи. Особливу увагу необхідно приділяти актуальності ГОСТів (чинні чи скасовані);
- науково-технічні звіти;
- підручники, навчальні та навчально-методичні посібники, довідники, словники за спеціальністю;
- наукову, спеціальну літературу, у тому числі монографії, статті у друкованих та електронних виданнях;
- сторінки мережі Інтернет.

Джерела інформації використовують як державною, так і іноземними мовами.

Доцільно також послуговуватися бібліографічними картками із зазначенням на них розділів роботи, до яких відноситься наведена в джерелах інформація.

У процесі ознайомлення з літературою рекомендовано розпочинати з джерел, в яких тема роботи розкрита в цілому, після чого переходити до більш вузьких і спеціальних питань. Для формування власної думки, яка б відповідала сучасному стану проблем, слід користуватися джерелами, виданими за останнє десятиріччя.

Для написання аналітичного огляду та цілісної роботи взагалі під час ознайомлення з інформацією рекомендовано вписувати з друкованих праць цитати, які відповідають заданій темі, із зазначенням їх вихідних даних та сторінок, на яких розміщено цей матеріал. Спираючись на зібрані цитати, у процесі формування тексту роботи, на першому етапі, пишуть тези, підтверджені думками різних авторів, що надасть тексту наукової обґрунтованості та достовірності.

Окремо проводять патентний інформаційний пошук, мета виконання якого є виявлення охоронних документів, аналогічних проведеним розробкам. На даний час існують електронні бази даних, серед яких можна виділити Укрпатент, Google Patents, що спростить роботу над пошуком необхідних документів.

Наприкінці аналітичного огляду розкривають актуальність роботи у теоретичному та практичному напрямках, формулюють мету та основні задачі виконання роботи, визначають предмет та об'єкт дослідження, зазначають методи дослідження, використані під час досліджень.

Актуальність роботи – важливість і значимість теми у технічному середовищі, відповідність задачам сучасності; можливість використання результатів роботи у наступних наукових дослідженнях та у практичній діяльності.

Мета виконання роботи відображає результат дослідження, який досягають у ході її проведення, тобто одержання нових або підтвердження вже відомих знань про предмет або явище, яке зацікавило.

Об'єкт дослідження – предмет або явище в цілому, на яке направлена дослідницька діяльність.

Предмет дослідження – окремі аспекти, компоненти, характеристики або властивості об'єкта, які будуть досліджуватися у ході роботи.

Тема, мета виконання роботи, об'єкт і предмет дослідження тісно пов'язані між собою.

Дослідження мають бути направлені на одержання результатів відповідно до постановленої мети, тому вони не повинні торкатися окремої проблематики. Також слід обмежити кількість задач у роботі, щоб тим самим не збільшувати обсяг роботи. У роботі можуть ставитися як теоретичні завдання, так і прикладні, формулюючи які, доцільно використовувати такі слова: проаналізувати, обґрунтувати, встановити, дослідити, побудувати, запропонувати, оцінити, розробити тощо.

Освітня програма «Космічні інформаційні технології» має прикладну орієнтацію, тобто дослідження кваліфікаційної роботи мають, в основному, відображати прикладний характер. Прикладні наукові дослідження — це наукова й науково-

технічна діяльність, спрямована на здобуття й застосування знань для практичних цілей. У разі прикладних досліджень головне – застосування результатів фундаментальних наук у вирішенні пізнавальних і соціально-практичних проблем. На стижах прикладних наук і виробництва розвивається особлива галузь досліджень — так звані розробки, в процесі яких реалізують результати прикладних наук у вигляді конкретних технологічних процесів, конструкцій, матеріалів. [2]. В окремих випадках можуть проводитись фундаментальні дослідження, націлені на підтвердження основоположних законів у галузі механічної інженерії.

У методах дослідження можуть зазначатися як теоретичні методи, наприклад гіпотези, базові моделі, комп'ютерне моделювання, так і емпіричні методи дослідження із зазначенням спеціального обладнання, їх моделей, направлені на одержання нових характеристик та властивостей об'єкта дослідження шляхом спланованого експерименту та подальшого оброблення результатів.

До методів емпіричного дослідження відносять [2]:

1. **Спостереження** — це цілеспрямоване вивчення предметів, що переважно спирається на дані органів чуттів (відчуття, сприйняття, уявлення). Під час спостереження отримують знання не лише про зовнішні аспекти об'єкта пізнання, але й про його суттєві властивості. Спостереження може бути безпосереднім та опосередкованим. Останнє здійснюють за допомогою різних приладів і технічних засобів, з розвитком науки воно стає все більш складним.

2. **Експеримент** — це цілеспрямоване і активне втручання у хід процесу, що вивчається, відповідні зміни об'єкта чи його відтворення у спеціально створених і контрольованих умовах. Експеримент має дві взаємопов'язані функції: дослідну перевірку гіпотез і теорій, а також формування нових наукових концепцій. Залежно від цих функцій виділяють такі експерименти: дослідницький (пошуковий), перевірочний (контрольний), відтворювальний, ізольований та ін., а залежно від характеру об'єктів — фізичні, хімічні, біологічні, соціальні та ін. Отже, експеримент — це найбільш загальний емпіричний метод пізнання, який не лише включає спостереження й вимірювання, а й здійснює перестановку, зміну об'єкта дослідження тощо. У цьому методі можна виявити вплив одного чинника на інший. Емпіричні методи пізнання відіграють велику роль у науковому дослідженні. Вони не лише є основою для закріплення теоретичних передумов, а й часто становлять предмет нового відкриття, нового наукового дослідження.

Під час планування експерименту рекомендовані такі етапи його проведення [3]:

- визначення характеристик, що необхідно одержати під час експерименту та встановлення їх взаємодії з існуючими теоріями;
- визначення умов проведення експерименту, необхідної кількості проведення досліджень із заданими параметрами;

- формування вимог щодо засобів вимірювання характеристик об'єкта дослідження та вибір цих засобів;
- безпосереднє проведення експериментальних досліджень з формуванням бази даних одержаних характеристик об'єкта дослідження;
- обробка та систематизація результатів дослідження.

3. **Вимірювання** — це сукупність дій, виконуваних за допомогою засобів вимірювання для знаходження числового значення величини у прийнятих одиницях.

4. **Порівняння** — це пізнавальна операція, що лежить в основі умовиводів щодо схожості чи відмінності об'єктів (або ступенів розвитку одного й того ж об'єкта). За допомогою порівняння виявляють якісні й кількісні характеристики предметів. Найпростішим і водночас важливим типом відношень, що виявляються у ході порівняння, є відношення тотожності й відмінності. Порівняння має сенс лише у сукупності «однорідних» предметів, що утворюють клас. Воно є основою такого логічного прийому, як аналогія і вихідним пунктом порівняльно-історичного методу. Шляхом порівняння виявляється загальне і особливе в явищах, досягається пізнання різних ступенів розвитку одного і того ж явища чи різних існуючих явищ. Цей метод дозволяє виявити і зіставити рівні у розвитку явища, що вивчається, ті зміни, що відбулися, визначити тенденції розвитку.

5. **Опис** — пізнавальна операція, що полягає у фіксуванні результатів досліді (спостереження чи експеримент) за допомогою певних систем позначень, що прийняті у науці.

Усі методи дослідження орієнтовані на системний підхід та направлені на досягнення поставленої мети.

Особливу увагу у процесі написання загального розділу слід звернути:

- на якість і глибину опрацювання літературних джерел;
- наявність наукової проблематики та відкритих питань за темою дослідження;
- посилання на використані джерела у разі цитування інформації, у тому числі з мережі Інтернет;
- формулювання самостійних суджень щодо теми роботи;
- логічність і послідовність викладу матеріалу.

2.3. Проектно-конструкторський розділ

Проектно-конструкторський розділ має включати розробку конструкторської документації. Відповідно до стандартів ЄСКД до конструкторських документів відносять графічні та текстові документи, які окремо чи у сукупності визначають склад та технічні характеристики виробу, а також містять дані для його розробки чи виготовлення, контролю, експлуатації й ремонту.

Цей розділ орієнтовно має складатися:

- з аналізу умов роботи — навколишнє середовище, робочі температури, навантаження тощо;
- аналізу існуючих конструкцій, які можуть служити як прототипи, та обґрунтування доцільності проектування та впровадження нової розробки;
- аналізу та вибору матеріалу за показниками основних необхідних властивостей конструкції, наприклад міцність, пластичність, питома міцність, жаростійкість тощо;
- розробки технічного завдання на проектування деталі, вузла із зазначенням експлуатаційних технічних вимог, вихідних даних для проектування, умов виготовлення тощо;
- розрахункової частини, в якій наводять обґрунтування вибраної схеми й опис конструкції виробу, що проектується, і відповідні розрахунки. У процесі виконання розрахункової частини рекомендовано використовувати спеціалізоване програмне забезпечення кінцево-елементного аналізу (CAE-пакети), наприклад ANSYS, NASTRAN. У разі громіздкості розрахунків доцільно виносити їх до додатків;
- аналізу конструкції та процесів, які відбуваються в ній під час експлуатації;
- оптимізації конструкції за заданими параметрами;
- графічної частини – ескізи, креслення, виконані відповідно до Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД). Рекомендовано включати креслення основного виду деталі, складальне креслення зі специфікацією, за необхідністю, деталювання складального креслення. У процесі виконання графічної частини доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення CAD-систем, наприклад SolidWorks, BricsCAD.

Усі конструкторські розробки мають бути технологічними, тобто з оптимізованими затратами на його виробництво, використання матеріалу, ремонт та утилізацію.

2.4. Організаційно-технологічний розділ

Зміст організаційно-технологічного розділу визначають разом із завданням до кваліфікаційної роботи. Під час розробки орієнтовно розглядаються нижчезазначені питання. Основні положення та визначення, необхідні для написання даного розділу, наведені з джерельної інформації [4, 5].

1. Технічна характеристика об'єкта виробництва (деталі, вузли, пристрої тощо) — описання роботи та умов його експлуатації та надання вихідних даних до дипломної роботи.

2. Розрахунок приведеної виробничої програми виготовлення деталей за умови багатомономенклатурного виробництва.

Виробнича програма (програма випуску) — це сукупність виробів установленної номенклатури, які виготовляються в заданому обсязі протягом року. Для одиничного, дрібносерійного та середньосерійного виробництва під час проектування технологічних процесів розраховують приведену виробничу програму. Виробничу програму називають приведеною, коли умовно розглядають декілька типових виробів, які повністю характеризують усю номенклатуру, що підлягає виготовленню, або усі вироби об'єднують у групи за схожими технологічними ознаками, наприклад плоскі деталі, втулки тощо.

3. Вибір режиму роботи, розрахунок фондів часу роботи обладнання та розрахунок коефіцієнту використання обладнання.

Режим роботи — відкоректований порядок роботи та відпочинку на підприємстві, включає кількість змін на підприємстві, визначення кількості робочих та скорочених передсвяткових днів у році.

Для часу роботи обладнання характерні три види фондів — календарний, номінальний, дійсний.

Календарний фонд — загальна кількість годин на рік. Фактично це еквівалент річного терміну експлуатації устаткування, застосовують під час розробки планово-попереджувальних робіт.

Номінальний фонд — кількість годин роботи обладнання продовж року відповідно до заданого режиму роботи без урахування можливих утрат часу через простої виробництва та позапланові перерви в роботі.

Дійсний фонд часу враховує втрати номінального фонду роботи обладнання, пов'язані з необхідністю його обслуговування, контролювання стану, налагодження, планового та капітального ремонту тощо.

Коефіцієнт використання обладнання характеризує ефективність експлуатації устаткування.

4. Визначення типу виробництва та його характеристика, вибір періодичності запуску та розрахунок розміру партії виробів; вибір форми організації виробництва.

Тип виробництва визначають виробничою програмою, він залежить від характеру продукції, технічних та економічних умов здійснення виробничого процесу. Розрізняють три основні типи виробництва: одиничне, серійне й масове.

Для *одиничного виробництва* характерне виготовлення виробів у одиничних екземплярах, які розрізняються за конструкцією й розмірами, повторюваність цих виробів малоймовірна або зовсім неможлива. Одиничне виробництво є універсальне, пристосоване до виконання різноманітних завдань, тому що охоплює різні типи виробів і характеризується великою гнучкістю. Застосовуване устаткування й оснащення є універсальні, а отже, потребує робітників високої кваліфікації. За умови одиничного виробництва доцільно використовувати багатопрограмні верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ) або

інтегровані виробничі системи, що складаються з декількох взаємопов'язаних багатоінструментальних верстатів.

Серійному виробництву властиве виготовлення виробів партіями або серіями, які складаються з однойменних, однотипних за конструкцією й однакових за розмірами деталей. Основним принципом цього типу виробництва є виготовлення всієї партії (серії) повністю. Поняття «партія» застосовують до кількості деталей, а «серія» — до кількості машин, виробництво яких починається одночасно. Залежно від кількості виробів у серії, їх характеристик і трудомісткості виготовлення, а також частоти повторюваності серії протягом року розрізняють дрібносерійне, середньосерійне та великосерійне виробництво. Для серійного виробництва характерне застосування як універсальних, так і спеціалізованих, автоматизованих й агрегатних верстатів із використанням універсального переналагоджувального оснащення; обробку партії доцільно здійснювати на звичайних верстатах із ЧПУ або інтегрованих виробничих системах, що складаються зі взаємодоповнювальних верстатів. За цих умов необхідні робітники середньої кваліфікації.

Основними характеристиками серійного виробництва є періодичність запуску нової партії у виробництво й розмір партії.

Періодичність запуску — це проміжок часу між послідовним запуском двох партій деталей одного й того ж найменування. Бажано, щоб протягом місяця кількість запусків нових партій у виробництво не перевищувала чотирьох. Тобто у разі запуску нової партії кожного тижня періодичність становить 5 днів, кожні два тижні — 10 днів, кожного місяця — 19...23 дні і т. д.

Періодичність запуску безпосередньо впливає на розмір партії деталей. Оптимальний розмір партії має гарантувати максимальне завантаження технологічного устаткування або основних робочих місць протягом хоча б однієї зміни за умов непотокової організації виробництва, якщо переналагодження обладнання виконують у неробочий час.

Приблизно вирахувати розмір партії можна за формулою

$$\delta = P_B \frac{N_{\text{зап}}}{N_{\text{роб}}}, N_{\text{роб}} = N_p + N_B + N_C,$$

де P_B — виробнича програма, шт.;

$N_{\text{зап}}$ — періодичність запуску, умовно — 5, 10, 20, 60, 120 днів або інше значення, кратне 5;

$N_{\text{роб}}$ — кількість робочих днів на рік, умовно — 240;

N_p — кількість календарних днів на рік;

N_B — кількість вихідних днів на рік;

N_C — кількість святкових і неробочих днів на рік.

Для **масового виробництва** характерне виготовлення досить великої кількості однакових виробів шляхом безперервного виконання на робочих місцях тих самих, постійно повторюваних операцій. Технологічні операції виконуються на певних робочих місцях, розташованих у порядку виконання технологічного процесу, тому в умовах масового виробництва незамінним є автоматичні лінії, що складаються з високопродуктивних спеціалізованих і спеціальних верстатів, верстатів-автоматів із системою ЧПУ. Для такого виробництва найбільш раціональне застосування агрегатних верстатів, а також верстатів автоматів і напівавтоматів із використанням спеціального оснащення. Для виконання порівняно простих операцій необхідні робітники низької кваліфікації.

Попередня оцінка типу виробництва можлива за значенням темпу виробництва — умовного такту випуску, який визначають відношенням дійсного фонду часу роботи обладнання протягом року у хвиликах до річної програми випуску (точної, приведеної чи умовної):

$$\tau_{\text{ум}} = 60 \cdot \frac{\Phi_{\text{д}}}{\text{Пв}}$$

За умови $\tau_{\text{ум}} \leq 5$ – виробництво масове, в іншому випадку – серійне чи одиничне.

Після повної розробки технологічного процесу тип виробництва уточнюють за значенням коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{30} = \frac{O}{P},$$

де O – загальна кількість усіх різних технологічних операцій, виконаних чи таких, що належить виконати протягом місяця;

P – кількість робочих місць, на яких виконують ці операції.

Відповідно до ДСТУ 2974-95 та ДСТУ 2960-94

за умови $K_{30} > 40$	— виробництво одиничне;
$20 < K_{30} \leq 40$	— виробництво дрібносерійне;
$10 < K_{30} \leq 20$	— виробництво середньосерійне;
$1 < K_{30} \leq 10$	— виробництво великосерійне;
$K_{30} = 1$	— виробництво масове.

Значення K_{30} не може бути меншим за одинцю.

Кожному типу виробництва властива певна форма його організації.

Розрізняють такі форми:

1) *цехова* — властива одиничному виробництву, її характеризує розташування верстатів за ознакою однакових видів обробки, наприклад ділянки токарних, фрезерних верстатів та ін.;

2) *предметна* — властива серійному виробництву, для неї характерне розташування верстатів за порядком технологічного процесу. Обробка виконується партіями. Час виконання операцій на конкретному верстаті не збігається з часом

виконання операцій на інших верстатах, тому заготовки під час робочого часу зберігаються біля верстатів, а після закінчення обробки транспортуються всією партією;

3) *потоково-серійна* — властива серійному виробництву, передбачає розташування устаткування за порядком технологічного процесу, для неї характерна спеціалізація робочих місць, розташування робочих місць за порядком операцій технологічного процесу, вирівнювання часу виконання операцій на кожному робочому місці, використання транспортних засобів між робочими місцями. Заготовки однієї партії переміщують між верстатами за порядком виконання технологічних операцій, створюючи безперервний рух. Виробництво виконується партіями, причому деталі кожної партії можуть відрізнятися за розмірами та конструкцією, але за необхідності допускати обробку на тому самому устаткуванні;

4) *прямоточна* — це форма властива для масового виробництва, передбачає розташування устаткування за порядком технологічного процесу, за кожним верстатом закріплена одна операція, передача деталей з верстата на верстат здійснюється поштучно за допомогою рольгангів або інших транспортних пристроїв.

5. Аналіз технологічності конструкції виробу (за якісними та додатковими кількісними показниками; технологічний контроль креслення деталі).

Технологічність (ГОСТ 14.205-83) — це сукупність властивостей конструкції виробу, які визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат під час виробництва, технічного обслуговування та ремонту за заданих показників якості, обсягу випуску й умов виконання робіт.

Розрізняють такі **види технологічності**:

– *виробнича технологічність* — оцінюють на всіх етапах виробництва на рівні окремої деталі, складальної одиниці та виробу в цілому, а також на всіх етапах його життєвого циклу. Забезпечує зменшення вартості та скорочення термінів конструкторської й технологічної підготовки виробництва, процесів виготовлення на підприємстві й монтажу за його межами;

– *експлуатаційна технологічність* — забезпечує зменшення вартості та термінів підготовки виробу до експлуатації, обслуговування, поточного ремонту й утилізації;

– *ремонтна технологічність* — забезпечує зниження вартості та термінів усіх видів ремонту, крім поточного.

Технологічність конструкції оцінюється якісно й кількісно.

Якісну оцінку здійснюють на підставі порівняння варіантів конструкції та з урахуванням досвіду виконавця. Вона передує кількісній оцінці і визначає доцільність виконання останньої. Якісну оцінку технологічності конструкції деталі визначають словами «добре — погано», «припустимо — неприпустимо», «досягне — не досягне» та ін. До її критеріїв слід віднести:

– можливість спрощення конструкції деталі чи її принципової зміни;

- можливість заміни матеріалу деталі;
- раціональність методу одержання заготовки;
- оптимальність розмірів і форми заготовки;
- необхідність обробки важкодоступних поверхонь;
- обґрунтованість вимог до точності й шорсткості кожної з оброблюваних поверхонь;
- можливість використання простих за конструкцією автоматичних або автоматизованих технологічних пристроїв;
- можливість безпосереднього й зручного контролювання розмірів і форм, заданих кресленням, у процесі виготовлення тощо.

Показники технологічності розділяють на основні та допоміжні.

До основних показників відносять:

- *трудомісткість виготовлення деталі:*

$$T_{\text{шт}\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_{\text{шти}i},$$

де n – загальна кількість операцій технологічного процесу.

Рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення можна визначати порівнянням двох варіантів проєктованої технології за трудомісткістю — базовим і новим технологічним процесом або за відсутності базової технології — першим і другим варіантами технологічного процесу. Порівнювати трудомісткість виготовлення можна за її абсолютною чи відносною зміною;

- *собівартість виготовлення деталі:*

$$C = M + O + П + I + E + З \cdot \left(1 + \frac{a_1 + a_2}{100} \right),$$

де складниками на видатки (амортизацію, обслуговування й експлуатацію) відповідно є:

O — видатки на устаткування;

$П$ — на технологічні пристрої;

I — на інструмент;

M — видатки на матеріал, які припадають на одну деталь з урахуванням витрат на їх рециркуляцію та утилізацію;

E — вартість усіх видів енергоносіїв та допоміжних матеріалів, які припадають на одну деталь з урахуванням витрат на їх рециркуляцію та утилізацію;

$З$ — заробітна плата;

a_1 — нарахування на видатки за заробітною платнею на соціальні потреби, %;

a_2 — накладні витрати, що нараховуються на витрати за заробітною платнею, %.

Рівень собівартості також порівнюють між двома варіантами проєктованої технології за її абсолютною чи відносною зміною.

Допоміжні показники розподіляють на дві групи: техніко-економічні та технічні. До першої групи відносять такі показники: відносна трудомісткість заготовительних робіт; відносна трудомісткість процесу виготовлення за видами робіт; питома трудомісткість виготовлення виробу та інші.

Група допоміжних технічних показників розподіляється на ряд підгруп. Перша підгрупа характеризує уніфікацію конструкції. До показників цієї підгрупи відносять такі коефіцієнти: уніфікація виробу; уніфікація складальних одиниць виробу; уніфікація деталей виробу; уніфікація конструктивних елементів тощо.

Друга підгрупа характеризує витрати матеріалу, вона складається з таких показників: маса виробу; питома матеріалоемність виробу; коефіцієнт використання матеріалу тощо.

Третя підгрупа складається з показників, які характеризують обробку: коефіцієнт точності обробки; коефіцієнт шорсткості поверхні [6].

Крім того, у кваліфікаційній роботі пропонують розрахувати також і допоміжні кількісні показники.

Коефіцієнт завантаження обладнання —

$$\eta_z = \frac{O_p}{O_n},$$

де O_p і O_n – відповідно розрахована й принята кількість верстатів.

Коефіцієнт використання матеріалу —

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_d}{m_z(1 + \Delta_z/100)},$$

де m_d – маса деталі, кг;

m_z – маса заготовки, кг;

Δ_z – коефіцієнт, який враховує можливі відходи в процесі виробництва заготовки, наприклад, за умов обробки напівфабрикатів він становить 0...20% від маси заготовки.

Рівень технологічності за матеріаломісткістю визначають за формулою

$$K_{\text{рм}} = \left(1 - \frac{K_{\text{вмб}}}{K_{\text{вмн}}}\right) \cdot 100\% \quad \text{або} \quad K_{\text{рм}} = \left(1 - \frac{m_{\text{зн}}}{m_{\text{зб}}}\right) \cdot 100\%,$$

де $K_{\text{вмб}}$ і $K_{\text{вмн}}$ – коефіцієнти використання матеріалу для нового й базового варіантів заготовки відповідно;

$m_{\text{зб}}$ і $m_{\text{зн}}$ – маси базового й нового варіантів заготовки відповідно.

6. Аналіз існуючого технологічного процесу, пошук шляхів його вдосконалення.

Під час написання кваліфікаційної роботи аналізують існуючий технологічний процес виготовлення аналогічних виробів (деталей) на основі матеріалу, зібраного в процесі проходження переддипломної практики на діючому виробництві. Результатом аналізу є конкретні пропозиції, направлені:

– на підвищення технічного рівня виробництва;

- покращення техніко-економічних показників;
- покращення експлуатаційних характеристик виробів;
- зниження собівартості виробу;
- механізацію й автоматизацію технологічних процесів;
- зниження трудомісткості та мінімізація ручної монотонної праці;
- підвищення комфортності праці.

У процесі розробки технологічного процесу для заданих умов виробництва використовують як технічні рішення, вже застосовні у базовому процесі, так і додаткові рішення, які дають можливість реалізувати висунуті пропозиції та раціоналізувати технологічні операції.

7. Вибір методу одержання заготовки шляхом вивчення властивостей матеріалу й конфігурації деталі, з'ясування можливості зміни існуючого методу одержання заготовки відповідно до нових умов виробництва; визначення розмірів заготовки, розробка її креслення; визначення коефіцієнта використання матеріалу й пошук шляхів його збільшення.

Вибрати заготовку — означає встановити метод її одержання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на неточність виготовлення. На вибір способу одержання заготовки впливають такі фактори: вид, марка, фізико-механічні та технологічні властивості матеріалу, з якого має бути виготовлений виріб; програма випуску виробів; тип виробництва; розміри й конструктивні форми виробу; характер обладнання та виробничі можливості заготівельних цехів.

Загальні рекомендації щодо вибору заготовок спрямовані на забезпечення найбільш економного використання матеріалу, мінімальної трудомісткості одержання заготовки і можливість зниження трудомісткості виготовлення самої деталі. На практиці це реалізується максимальним наближенням форми і розміру заготовки до форми і розмірів готової деталі. Також слід пам'ятати, що підвищення точності розмірів заготовки і виготовлення її більш складної форми здебільшого призводить до підвищення собівартості заготовки, особливо в дрібносерійному та одиничному виробництвах.

Під час виконання кваліфікаційної роботи доцільно провести аналіз та порівняння класичних і передових методів одержання аналогічних заготовок та запропонувати найбільш раціональний.

8. Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі.

8.1. Аналіз точності методів обробки — вибір методів обробки та їх кількості для кожної поверхні деталі на підставі даних про точність та шорсткість поверхонь і характеристик методів обробки.

Точність виготовлення — ступінь наближення дійсних значень геометричних і інших параметрів деталей і виробів, які задані в кресленнях. Збільшення точності виготовлення деталей призводить до збільшення вартості обробки,

зниження продуктивності верстата тощо. Точність розмірів у машинобудуванні задається квалітетами, кожен з якого характеризується певними допусками для вала й отвору та забезпечується різними способами обробки різанням. Співвідношення квалітетів та видів обробки описано в [7].

Ступінь точності вимірювання залежить від точності й чутливості вимірювального інструмента, визначеного методу вимірювання, температури деталі, кваліфікації робітника.

Якість поверхні залежить від властивостей оброблюваного матеріалу, інструмента для оброблення, режиму різання, застосування мастильно-охолоджувальних рідин, способу й виду обробки. Якість поверхні характеризується шорсткістю, тобто величиною впадин і гребенів, які залишає на поверхні деталі інструмент та які після чорнової обробки помітні неозброєним оком, а після чистової — у разі збільшення під мікроскопом.

Шорсткість поверхні — сукупність нерівностей, що утворюють рельєф поверхні деталей у межах розглянутої ділянки, довжину якої вибирають залежно від характеру поверхні, вона має дорівнювати базовій довжині. До основних факторів, що впливають на шорсткість поверхні, відносять: склад, структуру й механічні властивості оброблюваного матеріалу, геометрію та ступінь зносу різального інструмента, режими різання, жорсткість системи «верстат–пристрій–інструмент–деталь», кількість, якість та спосіб підведення мастильно-охолоджувальної рідини.

Метод обробки деталі та кількість операцій обирають на підставі даних про точність та шорсткість поверхонь, що обробляються.

8.2. Визначення основних і допоміжних операцій, визначення кількості й порядку операцій, попередній вибір обладнання.

Технологічна операція — це сукупність елементарних процесів взаємодії оброблюваного матеріалу та інструмента (устаткування), що оброблює, у результаті якої одержують певний стан оброблюваної заготовки (деталі).

Під час розробки технологічного процесу необхідно сформулювати назву операцій, переходів і позицій.

Вибір верстата для певної операції визначають за такими критеріями:

- відповідність виду обробки;
- забезпечення виконання технічних вимог до деталі стосовно точності її розмірів, форми, шорсткості поверхні;
- узгодженість робочого простору верстата з габаритними розмірами оброблюваної заготовки;
- продуктивність верстата — здатність до виконання виробничої програми;
- відповідність кінематичних характеристик верстата необхідним режимам обробки за числом обертів шпинделя, подачею та потужністю;
- завантаженість верстата відповідно до його рекомендованого режиму експлуатації;

- мінімальна собівартість обробки;
- вартість верстата, ступінь складності його налагодження та габаритні розміри.

8.3. Визначення стратегії контролю в маршрутній технології, призначення методів контролю.

Система контролю — це комплекс організаційних і технічних заходів для запобігання випуску виробів, не відповідних технічним умовам.

У процесі розробки системи контролю встановлюють:

- параметри контролю;
- послідовність виконання контрольних операцій;
- види контролю;
- методи і засоби контролю;
- документацію технічного контролю.

Виділяють два напрями контролю:

1) *статистичний* — фіксує якість виготовлених виробів, яку можна визначити перевіркою лінійних, електричних, фізичних параметрів, а також спеціальних параметрів, що характеризують точність і надійність роботи виробів;

2) *профілактичний* — передбачає перевірки, які попереджують випуск бракованої продукції. До них відносять:

- вхідний контроль деталей та інших елементів, що надійшли на складання;
- поопераційний контроль кожної складальної одиниці, який дає можливість виявити стадії складання, на яких утворюється брак;
- контроль технологічного оснащення на робочих місцях;
- контроль режимів виконання операцій, у тому числі режимів природних процесів;
- контроль санітарного стану виробничих приміщень, що важливо у процесі складання приладів високої точності;
- систему державних перевірок засобів вимірювань.

У кваліфікаційній роботі необхідно вказати елементи та параметри контролю, а також місце контрольних операцій у технологічному процесі.

9. Розробка операцій (операції) технологічного процесу.

Цей пункт кваліфікаційної роботи виконують за узгодженням з науковим керівником, вміст якого такий:

1) розрахунок припусків на механічну обробку та проміжних (операційних) розмірів для кожної поверхні;

2) призначення встановлювальних і вимірювальних баз (розробка операційних ескізів заготовки з налагодженням, схеми закріплення в пристрої відповідно до призначеного комплекту баз);

3) вибір технологічного пристрою або формулювання завдання на його проектування;

4) вибір різального інструмента;

5) призначення (розрахунок) режимів різання;

- 6) вибір вимірювального й допоміжного інструменту;
- 7) остаточний вибір устаткування й уточнення режимів різання;
- 8) нормування операцій, визначення розряду роботи.

10. Розрахунок потрібної кількості матеріалу для забезпечення програми випуску.

У процесі виготовлення виробів і деталей додатково витрачається матеріал на таких стадіях виробництва:

- під час одержання заготовок;
- у процесі механічної обробки;
- у серійному виробництві під час запуску чергової партії на налагодження технологічного процесу;
- під час проведення контрольних-вибіркових випробувань, коли один виріб із партії доводять до руйнування з подальшим дослідженням для оцінювання стабільності технологічних процесів;
- у разі браку на різних стадіях виробництва.

Необхідну масу матеріалу для виконання річної програми визначають такими коефіцієнтами:

- КВМ – коефіцієнт використання матеріалу —

$$КВМ = \frac{m_3}{m_{заг}},$$

- КВТ – коефіцієнт вагової точності у механічно оброблювальному виробництві —

$$КВТ = \frac{m_{дет}}{m_3},$$

- КВМ_{техн}, КВМ_{вироб} – відповідно технологічний і виробничий коефіцієнти використання матеріалу — $КВМ_{техн} = КВМ \cdot КВТ = \frac{m_{дет}}{m_{заг}},$

$$КВМ_{вироб} = КВМ_{техн} \left(1 - \frac{\beta}{100}\right).$$

У розрахунку коефіцієнтів використання матеріалів застосовано такі позначення:

- m_3 – маса заготовки, кг;
- $m_{заг}$ – маса матеріалу, використаного для одержання заготовки, кг;
- $m_{дет}$ – маса деталі, кг;
- $\beta = 1 \dots 3\%$ – величина витрат на налагодження обладнання, контрольні-вибіркові випробування і можливий брак, %.

11. Визначення потрібної кількості обладнання й коефіцієнта його завантаження, уточнення типу виробництва.

Розрахунок необхідної кількості обладнання визначають за формулою

$$O_p = \frac{t_{шти} П_В}{60 \Phi_d} = \frac{t_{шти}}{\tau},$$

де $t_{шти}$ – норма часу виконання даної операції на одну деталь, хв.;

$П_В$ – виробнича програма, шт./рік;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год/рік;

τ – такт випуску виробів.

Якщо розрахункова кількість обладнання дещо більша цілого числа, наприклад 1,10 чи 3,15, то доцільно провести організаційно-технічні заходи з метою зменшити $t_{шти}$ настільки, щоб O_p була менша цілого числа, наприклад 0,95 чи 2,90 відповідно.

Прийняту кількість обладнання O_p визначають округленням розрахункової кількості до більшого цілого числа.

Ступінь використання обладнання за часом визначають коефіцієнтом завантаження обладнання та розраховують за формулою

$$\eta_z = \frac{O_p}{O_p} \cdot 100\%, \text{ тобто}$$

чим більший цей коефіцієнт, тим ефективніше використовується обладнання.

12. Розрахунок кількості основних робітників, визначення їх спеціальності та розряду.

Чисельність робітників визначають трудомісткістю, а також нормами виробітку, обслуговування або робочими місцями. Зазвичай чисельність основних робітників визначають за формулою

$$Ч_{ор} = \frac{T_{пл}}{K_{вн} \Phi_{рч пл}},$$

де $T_{пл}$ – планова технологічна трудомісткість виробничої програми, год;

$K_{вн}$ – плановий коефіцієнт виконання робітниками норм виробітку;

$\Phi_{рч пл}$ – плановий корисний фонд робочого часу одного робітника, год.

Чисельність основних робітників, необхідних для обслуговування агрегатів, апаратів, машин, наявних в експлуатації, визначають за нормами обслуговування:

$$Ч_{обс} = \frac{O_{обс} K_{обл}}{N_{обс}} N_{зм},$$

де $O_{обс}$ – облікова кількість обслуговуваного обладнання або інших об'єктів обслуговування, шт.;

$K_{обл}$ – коефіцієнт переведення явочної кількості робітників в облікову;

$N_{обс}$ – норма обслуговування, тобто кількість устаткування, обслуговуваних одним робітником, шт.;

$N_{зм}$ – кількість змін на добу.

13. Розрахунок організаційно-технічних заходів щодо обслуговування робочих місць, а саме вибір способів прибирання відходів; вибір методів охолодження під час обробки, типу мастильно-охолодних рідин і способів їх подавання в зону різання; розрахунок потрібної кількості різального інструмента для виконання виробничої програми; розрахунок необхідної кількості вимірвальних засобів; вибір і розрахунок потрібної кількості транспортних засобів, завантажувально-розвантажувальних, перевантажувальних та накопичувальних пристроїв.

2.5. Спеціальний розділ

Означений розділ — найбільш творчий, в якому студент розкриває особливості дослідження вузького питання у рамках теми роботи. У цьому розділі автор викладає результати, новизну власних, одержаних під час роботи досліджень. Саме тут можуть формуватися наукова та практична новизна кваліфікаційної роботи.

Результатом виконання спеціального розділу доцільно вважати:

- нові методи проектування, розрахунку властивостей, випробування літальних апаратів різних класів, у тому числі комп'ютерно-інтегровані;
- фізичні моделі літальних апаратів і їх систем;
- впровадження нових передових технологій виготовлення деталей та виробів ракетно-космічної техніки, а також сучасних матеріалів зі спеціальними властивостями;
- розроблення та впровадження систем технологічних процесів і оснащення для виробництва деталей складної форми із високоміцних і спеціальних матеріалів;
- методи та засоби утилізації відходів і виробів, непридатних до використання тощо.

Завдання до спеціального розділу магістр формулює з науковим керівником, виходячи зі своїх інтересів щодо теми кваліфікаційної роботи.

2.6. Охорона праці

У процесі виробничої та науково-дослідної діяльності невід'ємним чинником є охорона праці: забезпечення виробничої санітарії, техніки безпеки, протипожежної безпеки тощо.

Розділ охорони праці умовно складається з двох частин. Спочатку аналізують можливість небезпечних, шкідливих факторів, які виникають на виробництві у процесі реалізації обраного проєкту. Далі, спираючись на нормативні документи з безпеки праці, розробляють заходи щодо усунення можливих шкідливих та небезпечних впливів технологічного процесу.

Розділ охорони праці зазвичай виконують під керівництвом науково-педагогічних працівників кафедри безпеки життєдіяльності.

2.7. Висновки

Висновки є підсумком виконання кваліфікаційної роботи, тобто вони мають вміщувати наукову та практичну цінності роботи, найбільш значущі її результати. Усі висновки мають бути пов'язані між собою, відображати досягнення мети роботи через виконання окремих задач, аргументовано підкріплюватися, не допускаючи їх суперечливості і неоднозначності.

Висновки не мають містити питань, детально не досліджених у роботі, а також нових гіпотез.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи має бути оформлена відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» та публічно захищена.

Роботи слід оформляти на аркушах формату А4 (210 мм x 297 мм) з книжковою орієнтацією друкованим способом на комп'ютері у редакторі Microsoft Word. Вимоги до набору тексту:

- розміри берегів: ліворуч – 30 мм; праворуч; знизу, зверху – 20 мм.
- шрифт – Times New Roman;
- розмір шрифту – 14;
- міжрядковий інтервал – одинарний;
- відступ абзацу – 1,25 (допускається 1,27);
- розстановка переносів – автоматична;
- кожен розділ починати з нової сторінки та нумерувати арабською цифрою;
- назви розділів – вирівнювати по центру, текст напівжирний; між номером та назвою розділу (пункту, підпункту) крапку не ставити;
- відстань між назвою розділу та основним текстом – 2...3 інтервали;
- пункти та підпункти мають продовжувати текст розділу, нумерація – в межах розділу, наприклад «1.4 Четвертий пункт першого розділу». Не слід розміщати наприкінці сторінки їх назву, якщо далі можна вмістити менше трьох рядків основного тексту;
- відстань перед назвою пункту, підпункту та після – 2...3 інтервали;
- вирівнювати пункти, підпункти й основний текст – за шириною;
- вимоги й приклади оформлення таблиць та рисунків дивитись у додатку 4, нумерувати в межах розділів;
- формули створювати за допомогою редактора формул та нумерувати у межах розділу.

Сторінки слід нумерувати наскрізно, починаючи з першого (титульного) аркуша. Нумерацію проставляти в нижньому правому куті арабськими цифрами без крапки, починаючи з реферату (орієнтовно 5-та сторінка).

Текст роздруковувати на одній сторінці аркуша. За необхідності графіки та рисунки роздруковувати на кольоровому принтері.

Підготовка та захист кваліфікаційної роботи

Захист кваліфікаційної роботи відбувається публічно перед державною екзаменаційною комісією (ДЕК), до складу якої входить представник іншого закладу вищої освіти або підприємства авіаційної та ракетно-космічної галузі – голова – та науково-педагогічні працівники кафедри.

Процедура захисту така:

1. Секретар державної екзаменаційної комісії оголошує виконавця, назву роботи, наукового керівника, рекомендовані оцінки керівника та рецензента.
2. Доповідь студента про вміст роботи – 5...10 хвилин.
3. Відповіді виконавця роботи на запитання членів ДЕК та присутніх на захисті.
4. Після наради ДЕК виставляє оцінки, присвоює кваліфікацію, видає дипломи ординарні чи з відзнакою залежно від рівня виконання роботи, активності студентів у всеукраїнських і міжнародних наукових конкурсах та науковій діяльності, а також надає рекомендації щодо вступу до аспірантури найкращих, найяскравіших, найталановитіших під час навчання та захисту. Рішення ДЕКу заносять до протоколу засідання щодо захисту кваліфікаційних робіт.

Для розкриття своїх знань, навичок та умінь перед екзаменаційною комісією треба сумлінно підійти до підготовки доповіді та презентаційного матеріалу до захисту.

Доповідь – це публічне повідомлення основних результатів кваліфікаційної роботи. Під час написання слід враховувати час доповіді та повноту поданої інформації щодо одержаних особисто результатів. Крім того, доцільно паралельно формувати презентаційний матеріал за допомогою програми Microsoft PowerPoint.

Структура доповіді та, відповідно, презентаційного матеріалу може відрізнятися від структури самої роботи.

Презентацію та доповідь доцільно структурувати у такий спосіб:

1. Представлення автора і роботи, а саме назва роботи, прізвище й ініціали виконавця та його наукового керівника, кафедра, на якій виконано роботу.
2. Обґрунтування актуальності роботи, чітке формулювання мети виконання роботи, об'єкта та предмета дослідження.
3. Задачі та завдання до виконання кваліфікаційної роботи.
4. Висвітлення методів та результатів розв'язання кожної із задач роботи. Усі запропоновані рішення мають бути обґрунтовані, підтверджені загальновідомими аксіомами, методологіями тощо.
5. Підбиття підсумків виконання роботи – висновки, до яких включити наукову та практичну цінність роботи.

У доповіді важливо підкреслити результати, одержані автором самостійно у процесі дослідження, спрямованість проведеної роботи на одержання реальних практичних рекомендацій.

Приклад оформлення реферату

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 110 с., рис. 44, табл. 6, джерел 27, додатків 3.

Об'єкт дослідження: конструкція стенда для складання космічного апарата класу мікросупутник.

Мета виконання роботи: розробка стенда для складання космічного апарата класу мікросупутник, якому властива підвищена універсальність, що дозволяє встановлювати на собі платформи космічного апарата різного виконання.

Методи дослідження: комп'ютерне та математичне моделювання методом ітерацій.

Одержані висновки та їх новизна: Розроблений складальний стенд має винахідницький рівень, оскільки виявляє нові, у порівнянні з відомими пристроями, властивості. Відповідні технічні результати полягають в такому: стенд виконує функції транспортного засобу; існує можливість обертання виробу навколо поздовжньої осі, що забезпечує абсолютну доступність до його елементів з усіх боків; стенд являє собою повністю розбірну конструкцію; за притаманної їй стійкості та доступності стенд займає мінімум площі робочого приміщення. Основними перевагами конструкції стенда можна вважати його конструктивну простоту, широкий спектр доступних матеріалів, з яких можна виготовляти пристрої, змінювані вузли кріплення, можливість зміни габариту робочої зони. Наведені аргументи свідчать про можливість ефективного використання винаходу в промисловості і техніці. Результати дослідження можуть бути застосовні у проєктуванні конструкції космічного апарата класу мікросупутник.

Ключові слова: СКЛАДАЛЬНИЙ СТЕНД, КОНСТРУКЦІЯ, КОСМІЧНИЙ АПАРАТ, МІКРОСУПУТНИК.

Приклад оформлення таблиць та рисунків відповідно до ДСТУ 3008-2015

Цифрові дані пояснювальної записки оформлюють у вигляді таблиць, наприклад:

Таблиця 2.4 – Четверта таблиця другого розділу

Голо- вка				

Заголовки граф
Підзаголовки граф
Рядки (горизонтальні рядки)

Боковик
(графа для за-
головків ряд-
ків)

Графи (колонки)

Дозволено використання розміру шрифту – 12.

До рисунків відносять ескізи, діаграми, графіки, схеми, фотографії, рисунки, креслення тощо.

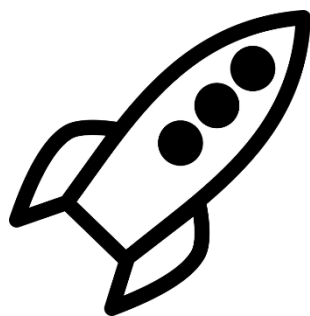


Рисунок 3.2 — Ракета (другий рисунок третього розділу)

Рисунки та таблиці наводять одразу після тексту, де вперше посилаються на них, або якнайближче до посилання на наступній сторінці. Нумерацію виконують в межах кожного розділу, при цьому перша цифра вказує на номер розділу або букву додатку, а друга – порядковий номер рисунка чи таблиці у цьому розділі (додатку). Назву рисунка (таблиці) друкують з великої літери, вона має відображати його зміст. Назву рисунка вирівнюють по центру, а назву таблиці – по ширині.

Перед та після рисунка (таблиці) слід залишати один вільний рядок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крушельницька, О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. / О. В. Крушельницька — Київ: Кондор, 2006. — 206 с.
2. Основи методології та організації наукових досліджень: навч. посіб. / за ред. А. Є. Конверського. — Київ: Центр учбової літератури, 2010. — 352 с.
3. Мокін, Б. І. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. — Вінниця: ВНТУ, 2014. — 180 с.
4. Ткачов, Ю. В. Проектування технологічних процесів обробки матеріалів та їх техніко-економічне обґрунтування: навч. посіб. / Ю. В. Ткачов, Ю. М. Сташок. — Дніпро: РВВ ДНУ, 2008. — 168 с.
5. Ткачов, Ю. В. Технологічні основи вибору обладнання машинобудівних цехів: навч. посіб. / Ю. В. Ткачов, Є. О. Джур, Є. Ю. Ніколенко. — Дніпро: РВВ ДНУ, 2006. — 136 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Уклад. Н.В. Ліщенко — Одеса: ОНАХТ, 2013. — 48 с.
7. Методологія визначення параметрів і умов механічної обробки матеріалів: навч. посіб. / Дідик Р. П., Ткачов Ю. В., Олейниченко В. Г., Мелещик В. А., Савостенко А. В. — Дніпро: НГУ, 2005. — 164 с.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Розділ 1. Основні положення щодо кваліфікаційної роботи.....	3
Розділ 2. Змістова частина кваліфікаційної роботи.....	9
2.1. Вступ.....	9
2.2. Загальний розділ.....	9
2.3. Проектно-конструкторський розділ	12
2.4. Організаційно-технологічний розділ	13
2.5. Спеціальний розділ	25
2.6. Охорона праці.....	25
2.7. Висновки	25
Додатки	26
Додаток 1. Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки	26
Додаток 2. Підготовка та захист кваліфікаційної роботи	27
Додаток 3. Приклад оформлення реферату	28
Додаток 4. Приклад оформлення таблиць та рисунків відповідно до ДСТУ3008-2015	29
Список використаної літератури.....	30

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ НАСТАНОВИ ДО НАПИСАННЯ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ
134 АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА**

Укладачі:

канд. техн. наук, доц. **Ю. В. Ткачов**

канд. техн. наук **З. В. Сазанішвілі**

ст. викл. **В. В. Бєліков**

Техредактор Т. І. Севаст'янова

Підписано до друку 25.06.2021. Формат 60x84/16 Папір друкарський.
Друк плоский. Ум. друк. арк. 2,0. Ум. фарбовідб. 2,0. Обл.-вид. арк. 2,3.
Тираж 20 пр. Зам. №162.

РВВ ДНУ, просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49010.

ПП «Ліра ЛТД», вул. Наукова, 5, м. Дніпро, 49107

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру серія ДК №6042 від 26.02.2018 р.