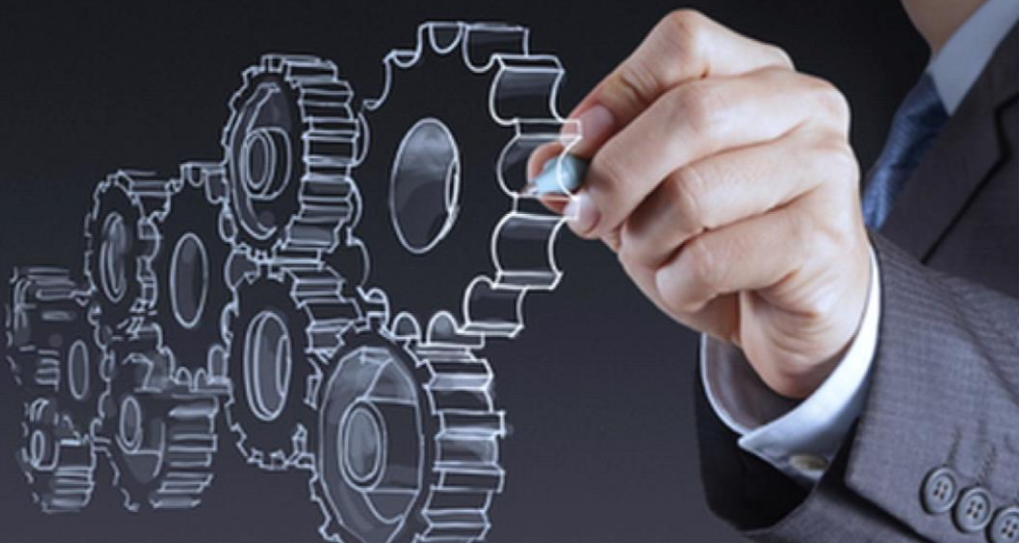




МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
для студентів спеціальностей «Галузеве машинобудування»
та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»



Хмельницький національний університет

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

*Методичні вказівки до виконання курсового проекту
для студентів спеціальностей «Галузеве машинобудування»
та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*

*Затверджено на засіданні кафедри
машин і апаратів, електромеханічних
та енергетичних систем.
Протокол № 1 від 04.09.2018*

Хмельницький 2018

Методологія та організація наукових досліджень : методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу для студентів спеціальностей «Галузеве машинобудування» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Г. М. Драпак, В. С. Неймак, Т. П. Романець. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 26 с.

Укладачі: Драпак Г. М., канд. техн. наук, проф. ;
Неймак В. С., ст. викл. ;
Романець Т. П., канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск: Поліщук О. С., канд. техн. наук, доц.

Редактор-коректор: Яремчук В. С.

Технічне редагування і верстка: Карпанасюк В. П.

Макетування здійснено редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1). Підп. 31.10.2018. Зам. № 79е/18, електронне видання, 2018.

Наукові дослідження – це творчий процес, спрямований на встановлення чогось нового, раніше невідомого. Тому в багатьох склалася думка, що наукові дослідження не можна планувати, а їхні результати неможливо прогнозувати. Однак, розвиток науки в передових країнах у тій або іншій мірі планується й організовується. Це викликано багатьма причинами.

По-перше, одержання наукової інформації і проведення досліджень на сучасному рівні вимагає значних матеріальних витрат, що навіть для найбільш розвинутих країн складають істотну частку їхнього бюджету, а слабо-розвиненим в економічному відношенні країнам вони просто не під силу.

З середини ХХ ст. витрати на наукові дослідження подвоєвалися кожні 15 років, що стало непосильним для людства, тому виникла необхідність планування науки і скорочення найбільш дорогих програм (СОІ, космічні дослідження, розробка ядерних озброєнь і т.п.), а також до інтеграції, об'єднання декількох країн для вирішення найважливіших проблем (створення термоядерних установок, систем космічної навігації і зв'язку, інформаційних систем).

Плани наукових досліджень, як правило, містять формулювання перспективних напрямів, цілей досліджень і черговості досягнення результатів. Плани повинні бути досить гнучкими, щоб давати можливість їхньої корекції залежно від отриманих на попередніх етапах результатів. Природно, що легше планувати результати прикладних досліджень, ніж фундаментальних.

Добре розроблений план допомагає правильно організувати роботу наукових колективів, раціонально перерозподілити науковців і сконцентрувати фінансово-матеріальні ресурси на найважливіших напрямках.

У навчальний план підготовки фахівців спеціальностей «Галузеве машинобудування» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; спеціалізації: «Машини та апарати легкої промисловості»; «Мехатроніка та робототехніка в галузі»; «Енергетичний менеджмент»; «Електропобутова техніка» включено курсовий проект з курсу «Методологія та організація наукових досліджень».

Курсове проектування – це творча, самостійна робота, під час якої студенту необхідно показати вміння вирішувати інженерні задачі, користуватись науково-технічною літературою, математичними методами, обчислювальною технікою.

Проект вважається виконаним, коли пояснювальна записка і весь графічний матеріал оформлені відповідно до вимог діючих стандартів.

Відповідальність за правильність прийнятих рішень, обґрунтувань, розрахунків та якість оформлення несе студент – автор проекту.

1 ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Задачі курсового проектування

Курсовий проект є підсумковим контрольним етапом державної атестації студента при вивченні курсу «Методологія та організація наукових досліджень». Проектування дозволяє вирішити такі задачі:

- систематизувати, закріпити і розширити теоретичні і практичні знання зі спеціальності та, у підсумку, закріпити вміння використовувати ці знання при вирішенні інженерних та наукових задач;
- розвинути навички самостійної роботи з оволодіння методикою аналітичного дослідження та експериментування при вирішенні проблемних питань в галузях промисловості;
- виявити здатність магістрантів вирішувати виробничі задачі, пов'язані з модернізацією машин, вміння оцінювати надійність обладнання.

На стадії курсового проектування важливо навчити студентів вирішувати як питання проектування, розробки нового та модернізації існуючого обладнання галузі, так і вирішувати комплексні задачі, пов'язані з проектуванням виробничих технологічних потоків з виготовлення виробів легкої промисловості, де поряд зі знанням обладнання, необхідно вміти якісно орієнтуватися в питаннях технологічного та технічного забезпечення сучасного виробництва.

1.2 Орієнтовна тематика курсового проектування

Тематика курсових проектів з курсу «Методологія та організація наукових досліджень» повинна бути актуальною, відповідати вимогам сучасного виробництва та за своїм змістом відповідати спеціальностям «Галузеве машинобудування» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тематика курсових проектів формується з четвертого курсу та стає основою для НДРС та курсового проекту з курсу РКТМ.

Теми курсових проектів розробляють за наступними напрямками:

- проектування принципу нової конструкції для нового технологічного процесу (з можливістю використання в навчальному процесі);
- проектування принципу нової конструкції для існуючого технологічного процесу (з можливістю використання в навчальному процесі);
- конструювання на основі базової моделі з внесенням значних змін в конструкцію з метою надання виробу нових або додаткових функцій;
- конструкторська доробка існуючого зразка (прототипу) з внесенням великих змін в конструкцію для поліпшення його характеристик (модернізація);
- організація виробничого процесу в умовах конкретних виробництв (адаптація виробничих приміщень під нове обладнання, технологічні процеси; обслуговування обладнання, забезпечення санітарно-гігієнічних норм виробництва);

– спеціальні теми, з обов’язковим затвердженням структури дипломного проекту на засіданні кафедри.

Головною вимогою до тематики проектів є реальність проблеми, що розглядається – це вказує на рівень зв’язків кафедри з виробництвом і повноцінного використання баз виробничих практик.

Шаблонність завдань знижують якість інженерної підготовки, відучують студента нетрадиційно мислити і генерувати реальні ідеї. Через те тематика проектування повинна щорічно оновлюватися. Одним з шляхів розширення тематики проектів є підготовка і видача комплексних тем, з одночасним залученням до їх виконання декількох студентів не тільки однієї спеціальності, але і студентів споріднених спеціальностей.

Теми проектів підбирають заздалегідь, в період проходження конструкторсько-технологічної практики, враховуючи актуальність задач конкретного підприємства. Підготовлена тематика після детального обговорення на кафедрі формується у вигляді пропозицій. Студенту надається право вибору теми проекту з тем, запропонованих керівником. Студент також має право вносити свої пропозиції з тематики проектів. Безумовно, це повинно робитись за узгодженням з керівником проекту.

2 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається із пояснювальної записки і графічної частини. Обсяг пояснювальної записки курсового проекту має відповідати кількості запланованих кредитів і не перевищувати 45 с. друкованого тексту.

Структура пояснювальної записки має наступний вигляд:

- титульний аркуш (додаток А);
- зміст;
- вступ;
- основна частина ;
- перелік джерел посилання;
- додатки (за наявності).

У вступі студент має привести аналіз проблеми та постановку задач досліджень курсової роботи та сформулювати актуальність теми (додаток Б).

У першому розділі проводяться інформаційні та патентні дослідження та аналіз результатів аналітичних та експериментальних досліджень.

У другому розділі розробляється математична або фізична модель відповідно до тематики курсового проекту.

Графічна частина курсового проекту складається із трьох аркушів ф. А1 (додаток В):

- 1) актуальність теми. Предмет та об’єкт досліджень. Задачі досліджень;
- 2) інформаційні дослідження та літературні джерела. Патентні дослідження;
- 3) математична модель.

2.1 Вибір теми наукових досліджень. Обґрунтування актуальності теми. Формування задач наукових досліджень

Вибір теми є початковим етапом будь-якого наукового дослідження. Він істотно впливає на тривалість, вартість, глибину подальших досліджень, можливість їх здійснення в конкретному науковому колективі. Точність, тривалість і ефективність вибору теми багато в чому залежить від досвіду і наукової ерудиції виконавця, від рівня і потенційних можливостей творчого колективу, де будуть проводитися дослідження, від значимості теми, фінансових, технічних, організаційних підтримок досліджень і багатьох інших чинників.

У загальному випадку тематика наукових досліджень впливає з державних, галузевих, відомчих планів і завдань з науки і техніки. Самі ж плани і завдання складаються на підставі зустрічних пропозицій наукових колективів або великих учених, а для нових напрямів – на підставі наукових прогнозів (наукового передбачення).

Планування і прогнозування науки (наукових досліджень) на тому або іншому рівні ведеться завжди. Глибина і детальність пророблень залежить від багатьох чинників, наприклад, від типу державної системи (ринкової або з жорстко планованою державною економікою), від рівня, на якому ведеться планування (державний, відомчий, рівень наукової установи), виду досліджень (фундаментальні або прикладні) тощо.

За часом, планування ведеться на період від одного року до п'ятдесяти років. Прогнозування на 15–20 років (середнє значення циклу «дослідження–розробка–виробництво»), рідше – на 40–50 років.

Проблеми прогнозування вивчає нова наука – прогностика. Вона використовує різні методи: екстраполяції, аналогій, експертних оцінок, моделювання.

На рівні творчих колективів, звичайно, провідними ученими формулюються одна або декілька наукових проблем, вирішуваних у цьому колективі.

Проблема – це складний комплекс питань, що вимагають теоретичного, експериментального або практичного дозволу шляхом усунення протиріч і розробки теорій, що задовільно описують досліджувані процеси і результати, що спостерігаються.

Проблема перебуває з наукових завданнях, що охоплюють визначені конкретні напрями досліджень у загальній області, обкресленою проблемою.

Проблема може вирішуватися в рамках докторської дисертації, наукове завдання – у рамках кандидатської.

Якщо проблема, розв'язувана колективом, чітко сформульована, а самий творчий колектив має достатній професіоналізм і технічні можливості, що дозволяють виконати необхідні дослідження, науковець відносно легко може самостійно вибрати тему дослідження.

Вибору теми передують ознайомлення з публікаціями, технічними звітами, аналітичними оглядами й іншими видами інформації в передбачуваній і суміжних областях досліджень. Результати отриманої на цьому етапі інформації корисно обговорити з керівником досліджень або інших відомих учених.

Після попереднього ознайомлення з відомими досягненнями в області досліджень науковець (виконавець, ад'юнкт, аспірант) робить доповідь керівнику і колективу, у якому обґрунтовує постановку завдання й аналізує стан розробок на цей момент. На цьому етапі можна підготувати один–два реферати, провести пошуковий експеримент, проконсультуватися у відомих наукових, навчальних і виробничих колективах.

Обрана тема повинна бути актуальною, науково значимою, відповідати профілю наукового колективу, бути здійсненою в задані терміни. Результати досліджень повинні мати практичну значимість, економічну або соціальну ефективність.

Вплив кожного з перерахованих чинників на вибір теми умовно може бути оцінено бальною шкалою, де кожному чиннику приписується визначений бал. При остаточному виборі теми, з декількох можливих, у цьому випадку робиться експертна оцінка за розробленою бальною шкалою. Перевага віддається тій темі, що набирає найбільший сумарний бал.

2.2 Інформаційний пошук. Обґрунтування мети досліджень. Формування основних науково-дослідних завдань

Після вибору теми приступають до детального вивчення науково-технічної інформації (НТІ) для уточнення теми, обґрунтування мети досліджень, формулювання основних науково-дослідних завдань. Науково-технічна інформація утворюється й аналізується в результаті інформаційного пошуку.

Існує багато джерел одержання науково-технічної інформації: монографії, наукові журнали, збірники наукових праць та інші періодичні видання; патентна документація; рефератні журнали; аналітичні огляди і переклади; інформаційні комп'ютерні мережі. Ефективними формами одержання НТІ є симпозиуми, конференції, семінари, курси, публічні захисти дисертацій, наукові дискусії й інші форми колективного спілкування вчених, на яких подається, обговорюється й аналізується науково-технічна інформація, устанавлюються ділові і творчі контакти.

Розрізняють первинні і вторинні джерела інформації.

Первинними джерелами можуть бути друкарські видання: книги; брошури; статті; нормативно-технічна і патентна документація; промислові каталоги; прейскуранти; інформаційні листки або неопубліковані матеріали: науково-технічні звіти, дисертації, автореферати і т.п.

Вторинні джерела створюються в результаті аналізу та синтезу первинних джерел. До них відносяться: сигнальна інформація; експрес-інформація; реферативні журнали; огляди; переклади. обов'язковим елементом цих інформаційних видань є бібліографічний опис, що містить мінімум зведень про первинне джерело НТІ: заголовок; зведення про автора, назва видавництва; місце і рік видання.

Книги, брошури і статті є найбільш відомими класичними джерелами науково-технічної інформації.

Під книгою розуміють неперіодичне друкарське зброшуроване видання обсягом більш 48 с., що пройшло редакційно-видавничу обробку. Брошура відрізняється від книги меншим обсягом (до 48 с.). Стаття – це повідомлення в періодичних виданнях, присвячене окремому питанню.

Для інформаційного пошуку крім основного тексту друкарського видання важливими є зміст, анотація, висновок, список використовуваних літературних джерел. З цих допоміжних підрозділів звичайно починають ознайомлення з друкарським інформаційним джерелом.

Спочатку уважно аналізують назву видання, його зміст, анотацію, знайомляться з автором. При цьому створюється загальне представлення про місце і важливість видання для здійснюваного інформаційного пошуку, встановлюються основні питання, що висвітлюються в досліджуваному джерелі.

Далі проходить попереднє ознайомлення з основним змістом. На цьому етапі важливо вловити постановку завдання, глибину пророблення, методику досліджень, осмислити отримані результати і коректність висновків.

На другому етапі можна повернутися до найбільш цікавих місць тексту для більш детального вивчення і запам'ятовування необхідної інформації.

Залежно від важливості прочитаного запис може виконуватися в різній формі: виписка (короткий зміст або фрагменти окремих підрозділів, глав, сторінок); анотація (стислий зміст); конспект (докладний зміст).

Найбільш поширеним видом запису є конспект. Це послідовний виклад прочитаного або почутого. У ньому містяться не тільки основні ідеї джерела інформації, але і їхнє обґрунтування, підтвердження цитатами, фактами, цифрами.

Після друкарських видань найбільш відомими первинними джерелами інформації є спеціальні види технічних видань – нормативно-технічна і патентна документація. Патентна документація є сукупністю документів, що містять зведення про винаходи або патенти. Інформація про винаходи буває повною, реферативною або бібліографічною. Повна – це опис винаходів, реферативна – бюлетені патентних відомств, бібліографічна – бібліографічні картки.

Патентна інформація найбільш систематизована, містить зведення про основні досягнення людства за останні 250 років. Світовий патентний фонд нараховує біля 15 млн винаходів. Патентна інформація найбільш достовірна. Кожний патентний опис містить інформацію тільки про один винахід.

Пошук патентної інформації істотно спрощується завдяки введенню Міжнародної класифікації винаходів (МКВ).

Найменш доступними первинними джерелами інформації є інформаційні листки, дисертації, автореферати, науково-технічні звіти. Вони випускаються малими тиражами (від 3-х до 100 екземплярів), у зв'язку з чим, із ними практично можна ознайомитися тільки за місцем роботи автора або шляхом одержання мікрокопій.

Нормативно-технічна документація, промислові каталоги, преїскуранти мають другорядне значення для наукового інформаційного пошуку.

Вторинними джерелами інформації служать спеціальні видання, що містять інформацію в переробленому, узагальненому виді.

Основне призначення сигнальної інформації – оперативне повідомлення про публікації з наступним забезпеченням замовлень на копії. Сигнальна інформація випускається інститутами або центрами науково-технічної інформації (НТІ) і є систематизованими списками бібліографічних описів вітчизняних і закордонних джерел.

Експрес-інформація містить розширені реферати джерел, що надійшли в органи НТІ в рамках місячного терміну.

У реферативних журналах публікуються бібліографічні описи, анотації або реферати первинних джерел, що дозволяє стежити за виходом найбільш цінних видань і ефективно здійснювати інформаційний пошук.

Ознайомлення з друкарськими виданнями в бібліотеці починається з каталогів. Вони бувають алфавітними, алфавітно-предметними і систематичними.

Статті, представлені в рідких виданнях, можна знайти в «Літописі журнальних статей» або в інших бібліографічних покажчиків.

Крім ручного пошуку інформації існують технічні засоби і системи інформаційного пошуку.

Найбільш потужною, сучасною і доступною є міжнародна комп'ютерна інформаційна мережа Інтернет. Обсяг інформації в інтернеті практично необмежений. Крім знайомства з інформацією і її копіювання Інтернет дозволяє обмінюватися інформацією.

При організації інформаційного пошуку важливе значення має систематизація документів. Основа систематизації – індексування документів. Для індексування встановлюються поняття (теми), яким привласнюються індекси (предметні рубрики). Перелік індексів є в задалегідь складених таблицях, словниках або інших носіях інформації.

Пошук робиться за визначеними правилами, за допомогою інформаційної пошукової мови (ПМ). В усіх пострадянських державах прийнятий особливий ПМ бібліотечного-бібліографічного типу, що одержав назву універсальної десятикової класифікації (УДК). УДК складається з основних, допоміжних таблиць і алфавітно-предметного покажчика.

Основна таблиця містить індекси, за допомогою яких матеріал систематизується за змістом. Кожному поняттю (темі), відбитому в основній таблиці відповідає визначений індекс УДК.

Уся сума людських знань ділиться на 10 основних класів: 0 – загальний розділ; 1 – філософія; 2 – релігія; 3 – суспільні науки; 4 – вільний; 5 – математика, природничі науки; 6 – прикладні науки, медицина, техніка; 7 – мистецтво, спорт; 8 – художня література, мовознавство; 9 – географія, біографія, історія.

Кожна наступна цифра, що добавляється до позначення основного відділу, уточнює його. Така побудова індексів дозволяє поділяти саме загальне поняття на вузько спеціальне. Чим більше ступінь дроблення, тим більше число знаків входить в індекс. Для кращої видимості індексу після кожних трьох знаків ставиться крапка. У межах одного поділу індекси розташовуються від загального до часткового.

Поряд з основними індексами в УДК використовуються спеціальні визначники (місця, часу, мови, матеріалу і т.п.), а також різні знаки, що вказують операції.

Знак приєднання (+) вказує, що розглядаються декілька питань рівного значення.

Знак поширення (/) об'єднує поняття, що є суміжними в десятковому ряду УДК.

Знак відношення (:) вказує, що між питаннями є внутрішній зв'язок.

Знак об'єднання (*) приймається при класифікації матеріалів по хімічних сполуках або сплавам.

Усі визначники, ознаки і знаки УДК доводяться в основних і допоміжних таблицях.

2.3 Розробка математичної моделі

У інженерній практиці моделі будуються з метою дослідження закономірностей, які є властиві об'єктам, що нас цікавлять (процесам, явищам). В загальному випадку модель встановлює якісні або кількісні співвідношення між окремими діями або комплексом дій, що визначають співвідношення досліджуваного об'єкта.

Під моделлю тут розуміється деякий об'єкт більш простої в порівнянні з оригіналом (досліджуваним об'єктом, окрім тих ознак та параметрів, вплив котрих повинен бути дослідженим та визначеним). За способом реалізації моделі поділяються на знакові та реальні. Знакові моделі є математичним описом процесу та визначаються у вигляді диференціальних, алгебраїчних рівнянь та інших математичних символів.

Реальні моделі пропонуються в вигляді фізичних об'єктів та поділяються на два види:

– фізичні моделі, що мають однакову фізичну природу з досліджуваним процесом. Результати досліджень на моделі переносяться на оригінал за допомогою методів теорії подібності;

– математичні моделі, що відрізняються за своєю природою від досліджуваного процесу, але мають з ним тотожну знакову модель.

У відповідності з видом реальних моделей розрізняють моделювання фізичне та математичне. В основі фізичного моделювання є теорія подібності, що встановлює умови подібності моделі та оригіналу, дозволяє узагальнювати результати експериментів в безрозмірних критеріях та розповсюджувати знайдені залежності на подібні системи. В фізичних моделях природа моделі та оригіналу не змінюється, відтворюються всі сторони досліджуваного процесу, але реалізація фізичної моделі можлива, якщо в досліджуваного технологічного процесу або апарату може існувати подібна модель.

Під подібною прийнято приймати модель, що відрізняється від оригіналу тільки масштабом вхідних величин, тобто тих, що мають однакову знакову модель в безрозмірній формі.

Теорії подібності присвячується багато робіт, але так як наведено в роботах, для багатьох процесів технологій легкої промисловості побудувати фізичну модель, подібну оригіналу, неможливо, або досить важко.

В останні роки все більше і більше застосування знаходить математичне моделювання, де відмова від однакової природи моделі та оригіналу при збереженні тотожності знакової моделі розширює можливість моделювання. Математичне моделювання дозволяє складний експеримент замінити більш простим за допомогою засобів іншої фізичної природи. До цих засобів відносяться різні пристрої, що реалізують електричні аналогії (електротеплові, електрогідрравлічні та інші), універсальні моделюючі пристрої (електронні обчислювальні машини).

При дослідженні будь-якого процесу методами математичного моделювання необхідно отримати його математичний опис або, як прийнято говорити, математичну модель.

У теорії математичного моделювання об'єкт дослідження зображується у вигляді «чорного ящика» (рисунок 3.1), де відомі входні $X_1...X_n$ – керувані фактори та $Y_1...Y_n$ – вихідні параметри (характеристики цілей дослідження).

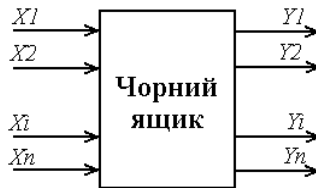


Рисунок 2.1 – Схема «чорного ящика»

Тоді математична модель будь-якого об'єкта дослідження буде представляти собою систему рівнянь виду:

$$(Y, X, a) = 0, \tag{2.1}$$

де X – вектор вхідних дій;

Y – вектор вихідних змінних;

a – вектор параметрів, що характеризують відсутність інформації про об'єкт.

Типових рекомендацій щодо вибору та побудов моделей не існує. Модель повинна відображати найбільш важливі сторони процесу, що досліджується. Другорядні явища, незначні фактори ускладнюють модель та аналітичні дослідження. Модель повинна бути досить простою, наглядною, але головне адекватною, тобто описувати закономірності об'єкта, що вивчається з необхідною точністю.

Вивчити об'єкт найбільш добре можна лише тоді, коли його модель представлена описом фізичної суґи або має математичний вигляд. Наприклад,

при вивчені процесів формування виробів з полімерних матеріалів необхідно знати закономірності їх деформування. Нерідко як модель деформування використовується модель Кельвіна (рисунок 2.2).

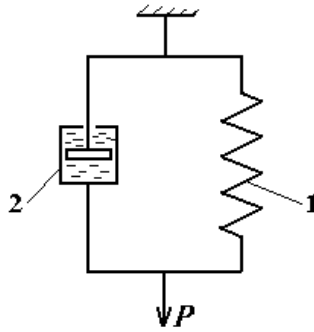


Рисунок 2.2 – Модель Кельвіна

На рисунку 2.2, 1 – пружина, що характеризує пружні властивості тіла, що підпорядковуються закону Гука: величина деформації прямо пропорційна навантаженню P , що характерно для деформування твердих пружних тіл. В'язкі властивості тіла характеризуються рухом поршня 2 в заповненому в'язкою рідиною циліндрі. Деформація в цьому випадку йде повільно, розвивається за часом та підпорядковується закону Ньютона.

При паралельному з'єднанні двох розглянутих елементів отримаємо модель деформування пружно-в'язкого тіла. Математична модель, що відповідає фізичній моделі, може мати вигляд:

$$P = P_{\gamma} + P_B = E_{\gamma}\gamma + \eta \frac{d\gamma}{dt}, \quad (2.2)$$

де P_{γ} та P_B – пружне стискання пружини та в'язкий опір рідини відповідно;

E_{γ}, γ – модуль пружності та відносна деформація пружини;

η – коефіцієнт в'язкості;

$\frac{d\gamma}{dt}$ – швидкість деформування.

Розв'язуючи рівняння 3.2 при початкових умовах $t = 0, \gamma = 0$, отримаємо:

$$\gamma = \frac{P}{E_{\gamma}} \left(1 - e^{-\frac{E_{\gamma}}{\eta} t} \right). \quad (2.3)$$

Отримана залежність у багатьох випадках добре узгоджується з експериментом та дозволяє дослідити закони деформування пружно-в'язких матеріалів, наприклад, полімерних матеріалів у в'язко-текучому стані.

Аналогічно доцільно будувати математичні моделі інших досліджуваних об'єктів. Математична модель може бути задана не тільки рівнянням або системою рівнянь, але й алгоритмом обчислення Y за відомим X та a .

Залежно від виду досліджуваного об'єкта, режиму його роботи, впливу випадкових обурень до математичних моделей пред'являються різні вимоги, але загальна вимога, властива всім моделям, – адекватність моделі досліджуваного об'єкта. Адекватність визначається як різниця:

$$\left[Y^* - Y(x, a) \right] < \Delta, \quad (2.4)$$

де $Y(x, a)$ значення реакції об'єкта для фіксованого значення a та відомого $x = x^*$, отримані шляхом підрахунків;

Y^* – значення реакції об'єкта, отримане експериментальним шляхом при значенні вхідної дії $x = x^*$;

Δ – величина, що характеризує допустиму помилку моделі.

Якщо адекватність математичної моделі лежить в межах 15–20 %, то прийнято вважати, що таку модель можна використовувати для дослідження властивостей та поведінки досліджуваних об'єктів. Зменшуючи діапазон зміни X , можливо збільшувати точність математичної моделі.

На сьогодні моделювання є загальнонауковим методом дослідження різних об'єктів у багатьох галузях науки і техніки, що визначило багатобічність математичних моделей, методів їх побудови та дослідження.

В ряді робіт була здійснена спроба класифікувати математичні моделі, але до теперішнього часу загально прийнятої класифікації немає.

Математичні моделі систем або об'єктів можна розділити на три рівня: мікрорівень, макрорівень і метарівень.

На мікрорівні складають математичні моделі функціонування базових елементів (машин та апаратів). Математичними моделями об'єктів цього рівня як правило є системи диференційних рівнянь. Внутрішніми параметрами тут можуть бути напруження в матеріалі, питомий тиск, геометричні розміри, концентрація, коефіцієнти теплопровідності тощо.

На макрорівні використовуються моделі з зосередженими параметрами. Елементами моделей на макрорівні є об'єкти, які на мікрорівні розглядались як системи. Тут вихідні параметри мікрорівня стають внутрішніми параметрами. Математичними моделями систем макрорівня можуть слугувати системи звичайних диференційних рівнянь, а іноді алгебраїчних і трансцендентних рівнянь.

На метарівні, який іноді називають інформаційним рівнем функціонування системи, зміна стану елементів розглядається як послідовність подій, що відбуваються в дискретні проміжки часу. Дискретне представлення прос-

тору і часу обумовлює дискретність фазових змінних, які характеризують стан елементів. Роль елементів і внутрішніх параметрів виконують системи і вихідні параметри моделей макrorівня. Для побудови математичних моделей метарівня використовуються математична логіка, теорія масового обслуговування, методи теорії автоматичного управління.

Розділення математичних моделей на моделі мікро-, макро- і метарівнів є умовним, на практиці ці рівні можуть поділятися ще на підрівні. На кожному рівні розрізняють математичні моделі елементів і систем. Математичні моделі систем, які отримані безпосереднім об'єднанням математичних моделей елементів в загальну систему рівнянь, іноді називають повними математичними моделями. Розглянуте вище розділення моделей пов'язане з ієрархією рівнів проектування об'єктів.

У подальшому розглядають математичні моделі, що можна розділити на групи.

До першої групи відносяться математичні моделі, параметри котрих змінюються з часом та в просторі. З врахуванням просторових ознак, моделі поділяються на моделі з розподіленими параметрами та на моделі з зосередженими параметрами. Коли основні змінні досліджуваного об'єкта змінюються як за часом так і в просторі, то математичні моделі в такому випадку називаються моделями з розподіленими параметрами та представляються, як правило, диференціальними рівняннями в частинних похідних.

Коли основні змінні процесу не змінюються в просторі, а змінюються лише за часом, то математичні моделі називаються моделями з зосередженими параметрами та пропонуються у вигляді звичайних диференціальних рівнянь.

До другої групи відносяться математичні моделі, що описують невстановлений та встановлений режими роботи модельованих об'єктів, дозволяють розрізняти статичні та динамічні моделі. Статичні моделі описують співвідношення між основними змінними процесу в встановлених режимах, тут в математичному описі відсутній такий параметр як час і воно має вигляд алгебраїчних рівнянь. Динамічні моделі описують зв'язок між основними змінними процесу за часом в перехідних режимах. Математичні моделі динаміки будуються за допомогою диференціальних рівнянь.

До третьої групи відносяться математичні моделі, які характеризують природу процесів, що є в досліджуваному об'єкті. Відрізняються моделі детерміновані та стохастичні (випадкові). Якщо досліджувані процеси характеризуються завданням вектора X , то моделі таких процесів називаються детермінованими. Детерміновані моделі виражають в вигляді диференціальних та інтегральних рівнянь.

Якщо досліджувані процеси за своєю природою випадкові (а в природі всі процеси випадкові), то моделі таких процесів називаються ймовірними. Тут використовують математичний апарат теорії ймовірностей.

До четвертої групи можна віднести математичні моделі, що характеризуються способом їх отримання – формальні та неформальні (теоретичні) математичні моделі.

Теоретичні моделі отримують на основі вивчення фізичних і хімічних закономірностей. Тут структура рівнянь і параметри моделей мають певне тлумачення. Формальні моделі отримують на основі розгляду об'єкта як «чорного ящика». Теоретичні моделі більш універсальні і справедливі для широкого діапазону зміни зовнішніх параметрів. Формальні моделі порівняно з теоретичними більш точні в тих межах, в яких проводились вимірювання, але за цими межами їх точність зменшується.

У формальних математичних моделях структура моделі задається з деяких міркувань, не зв'язаних з суттю фізико-хімічних явищ, що протікають в досліджуваному об'єкті. В цьому випадку модель легко будується, але не дозволяє описувати об'єкт на широкому інтервалі X , Y так як не враховує фізико-хімічні особливості об'єкта. Такі математичні моделі в основному використовуються для оптимізації діючих об'єктів при встановленому режимі його роботи.

Структура неформальних математичних моделей виводиться на основі вивчення фізико-хімічних процесів в об'єкті. Неформальні моделі характеризують поведінку Y та X в широкому діапазоні їх зміни, несуть інформацію про гідродинаміку, фазових станів та конструктивних параметрах об'єкта. Неформальні моделі знаходять широке застосування для оптимального конструювання об'єктів, моделювання та оптимізації процесів. У той самий час такі моделі мають низьку точність, бо важко оцінити всі процеси, що йдуть в об'єкті, складність структури математичної моделі.

До п'ятої групи відносяться математичні моделі, що відрізняються методом отримання – математичні моделі, отримані експериментальним шляхом, та математичні моделі, отримані аналітичним шляхом.

Експериментальний метод побудови математичних моделей дозволяє побудувати порівняно швидко нескладну модель, так як структура моделі вибирається довільно, експеримент можна провести на діючій установці, легко визначити параметр a .

Подібна математична модель дійсна тільки для того об'єкта, на якому проводився експеримент, параметр a не має фізичного змісту. Такий метод використовується, як правило, для побудови формальних математичних моделей.

Аналітичний метод побудови математичних моделей використовується при побудові неформальних моделей. Цей метод важкий, але найбільш перспективний, бо дозволяє розповсюдити результати дослідження на одній моделі на інші однотипні об'єкти, всі коефіцієнти в моделі мають фізичне підґрунтя.

Залежно від характеру властивостей об'єкта моделі можна розділити на функціональні і структурні. Функціональні моделі відображають процеси функціонування об'єкта. Ці моделі часто складаються у вигляді системи рівнянь. Структурні моделі можуть мати форму матриць, графів, списків векторів і виражати взаємне розташування елементів у просторі, наявність безпосередніх зв'язків між елементами у вигляді каналів, транспортерів, провідників,

трубопроводів і т.п. Структурні моделі використовуються в тих випадках, коли задачі структурного синтезу рішення, абстрагуючись від особливостей фізичних процесів в об'єкті.

За формою зв'язків між вихідними, внутрішніми і зовнішніми параметрами моделі можна розділити на моделі у вигляді систем рівнянь – алгоритмічні моделі, і моделі у вигляді явних залежностей вихідних параметрів від внутрішніх і зовнішніх – аналітичні моделі (рисунок 3.3.).

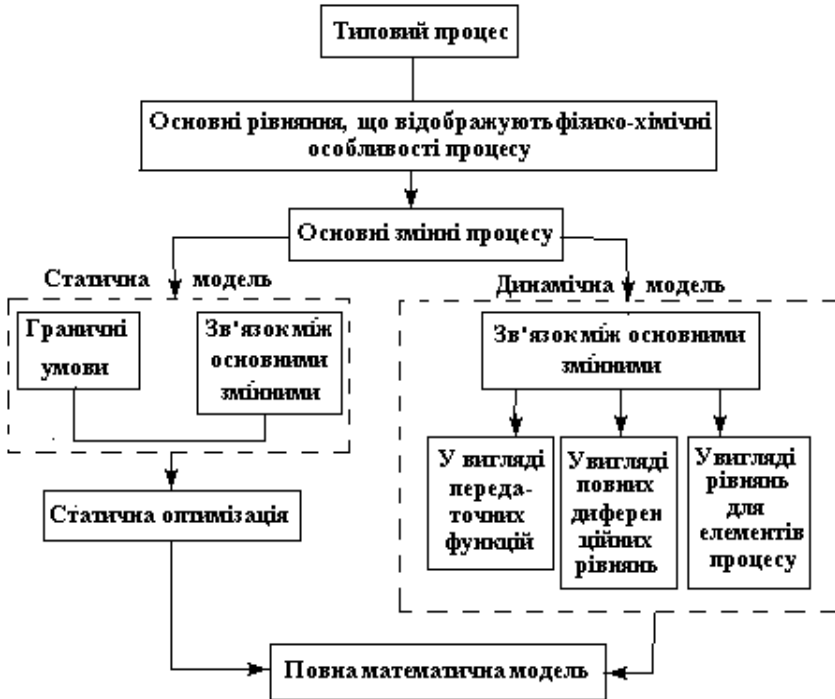


Рисунок 3.3 – Структурна схема математичної моделі.

Динамічні моделі враховують інерційність процесів об'єкта, а статичні моделі її не враховують.

Можна було б продовжити класифікацію математичних моделей за іншими властивостями об'єктів та процесів, що в них протікають, яка була б більш повною, але зміст використаних моделей дозволяє обмежитись перерахованим раніше.

До математичних моделей пред'являють вимоги щодо точності, економічності та універсальності.

Точність математичної моделі – це властивість, яка характеризує ступінь адекватності розрахованих за допомогою моделі параметрів об'єкта істинним

значеннями цих параметрів. Кількісна оцінка точності моделі можлива, але пов'язана з рядом труднощів (наявність кількох параметрів, залежність параметрів від зовнішніх умов функціонування об'єкта, труднощів отримання істинних значень параметрів тощо). Іноді кількісна оцінка точності проводиться в так званих тестових ситуаціях.

Економічність математичних моделей визначається витратами часу (машинного) або кількістю арифметичних операцій, які виконуються при однократній реалізації рівнянь моделі. Показником економічності моделі може слугувати також кількість наявних внутрішніх параметрів. Чим більша кількість таких параметрів, тим більші витрати машинної пам'яті, тим більше зусиль потрібно для отримання інформації про чисельні значення параметрів і їх розсіювання.

Ступінь універсальності математичної моделі визначається її можливістю застосування для аналізу чисельної групи однотипних об'єктів. Використання машинних методів розрахунку стає незручним, якщо в процесі аналізу об'єкта при кожній зміні режиму функціонування потрібна заміна математичної моделі.

Вимоги великої універсальності, високої точності, з одного боку, і високої економічності, з іншого, протилежні.

3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Оцінка за курсовий проект виставляється в результаті його захисту на комісії. Оцінювання відбувається за наступними критеріями: перевіряється знання теоретичного матеріалу дисципліни; якість оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Оцінку *«відмінно»* отримує студент, за глибоке і повне виконання індивідуального завдання, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді, якісне зовнішнє оформлення пояснювальної записки.

Оцінку *«добре»* – за повне виконання індивідуального завдання, володіння понятійним апаратом, орієнтування у вивченому матеріалі, грамотний виклад відповіді, але у зміні та оформленні пояснювальної записки мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку *«добре»* – за правильне оформлення пояснювальної записки та відповідь з двома–трьома суттєвими помилками.

Оцінку *«задовільно»* – який виконав індивідуальне завдання в обов'язку, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає індивідуальне завдання, допускає помилки у відповіді,

вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Таблиця 3.1 – Перехід від вітчизняної шкали оцінювання до європейської (ECTS)

Оцінка ECTS	Бали	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Оцінку *«задовільно»* – за неповне виконання індивідуального завдання, але отримані знання відповідають мінімальним критеріям оцінювання.

Оцінку *«незадовільно»* – якщо студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, індивідуальне завдання виконано неправильно. Як правило, оцінка *«незадовільно»* виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Оцінку *«незадовільно»* – за повне незнання і нерозуміння матеріалу або відмову від відповіді та передбачає повторний захист курсового проекту.

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий коефіцієнт і, додавши всі складові, отримаємо суму балів, які визначають конкретну оцінку ECTS.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Скиба М. Є. Дипломний проект : метод. вказ. для студ. спец. «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування», «Електропобутова техніка» / М. Є. Скиба, С. В. Смутко, В. І. Онофрійчук [та ін.]. – Хмельницький : ХНУ, 2008. – 40 с.

2. Кодекс законів про працю в Україні зі змінами та доповненнями: в редакції Закону № 322-VIII від 10.12.1971 [Електронний ресурс] / ВРУ. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/322-08>

3. Національний стандарт України ДСТУ 4163–2003 «Державна уніфікована система документації. Уніфікована система організаційно-розпорядчої документації. Вимоги до оформлювання документів»: наказ Держспоживстандарту України № 55 від 07.04.2003 [Електронний ресурс] / Держспоживстандарт України. – Режим доступу: <http://dilo.kiev.ua/dstu4163-2003.html>.

4. Захаркевич О. В. Основи наукових досліджень : навч. пасіб. / О. В. Захаркевич, Г. С. Швець, О. М. Сарана. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 223 с.

5. Крутов В. И. Основы научных исследований : учеб. для техн. вузов / В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов [и др.] ; под ред. В. И. Крутова. – М. : Высшая школа, 1989. – 400 с.

6. Текстові документи. Загальні вимоги СОУ 207.01:2017 / Ю. М. Бойко, Г. В. Красильникова, Л. І. Першина, Т.Ф. Косянчук [та ін.]. – 2-ге вид., виправлене. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 45 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А (довідковий)

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО АРКУША

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА)

з _____
Назва дисципліни

на тему: _____

Шифр

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Спеціалізація _____

Студента(ки) _____ курсу, група _____
Шифр

Керівник _____
Посада, вчене звання, науковий ступінь

Підпис

Ініціали, прізвище

Підпис

Ініціали, прізвище

Кількість балів _____

Оцінка за шкалою:

національною _____/ЄКТС _____

Члени комісії:

Підпис, дата

Ініціали, прізвище

Підпис, дата

Ініціали, прізвище

Підпис, дата

Ініціали, прізвище

Хмельницький 201 _____

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка друкується за допомогою комп'ютера на одній стороні аркуша білого паперу ф. А4 (210×297 мм) через 1,5 міжрядкових інтервали. Мінімальна висота шрифту – 14 pt.

Текст пояснювальної записки повинен мати береги таких розмірів: верхній і нижній – не менше ніж 20 мм, лівий – не менше ніж 25 мм, правий – не менше ніж 10 мм

Помилки, описки і графічні неточності, які виявилися в процесі написання пояснювальної записки, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагмента рисунка).

Друковані на ЕОМ програмні документи повинні відповідати ф. А4 (мають бути розрізаними), їх розміщують, як правило, в додатках.

Текст основної частини документа ділять на розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

Назви розділів та підрозділів повинні бути короткими, вони пишуться у вигляді заголовків симетрично тексту, малими літерами (крім першої великої). Заголовки пунктів та підпунктів пишуть з абзацу (відступають від початку тексту 1,5 см) малими літерами (крім першої літери). Переносів слів в заголовках не повинно бути. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох речень, то їх розділяють крапкою. Відстань між заголовками приймають такою, як у тексті документа (півтора міжрядкові інтервали).

Розділи пояснювальної записки, як правило, починають з нової сторінки.

Розділи повинні мати порядкову нумерацію арабськими цифрами без знака «№» в межах всього реферату чи пояснювальної записки та позначатись цифрами без крапки після них. Розділи: зміст, вступ, висновки, перелік джерел посилань та назви додатків не нумеруються.

Підрозділи нумеруються арабськими цифрами в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номерів розділу та підрозділу, розділених крапкою. В кінці номера підрозділу крапка не ставиться. Наприклад: 2.3 – третій підрозділ другого розділу. Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного підрозділу. Наприклад: 1.2.3 – третій пункт другого підрозділу першого розділу. Пункт може не мати заголовка. Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

Сторінки пояснювальної записки нумеруються арабськими цифрами, які проставляються в штампі в правому нижньому куті.

Нумерація сторінок повинна бути наскрізною. Першою сторінкою є титульний аркуш (номер не ставиться), другою – індивідуальне завдання (не обов'язково), третьою – вступ тощо.

Пояснювальна записка повинна мати достатню для пояснення тексту кількість рисунків (схеми, алгоритми, графіки, креслення, фотокартки тощо).

Рисунки позначають словом «Рисунок» та нумерують послідовно арабськими цифрами в межах всього текстового документа або в межах кожного розділу. Номер рисунка без крапки після нього розмішують зліва від назви рисунка. Наприклад: «Рисунок 2 – Кінематична схема машини», або «Рисунок 2.5 – Кінематична схема машини». Рисунки слід розміщувати зразу після першого посилання в тексті на цей рисунок.

Цифровий матеріал, розміщений в пояснювальній записці, рекомендують оформляти у вигляді таблиць.

Таблиця має мати назву. Назва таблиці має відображати її зміст, бути конкретною і стислою. Якщо з тексту документа можна зрозуміти зміст таблиці, її назву можна не наводити.

Назву таблиці пишуть з першої великої літери і розташовують над таблицею (починаючи над лівим верхнім кутом) з абзацного відступу. Таблиці слід нумерувати в межах всього текстового документа або в межах кожного розділу так само, як і рисунки.

Таблиці розміщують після першого посилання на неї в тексті так, щоб її можна було читати без повороту аркуша або з поворотом за годинниковою стрілкою на 90°.

Якщо таблиця велика, то її можна переносити на наступний аркуш, над продовженням зліва зверху пишуть «Продовження таблиці __» без назви таблиці.

У пояснювальній записці повинні використовуватись науково-технічні терміни, буквені позначення, визначені відповідними стандартами або при їх відсутності – загальноприйняті в науково-технічній літературі.

Одиниці фізичних величин повинні відповідати ГОСТ 8.417–81. В межах текстового документа для однієї і тієї ж величини повинні вони бути однаковими.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, які входять в формули, слід подавати безпосередньо під формулою в тій самій послідовності, в якій вони показані у формулі, кожний – з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Приклад

$$V = V_0 - 0,002 \cdot k \cdot n^6, \quad (2.1)$$

де V_0 – початковий об'єм циліндра, м³;

$k = i$ – час стиснення, с;

n – показник політропи.

Якщо формула закінчує речення, то після неї ставлять крапку, якщо є пояснення, то ставлять кому.

Рівняння слід виділяти в окремий рядок. Його можна записувати в кілька рядків, переноси робити після знаків «+» і «-», «×», «:». Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками.

Всі формули позначають в тексті арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля тексту на рівні відповідної формули. Нумерація – послідовна в межах всього документа або в межах кожного розділу.

Посилання в тексті на використану літературу подають у вигляді порядкового номера джерела за переліком джерел посилань, наведеному в кінці реферату або пояснювальної записки, виділеному двома квадратними дужками. Наприклад, [5] – це п'ята позиція в переліку джерел посилань. Якщо використовують відомості з джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на яке подано посилання в звіті. Наприклад, [5, с. 34].

Посилання в тексті можуть ставитись як в середині, так і в кінці речення (перед кінцевою крапкою).

Посилаючись, треба використовувати такі вирази: «у розділі 4», «(ри-сунк 2.5)», «див. 2.1», «відповідно до 2.3.4», «відповідно до таблиці 3.2», «згідно з формулою (3.1)», «у рівняннях (1.2) – (1.5)», «(додаток Б)» тощо.

Кожний додаток слід починати з нової сторінки, вказуючи при цьому слово «ДОДАТОК» та його назву. Назва додатка пишеться жирним шрифтом великими літерами, симетрично до тексту сторінки.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ, наприклад, додаток А, додаток Б і т.д. Один додаток позначається як додаток А.

В тексті повинні бути посилання на всі додатки.

ДОДАТОК В (довідковий)

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ГРАФІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Всі конструкторські графічні документи курсових проектів повинні виконуватись на стандартних формах (ГОСТ 2.301–68) з рамками та основними підписами.

Класифікація схем по видах та типах, загальні вимоги до їх оформлення подані в ГОСТ 2.701–84.

Найбільш розповсюдженими є три типи схем:

– структурна – визначає головні функціональні частини виробу, їх призначення та зв'язки;

– функціональна – пояснює процеси, які проходять в окремих функціональних ланцюгах виробу або в виробі в цілому;

– принципова – визначає повний склад елементів та зв'язок між ними.

Схеми виконуються без використання масштабу.

Правила виконання кінематичних схем подані у ГОСТ 2.703–68. Умовні графічні позначення, які використовують на кінематичних схемах подані у ГОСТ 2.770–68. Правила виконання електричних схем подані в ГОСТ 2.702–75. Умовні графічні позначення на електричних схемах подаються у ГОСТ 2.722–68... ГОСТ 2.756–76. Правила виконання гідравлічних та пневматичних схем подаються у ГОСТ 2.704–76, апаратури – ГОСТ 2.781–96, насосів та двигунів – ГОСТ 2.782–96, елементів трубопроводів – ГОСТ 2.784–96.

Основні вимоги до виконання складальних креслень подаються в ГОСТ 2.109–73. Всі робочі креслення повинні бути виконані в масштабі за ГОСТ 2.302–68.

Складальні креслення повинні мати:

– зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування та взаємні зв'язки складових частин;

– розміри, межі відхилення та інші вимоги, які повинні бути виконані або проконтрольовані по цьому складальному кресленню; вказівки про характер з'єднання та методи його виконання,

– вказівки про виконання нероз'ємних з'єднань, наприклад, зварених;

– номери позиції складових частин, які нумерують відповідно до номера позиції, що вказана в специфікації цієї складальної одиниці,

– габаритні розміри виробу;

– установочні, приєднувальні та інші необхідні довідкові розміри.

Над головним надписом складального креслення подають технічні вимоги до складання, регулювання та контролю цієї складальної одиниці.

На кресленнях деталей вказують розміри граничних відхилень, зазначення шорсткості поверхні та інші величини, яким повинні відповідати деталі перед складанням.

Форму та порядок заповнювання специфікацій встановлює ГОСТ 2.106–96. Специфікації складають на окремих аркушах ф. А4 на кожному складальну одиницю та розміщують в додатках пояснювальної записки з практики.

До демонстраційних матеріалів відносять графіки, діаграми, графічні алгоритми, таблиці. На демонстраційних аркушах допускається не виконувати головний підпис, використовувати товщі лінії, кольорову туш, фломастери, фарби розміщувати пояснювальний текст;

Форми, розміри, порядок заповнення головних підписів та допоміжних граф до них в конструкторських документах, що передбачаються стандартами ЄСКД, подаються в ДСТУ ГОСТ 2.104 : 2006.

Зміст

	стор.
Вступ	
1 Організація курсового проектування	
2 Загальні вимоги до структури курсового проекту	
3 Критерії оцінювання знань студентів з курсового проектування	
Перелік джерел посилань	
ДОДАТКИ	