

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ

Методичні вказівки
до виконання курсових проектів з дисципліни

для напрямку підготовки 6.051003 – «Приладобудування»,
спеціальність 7.05100303 «Прилади і системи орієнтації і навігації»
Освітньо - кваліфікаційний рівень – спеціаліст

*Рекомендовано Вченою радою
Приладобудівного факультету НТУУ «КПІ»*

Київ
НТУУ «КПІ»
2016

Проектування приладів і систем [Текст] : Методичні вказівки до виконання курсових проектів для студентів напряму підготовки 6.051003 – «Приладобудування», спеціальність 7.05100303 «Прилади і системи орієнтації і навігації» / Уклад. П.М. Бондар. – К.:НТУУ«КПІ», 2015. – 38 с.

*Рекомендовано Вченою радою ПБФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 1/16 від 25.01.2016 р.)*

Навчально–методичне видання

«ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ» Методичні вказівки до виконання курсових проектів

Методичні вказівки призначені для організації і проведення курсового проектування майбутніх спеціалістів в галузі приладів і систем орієнтації і навігації. Наведені вимоги до змісту і оформлення конструкторської і текстової документації проекту, варіанти завдань на курсове проектування.

Призначено для студентів приладобудівних спеціальностей вищих технічних учбових закладів.

Укладач *Бондар Павло Михайлович*, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний

редактор: *Бурау Надія Іванівна*, доктор технічних наук, професор.

Рецензент: *Антонюк Віктор Степанович*, докт. техн. наук, професор.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	4
2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ	4
2.1. Загальні відомості.....	4
2.2. Форма і зміст технічного завдання	5
3. ЗМІСТ ПРОЕКТУ	7
3.1. Пояснювальна записка до дипломного проекту	7
3.2. Конструкторська документація.....	9
3.2.1. Креслення загального виду	10
3.2.2. Специфікація	11
3.2.3. Креслення деталей	13
3.2.4. Кінематична схема	15
3.2.5. Схема електрична принципова	16
4. ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	21
5. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВИХ ПРОЕКТІВ	21
6. ЛІТЕРАТУРА	23
7. ДОДАТКИ	25
Додаток 1.....	25
Варіанти завдань на курсове проектування.....	25
Додаток 2.....	32
Бланк завдання на курсове проектування.....	32
Додаток 3	34
Титульний аркуш пояснювальної записки	34
Додаток 5.....	35
Приклад креслення загального виду	35
Додаток 6.....	37
Приклад креслення кінематичної схеми.....	37
Додаток 7	38
Приклад креслення електричної схеми	38

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Виконання курсового проекту з курсу "Проектування приладів і систем" є важливою самостійною розрахунково-конструкторською роботою студента за профілем спеціальності. Курсовий проект дає можливість студенту проявити свої здібності та нахили до самостійної творчої роботи, дозволяє глибоко вивчити процес створення проектно-конструкторської документації та підготуватися до виконання дипломного проекту.

Курсове проектування ставить за мету:

- Закріпити і навчити використовувати знання, отримані при вивченні спеціальних дисциплін;
- Прищепити студентам навички проектування гіроскопічних приладів та елементів систем орієнтації та навігації;
- Навчити студентів користуватися спеціальною і довідковою літературою.

Завдання проектування полягають у розрахунку основних параметрів і похибок гіроскопічного приладу або системи, розробці конструкторської документації виробу середньої складності, що має самостійне експлуатаційне значення в рамках конкретної системи орієнтації та навігації.

2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1. Загальні відомості

Офіційним документом, на основі якого виконується курсовий проект, є технічне завдання, підписане керівником-консультантом.

Технічне завдання має передбачати розробку студентом документації, достатньої для матеріального здійснення поставленого завдання. Слід уникати ставити перед студентами завдання, що носять проблемний харак-

тер або загальні закономірності вирішення яких ще не виявлені. Постановку задачі, рішення якої пов'язане з науковим пошуком, слід розглядати як форму індивідуального завдання для найбільш підготовлених студентів, які проявили схильність до наукової роботи. Таке завдання оформляється у вигляді курсової роботи.

2.2. Форма і зміст технічного завдання

Технічне завдання повинно містити:

- чітко сформульоване– завдання (тему);
- призначення проектного виробу;
- вихідні принципів вимоги та документацію, на основі яких буде вестися розробка;
- технічні умови та вимоги;
- перелік рекомендованої літератури та довідкових матеріалів.

Технічне завдання має чітко визначати коло питань, що підлягають вирішенню, і обсяг документації, представленої до захисту. При цьому проект (робота) повинні бути завершеними розробками.

При складанні технічних завдань рекомендується наступні різновиди тем курсових проектів.

Розробка принципу дії приладу або системи

У технічному завданні вказується тема, призначення виробу, технічні умови і вимоги. Ніякі обмеження за принципом дії виробу не ставляться. Студент повинен самостійно ознайомитися зі станом питання, знайти можливі варіанти вирішення поставленого завдання, проаналізувати їх, вибрати оптимальний варіант і принцип дії, що найбільш задовольняє цим варіантом, розробити документацію по ескізному я робочому проектуванню.

Тема формулюється як розробка конструкторської документації дослідного зразку виробу середньої складності. Рекомендується для студен-

тів з відмінною теоретичною підготовкою, аналітичної формою мислення або добре знайомих зі станом питання стосовно запропонованої теми.

Модернізація виробу

Видається документація на виріб, іноді і сам виріб. Ставляться нові вимоги, спрямовані на поліпшення його технічних характеристик: підвищення точності, надійності, терміну служби, зменшення ваги, габаритів і т.д.

Студент повинен виявити граничні можливості приладу (пристрою), знайти причини, що обмежували ці можливості та шляхи їх розширення, розробити технічно досконаліші вузли приладу, що забезпечують рішення поставленого завдання. У ряді випадків можлива зміна принципів дії приладу. Проект завершується розробкою технічної документації щодо змін.

Тема формулюється як розробка конструкторської документації з модернізації дослідного зразка. Рекомендується для студентів з відмінною та доброю теоретичною підготовкою, схильних до винахідницької діяльності, здатних до критичного аналізу.

Конструкторська розробка виробу

Вказується призначення виробу, дається його функціональна схема (або кінематична) і принцип дії головного функціонального вузла. Вказується технічні вимоги та умови. Наводиться перелік готових вузлів та елементів.

Студент вивчає матеріали, пов'язані з реалізацією зазначеного принципу дії стосовно до функціональної схеми приладу, вирішує конкретні задачі по розробці документації окремих вузлів, елементів, деталей.

Проект завершується розробкою технічної документації на виріб.

Тема формулюється як розробка конструкторської документації дослідного зразка.

Рекомендується для студентів з високою або середньої теоретичною

підготовкою, відмінною графікою, схильних до конструкторської діяльності.

Відновлення конструкторської документації

Видається виріб і технічний опис з короткими відомостями про його призначення, принцип дії та конструкції. Студент вивчає функціональну та електричну схеми, особливості конструкції. Виконує перевірочні розрахунки окремих елементів і вузлів для оцінки граничних параметрів і характеристик приладу. Готує конструкторську документацію, включаючи загальний вигляд і деталювання, і рекомендації щодо удосконалення окремих елементів приладу з метою підвищення його експлуатаційних характеристик.

3. ЗМІСТ ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з двох частин – текстової документації (розрахунково-пояснювальної записки) та конструкторської документації (креслень та ілюстративного матеріалу).

3.1. Пояснювальна записка до дипломного проекту

Розрахунково-пояснювальна записка повинна мати приблизний обсяг 20-25 сторінок рукописного тексту.

Зміст записки має чітко і ясно відображати всі етапи проектування, починаючи з загальної постановки завдання і закінчуючи всіма необхідними розрахунками, а також описом розроблених схем та конструкції проєктованого приладу.

У зв'язку з цим рекомендується наступний приблизний зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Введення;
2. Розрахунково-теоретична і конструкторська частина;

3. Технологічна частина;
4. Висновок;
5. Бібліографія.

У вступі студент повинен викласти загальну постановку задачі, огляд існуючих і можливих рішень цієї задачі, вибір і обґрунтування конкретного методу рішення поставленого завдання.

Розрахунково-теоретична і конструкторська частина є основною в курсовому проекті. У цьому розділі пояснювальної записки проводиться складання математичної моделі проектного приладу з обґрунтуванням прийнятих допущень і спрощень, проводиться аналіз моделі на предмет вибору і розрахунку необхідних параметрів і похибок приладу, обґрунтовується вибір стандартизованих елементів, проводиться чисельний розрахунок основних параметрів приладу, а також похибок проектного приладу при заданих умовах роботи.

Розрахунково-теоретична і конструкторська частина містить, як правило, такі підрозділи:

1. Складання співвідношень для вибору і розрахунку основних параметрів приладу;
2. Розрахунок точності, аналіз стійкості і якості перехідного процесу;
3. Розробка принципової електричної та кінематичної схем приладу;
4. Вибір та обґрунтування застосування стандартних і нормалізованих елементів і деталей (гіромоторів, електричних датчиків кута і датчиків моменту, шарикопідшипників, струмопідводів і т.п.);
5. Розрахунки нестандартних деталей і вузлів (пружних елементів, демпфіруючих пристроїв, редукторів тощо);
6. Опис кінематичної та електричної схеми приладу;
7. Техніко-економічна оцінка спроектованого приладу.

Всі необхідні розрахунки повинні виконуватися на основі сучасних

математичних методів. Чисельні розрахунки повинні проводитися в міжнародній системі одиниць. Для проведення чисельних розрахунків і досліджень доцільно користуватися ЕОМ.

При оформленні розрахунково-теоретичної та конструкторської частини особлива увага повинна бути звернена на змістовність і лаконічність викладу. При розрахунку необхідно приводити необхідні формули, літературні джерела, з яких вони запозичені, розмірності або одиниці вимірювань величин і коефіцієнтів, що входять до формули. Якщо розрахункові формули отримані самим студентом, то необхідно привести короткий їх висновок.

Пояснювальна записка повинна бути оформлена на комп'ютері на окремих стандартних аркушах формату А4 (14 кегль шрифту Times New Roman, через 1,5 інтервалу). Друкувати слід на одному боці аркуша.

Сторінки роботи повинні мати поля: ліве - 30 мм, верхнє - 20, праве - 10, нижнє - 25 мм. Усі сторінки повинні бути пронумеровані. Першою сторінкою вважається титульний аркуш, на ній цифра 1 не ставиться, на наступній сторінці проставляється цифра 2 і так далі. Порядковий номер друкується в правому нижньому полі сторінки.

У записку обов'язково входять принципові електричні, кінематичні та інші схеми та малюнки, графіки й таблиці. Ілюстрації бажано виконувати в пакеті Corel DRAW.

3.2.Конструкторська документація

Графічна частина проекту містить 3 - 4 аркуша формату А1. У тих випадках, коли виконання креслення на зазначеному форматі неможливо, допускається застосування додаткових форматів згідно ГОСТ 2.301-68.

Вона виконуються з використанням методів САПР, бажано в середовищі Solidworks або "AutoCAD" та «Компас».

Приблизний обсяг конструкторської документації такий:

- креслення загального вигляду приладу – 1 аркуш ф. А1;
- кінематична схема приладу - 0,5 аркуша ф. А1;
- електрична схема приладу - 0,5 аркуша ф. А1;
- креслення основних деталей – 1 аркуш ф. А1;
- ілюстративний матеріал.

3.2.1. Креслення загального виду

Креслення загального вигляду приладу розробляється за затвердженим керівником ескізним проектом і являє собою остаточне технічне рішення, що дає повне уявлення про роботу приладу. Розробка креслень загального виду є самим трудомістким етапом процесу проектування. Креслення загального вигляду виконують відповідно про ГОСТ 2,120-73 і 2.119-73, але з урахуванням специфіки курсового проектування. За таким кресленням можна пояснити не тільки роботу приладу, взаємодію та способи з'єднання деталей, а й форму тих деталей, на які потрібно виконувати креслення.

Креслення загального вигляду виконується без спрощень. Фаски, проточки, збігаючи та інші елементи деталей зображуються повністю. Стандартні елементи конструкції показуються зовнішнім виглядом, але з докладною розробкою їх кріплення та монтажу. У той же час не рекомендується давати детальне зображення стандартних деталей, симетричні деталі слід давати в розрізі тільки з одного боку.

Оформлення креслення загального виду не відрізняється від оформлення складального креслення. Обов'язкові: зображення, що відбивають взаємне положення всіх деталей; розміри, що визначають взаємне положення деталей і установку виробу; нумерація позицій складових частин виробу й складання специфікації. Тому, в окремих випадках (особливо для нескладних виробів), креслення загального виду може не відрізнятися від

складального креслення. Однак призначення цих креслень різне. На відміну від складального креслення, яке призначене тільки для того, щоб зібрати й проконтролювати зібраний виріб, креслення загального виду повинно розкрити конструкцію й принцип роботи виробу. Це може зажадати введення в креслення додаткових видів (розрізів, перетинів) і додаткових розмірів. Спрощення, припустимі в складальному кресленні, не завжди можна використовувати в кресленнях загального виду.

3.2.2. Специфікація

Специфікація відноситься до текстових конструкторських документів і заповнюється відповідно до ГОСТ 2.106-96 Текстові документи.

Перший аркуш специфікації має основний напис (ГОСТ 2.104-2006) за формою 2, а наступні аркуші - за формою 2а.

Специфікація складається з розділів, які розташовуються в наступній послідовності: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Наявність їх визначається составом виробу.

У специфікацію для навчальних складальних креслень, як правило, входять наступні розділи:

1. Документація
2. Складальні одиниці
3. Деталі
4. Стандартні вироби
5. Матеріали.

Найменування кожного розділу вказується у вигляді заголовка в графі Найменування і підкреслюється тонкою лінією. Нижче кожного заголовка залишається один вільний рядок, вище - не менш одному вільного рядка.

1. У розділ Документація вносять конструкторські документи на складальну одиницю. У цей розділ у навчальних кресленнях вписують Склада-

льне креслення.

2. У розділі Складальні одиниці і Деталі вносять ті складові частини складальної одиниці, які безпосередньо входять у неї. У кожному із цих розділів складові частини записують по їхньому найменуванню.

3. У розділ Стандартні вироби записують стандартні вироби. Запис роблять за абеткою найменувань виробів, у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу.

4. У розділ Матеріали вносять усі матеріали, що безпосередньо входять у складальну одиницю. Матеріали записують по видах і в послідовності, зазначеним у ГОСТ 2.106-96. Матеріали записують за абеткою найменувань матеріалів.

Графи специфікації заповнюють у такий спосіб. У графі Формат указують позначення формату. У графі Поз. указують порядковий номер складеної частини складальної одиниці в послідовності їх запису в специфікації. У розділі Документація граfi Поз. не заповнюють.

У розділах Стандартні вироби і Матеріали граfi Позначення не заповнюють. У графі Найменування указують найменування складеної частини складальної одиниці. Усі найменування пишуть у називному відмінку однини. Найменування деталей, як правило, однослівне. Якщо ж воно складається із двох слів, то спочатку пишуть ім'я іменник, наприклад: Колесо зубчасте, Гайка накидна. Найменування стандартних виробів повинне повністю відповідати їхнім умовним позначкам, установленим стандартом, наприклад:

*Болт М12*1,25-8g*30.48 ГОСТ 7798-70*

У графі Кільк. вказують кількість складових частин, записуваних у специфікацію (складальних одиниць, деталей) на один виріб, у розділі Матеріали - загальна кількість матеріалів на один виріб із вказівкою одиниць виміру.

3.2.3. Креслення деталей

Креслення деталі – **основний конструкторський документ**, що містить зображення деталі з мінімальним і достатнім числом проекцій, розрізів і перетинів, а також усі розміри й технічні вимоги, необхідні для її виготовлення й контролю.

Креслення деталей виконуються на основі креслення загального виду. На кожну деталь виконується окреме креслення, вимоги до виконання якого регламентовані ГОСТ 2.109 – 73*.

Креслення деталі повинно мати основний напис за формою, у якій найменування деталі записується в називному відмінку однини й згідно із прийнятою термінологією, наприклад: об'єktiv, валик, каркас. Якщо найменування деталі складається з декількох слів, то на першій місці пишуть іменник, а потім стосовне до нього слово, наприклад: Колесо зубчасте.

На кресленні деталі повинні бути зазначені:

- розміри і їх граничні відхилення відповідно до ГОСТ 2.307 – 68*;
- граничні відхилення форми й взаємного розташування поверхонь за ГОСТ 2.308 – 79*;
- шорсткість поверхонь за ГОСТ 2.309 – 73;
- позначення покриттів, термічної й інших видів обробки, твердості матеріалу за ГОСТ 2.310 – 68*.

Технічні вимоги на кресленні деталі вказуються в правій частині аркуша над основним написом.

В основному напису приводять позначення матеріалу деталі, його марку й номер стандарту на матеріал, наприклад:

Сталь 35 ГОСТ 1050 – 88,

Сталь 12X18H9T ГОСТ 5632 – 72.

Якщо в умовну позначку матеріалу по стандарту входить його скорочене найменування, наприклад, Ст, СЧ, Бр і ін., то повне найменування

не записують, наприклад, Ст5 ГОСТ 380 – 94, СЧ 20 ГОСТ 1412 – 85, Бр04Ц4С17 ГОСТ 613 – 79. Для деталей, виготовлених із сортового матеріалу певного профілю й розміру, матеріал деталі записують відповідно до привласненого йому в стандарті на сортамент позначенням, наприклад:

$$Kpyr \frac{40 \text{ГОСТ} 1133 - 71}{У10 \text{ГОСТ} 1435 - 99}$$

Креслення пружин, зубчастих коліс і деяких інших деталей мають специфіку оформлення, яка відбита в стандартах ЕСКД класифікаційної групи 4 (ГОСТ 2.401 – 68 і т.д.). Наприклад, креслення зубчастих і черв'ячних коліс, зубчастих рейок відрізняються тим, що параметри конструктивних елементів вказуються в спеціальній таблиці, розташовуваної в правому верхньому куті креслення, відповідно до ГОСТ 2.402 – 68.

ГОСТ 2.303. - 68 установлює найменування, накреслення, товщину й основні призначення ліній креслень для всіх галузей промисловості й будівництва.

Стандарт передбачає товщину лінії видимого контуру (суцільна товста основна лінія) S у межах від 0,5 до 1,4 мм. Залежно від розмірів креслення й складності зображення вибирається певна товщина основної лінії, наприклад, 1 мм (для формату А3 і А2), яка повинна витримуватися на всіх кресленні, включаючи всі зображення, рамку й основний напис. Товщина всіх типів тонких ліній на кресленні також повинна відповідати стандарту й бути постійної на всіх полі креслення. Товщини тонких ліній (штрихова лінія, штрих пунктирна тонка лінія, суцільна тонка лінія) визначаються залежно від основної суцільної лінії й становлять $S/3$ до $S/2$. Слід також пам'ятати, що штрих-пунктирні лінії повинні починатися й закінчуватися штрихом, а не точкою. Центр окружності відзначається перетинанням штрихів. Осьові й центрові лінії повинні виходити за контури зображення на 3-5 мм.

Усі написи на кресленнях і схемах виконуються стандартним шриф-

том. ГОСТ 2.304-68 передбачає шрифти російського, латинського й грецького алфавіту, арабські й римські цифри. Кожний шрифт має прописні й малі літери. Для виконання навчальних креслень рекомендується використовувати шрифти розміром 3,5; 5; 7; 10; 14 мм із нахилом 75 типу Б.

3.2.4. Кінематична схема

Кінематичні схеми, в залежності від основного призначення, підрозділяють на такі типи: принципові, структурні та функціональні кінематичні. На кінематичній схемі виробу повинен бути представлений весь склад кінематичних елементів. Їх з'єднання, кінематичні зв'язки (всередині виконавчих органів, між окремими парами, ланцюгами, групами, зв'язки з джерелом руху) у відповідності зі стандартами.

Кожному кінематичному елементу присвоюють порядковий номер, починаючи від джерела руху. Вали нумерують римськими цифрами, інші елементи - арабськими. Порядковий номер проставляють на полиці ліній-виноски, під полицею вказують характеристики і параметри елемента (лі, z і т. п.).

На кінематичній схемі зображують:

вали, осі, стержні, шатуни - суцільними основними лініями товщиною s :

елементи, зображені спрощено зовнішніми обрисами, зубчаті колеса, черв'яки, зірочки, шків, кулачки - суцільними тонкими лініями товщиною $s/2$;

контури виробу, в які вписана схема, - суцільними тонкими лініями товщиною $s/3$.

Взаємне розміщення елементів на схемі повинно відповідати певному положенню (вихідному, робочому і т. п.). Допускається зображувати крайні положення елемента на схемі тонкими штрих-пунктирними лініями з двома крапками.

Допускається на кінематичній схемі переносити елементи вгору або вниз від дійсного положення, виносити їх за контур виробу, не змінюючи положення, і повертати в положення, найбільш зручне для зображення.

Характеристики і параметри кінематичних елементів допускається помішати в перелік елементів у вигляді таблиці.

Літерні коди найбільш розповсюджених елементів механізмів, встановлені ГОСТ 2.703 - 68(81):

- А - механізм (загальне позначення):
- В - вал;
- С - елементи кулачкових механізмів (кулачок, штовхач):
- Е - різні елементи;
- Н - елементи механізмів із гнучкими ланками (ремінь, ланцюг);
- К - елементи важільних механізмів (коромисло, кривошип, куліса, шатун);
- М - джерело руху (двигун):
- Р - елементи мальтійських і храпових механізмів:
- Т - елементи зубчатих і фрикційних механізмів (зубчате колесо, зубчата рейка, зубчатий сектор, черв'як):
- Х і Y - муфти, гальма.

3.2.5. Схема електрична принципова

Схема електрична принципова (ЕЗ) визначає повний состав елементів і зв'язки між ними й дає детальна вистава про принципи роботи виробу. На ній зображують усі елементи або пристрої, необхідні для здійснення й контролю у виробі електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (з'єднувачі, затискачі і т.д.), якими закінчуються вхідні й вихідні ланцюги.

Основні правила виконання електричних схем викладені в ГОСТ

2.702-75. Кожний тип електричних схем оформляється у вигляді самостійного конструкторського документа, однак допускається виконання сполучених схем. Сполучені електричні схеми можуть поєднувати наступні типи: принципова й з'єднань, з'єднань і підключень. Найменування й шифр сполученої схеми привласнюють по типу схеми, що має менший порядковий номер.

Елементи схем зображуються у вигляді умовних графічних позначень (УГО) відповідно до ГОСТ 2.721-74... ГОСТ 2.759-82 в умовному масштабі. Збільшення або зменшення розмірів елементів здійснюється довільно, але пропорційно для всіх елементів даної схеми.

Відстань між окремими графічними позначеннями не повинне бути менш 2 мм.

Лінії електричного зв'язку зображують у вигляді горизонтальних і вертикальних відрізків, що мають найменше число зламів і перетинань. Допускається застосовувати похилі лінії зв'язку по можливості невеликої довжини.

У загальному випадку товщина ліній зв'язку й графічних позначень однакова (рекомендована товщина 0,3...0,4 мм). Стовщеними лініями зображують лінії групового зв'язку (лінії, що умовно зображують групу ліній електричного зв'язку: проводів, кабелів, шин, що спрямовані у схемі в одному напрямку). товщина ліній груповому зв'язку вдвічі більше прийнятої для зображення ліній зв'язку й товщини УГО.

Відстань між лініями зв'язку не менш 3 мм. якщо лінії зв'язку утрудняють читання схеми, їх можна обірвати закінчивши стрілкою, і вказати позначення або найменування, привласнене цієї лінії (наприклад номер проведення, найменування сигналу, умовна позначка буквою, цифрою).

Близько графічних позначень (праворуч або зверху) або на вільнім полі схеми, по можливості над основним підписом, допускається поміщати

різні технічні дані (наприклад номінальні значення параметрів елементів, діаграми, таблиці, текстові вказівки).

Основні вимоги до виконання електричних принципових схем.

Електричні принципові схеми виконуються для виробів, що перебувають у відключеному стані.

Елементи схем показують умовними графічними позначеннями, установленними стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.721...2.759-82).

Елементи й пристрої зображують на електричних схемах сполученим або рознесеним способом.

По сполученому способу складові частини елементів (наприклад, контакти реле) зображують спільно, у безпосередній близькості друг до друга.

При рознесеному способі елемент зображується вроздріб у різних частинах схеми. використання рознесеного способу зображення елементів спрощує накреслення схем і їх читання.

Якщо елементи в схемі використовуються неповністю, то допускається зображення тільки задіяних частин.

На схемі електричній принциповій вказують позначення виводів (контактів) елементів або пристроїв, нанесені на виріб (позначення виводів трансформатора) або встановлені в їхній документації (позначення виводів інтегральних схем). однак при зображенні однакових елементів (пристроїв) позначення виводів допускається вказувати лише на одному з них.

Схеми рекомендується виконувати рядковим способом: умовні графічні позначення пристроїв і їх складових частин, що входять в один ланцюг, зображують послідовно один за одним по прямій, а окремі ланцюги поруч - у вигляді паралельних горизонтальних або вертикальних рядків.

Позиційні позначення. Усім елементам, пристроям і функціональним групам виробу, зображеним на схемі, привласнюються позиційні по-

значення, що містять інформацію про вид елемента (пристрою, функціональної групи) і його порядковому номері в межах даного виду.

Позиційне позначення, у загальному випадку, складається із трьох частин, що мають самостійне значення.

У першій частині вказують вид елемента (пристрою, функціональної групи) однієї або декількома буквами відповідно до ГОСТ 2.710-81 (наприклад, R- резистор, С - конденсатор, М - машина електрична), у другій частині - порядковий номер елемента (пристрою, функціональної групи) у межах даного виду (R1, R2,..., R15; M1, M2, ... , M12), у третій частині допускається вказувати функціональне призначення за допомогою буквеного коду (наприклад, С4І - конденсатор С4, що виконує функції інтегрування).

Порядкові номери привласнюють, починаючи з одиниці, у межах групи з однаковими позиційними позначеннями відповідно до послідовності розташування елементів на схемі, починаючи зверху вниз у напрямку ліворуч праворуч.

Позиційні позначення проставляють поруч із умовним графічним позначенням елементів із правої сторони або над ними. при зображенні на схемі елемента (пристрою, функціональної групи) рознесеним способом, позиційні позначення проставляють близько кожної частини.

Усі відомості про елементи, що входять до складу виробу й зображених на схемі, записують у перелік елементів, який поміщають на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа.

У першому випадку перелік оформляють у вигляді таблиці, як правило, над основним написом, на відстані не менш 12 мм від неї. Продовження переліку поміщають ліворуч від основного напису, повторюючи головку таблиці.

У другому випадку перелік елементів виконують на форматі А4 з присвоєнням шифру, що полягає з букви П (перелік) і шифру схеми, до

якої випускається перелік (ПЕЗ - перелік елементів до схеми електричній принципової).

Поз. позначення	Найменування	Кільк.	Примітка

Рис. 3.1. Специфікація

У графах переліку вказують наступні дані:

- у графі “поз. позначення” - позиційне позначення елемента, пристрою або функціональної групи;
- у графі “найменування” - найменування елемента (пристрою) відповідно до документа, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосований, а також позначення цього документа (ГОСТ, ТУ);
- у графі “Кільк.” - кількість зазначених елементів;
- у графі “примітка” - зазначення технічних даних елемента, що не містяться в його найменуванні.

Елементи записують у перелік групами за абеткою буквених позиційних позначень. у межах кожної групи, що має однакові буквені позиційні позначення, елементи розташовують по зростанню порядкових номерів. Елементи одного типу з однаковими електричними параметрами допускається записувати в перелік в один рядок. У цьому випадку в графу “поз. позначення” уписують тільки позиційні позначення з найменшими й найбільшими порядковими номерами (наприклад, R8,..., R12), а в графу “кільк.” - загальна кількість таких елементів.

Найменування однакових елементів і документів, на підставі яких ці елементи застосовані, записують у вигляді загального заголовка один раз

на кожному аркуші переліку й підкреслюють.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Завдання на курсове проектування видається студенту протягом перших двох тижнів семестру, в якому навчальним планом передбачено виконання курсового проекту.

Студент повинен завершити роботу над курсовим проектом в 18-тижневий термін з моменту видачі завдання, але не пізніше, ніж за 2 тижні до початку екзаменаційної сесії. Рівномірна робота над проектом протягом відведеного терміну є необхідною умовою високої якості його виконання.

Консультації проводяться в день курсового проектування в години, визначені графіком консультації. Контроль за ходом виконання курсового проекту покладається на керівника - консультанта, який складає графік консультацій і при рубіжному контролі знань студентів подає відомості про хід проектування в деканат.

Загальний контроль за ходом курсового проектування здійснює керівник навчально-проектно-конструкторського напрямки кафедри. Явка студентів до керівники курсового проекту за графіком обов'язкове.

5. ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВИХ ПРОЕКТІВ

Виконаний і оформлений проект перевіряється керівником і при відповідності обсягу, змісту і якості оформлення всім вимогам до курсового проекту підписується із зазначенням дати захисту. Захист проектів проводиться в дні та години, встановлені графіком. Черговість захисту зумовлюється списком, який доводиться до відома студентів заздалегідь.

Для проведення захисту кафедра утворює екзаменаційну комісію у складі 2-3 викладачів. До складу комісії можуть входити аспіранти та ін-

женери кафедри при обов'язковій участі керівника-консультанта.

Рейтингова оцінка з курсового проекту має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента з курсового проектування та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсового проекту.

Розмір шкали першої складової дорівнює 40 балів, а другої складової – 60 балів.

Стартова складова характеризує

- своєчасність виконання графіку роботи з курсового проектування;
- сучасність та обґрунтування прийнятих рішень;
- правильність застосування методів аналізу і розрахунку;
- якість оформлення, виконання вимог нормативних документів;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог ДСТУ.

При захисті курсового проекту аналізується:

- ступінь володіння матеріалом;
- повнота аналізу можливих варіантів;
- ступінь обґрунтування прийнятих рішень;
- вміння захищати свою думку.

Проект оцінюється усіма членами комісії, після чого узгоджена загальна оцінка заноситься до відомості деканату та на титульний лист проекту.

Якщо у проектній документації буде виявлено більше чотирьох грубих порушень вимог ЕСКД або виявиться, що виріб непрацездатною або не може бути зібрано, то проект оцінюється оцінкою "незадовільно" і повертається на доопрацювання. Проекти, не представлені а термін, не затверджені або не захищені, представляються до захист тільки з дозволу деканату.

6. ЛІТЕРАТУРА

1. Расчет и проектирование элементов гироскопических устройств. Бабаева Н.Ф. и др. - М: Машиностроение, 1967,. - 480 с.
2. Гироскопические системы: Элементы гироскопических приборов; Учеб. для вузов по специальности "Гироскопические приборы и устройства"/Е.А.Никитин,С.А.Шестов, В.А.Матвеев; Под ред. Д.С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Высш. шк., 1988. -432 с.
3. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в трех частях). Ч.П. Гироскопические стабилизаторы. Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости и интегрирующие гироскопы и гиросинтезаторы. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб. пособие для вузов. - М.:Высш. школа, 1980.
4. Детали и узлы гироскопических приборов. Атлас конструкций. / [Сломянский Г.А., Агапов А.В., Родионов С.И. и др]; под ред. Г.А.Сломянского. - М.: Машиностроение, 1975. – 364 с.: ил., табл.
5. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. / В. Я. Распопов. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.
6. Техническая механика микросистем [Электронный ресурс]: учебное пособие. / В.Н. Тимофеев [и др]. - 3е изд. (эл). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 176 с.
7. Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.
8. Матвеев В. А. Проектирование волнового твердотельного гироскопа: Учеб. Пособие для втузов. / В. А. Матвеев, В. И. Липатников, А. В. АLEXIN. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 168 с.
9. С.Ф. Коновалов, Е.А. Никитин, Л.М. Селиванова. Гироскопические

системы. Проектирование гироскопических систем. Часть III, Акселерометры, датчики угловой скорости. Под ред. Д.С. Пельпора. М. Высш. школа, 1980.

10. Справочник конструктора точного приборостроения / Г.А. Веркович, Е.Н. Головенкин, В.А. Голубков и др.; Под общ. ред. К.Н. Явленского, Б.Н. Тимофеевой и Е.Е. Чаадаевой. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1989. - 792 с.

11. Браславский Д.А. Авиационные приборы и автоматы / Д.А. Браславский, С.С. Логунов, Д.С. Пельпор - М.: Машиностроение, 1978. - 432 с.

12. Лукьянов Д.П. Микроэлектронные акселерометры инерциальных систем навигации: Учеб. пособие / Д.П. Лукьянов, В.Ю. Скворцов - СПбГЭТУ "ЛЭТИ". СПб., 1999. - 60 с.

7. ДОДАТКИ

Додаток 1.

Варіанти завдань на курсове проектування

Завдання №1

Спроекувати гіроскоп напрямку

1. Умови експлуатації

Гіроагрегат можна експлуатувати в таких умовах:

- При дії вібрацій та вібраційних прискорень в таких межах:
- От 5 до 10 Гц з амплітудою зміщення 1 мм.
- От 10 до 30 Гц амплітудою зміщення 0,7 мм.
- От 30 до 50 Гц амплітудою зміщення 0,5 мм.
- От 50 до 300 Гц з перевантаженням від прискорення 5g.

1.1. При дії ударного навантаження до 6g при частоті ударних імпульсів 40-80 ударів в хвилину.

1.2. Допустимі кути крену і тангажу ; $\pm 70^\circ$

2. Технічні дані

Гіроагрегат має такі технічні дані:

- Кінетичний момент гіромотора 4000 гссм
- Швидкість обертання ротора гіромотора 24000 об/мин
- Дрейф гіроскопа в азимуті не перевищує:
- Змінна складова $+0,5^\circ/\text{ч}$
- Стала складова $+0,5^\circ/\text{ч}$
- Примітка: В процесі експлуатації дозволяється збільшення сталої складової швидкості дрейфу на величину не більше 0,8 кут. хв за годину роботи гіроагрегату.

3. Швидкість узгодження:

- Нормальна швидкість узгодження 2-4 $^\circ/\text{хв}$
- Велика швидкість узгодження Не менше 10 $^\circ/\text{с}$

Завдання №2

Спроекувати акселерометр з сухим підвісом і механічною пружиною.
Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	
1	Мінімальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \min}$ [g]	0,1
2	Максимальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \max}$ [g]	± 55
3	Рівень нульового сигналу	$w_{\eta 0}$ [g]	0 - 5
4	Динамічна похибка	$\delta_{\text{дин}}$ [%]	0,5
5	Максимальне відставання по фазі	μ [°]	5
6	Максимальні перехресні прискорення	$w_{\xi(\zeta) \max}$ [g]	45
7	Похибка від перехресного прискорення	$\delta(w_{\xi})$ [%]	0,1
8	Нелінійність вихідної характеристики	δh_{η} [%]	5
9	Час виходу на робочий режим	t_a [с]	60
10	Температурний режим роботи	$t_{c \max}$ [°C]	+60
		$t_{c \min}$ [°C]	-60
11	Вага приладу	G[H]	4
12	Тип датчика переміщень		
	Конструктивна схема*		

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип пружного елементу (пружний шарнір* або торсіон**), тип демпфера. В залежності від цього та типу датчика переміщень можливі декілька варіантів побудови приладу:

1. Осьовий акселерометр:
 - з пружним шарніром і індукційним датчиком;
 - з мембранним пружним елементом і ємнісним датчиком.
2. Маятниковий акселерометр:
 - з пружним шарніром;
 - з перехресним пружним шарніром;
 - з автогенераторним датчиком на поверхневих акустичних хвилях.

Перелік питань

1. Вибір конструктивної схеми;
2. Математична модель обраної схеми;
3. Визначення основних параметрів приладу – габаритів, маси ЧЕ;
4. Вибір основних елементів – типу опор, датчика кутів, тощо;
5. Розрахунок основних параметрів – коефіцієнту передачі, демпфірування;
6. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [9, 12].

Завдання №3

Спроекувати акселерометр компенсаційного типу.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	
1	Мінімальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \min}$ [g]	0,1
2	Максимальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \max}$ [g]	± 55
3	Рівень нульового сигналу	$w_{\eta 0}$ [g]	0 - 5
4	Динамічна похибка	$\delta_{\text{дин}}$ [%]	0,5
5	Максимальне відставання по фазі	μ [°]	5
6	Максимальні перехресні прискорення	$w_{\xi(\zeta) \max}$ [g]	45
7	Похибка від перехресного прискорення	$\delta(w_{\xi})$ [%]	0,1
8	Нелінійність вихідної характеристики	δh_{η} [%]	5
9	Час виходу на робочий режим	t_a [с]	60
10	Температурний режим роботи	$t_{c \max}$ [°C]	+60
		$t_{c \min}$ [°C]	-60
11	Вага приладу	G[H]	4
12	Тип датчика переміщень		
	Конструктивна схема*		

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип підвісу (сухий або гідро-статичний) конструктивна схема (осьовий або маятниковий), тип датчика переміщень (ємнісний, індукційний або інший), тип підвісу (шарикопідшипниковий, пружний шарнір* або торсіон**), тип демпфера. В залежності від цього та типу датчика переміщень можливі декілька варіантів побудови приладу:

1. Осьовий акселерометр:
 - з мембранним пружним елементом і індуктивним датчиком;
 - з мембранним пружним елементом і ємнісним датчиком.
2. Маятниковий акселерометр:
 - з пружним шарніром;
 - з каменевими або ШП підвісами;

Перелік питань

1. Вибір конструктивної схеми;
2. Математична модель обраної схеми;
3. Визначення основних параметрів приладу – габаритів, маси ЧЕ;
4. Вибір основних елементів – типу опор, датчика кутів, тощо;
5. Розрахунок основних параметрів – коефіцієнту передачі, демпфірування;
6. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [3, 9].

Завдання №4

Спроекувати мікроакселерометр осьового типу.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	
1	Мінімальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \min}$ [g]	0,1
2	Максимальне вимірюване прискорення	$w_{\eta \max}$ [g]	± 55
3	Рівень нульового сигналу	$w_{\eta 0}$ [g]	0 - 5
4	Динамічна похибка	$\delta_{дин}$ [%]	0,5
5	Максимальне відставання по фазі	μ [°]	5
6	Максимальні перехресні прискорення	$w_{\xi(\zeta) \max}$ [g]	45
7	Похибка від перехресного прискорення	$\delta(w_{\xi})$ [%]	0,1
8	Нелінійність вихідної характеристики	δh_{η} [%]	5
9	Час виходу на робочий режим	t_a [с]	60
10	Температурний режим роботи	$t_{c \max}$ [°C]	+60
		$t_{c \min}$ [°C]	-60
11	Тип датчика переміщень		a*
12	Конструктивна схема*		

a – ємнісний; б – тензоелектронний на ПАХ.

Перелік питань

7. Вибір конструктивної схеми;
8. Математична модель обраної схеми;
9. Визначення основних параметрів приладу – габаритів, маси ЧЕ;
10. Вибір основних елементів – типу опор, датчика кутів, тощо;
11. Розрахунок основних параметрів – коефіцієнту передачі, демпфірування;
12. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [3, 6, 9].

Завдання №5

Спроекувати гіроскопічний датчик кутової швидкості з механічною пружиною.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	
1	Мінімальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \min} [^\circ/\text{с}]$	0,1
2	Максимальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \max} [^\circ/\text{с}]$	± 55
3	Діапазон частот вимірюваної швидк	$f_\gamma [\text{Гц}]$	0 - 5
4	Динамічна похибка	$\delta_{\text{дин}} [\%]$	0,5
5	Максимальне відставання по фазі	$\mu [^\circ]$	5
6	Максимальна перехресна кутова швидкість	$\omega_{\xi(\eta) \max} [^\circ/\text{с}]$	45
7	Похибка від перехресної кутової швидкості	$\delta(\omega_\eta) [\%]$	0,1
8	Максимальні прискорення	$a_{\xi \max} [g]$	5
9	Час виходу на робочий режим	$t_a [\text{с}]$	60
10	Температурний режим роботи	$t_{c \max} [^\circ\text{C}]$	+60
		$t_{c \min} [^\circ\text{C}]$	-60
11	Вага приладу	$G[\text{Н}]$	4
12	Габарити	мм	

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип пружного елементу (пружний шарнір* або торсіон**), тип демпфера. В залежності від цього можливі 4 варіанти побудови приладу:

- з сухим шарикопідшипниковим підвісом і магнітоіндукційним демпфером;
- з пружним шарніром;
- з торсіонним пружним елементом.
- з гідростатичним підвісом та гідравлічним демпфером;

Перелік питань

1. Вибір конструктивної схеми;
2. Математична модель обраної схеми;
3. Визначення основних параметрів приладу – габаритів, кінетичного моменту;
4. Вибір основних елементів – гіромотора, типу опор, датчика кутів;
5. Розрахунок основних параметрів – коефіцієнту передачі, демпфірування;
6. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [3, 6, 9].

Завдання №6

Спроекувати гіроскопічний датчик кутової швидкості компенсаційного типу.
Вихідні дані для проектування

1	Параметр	Позначення	
2	Мінімальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \min} [^\circ/\text{с}]$	0,1
3	Максимальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \max} [^\circ/\text{с}]$	± 55
4	Діапазон частот вимірюваної швидкості	$f_\gamma [\text{Гц}]$	0 - 5
5	Динамічна похибка	$\delta_{\text{дин}} [\%]$	0,5
6	Максимальне відставання по фазі	$\mu [^\circ]$	5
7	Максимальна перехресна кутова швидкість	$\omega_{\xi(\eta) \max} [^\circ/\text{с}]$	45
8	Похибка від перехресної кутової швидкості	$\delta(\omega_\eta) [\%]$	0,1
9	Максимальні прискорення	$a_{\xi \max} [g]$	5
10	Час виходу на робочий режим	$t_a [\text{с}]$	60
11	Температурний режим роботи	$t_{c \max} [^\circ\text{C}]$	+60
		$t_{c \min} [^\circ\text{C}]$	-60
12	Вага приладу	$G [\text{Н}]$	4
	Габарити	мм	
	Конструктивна схема*		

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип підвісу (сухий* або гідростатичний**), тип демпфера. В залежності від цього можливі 3 варіанти побудови приладу:

1. З сухим шарикопідшипниковим підвісом і магнітоіндукційним демпфером;
 2. З гідростатичним підвісом та гідравлічним демпфером;
- з шарикопідшипниковими опорами;
 - з опорами на камнях.

Перелік питань

1. Вибір конструктивної схеми;
2. Математична модель обраної схеми;
3. Визначення основних параметрів приладу – габаритів, кінетичного моменту;
4. Вибір основних елементів – гіромотора, типу опор, датчика кутів;
5. Розрахунок основних параметрів – коефіцієнту передачі, демпфірування;
6. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [3, 6, 9].

Завдання №7

Спроекувати гіроскопічний інтегратор лінійних прискорень (ГІЛП) системи керування дальністю ракети

Вихідні дані для проектування:

	Параметр	Позначення	1
1	Похибка вимірювання лінійної швидкості	δV [%]	10^{-4}
2	Мінімальне поздовжнє прискорення	$a_{\eta \min}$ [g]	12
3	Максимальне поздовжнє прискорення	$a_{\eta \max}$ [g]	2
4	Максимальна лінійна швидкість	V_{η} [м/с]	$4 \cdot 10^3$
5	Максимальне поперечне прискорення	$a_{\xi \max}$ [g]	2
6	Час активної частини руху ракети	t_a [с]	200
7	Параметри кутового руху основи		
8	Кутові коливання відносно поздовжньої осі		
	Амплітуда	$\gamma_{\max}$ [°]	1
	Частота	f_{γ} [Гц]	1
9	Кутові коливання відносно поперечних осей		
	Амплітуда	$\vartheta(\psi)_{\max}$ [°]	1,5
	Частота	f_{ϑ} [Гц]	0,2
10	Вага приладу	G[H]	20
11	Габарити	мм	120× 100
	Конструктивна схема*		

Додатково задаються параметри джерел живлення, час виходу на робочий режим, діапазон температур, тощо.

Перелік питань

1. Вибір конструктивної схеми;
2. Математична модель обраної схеми;
3. Визначення основних параметрів приладу – масштабного коефіцієнта, добротності;
4. Вибір основних елементів – гіромотора, типу опор, датчика кутів;
5. Розрахунок системи міжрамкової корекції;
6. Оцінювання складових похибок вимірювача.

Рекомендована література [2, 4, 7].

Бланк завдання на курсове проектування
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Кафедра приладів і систем орієнтації та навігації

Дисципліна
Спеціальність –
Курс V

Проектування приладів і систем
Прилади і системи орієнтації і навігації
Група ПГ-__ Семестр 2

ЗАВДАННЯ
на курсовий проект студента
Маринкевич Іван Анатолійович

1. Тема проекту Малогабаритна гіровертикаль

2. Строк здачі студентом закінченого проекту 25.05.201__

3. Вихідні дані до проекту

Кінетичний момент $H=0,2$ Нмс; Датчики дистанційного виходу – СКТ 232; Датчики моментів – двофазні індукційні; Датчики горизонту – типу ДЖМ або мікро акселерометр-нахиломір. Параметри руху основи: Швидкість до 200 м/с; широта 30 – 60°; Хитація основи з частотою до 3 1/с, амплітудою до 5°; максимальні прискорення до 3 м/с²; віраж з кутовою швидкістю до 0,1 1/с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

1. Аналіз схем побудови ГВ.
2. Математична модель ГВ з узагальненою системою корекції.
3. Порівняльний аналіз похибок ГВ з двома типами корекції.
4. Вибір основних елементів та вузлів.
5. Розрахунок точності приладу.
6. Математичне моделювання основних режимів роботи ГВ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Кінематична і електрична схеми ГВ;
 2. Креслення загального виду;
 3. Креслення основних вузлів та деталей;
 4. Ілюстративний матеріал.
- Загалом 3 – 4 арк. ф. А1.

Дата видачі завдання " ____ " _____ 20__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів курсового проекту	Строк вико- нання етапів проекту	Примітка
1	Ознайомлення з учбовою та науково-технічною літературою	до 30.02	
2	Аналіз схем побудови гіровертикалей	до 15.03	
3	Вибір схеми гіровертикалі і розрахунок параметрів систем корекції	до 01.04	
4	Вибір параметрів підвісу	до 15.04	
5	Оформлення текстової документації	до 20.05	
6	Оформлення конструкторської документації	до 25.05	

Рекомендована література

Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.
Методические указания по составлению дифференциальных уравнений движения гироскопических систем. / Составители Лазарев Ю.Ф., Бондарь П.М. - Киев: КПИ, 1985. - 84 с.
Теория гироскопов и гироскопических приборов. Практикум./ Одинцов А.А. и др. Под ред. Б.А. Рябова. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1976. - 264 с.
Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем, ч. I. Системы ориентации и навигации. М., "Высшая школа", 1977, 216 с.

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

“ ____ ” _____ 201_ р.

Титульний аркуш пояснювальної записки

Форма № Н-6.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра приладів і систем орієнтації та навігації
(повна назва кафедри, циклової комісії)

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
з дисципліни "Проектування приладів і систем"
(назва дисципліни)
на тему:

Студента V курсу групи ПГ-____
напряму підготовки 6.051003 -
приладобудування
спеціальності 7.05100303 – прилади
і системи орієнтації та навігації

(прізвище та ініціали)

Керівник

(посада, вчене звання, науковий ступінь,
прізвище та ініціали)

Національна оцінка _____
Кількість балів: ____ Оцінка: ECTS ____

Члени комісії

(підпис)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

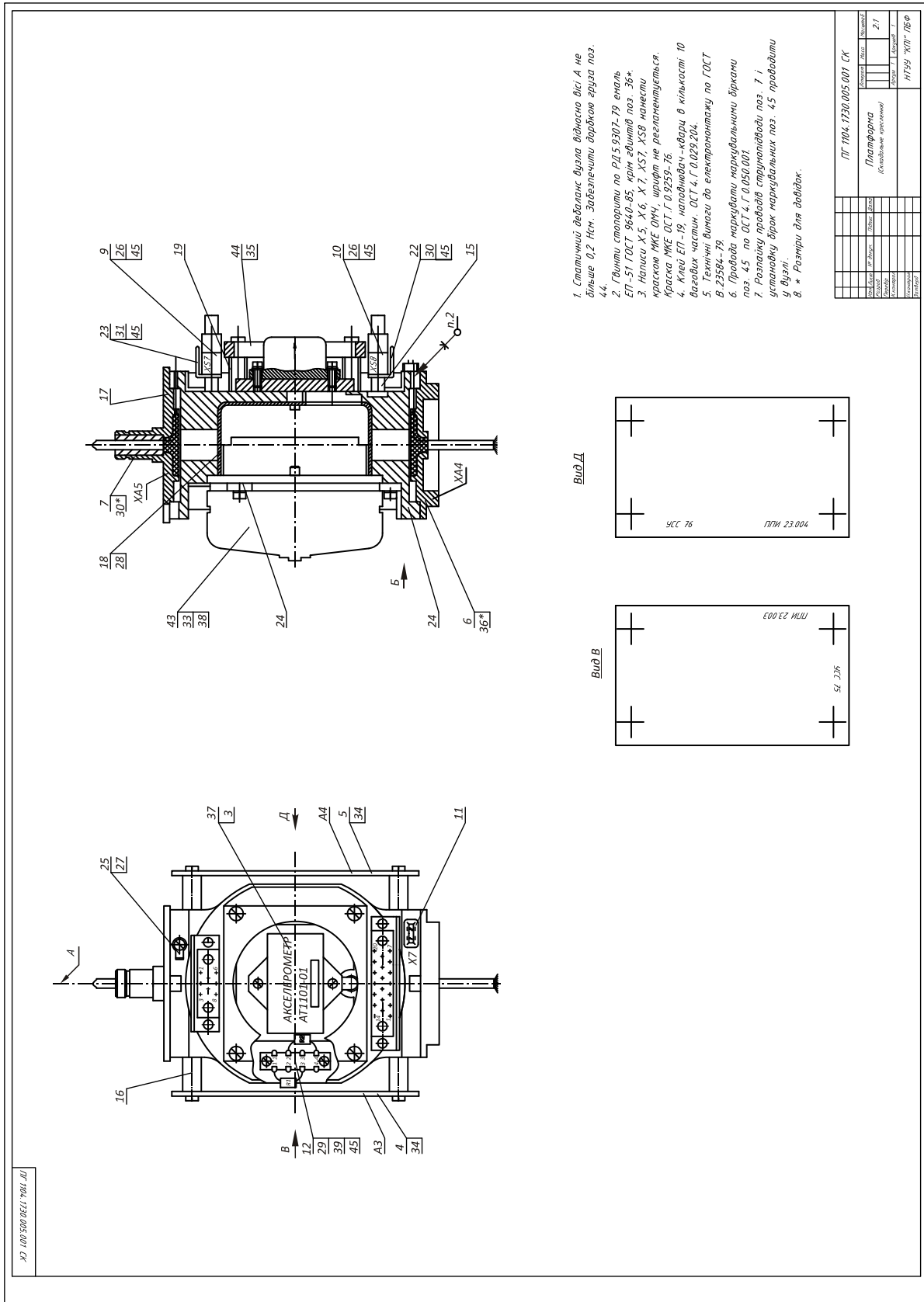
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

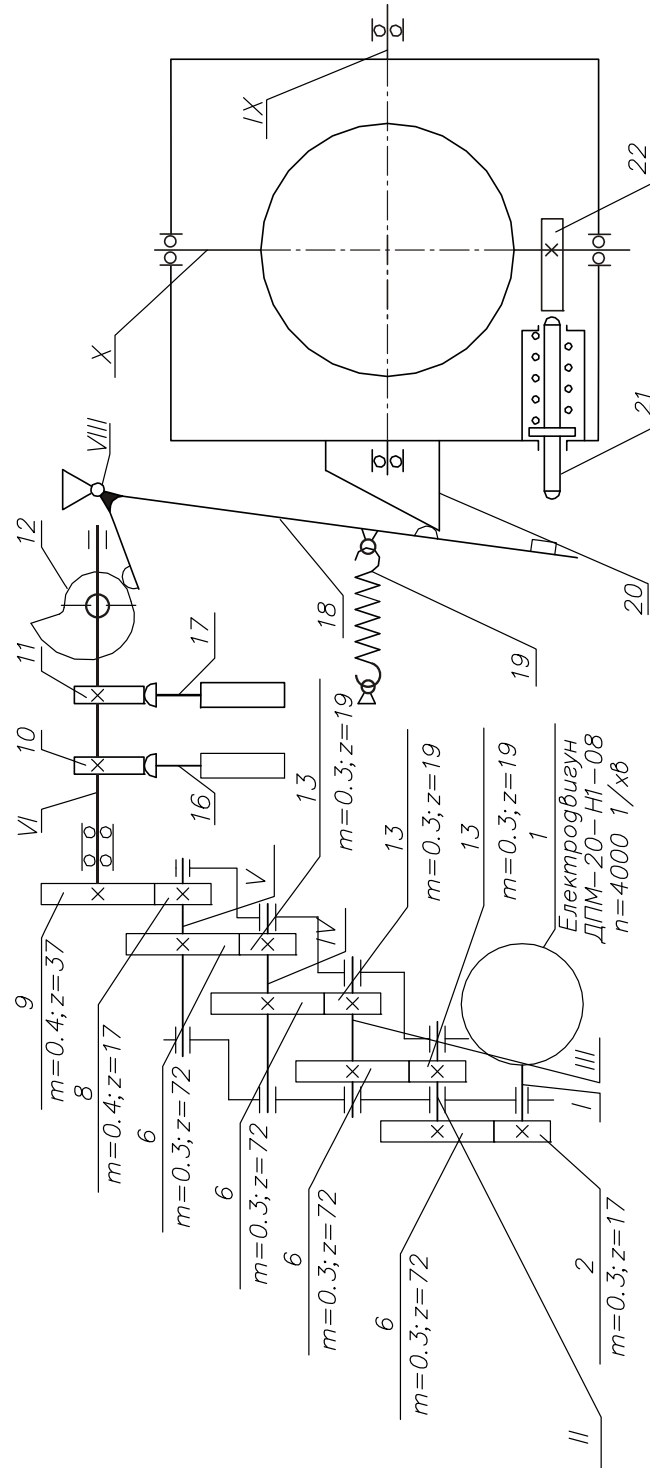
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Київ – 201__ рік

Приклад креслення загального виду



Приклад креслення кінематичної схеми

[illegible]

Приклад креслення електричної схеми

