

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧЕЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ
ПРОЦЕСІВ

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту з курсу
«Автоматизація технологічних процесів»
для студентів спеціальності: 141- Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка.

Затверджено на засіданні кафедри
«Автоматизація виробничих процесів»
Протокол №1 від 28 серпня 2020 р.

Кропивницький 2020

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Автоматизація технологічних процесів» для студентів спеціальності: 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка./[Уклад. С.І. Осадчий, І.В Волков];М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. націон. техн. ун-т, -Кропивницький: ЦНТУ, 2020. - 40 с.

Рецензент: .Віхрова Л.Г. доц.,канд. техн..наук

Зміст.

1. Вимоги до курсового проекту.
 - 1.1. Загальні положення.
 - 1.2. Організація курсового проектування по АТП.
 - 1.3. Тематика курсового проектування.
2. Рекомендації по виконанню пояснювальної записки.
 - 2.1. Вступ.
 - 2.2. Виробничо-технічна характеристика господарства.
 - 2.3. Характеристика об'єкту автоматизації.
 - 2.4. Вибір типу управляючого пристрою.
 - 2.5. Розробка принципів схем автоматизації.
 - 2.6. Розрахунки надійності та економічної ефективності систем автоматизації.
3. Правила з оформлення курсового проекту.
 - 3.1. Пояснювальна записка.
 - 3.2. Титульний лист.
 - 3.3. Анотація.
 - 3.4. Основна частина .
 - 3.5. Список літератури.
 - 3.6. Додатки.
 - 3.7. Рубрикація.
 - 3.8. Загальні вимоги до тексту.
 - 3.9. Формули і розрахунки.
4. Оформлення графічної частини.

Додаток А. Завдання на проектування.

Додаток Б. Зразковий перелік питань.

Додаток В. Орієнтовний перелік тем з проектування з АТП.

Додаток Г. Зразок титульного листа.

Додаток Д. Специфікації та таблиці переліку елементів.

Додаток Е. Літерні коди для позначення функціонального призначення елементів.

Додаток Ж. Приклади дволітерних кодів.

I. ВИМОГИ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1. Загальні положення.

Курсовий проект по автоматизації технологічних процесів вказує на уміння студента практично вирішувати комплекс задач проектування автоматизації реального технологічного процесу або групи процесів об'єкту сільськогосподарського виробництва. Проект є самостійною роботою студента, яка передбачає виробити у нього практичні навички проектування систем і пристроїв автоматики відповідно до вимог нормативних документів.

Метою курсового проектування по АТП - систематизувати і закріпити знання студента по теорії автоматичного управління, технології виробництва, комплексної механізації, автоматизації технологічних процесів і іншим загальнотехнічним і спеціальним дисциплінам, виробити уміння і навички застосування цих знань при вирішенні задач автоматизації. Успішне вирішення задач проектування передбачає глибоке знання питання, що базується на результатах наукових досліджень і всебічного патентного пошуку.

Особливу увагу при вирішенні задач проекту повинна бути надана прогресивним і перспективним технологіям і технічним засобам з урахуванням досягнення високої економічної ефективності.

Кафедра надає перевагу проектам з використанням енергозберігаючих технологій, нетрадиційних джерел енергії, впровадження яких забезпечує високі техніко-економічні показники автоматичної системи.

Як курсовий проект можуть бути представлені науково-дослідні роботи студентів за вирішенням задач автоматизації, якщо їх об'єм і рівень розробки відповідає загальним вимогам до курсового проекту.

Курсові проекти, виконані на достатньому технічному рівні, в яких освітлені актуальні задачі автоматизації сільськогосподарського виробництва, можуть бути рекомендовані для впровадження у виробництво або для

застосування в якості спеціальної частини дипломного проекту.

Завдання на курсове проектування по АТП видається студенту завчасно, не пізніше кінця VIII семестру. Форма завдання приведена в додат. А.

1.2. Організація курсового проектування по АТП.

Робота над проектом здійснюється поетапно в такій послідовності:

- а) ознайомлення з методикою проектування по АТП;
- б) узгодження теми проекту з керівниками проекту і виробничої практики;
- в) проведення патентного пошуку з глибиною не менше п'яти років;
- г) збір матеріалів і проведення досліджень об'єкту (процесу) автоматизації в реальних умовах під керівництвом керівника практики;
- д) оформлення вихідних даних і вимог для проектування, уточнення теми і складання плану курсового проекту;
- е) робота над виконанням проекту згідно плану;
- ж) перевірка і захист проекту.

Методика курсового проектування повинна бути вивчена студентом самостійно перед проходженням виробничої практики.

Тема проекту визначається з урахуванням напрямку науково - дослідницької роботи студента, актуальності в народному господарстві та індивідуальних схильностей студента. Найменування теми на початку практики визначають керівники проекту та практики і уточнює керівник практики в її процесі.

В період практики студент зобов'язаний детально ознайомитися з технологічним процесом (об'єктом) автоматизації, зібрати необхідні дані для проектування. У разі відсутності деяких даних вони повинні бути отримані експериментально і підтверджені відповідними розрахунками, а також оформлені як вихідні дані для

проектування. Зразковий перелік питань, що складає вихідні дані, наведений в додат. Б.

Вихідні дані - основа складання плану проектування . План повинен містити основні розділи пояснювальної записки і об'єм графічного матеріалу.

Виконання плану курсового проектування контролює керівник проекту.

Необхідність консультацій з певних питань проекту на інших кафедрах визначає керівник проекту. Викладачі кафедри проводять консультації по графіках, затверджених кафедрою.

До захисту курсового проекту, згідно графіку, студентів допускають після перевірки проекту керівником. Захист проектів проводиться згідно графіку. Захищають проект перед комісією, призначеною розпорядженням по кафедрі, що складається з 2-3 викладачів.

1.3. Тематика курсового проектування.

Темою курсового проекту може бути прийнята автоматизація окремого технологічного процесу або групи процесів, пов'язаних єдиним технологічним циклом, окремого технологічного об'єкту або його частини, систем інформаційного забезпечення, контролю, сигналізації, управління. Крім того, темою курсового проекту може бути розробка датчика або пристрою для використання в нових технологіях, технологічних процесах і системах захисту навколишнього середовища.

Зразковий перелік тем курсового проектування, розроблених кафедрою з урахуванням вимог народного господарства країни, приведений в додат. В.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

В пояснювальній записці повинні бути відображені рішення наступних питань:

а) обґрунтування доцільності автоматизації технологічного процесу з врахуванням соціальної актуальності і економічної ефективності;

б) визначення характеристик технологічного процесу як об'єкту автоматизації;

в) обґрунтування і вибір технічних засобів автоматизації;

г) розробки структурних, функціонально-технологічних і принципів схем;

д) розробки робочих креслень системи автоматичного регулювання (шафи, пульти, схеми з'єднань і підключень, установки устаткування і прокладки різних проводок);

е) визначення стійкості, якісних показників, надійності і економічної ефективності систем і пристроїв автоматизації.

2.1. Вступ. Основу соціальної ефективності складають: інтенсифікація виробництва, підвищення продуктивності праці і якості продукції, поліпшення умов праці, підвищення культури виробництва і т.ін.. Економічна ефективність підтверджується показниками річного економічного ефекту і терміну окупності, порівнянням варіантів автоматизації технологічного процесу.

В цьому розділі формулюється мета автоматизації, її актуальність і об'єм.

2.2. Виробничо-технічна характеристика господарства повинна відображати стан виробництва, аналіз технологій виробничої і енергетичної баз, рівень механізації і автоматизації основних галузей, роль об'єкту (процесу), що автоматизується, в структурі виробництва і господарства і задачі проектувань автоматизації.

Характеристика господарства включає його повне найменування, відомчу належність і адресу, основну спеціалізацію виробництва, ґрунтову і кліматичну характеристики, зони розташування, основні виробничо-

фінансові показники. Показники об'єму і структури земельних угідь, поголів'я продуктивного стада тварин і птиці, об'ємів виробництва і реалізації основних видів продукції, собівартості продукції, рівня рентабельності і т.ін. представляють у вигляді таблиць. Структуру господарства можна представити схемою.

Техніко-технологічна характеристика виробництва включає: короткий опис прийнятих технологій по основних видах виробництва; відомості про виробничі споруди (кількість, габаритні розміри, матеріали стін і перекриттів); основні дані машин і механізмів в технологічних лініях (тип, продуктивність і ін.); відомості по електропостачанню (кількість і потужність підстанцій, протяжність і напруга ліній електропередач), кількість і потужність електродвигунів і інших споживачів електроенергії; відомості по тепло- і водопостачанню (кількість, тип і потужність відповідних установок і агрегатів); відомості про сіть каналізації і очисні споруди. За наявності більше двох об'єктів зведення, що характеризуються, представляють в таблицях.

Стан автоматизації технологічних процесів характеризується її рівнем з вказівкою типів вживаного устаткування і інших технічних засобів.

Об'єкт автоматизації (процес) описують як технологічний принцип на момент дослідження з вказівкою набору і стану технологічного устаткування, машин і механізмів, а також приводять діючі системи автоматичного управління з ілюстраціями, схемами, малюнками і діаграмами.

Технологія автоматизації процесу повинна бути викладена достатньо детально з необхідними агротехнічними і фізіологічними вимогами.

Висновки повинні містити результати аналізу представленого матеріалу з критичною оцінкою рівня виробництва і технології їх механізації і автоматизації, а також можливість і перспективність механізації і автоматизації.

Задачами проектування визначається необхідність змін в існуючій технології, вони визначають зміст основних розділів проекту.

2.3. Характеристика об'єкту автоматизації.

Характеристику технологічному об'єкту дається за результатами ретельного його вивчення і дослідження, внаслідок чого повинні бути визначені всі фізичні величини, що характеризують процес: вихідні величини - технологічні параметри; основні та другорядні збурення, діючі на його вихідні параметри; регулюючі дії - заходи, направлені на компенсацію збурень. В цьому розділі повинні бути встановлені оптимальні величини параметрів та їх допустимі відхилення в процесі регулювання, а також їх функціональні зв'язки, на підставі чого визначаються статичні і динамічні характеристики вхідних елементів (ланок) САР.

Розділ повинен містити:

- а) обґрунтування вибору технології і технологічного обладнання процесу, що автоматизується;
- б) характеристика технологічного процесу як об'єкту автоматизації;
- в) визначення статичних та динамічних характеристик об'єкту управління (регулювання).

Вибір технології та технологічного устаткування проводять з врахуванням відомостей, отриманих на виробничій практиці, тобто з врахуванням досвіду експлуатації.

Якщо прийнята в господарстві технологія і устаткування не відповідає рекомендацій, студент замінює технологію або вносить в неї корективи у разі її низької ефективності, або вказує на її оригінальність, позитивний досвід експлуатації і умови автоматизації.

Прийнята технологія і принцип дії устаткування описуються в об'ємі, достатньому для подальших розрахунків.

2.4. Вибір типу управляючого пристрою і розробка функціонально-технологічної схеми

Вибір типу управляючого пристрою вимагає визначення типу системи управління.

Програмне управління (розімкнена система) обирається у випадках, коли процес ергодичний або закон регулюючої дії відомий. Для таких об'єктів закон регулювання представляється у вигляді графіків, циклограм, діаграм.

Наприклад, годування тварин за добу за прийнятою технологією повинне здійснюватися в 7-00, 12-30 і 18-00 ч, тобто роздача корму відбувається по відомому наперед закону. В цьому випадку повинен розроблятися або застосовуватися управляючий пристрій, що забезпечує подачу управління в заданий час з врахуванням додаткових технологічних операцій. Наприклад, включення живильника дозатора повинне відбутися через 20с після включення транспортера, що забезпечує доставку корму або його компонентів в певний час технологічного ланцюжка.

Рішення задачі програмного управління повинне супроводжуватися циклограмами стану пристроїв і механізмів на основі аналізу і синтезу дискретних схем.

В тих випадках, коли значення вихідної величини (регульованого параметра) задається вимогами технології, а збурення, діючі на об'єкт, є випадковими функціями часу, обирають замкнуті системи автоматичного регулювання.

Тип регулятора обирають з урахуванням якісних показників технологічного процесу і економічної ефективності.

Так позиційні регулятори є найпростішими, а отже і більш надійними, тому їм слід віддавати перевагу, якщо вони задовольняють вимогам якості регулювання.

При виборі регулятора звертають увагу на тип виконавчого елемента (регулюючого органу) з точки зору виду енергії, конструктивних особливостей, умов експлуатації і т.ін.

Двох- і трьохпозиційні регулятори рекомендується застосовувати для статичних об'єктів з відносно невеликим

часом запізнювання, якщо допускаються незгасаючі коливання регульованої величини при співвідношеннях $\tau_0 / T_0 < 2$ або для астатичних об'єктів із значним часом інтеграції.

Якщо співвідношення $\tau_0 / T_0 < 1$, перевагу слідус віддати регуляторам безперервної дії. При їх виборі необхідно керуватися наступними положеннями:

а) астатичні і статичні об'єкти з малим коефіцієнтом самовирівнювання повинні забезпечуватися регуляторами з П, ПІ, ПІІ законами регулювання

б) об'єкти з великим самовирівнюванням можуть комплектуватися будь-яким типом регулятора з урахуванням якості регулювання.

Датчик вибирають з урахуванням його чутливості і інерційності. Для швидкоплинних процесів вибирають датчики з мінімальними сталими часу і високою чутливістю.

Виконавчі пристрої повинні забезпечувати необхідну точність передачі управляючої дії до регулюючого органу, необхідна швидкодія, залежить від якості регулювання. Для об'єктів з навантаженням, що різко змінюється, вибирають виконавчі швидкодійні елементи, при поволі змінному навантаженні точність регулювання пропорційна точності виконавчого органу.

Зв'язок між окремими елементами системи регулювання (механічна, гідравлічна, електрична і т.д.) вибирається з урахуванням простоти і надійності функціонування.

Механічний зв'язок зручний в тому випадку, якщо сполучені елементи розташовуються в безпосередній близькості. Це ж відноситься до гідравлічного і пневматичного зв'язків, крім того, вони дозволяють порівняно просто змінювати площину передачі зусиль, що необхідно за наявності перешкод здійснення зв'язку. Електричний зв'язок найбільш зручний у всіх випадках застосування.

Розробку функціонально-технологічної схеми системи автоматичного регулювання в пояснювальній записці супроводжують обґрунтуванням вибору технічних засобів,

а при необхідності порівнюють декілька варіантів за допомогою ілюстрацій, графіків, таблиць, малюнків. В тексті в обов'язковому порядку приводять технічні характеристики з вказівкою вартості виробу і заводу-виробника.

Необхідно також передбачати встановлення приладів контролю і сигналізації з урахуванням вимог і відповідних нормативних документів та зручності обслуговування. Бажано, при проектуванні розробити схеми діагностики і сигналізації про несправність в системі або в окремих її елементах.

Обґрунтовують, а при необхідності розраховують місця встановлення датчиків, визначають розташування технічних засобів на щитах, пультах, панелях. Елементи монтажу, які не входять в комплект поставки, описують і приводять ескіз у пояснювальній записці. Якщо використовується вузол або частина пристрою, що серійно випускається, а інші вузли розроблені з потреби, виконують його креслення з докладним поясненням.

Роботу функціонально-технологічної схеми детально описують в записці і при необхідності супроводжують графіками, епюрами напруг і іншим графічним матеріалом, що забезпечує вивчення її принципу дії.

2.5. Розробка принципів схем автоматизації.

Принципові схеми автоматизації, що включають функціональні елементи системи і зв'язку між ними, які в сукупності чітко видбивають її будову і принцип дії, розробляють на підставі функціонально-технологічних схем, розрахунків, обґрунтування і вибору відповідних технічних засобів. Ці схеми повинні задовольняти вимогам ПТЕ, ПУЕ, ПТВ, заводських інструкцій. Державних стандартів і інших нормативних документів.

Як правило, принципіві схеми містять: ланцюги управління, контролю, сигналізації, захисту і блокування, виконані спільно з силовими електричними ланцюгами, а також діаграми положення контактів багатопозиційних перемикачів, комутаторів і кінцевих вимикачів.

Принципова схема доповнюється специфікацією апаратури і виробів, виконаної згідно додат. Д. В пояснювальній записці приводять обґрунтування і необхідні розрахунки вибору апаратури, її технічні характеристики і принцип дії, а також достатньо докладний опис роботи принципової схеми в різних режимах. Роботу схеми описують з початкового стану, тобто після подачі на неї енергії.

Окремим розділом приводять вказівки і методики по налагодці і експлуатації системи. У разі потреби організації перевірок КВП в записці повинні приводитися засоби перевірки і схеми їх включень.

Після розробки принципової схеми визначають передавальні функції елементів, як правило по каналу управління. Динамічні характеристики що входять в систему елементів знаходять розрахунковим шляхом, по довідковій літературі або експериментально.

Далі складають структурну алгоритмічну схему з урахуванням динамічних характеристик ланок і перевіряють її на стійкість і якість регулювання. За результатами перевірки остаточно коректують функціонально-технологічну і принципову схеми системи автоматичного регулювання.

Систему перевіряють на стійкість і точність регулювання методами теорії автоматичного управління з ілюстрацією відповідним графічним матеріалом.

2.6. Розрахунки надійності і економічної ефективності систем автоматизації

Надійність САР розраховують по загальноприйнятих методиках, при цьому повинні бути визначені:

- а) вірогідність безвідмовної роботи системи;
- б) середній час безвідмовної роботи;
- в) час напрацювання на відмову.

В цьому розділі розраховують економічну ефективність:

- а) річний економічний ефект, отриманий порівнянням варіантів;
- б) термін окупності системи регулювання.

Якщо в проекті розглядається декілька варіантів систем автоматизації, показники надійності і економічної ефективності розраховують для кожного варіанту окремо, а потім виконує оптимізацію системи по показниках.

3.ПРАВИЛА З ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Проект складається із пояснювальної записки об'ємом 30-35 сторінок рукописного тексту і не менше двох креслень формату А1.

Структура пояснювальної записки в цілому, а також перелік і об'єми розділів, графічної частини визначається, як правило, конкретним завданням. Пояснювальна записка містить опис методів досліджень, розрахунки, техніко-економічне обґрунтування, опис експериментів, ілюстрації, графіки, таблиці, схеми і т.ін.

В загальному випадку пояснювальна записка будується по наступній схемі:

- 1) титульний лист;
- 2) анотація на українській мові;
- 3) анотація на іноземній мові (за бажанням);
- 4) зміст;
- 5) завдання;
- 6) вступ;
- 7) основна частина;
- 8) висновок;
- 9) список літератури;
- 10) додатки.

Пояснювальну записку пишуть від руки чорнилом (пастою) (як виняток) або друкують на друкуючому пристрої.

Пояснювальна записка може включати такі розділи:

- 1) виробничо-технічна характеристика об'єкту автоматизації і вихідні дані для проектування;
- 2) характеристика технологічного процесу і вимоги, що пред'являються до нього технологією виробництва;
- 3) обґрунтування і вибір типу управляючого пристрою (регулятора) і розробка функціонально-технологічної схеми;

4) розрахунок і вибір основних функціональних елементів САР (САУ) і розробка принципової схеми;

5) визначення стійкості і показників якості САР (САУ), розрахунок коректуючих пристроїв;

6) розрахунок і вибір щитів, пультів, комутаційної апаратури, дротів і кабелів систем автоматики;

7) розрахунок основних показників надійності і економічної ефективності САР (САУ).

3.1. Пояснювальну записку виконують на одній стороні білого паперу форматом А4 (210x297 мм) по ГОСТ 9327-60. Розміри полів: лівого - 35 мм, правого - не менше 10 мм, верхнього - 25 мм і нижнього - не менше 20 мм. Вирівнювання тексту з правої сторони не потрібне. Поля межують, сторінки рамкою не обводяться.

При виконанні таблиць, креслень, діаграм або схем, що включаються в пояснювальну записку, допускається застосування формату А4.

Дотримання абзаців обов'язкове. Для їх позначення пропускається п'ять знаків від лінії лівого поля листа.

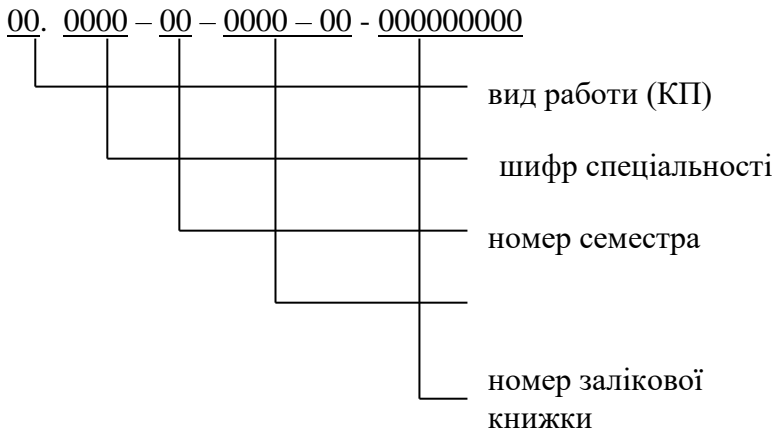
Всі листи записки мають скрізну нумерацію від титульного до останнього, включаючи додатки. Номер листа проставляють в правому верхньому кутку арабськими цифрами без крапок і інших додаткових знаків. Перша сторінка - титульний лист, друга - анотація, третя - завдання на курсовий проект, четверта - зміст. На перших трьох сторінках номери не ставляться.

Ілюстративний матеріал проекту виконують на білому папері олівцем (чіткі чорні лінії), тушшю на кальці (під кальку підкладають білий чистий лист) або представляють якісну друковану копію. Графіки і діаграми виконуються на міліметровій папері.

Пояснювальну записку підписує автор на титульному листі.

3.2. Титульний лист курсового проекту приведений в додат.Г. Шифр проекту складають по наступній

схеми:



Всі написи на титульному листі заповнюються друкованим шрифтом: назва теми - шрифт № 14 або 16, решта написів - шрифтом № 14 або 12. Назву міністерства, інституту і теми пишуть прописними буквами.

3.3. Анотацію курсового проекту представляють на українській мові, за бажанням можна привести на іноземній.

Анотація - це короткий огляд по роботі об'ємом не більше однієї сторінки тексту, що відображає мету роботи, основний зміст і результати.

Якщо анотація написана на українській і іноземній мовах, то кожен з них оформляють на окремому листі.

В заголовку анотації приводять індекс УДК, шифр роботи, назву, прізвище і ім'я студента, найменування університету і рік. Слово "анотація" не пишеться.

За заголовком слідують дані про об'єм пояснювальної записки, кількість і характер ілюстрацій.

Приклад оформлення анотації:
УДК 62-83:621.313.2.077:621.314.632
КП.1515-08-АП83-01-811515031

Розробка САР температури нагріву води
для технологічних потреб молочного комплексу
з використанням сонячної енергії

Іванов Володимир

Кіровоградський Національний технічний університет
Проект містить пояснювальну записку на 48 сторінках
з 13 малюнками, 3 таблицями і 2 кресленнями.

Колектор, сонячна радіація, кут нахилу колектора,
антифриз, передавальна функція.

(текст реферату)

3.4. Основна частина включає весь основний розрахунковий і описовий матеріал, який вирішує питання завдання. Оригінальний розділ цієї частини - експериментальні дослідження, якщо вони входять в завдання.

Опис експериментального дослідження включає:

- а) постановку задачі;
- б) ескіз або схему з поясненням ходу експерименту;
- в) опис апаратури (окрім загальновідомої) з необхідними ілюстраціями ;
- г) методику проведення експерименту;
- д) розрахунки з планування необхідної кількості вимірювань;
- е) результати експериментів (у вигляді табличної залежності, графіків, рівнянь і ін.);
- ж) оцінку точності результатів;
- з) аналіз результатів;
- и) ухвалене технічне рішення.

3.5. В список літератури входять всі використані джерела.

Бібліографічні відомості про книги: прізвище і ініціали автора, заголовок, місце видання, видавництво і рік видання.
Наприклад:

21. Страхов В.А. Автоматизированные измирительные комплексы. - М: Энергоиздат, 1982.

Заголовок приводиться в тому вигляді, в якому воно надруковано на титульному листі книги.

Бібліографічні відомості про статтю: прізвище і ініціали автора, заголовок статті, назва журналу (збірки), рік, тому, номери сторінок, на яких поміщена стаття. Наприклад:

13. Строганов Е.А. Аналогові комутатори для узгодження з індикаторами. - Радіо. - 1985. - № 2, - 3. 32

Прізвища авторів перераховуються через коми в тому порядку, в якому вони перераховані в джерелі.

Відомості про стандарт або про технічні умови складаються з позначення і найменування.

Відомості про винаходи включають прізвища авторів, назву винаходу, дату подачі і номер заявки (авторського свідоцтва).

3.6. Додатки оформляють як продовження записки на подальших сторінках (за списком літератури).

Кожний додаток починають з нової сторінки, в правому верхньому кутку пишуть слово "Додаток" і його порядкову літеру кирилицею. Додаток може мати заголовок. Малюнки, таблиці і формули, поміщені в додатку, нумерують арабськими цифрами в межах кожного додатку, наприклад: "Таблиця П.2.3".

3.7. Рубрикація.

3.7.1. Розділи записки нумерують арабськими цифрами в межах всієї записки. "Вступ", "Висновок" нумерують як розділи.

Заголовки "Вступ", "Висновок", "Додаток" і заголовки розділів пишуть прописними буквами посередині сторінки. В решті заголовків прописна тільки перша буква. Перенесення в назві розділів не допускаються.

Кожний розділ повинен починатися з нової сторінки. Його назва розташовується на одному листі з основним текстом на 35 мм нижче верхнього краю сторінки. Рядок з назвою розділу починається на 15 мм нижче назви розділу.

Єдиним виключенням є загальний заголовок "Додатку" за наявності декількох додатків. Його поміщають на окремому листі перед всіма додатками.

3.7.2. Глибина рубрикації залежить від характеру і об'єму матеріалу. Бажано, щоб в межах роботи глибина рубрикації була однаковою і сама нижня рубрика не включала б більше 1-2 сторінок.

Розділи діляться на підрозділи. Підрозділи нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер і назву підрозділу пишуть рядковими буквами в наступному порядку: номер розділу, крапка, номер підрозділу, наприклад: 2.1. Загальні положення. Перенесення в назвах підрозділів не допускаються. Після назви крапку не ставлять. Назву підрозділу пишуть з абзацу на 15 мм нижче попереднього рядка. Поміщати заголовок окремо від подальшого тексту не допускається. На сторінці, де приводять заголовок, повинне поміщатися не менше два рядки тексту.

Підрозділи можуть включати пункти, нумеровані в межах підрозділу. Номер пункту записують з абзацу в наступному порядку: номер розділу, крапка, номер підрозділу, крапка, номер пункту, крапка. Назви пункт не має. За номером пункту безпосередньо слідує текст. Цифра, яка вказує номер пункту не повинна виступати за межу абзацу. Перший рядок кожного пункту пишуть після останнього рядка попереднього пункту без розривів.

Рекомендується підкреслювати перші слова пунктів. У середині пункту допускаються підпункти. Підпункт позначають рядковою буквою з дужкою, наприклад: а).

3.8. Загальні вимоги до тексту.

3.8.1. Мова, скорочення, цифри в тексті. Записка повинна бути написана ясною і точною мовою. Додатки, по можливості, повинні бути короткими. З метою підвищення наочності і компактності в пояснювальній записці використовують таблиці і ілюстрації.

Протягом всього тексту слід використовувати одні і ті ж стандартні терміни, а у разі відсутності - прийнятими в науковій і технічній літературі.

3.8.2. Скорочення слів слід уникати. Можна застосовувати загальноприйняті (ГОСТ 7.12-70) скорочення, наприклад: і т.ін., і т.п., і ін.

Календарні дати записуються п'ятьма або шістьма арабськими цифрами, наприклад: 13.02.87 або 1.02.87. Слово "рік" або букву "г" після дати не пишуть.

3.8.3. Межі величин в тексті можуть позначатися багато крапкою, тире. Найбільш переважна форма - багато крапка. Застосування тире не допускається, коли воно може бути прийняте за знак "-". Приклади позначення меж: 5...10 м, від +5 до -15°C, 20-30 кг, $120^{+0,1}_{-0,3}$ мм, $100 \pm 0,3$ мм

Номінальний розмір і межі відхилення повинні бути приведені в одних і тих же одиницях.

Знаки номера, параграфа, відсотка, кутового радіусу, хвилини, секунди, градуса температури (№ % ° , ' " °C) вживаються тільки з числами, в решті випадків вони замінюються словами.

Математичні позначення =, < > і інші допускається застосовувати тільки у формулах або в таблицях, в тексті їх необхідно передавати словами.

3.8.4. Графічна форма чисел в тексті записки може бути цифровою (25,IX), буквеною (сім, двадцять один) і буквено-цифровою (7-метровий).

Форму числа вибирають відповідно до характеру тексту, поліпшенням його сприйняття.

Рекомендується писати числа в цифровій формі при одиницях фізичних величин і грошових одиницях.

Запис багатозначних чисел в цифровій формі рекомендується проводити розподілом числа на групи по три цифри справа наліво з пропусками між групами, наприклад: 13 859 640.

В десяткових дробах (після коми) цифри також діляться на групи, але тільки зліва направо: 6,213 459.

3.8.5. Фізичні величини, терміни, одиниці. Найменування і буквені позначення фізичних величин повинне відповідати вимогам ГОСТ 8,417-81. Кожна фізична величина повинна мати одне буквене позначення.

Для позначення фізичних величин використовують латинський і грецький алфавіти.

Слід користуватися буквеними позначеннями, дотримуючи наступні правила:

а) вказівка векторної величини супроводжується лінією над її буквеним зображенням, наприклад: - вектор напруженості магнітного поля;

б) величини, що змінюються в часі, позначаються (на прикладі електричного струму): миттєве - i ; діюче - I_{∂} ;

амплітудне - I_m ; середнє - I_{cp} ;

в) операторне представлення величини:

$I(p)$ - струм в операторній формі;

г) комплексна величина A і зв'язана величина A^* .

3.8.6. Індекси буквених позначень величин розташовуються:

1) справа - нижче лінії основного знака (K_0);

2) справа - вище лінії основного знака (для відмінності від показника ступені полягають в дужки) - $K^{(2)}$;

3) над або під основним знаком із застосуванням спеціальних знаків (\bar{N} , \tilde{E} і т.п.).

3.8.7. Як одиниці фізичних величин необхідно застосовувати одиниці, встановлені ГОСТ 8.417-81, основу якого складають одиниці міжнародної системи СІ (Система інтернаціональна).

Застосовувати застарілі одиниці, навіть якщо вони зустрічаються в літературі, неприпустимо.

Позначення одиниць слідує писати в тексті після числових значень величин і поміщати в рядок з ними

(перенесення не допускається). Між останньою цифрою і позначенням слід залишати пропуск.

Розмірності необхідно писати рядковими буквами за винятком тих, найменування яких утворені від прізвищ вчених; їх слід починати з прописної букви.

3.9. Формули і розрахунки.

3.9.1. Текст пояснення математичного опису або розрахунку повинен бути точним і логічно пов'язаним з формулою. Застосування формули супроводжують її обґрунтуванням для конкретного випадку. Значення всіх символів і коефіцієнтів розшифровують в послідовності, з якою вони входять у формулу. Парний рядок розшифровки починають словом "де" без двокрапки після нього. Значення кожного нового символу починають з нового рядка. Наприклад: "Диференціальне рівняння об'єкту регулювання для теплових установок

$$T \frac{d\Theta}{dt} + \Theta = q + \Theta_0$$

де $T = \frac{cG}{S\gamma}$ - постійна часу; $q = \frac{P}{S\gamma}$ - сталі значення

температури при включеному нагрівачі, °С; P - потужність нагрівача, кВт; C - теплоємність середовища, що нагрівається, кДж/(кг °С); γ - коефіцієнт тепловіддачі, кДж/(кг °С); G - маса середовища, що нагрівається, кг; Θ_0 - температура навколишнього повітря °С.

Позначення одиниць фізичних величин в кожній розшифровці слід відокремлювати комою від тексту розшифровки. Коми не ставлять тільки у випадку, якщо останнє слово розшифровки перед позначенням одиниці є найменування відповідної фізичної величини. Розмірність в дужки не беруть.

Формули, на які робляться посилання в тексті записки, нумерують в межах розділу. Його номер складається з номера розділу і власного номера формули, розділеного крапкою.

Його поміщають у правого поля сторінки на рівні формули і беруть в круглі дужки. При посиланні на формулу в тексті указують її повний номер, наприклад: "по формулі (І.ІІ)".

При використуванні розділових знаків необхідно пам'ятати, що формули - звичайні члени речення. Між приведеними підряд формулами ставлять крапку з комою.

3.9.2. Формули можуть розташовуватися усередині тексту (нескладні формули) або на окремому рядку. Перенесення формул слід робити на знаках рівності, більше, менше і т.д. якщо це неможливо, - на знакові складання, віднімання або множення, позначаючи його символом косоного хреста (X). При цьому знак, на якому робиться перенесення, повторюється на початку іншого рядка. Не допускаються перенесення на знаку розподілу.

Знак кореня у формулі слід писати так, щоб його горизонтальна межа повністю накрила весь підкорінний вираз.

3.9.3. При представленні результатів вимірювань і обчислень необхідно пам'ятати, що всі технічні вимірювання і розрахунки - наближені. Тому всі цифрові результати повинні представлятися з урахуванням точності проведених вимірювань. Обробка результатів вимірювань, отриманих експериментально, повинна проводитися методами метрології.

Інженерна точність розрахунків в загальному випадку складає 5...10 %. Немає значення розраховувати, наприклад, місткість коректуючої ланки з точністю до третього знака після коми, якщо реальний конденсатор має точність свого паспортного значення 10...20 %.

3.9.4. Посилання. В записці пояснення часто доводиться посилатися на різні рубрики тексту, сторінки, формули, ілюстрації і т.п.

При посиланнях на різні елементи записки пояснення застосовують скорочення; сторінка (с.), глава (гл.), розділ (розд.), частина (ч.), пункт (п.), таблиця (табл.), малюнок (мал.), додаток (додат.).

Посилання роблять в круглих дужках і починають скороченим словом "дивися", наприклад: (див. мал. 1,12).

При посиланні на бібліографічні джерела слід приводити в квадратних дужках його порядковий номер за списком літератури, наприклад (31)

3.9.5. Ілюстрації. В записку можна включати ілюстрації будь-якого вигляду, якщо вони необхідні для кращого розуміння тексту. Ілюстрації, окрім фотографій і осцилограм, повинні виконуватися за допомогою креслярських приладів. Доцільно розмішувати малюнки відразу після першого посилання на них в тексті так, щоб їх розгляд не вимагав поворотів записки. Допускається представляти невеликі ілюстрації на одному листі з текстом.

Основна задача малюнків - пояснення пристрою, принципу дії і т.п. Тому доцільно малозначні деталі опустити, а залишити тільки необхідні розміри.

Схеми можуть бути різних типів. Їх доцільно приводити спрощеними. Наприклад, можуть не бути вказані номінальні величини, типи елементів, приведена лише частина пристрою, проте основні правила виконання схем повинні бути дотримані.

Елементи на електричних схемах позначаються прописними буквами латинського алфавіту і арабськими цифрами. Позиційні позначення проставляють на схемі з правої сторони або над графічним позначенням елемента.

На графіках, що містять дослідні криві, бажано показувати точки, безпосередньо отримані з досліду. Якщо на графік наноситься сітка, стрілки на координатних осях не ставлять, якщо сітки немає, то осі закінчуються стрілками. На осях роблять написи або позначення величин, які на них відкладають, і проставляють одиниці, наприклад: I_k, mA .

Числові значення величин поміщають зліва від вертикальної осі і під горизонтальною віссю. При необхідності зображення на осях декількох величин їх позначення указують у додаткових ліній, проведених відповідно зліва і під осями

координат. В цьому випадку криві нумерують арабськими цифрами і під заголовком малюнка приводять розшифровку.

Кожну ілюстрацію іменують малюнком, нумерують в межах розділу і супроводжують підписом. Вона складається із слова "Рис.", номери розділу, крапки, номери малюнка в розділі, крапки і змістовної назви малюнка, наприклад: Рис.4.2. Залежність опору терморезистора ТМС-6401 від температури. Якщо малюнок запозичений, після назви малюнка в квадратних дужках указується номер джерела за списком літератури. Після підпису до малюнка крапка не ставиться. Після основного напису, якщо далі слідує розшифровка, ставлять двокрапку, а розшифровку починають з рядкової букви.

3.9.6. Таблиці. В записі рекомендується весь цифровий матеріал представляти у вигляді таблиць, які поміщають після першої згадки в тексті так, щоб їх можна було читати без повороту записки. Якщо це неможливо, таблицю розташовують так, щоб для її читання потрібно було повернути записку за годинниковою стрілкою. Висота рядків в таблиці не менше 8 мм

Якщо в тексті більше однієї таблиці, то кожен нумерують по розділах і ставлять порядковий номер таблиці, слово "таблиця", номер розділу, крапка. Посередині сторінки над таблицею пишуть її назву без крапки. Перенесення в назві таблиці не допускаються. Одну таблицю не нумерують.

При перенесенні на наступну сторінку записки головку таблиці повторюють і над нею поміщають слова "Продовження табл." з вказівкою її номера. Якщо заголовок таблиці громіздкий, то в цьому випадку нумерують графі і повторюють їх нумерацію на наступній сторінці.

4.Оформлення графічної частини

Об'єм і номенклатура графічної частини визначаються в основному тематикою проекту. Креслення виконують на стандартних листах формату А1. Вони повинні мати на лицьовій стороні в правому нижньому кутку штамп

встановленого зразка (додат.Е) зі всіма необхідними написами. В графах штампу (номери граф показані в дужках) указують:

- в графі 1 - найменування виробу і креслення (схеми);
 - в графі 2 - вид проекту ("курсний проект");
 - в графі 3 - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталі);
 - в графі 4 - масу виробу.
 - в графі 5 - масштаб;
 - в графі 6 - порядковий номер листа (на кресленнях, схемах, що складаються з одного листа, графу не заповнюють);
 - в графі 7 - загальна кількість листів креслення;
 - в графі 8 - назва вузу і шифр групи;
 - в графі 9 - прізвища осіб, що підписали креслення;
 - в графі 10 - підписи осіб, прізвищу яких вказані в графі 10;
 - в графі 11 - дату підписання креслень.
- Решту граф не заповнює.

Кожне креслення повинне мати специфікацію, складену на окремих листах згідно ГОСТ 2.108-68 (див. додат. Е).

Якщо специфікація нескладна і включає всього декілька позицій, допускається суміщати її з кресленням, заповнюючи по тій же формі і в тому ж порядку, що і виконану на окремих листах.

Специфікація в загальному випадку складається з розділів, які розташовують в такій послідовності: документація, деталі, стандартні і інші вироби, матеріали, комплекти. Найменування кожного розділу указують у вигляді заголовка в графі "Найменування" і підкреслюють.

Принципову електричну схему, забезпечують переліком елемента у вигляді таблиці (див. додат. Е).

При заповненні таблицю переліку елементів необхідно пам'ятати, що в графі "Найменування" указують окрім найменування елемента ще позначення документа, на підставі якого цей елемент застосований (стандарти, нормативні документи).

Елементи записують в перелік групами в алфавітному порядку буквених позиційних позначень. В межах кожної групи елементи розташовують за збільшенням порядкових номерів.

Графіки, діаграми і інші матеріали, що включаються в графічну частину курсового проекту, оформляють у вигляді плакатів з кутовими штампами. Під кожним графіком на плакаті повинна бути назва. Якщо на плакаті зображений один графік, назву пишуть в центральній частині листа.

Креслення викреслюють олівцем. Демонстраційні плакати допускається виконувати чорною або кольоровою тушшю.

При виконанні креслень схем необхідно враховувати, що вони діляться на види і типи згідно ГОСТ 2.701-76.

Види схем: електричні (Е), гідравлічні (Г), пневматичні (П), кінематичні (К), комбіновані (С).

Крім того, вони діляться на сім типів:

структурна (І) - визначає основні функціональні частини системи або виробу, їх призначення і взаємозв'язок;

функціональна (2) - роз'яснює певні процеси, що протікають в певних функціональних ланцюгах системи, виробу;

принципова (3) - визначає повний склад елементів і зв'язків між ними;

з'єднань (4) - показує з'єднання складових частин виробу і визначає дроти, джгути, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднань і введення;

підключення (5) - показує зовнішні підключення виробу; загальна

(6) - визначає складові частини комплексу і з'єднання їх між собою на місці експлуатації;

розташування (7) - визначає відносне розташування складових частин виробу (системи), а при необхідності - дротів, джгутів, кабелів, трубопроводів і т.п.

Схеми виконують без дотримання масштабів з якнайменшою кількістю зламів і перетинів ліній зв'язку.

Відстань між сусідніми паралельними лініями повинна бути не менше 3 мм

На одній схемі рекомендується застосовувати не більше трьох розмірів ліній. Елементи, які становлять функціональні групи або пристрої, допускається виділяти штрихпунктирними лініями, вказуючи при цьому найменування функціональної групи.

На схемах можна поміщати різні технічні дані і відомості біля графічних позначень (по можливості справа або зверху). Всі елементи на принциповій схемі повинні бути визначені однозначно і дані про них записані в перелік елементів.

Номери елементів проставляють зліва направо і зверху вниз. Якщо існують блоки, що повторюються, спочатку нумерують їх, а потім загальну частину.

Буквено-цифрові позначення елементів на електричних схемах регламентує ГОСТ 2.710-81.

Позиційне позначення полягає в загальному випадку з трьох частин: в першій записують одну або декілька букв (буквенний код) для вказівки виду елемента, в другій - одну або декілька цифр для вказівки номера елемента даного вигляду, в третій - одну або декілька букв (буквенний код) функції елемента.

При складанні переліків елементів на об'єкт допускається вказувати тільки першу і другу (обов'язкову) частини позначення.

Встановлені стандартом буквенні коди для найпоширеніших елементів приведені в додат. Ж, а двохбуквенні позначення найпоширеніших видів елементів - в додат. З.

Для позначення електричного контакту в загальному випадку використовується поєднання букв і цифр. Буквене поєднання підбирають з додат. З, а цифрове - утворюється з порядкового номера контакту, починаючи з 01.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАВДАННЯ

на курсове проектування студенту

.....

(ПІБ, факультет, курс, група)

1. Тема курсового проекту
2. Об'єкт проектування
3. Вихідні дані до проекту (завдання керівника – особливі умови, які необхідно отримати на реальному об'єкті)
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці) .
5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)
6. Література, що рекомендується:
7. Дата видачі завдання
8. Термін виконання курсового проекту

Керівник _____
(підпис)

Завдання отримав

(підпис студента)

Зразковий перелік питань
"Вихідні дані для проекту-
вання автоматизації техноло-
гічних процесів"

А. Виробничо-технічна характеристика
господарства

1. Виробнича і ґрунтово-кліматична характеристика господарства.
2. Стан і перспективи розвитку технології виробництва. Характеристика приміщень.
3. Стан комплексної механізації, електро-, тепло- і водопостачання.
4. Характеристика стану автоматизації технологічних процесів.

Б. Характеристика технологічного процесу
як об'єкту автоматизації

1. Призначення і суть технологічного процесу.
2. Величини, що характеризують якість технологічного процесу і їх допустимі статичні і динамічні відхилення.
3. Характеристика обурюючих дій і регулюючих органів.
4. Висновки про готовність і можливість автоматизації технологічного процесу.

В. Дані експериментальних досліджень

1. Опис об'єму і суті проведених досліджень.
2. Результати експериментальних досліджень об'єкту управління або елементів САУ в табличній або в графічній формі.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ТЕМ
КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПО АТП

1. Автоматизація технологічних процесів агрегату сушки кормів.
2. Автоматизація процесу грануляції кормів.
3. Автоматизація технологічної лінії приготування грубих кормів в кормоцехах КРС.
4. Автоматизація технологічної лінії приготування соковитих кормів на кормоцехах.
5. Автоматизація технологічної лінії приготування картоплі і згодовуванню.
6. Автоматизація дозування і змішування кормів.
7. Автоматизація комбикормового агрегату.
8. Автоматизація обліку кормів при централізованому розподілі.
9. Автоматизація процесу роздачі кормів {по об'єктах}.
10. Автоматизація процесу прибирання гною (послідку).
11. Автоматизація процесу поїння тварин (птахи).
12. Автоматизація процесу збору, упаковки і транспортування яєць.
13. Автоматизація доїльних установок (по типах).
14. Автоматизація процесу охолодження і зберігання молока.
15. Автоматизація технологічної лінії обробки яєць.
16. Автоматизація технологічної лінії забою птиці.
17. Автоматизація процесу підготовки і зберігання м'яса птиці.
18. Автоматизація процесу регулювання мікроклімату (по об'єктах).
19. Автоматизація процесів в інкубаторах (по типах).
20. Автоматизація водопостачання (по типах).
21. Автоматизація котлоагрегатів (по типах).

22. Автоматизація теплоагрегатів (по типах).
23. Автоматизація каналізаційних насосних станцій.
24. Автоматизація режимів освітлення пташників.
25. Автоматизація диспетчерського контролю (по об'єктах).
26. Автоматизація регулювання концентрації живильного середовища гідропонних теплиць.
27. Автоматизація режимів мікроклімату і стану ґрунту теплиць.
28. Автоматизація потокових ліній комбікормових заводів (по технологічних лініях)
29. Автоматизація обліку руху кормів.
30. Автоматизація обліку руху поголів'я.
31. Автоматизація обліку руху продукції (по видах).

Додаток Г

Зразок титульного листа

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра АВП

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

На тему:.....

.....

(Записка розрахунково-пояснювальна)

Проект виконав: ст. гр. ЕА

.....

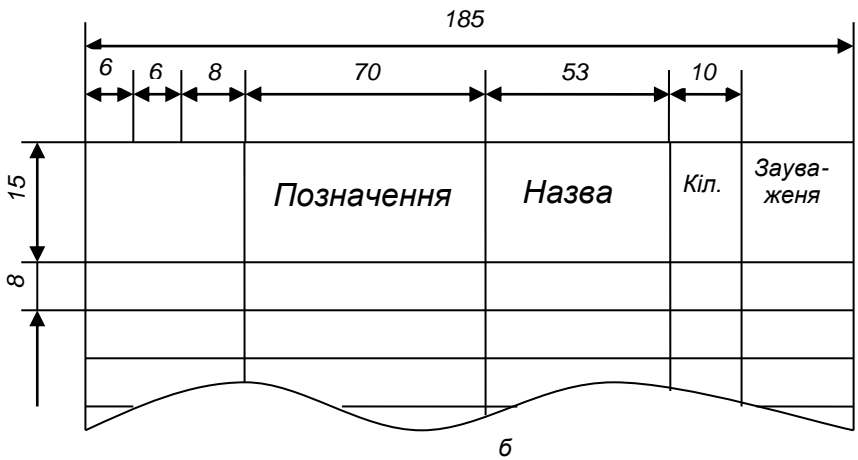
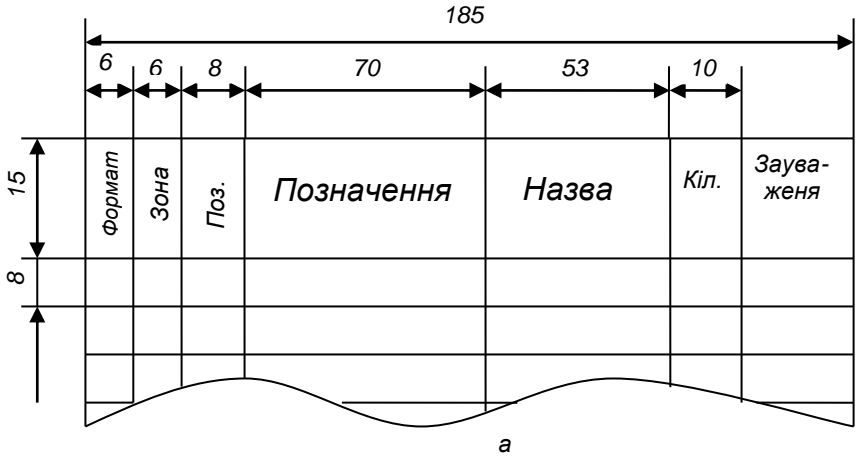
(ПІБ)

Керівник:

(наук. ступінь,
звання, ПІБ)

Кропивницький 2020

Специфікації (а) та таблиці переліку елементів (б)



Основний напис для креслень і схем

185																								
7	10		23			15		10		70			50											
										Літ.			Маса			Машт.								
										Зм.	Арк.	№ докум.		Підп.		Дата								
										Розроб.														
										Перевір.														
										Арк.			Аркуші											
Н. контр.																								

55

Літерні коди для позначення
функціонального призначення елементів

Літерний код	Функціональне позначення
A	Допоміжні
B	Напрямок руху (вперед, назад, вгору, вниз, по часовій стрільці, проти часової стрілки)
C	Рахуючий
D	Диференційний
F	Захисний
G	Досліджений
H	Сигнальний
I	Інтегруючий
K	Штовхаючий
M	Головний
N	Вимірювальний
P	Пропорційний
Q	Стан (старт, стоп, границі)
R	Повернення, скидання
S	Запам'ятовування, запис
T	Синхронізація, затримка
V	Швидкість (прискорення, гальмування)
W	Додавання
X	Множення
Y	Аналоговий
Z	Цифрові

Приклади дволітерних кодів

Перша літера коду (обов'язкова)	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Дволітерний код				
1	2	3	4				
A	Пристрій (загальне призначення)	Гучномовець.Магнітострикційний елемент Детектор іонізуючих випромінювань Сельсин-приймач Телефон (капсуль) Сельсин-датчик Тепловий датчик Фотоелемент Мікрофон Датчик тиску П'єзоелемент Датчик частоти обертання (тахогенератор) Звукознімач Датчик швидкості	BA BB BD BE BF BC BK BL BM BP BQ BR BS BV				
B				Перетворювачі неелектричних величин в електричні (крім генераторів і джерел струму) або, навпаки, аналогові або багаторозрядні перетворювачі або датчики для вказівки або вимірювання			
C				Конденсатори	Схеми інтегральної, мікро зборки	Схема інтегральна аналогова	DA
D							
E				Елементи різні	Пристрій зберігання інформації	DS	
					Пристрій затримки	DT	
					Нагрівальний елемент	EK	
					Лампа освітлення	EL	
					Піропатрон	ET	

1	2	3	4
F	Розрядник, запобіжник, пристрій захисту	Дискретний елемент захисту за струмом миттєвої дії Дискретний елемент захисту за струмом інерційної дії Запобіжник плавкий Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FA FP FU FV
G	Генератори, джерела струму	Батарея	GB
H	Пристрої індикації і сигнальні	Прилад звукової сигналізації Індикатор символічний Прилад світлової сигналізації	HA HG HL
K	Реле, контактори, пускачі	Реле струму Реле показуючи Реле електротеплове Контактор, магнітний пускач Реле часу Реле напруги	KA KH KK KM KT KV
L	Котушка індуктивності, дросель	Дросель люмінесцентного освітлення	LL
M	Двигун		
P	Прилади, вимірювальне обладнання	Амперметр Лічильник імпульсів Частотомір	PA PC PF
	Примітка: Сполучення PE застосовувати не допускається		
		Лічильник активної енергії Лічильник реактивної енергії Омметр Регіструючий прилад Годинник, вимірювач часу дії Вольтметр Ватметр	PI PK PR PS PT PV PW
Q	Вимикачі і роз'єднувачі в силових ланцюгах (енергозабезпечення, живлення обладнання і т.і.)	Вимикач автоматичний Короткозамикач Роз'єднувач	QF QY QS
R	Резистори	Терморезистор Потенціометр Шунт вимірювальний Варистор	RK RP RS RU

1	2	3	4
S	Пристрої комутаційні в ланцюгах керування сигналізації і вимірювання Примітка: позначення застосовують для апаратів, які не мають контактів силових ланцюгів	Вимикач або перемикач Вимикач кнопковий Вимикач автоматичний Вимикачі, які спрацьовують від різних діянь: рівня тиску положення частоти обертання температури	SA SB SF SL SP SQ SR SK
T	Трансформатори, автотрансформатори	Трансформатор струму Електромагнітний стабілізатор Трансформатор напруги	TA TS TV
U	Пристрої зв'язку. Перетворювачі електричних величин в електричні	Модулятор Демодулятор Дискримінація Перетворювач частоти, інвертор, генератор частоти, випрямляч	UB UR UI UZ
V	Прилади електровакуумні і напівпровідникові	Діод стабілітрон Прилад електровакуумний Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Лінії і елементи СВЧ	Відгалужувач Короткозамикач Вентиль	WE WK WS
W	Антени	Трансформатор фазообертач Атенюатор Антена	WT WU WA
X	З'єднання контактні	Струмознімач, контакт ковзаючий Штир Гнізда З'єднувач розбірний З'єднувач високочастотний	XA XP XS XT XW
Y	Пристрої механічні з електромагнітним приводом	Електромагніт Гальмо з електромагнітним приводом Муфта з електромагнітним приводом	YA YB YC
Z	Пристрої кінцеві, фільтри. Обмежувачі	Електромагнітний патрон або плита Обмежувач Фільтр кварцовий	YH ZL ZQ