

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"
Приладобудівний факультет
Кафедра приладів і систем орієнтації та навігації

Рекомендовано кафедрою приладів і
систем орієнтації та навігації

Протокол № 7/11 від 9 червня.2011 р.

Завідувач кафедри ПСОН

_____ Бурау Н.І.

ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

Методичні вказівки
до виконання курсових проектів з дисципліни
для напряму підготовки 051103 – «Приладобудування»,
спеціальність 705100303 «Прилади і системи орієнтації і навігації»
Освітньо- кваліфікаційний рівень - бакалавр

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
1. МЕТА ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	3
2. ЗМІСТ І ОБСЯГ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	5
3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОЕКТУ	7
3.1. Правила виконання кінематичних схем	8
3.2. Правила виконання креслень загального вигляду	8
3.3. Вимоги до оформлення габаритно-монтажних креслень.....	10
3.4. Вимоги до оформлення робочих креслень деталей	10
4. ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	11
5. ДОДАТКИ	13
Додаток 1. Варіанти завдань на курсове проектування	13
Додаток 2. Бланк завдання на курсове проектування	20
6. ЛІТЕРАТУРА.....	22

У цих методичних вказівках сформульовані цілі і завдання курсового проектування, викладено вимоги до вибору тем курсових проектів і складанні завдання на розрахунок, до оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту.

1. МЕТА ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Проект з курсу "Вимірювальні перетворювачі, прилади і системи" - перша самостійна творча робота студента, що виконується в 7 семестрі. Він в основному завершує вивчення циклу загальнотехнічних дисциплін і дає студентам перші навички розрахунку і конструювання типових приладів та їх деталей.

Основна мета виконання курсового проекту - закріпити та поглибити теоретичні знання, одержані на лекціях, набуті практичні навички самостійного теоретичного дослідження приладів СОНКР на конкретному приладі.

Головні завдання курсового проекту:

- набуті навички побудови математичної моделі приладу з урахуванням основних причин виникнення похибок;
- навчитися проводити дослідження поведінки приладів в заданих умовах експлуатації;
- закріпити навички використання ЕОМ при дослідженні динамічних властивостей та похибок вимірювальних перетворювачів та приладів СОНКР;
- розвинути навички самостійної роботи з учбовою та монографічною літературою.
- розвинути навички виготовлення креслень загального виду, складальних одиниць, робочих креслень деталей, виконання та оформлення пояснювальної записки;
- набуті навичок користування нормативної, довідкової, бібліографічної та патентної літературою;

Теми курсових проекту повинні відповідати змісту та завданню дисципліни. Рекомендовано розробляти такі теми, що пов'язані з використанням господарських тем, розвитком учбової бази кафедри, або з науковими дослідженнями окремих співробітників кафедри.

Теми курсових проекту розробляються з урахуванням майбутнього розвитку та деталізації досліджень при виконанні студентами атестаційної бакалаврської роботи.

При організації курсового проектування необхідно враховувати наступні чинники. До моменту виконання курсового проекту студент отримав знання з основних загально технічних дисциплін, однак, практично не має навичок самостійної, творчої конструкторської роботи. Він ще не є фахівцем-конструктором, тим більше він не може замінити групу фахівців, які зазвичай беруть участь в процесі проектування. Отже, і саме курсове проектування повинно відрізнятися від проектування виробничого. Воно повинно органічно поєднувати самостійну роботу студента з вивченням існуючих, створених промисловістю аналогічних виробів. Відмінність проектованої конструкції від прото-

типу при цьому забезпечується варіантністю вихідних даних, зміною умов експлуатації тощо.

Завдання на курсовий проект видається протягом першого тижня 7 семестру. Планований час на виконання курсового проекту становить 36-54 години.

Студент повинен завершити роботу над курсовим проектом через 12 тижнів з моменту видачі завдання, але не пізніше, ніж за два тижні до початку екзаменаційної сесії. Ритмічна робота над проектом протягом відведеного терміну - необхідна умова хорошої якості його виконання. Після видачі завдання протягом тижня студент повинен скласти план роботи над проектом, на основі якого керівник заповнює графік виконання курсового проекту.

Консультації проводяться в години, визначені графіком консультацій, але не рідше одного разу на тиждень. Виконання проекту контролює керівник, який складає графік консультацій і подає відомості про хід проектування в деканат. Загальний контроль за видачею завдань, ходом курсового проектування здійснює керівник навчально-проектно-конструкторського напрямку кафедри. Явка студентів до керівника курсового проектування за графіком консультацій обов'язкова.

Виконаний і оформлений курсовий проект перевіряє керівник і при відповідності обсягу, змісту і якості оформлення всім вимогам підписує його і вказує дату захисту. Проекти захищаються в дні та години, встановлені графіком. Черговість захисту зумовлюється списком, який доводиться до відома студентів за місяць до початку захисту.

Студенти можуть виконувати також комплексні курсові проекти. Комплексне проектування організовується, якщо підлягає розробці прилад досить складний і робота над ним трудомістка для одного студента, але може бути розбитий на ряд пов'язаних між собою підзадач, кожна з яких може бути темою курсового проекту. Таким чином, комплексний курсовий проект повинен складатися з окремих взаємопов'язаних і взаємообумовлених розділів - індивідуальних курсових проектів, що мають самостійне значення.

При виконанні комплексного курсового проекту керівник розробляє і видає студентам кілька взаємопов'язаних завдань, вказує взаємозв'язок приватних завдань, які необхідно враховувати при виконанні комплексного проекту.

Головна мета комплексного курсового проектування - наблизити процес курсового проектування до реальних умов роботи проектних організацій, показати взаємозв'язок різних груп проектувальників при вирішенні комплексних інженерних завдань і розширити знання студента по суміжних питаннях, прищепити навички колективних форм організації праці, підвищити почуття особистої відповідальності перед товаришами за виконання загального завдання.

Оптимальним є комплексний курсовий проект за участю 2-3 студентів. Для чіткої організації роботи, координації діяльності студентів з їх числа призначається староста бригади. Керівник доручає старості також взаємопов'язування всіх приватних рішень в інтересах найкращого рішення загальної задачі.

До комплексного курсового проектування доцільно залучати найбільш підготовлених студентів. Залучення до роботи над комплексним курсовим проектом недостатньо підготовлених студентів небажано, тому що в цьому випадку

ку важко налагодити взаємодію учасників проектування і забезпечити закінчення проектування у встановлені терміни.

Один з важливих способів організації роботи над проектом - складання детального календарного графіка роботи над комплексним курсовим проектом. У цьому графіку вказують терміни виконання всіх розділів кожного індивідуального завдання і час, коли повинні передаватися результати проектування від одного виконавця до іншого.

Для проведення захисту курсових проектів кафедра організовує комісію з двох - трьох викладачів. До складу комісії можуть входити також аспіранти та інженери НДЧ кафедри. Участь керівника у прийнятті проектів обов'язково.

При захисті проекту студент повинен повідомити тему, пояснити призначення і принцип дії спроектованого виробу, пояснити його конструкцію, відповісти на запитання членів комісії. Відповідаючи на питання, що задаються під час захисту, студент повинен проявити глибоке розуміння принципу дії та конструкції виробу, послідовність складальних операцій, доцільність обраних конструктивних рішень, обґрунтованість призначення матеріалів деталей і їх хіміко-термічної обробки, способу обробки деталей, призначення посадок, граничних відхилень і т.п.

Проект оцінюється усіма членами комісії. Узгоджену загальну оцінку виставляють у відомість і на титульний лист пояснювальної записки.

При захисті комплексного курсового проекту староста бригади студентів дає загальну характеристику, повідомляє цілі та завдання проекту та основні напрямки його розділів. Після цього комісія по черзі приймає захист індивідуальних проектів, що входять в комплексний проект, і виставляє оцінки за кожним проектом. Послідовність захисту та узгодження повідомлень окремих виконавців визначає керівник комплексного курсового проекту.

При оцінці проектів враховується якість виконання, оригінальність рішень і своєчасність здачі готового проекту.

Якщо у проектній документації буде виявлено більше чотирьох грубих порушень вимог ЕСКД або виявиться, що виріб непрацездатною або не може бути зібрано, проект оцінюється оцінкою "незадовільно" і повертається на доопрацювання.

Курсові проекти, не представлені в термін і не затверджені, представляються до захисту тільки про дозволу деканату.

2. ЗМІСТ І ОБСЯГ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект по курсу "Вимірювальні перетворювачі, прилади і системи" представляє собою комплект текстових та графічних (конструкторських та ілюстративних) документів, що виконуються на підставі завдання та відповідно до навчального плану спеціальності.

Кожен студент отримує індивідуальне завдання, яке оформляється на спеціальному бланку (Додаток.1). На бланку завдання наведені основні дані для розрахунку та конструювання, вказані конкретний перелік конструкторської документації, що підлягає обов'язковій розробці, дата видачі та строк захисту.

Об'єктами розрахунку і конструювання є найбільш типові прилади систем

бортової автоматики, які мають відношення до обраної спеціальності і вивчаються в курсі " Вимірювальні перетворювачі, прилади і системи ".

Основні теми завдань:

- прилади магнітного курсу – магнітні компаси, індукційні датчики;
- пілотажні та навігаційні прилади курсу, побудовані на основі триступеневих гіроскопів;
- гіроскопічні вертикалі з радіальною корекцією.
- гіроскопічні датчики кутової швидкості;
- осьові і маятникові акселерометри;
- мікромеханічні акселерометри та гіроскопи;
- манометричні вимірювачі висотно-швидкісних параметрів руху.

Найбільш підготовленим студентам можна видавати оригінальні завдання, пов'язані з виконанням науково-дослідних робіт.

Текстова документація проекту складається з титульного аркуша, технічного завдання на курсовий проект, пояснювальної записки, змісту і специфікації.

Обсяг текстової документації повинен становити 20 ... 25 аркушів рукописного тексту формату А4, ілюстрований необхідними схемами, графіками, таблицями і т.п.

Графічна документація включає в себе кінематичну принципову схему, креслення загального вигляду виробу, складальне креслення складальної одиниці, робочі креслення чотирьох-шести нестандартних деталей.

При необхідності графічну документацію курсового проекту супроводжують також габаритно-монтажним кресленням виробу і принциповою електричною схемою.

Якщо студент виконав і представив на захист макет, обсяг графічної документації, за погодженням про керівником може бути доведений до одного-двох аркушів ілюстративного матеріалу (графіки, часові діаграми).

У загальному випадку графічна документація курсового проекту повинна складати 3 листа формату А1.

Працювати над курсовим проектом рекомендується в такій послідовності:

- ознайомитися з літературою по темі виданого завдання;
- виконати технічну пропозицію (вивчити і проаналізувати конструкції аналогічних елементів точних приладів, вибрати напрямки проектування, визначити оптимальний варіант конструкції);
- скласти принципові та розрахункові схеми основних і допоміжних механізмів і пристроїв для найбільш простого конструктивного рішення при максимальному задоволенні технічного завдання на проект;
- виконати технічні розрахунки;
- розробити та виготовити креслення загального вигляду виробу, креслення складальної одиниці і креслення деталей;
- відкоригувати розрахунки і оформити пояснювальну записку; оформити курсовий проект.

3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОЕКТУ

При конструюванні студенти повинні керуватися наступними положеннями.

Всі графічні документи, що включаються в курсовий проект, повинні бути виконані відповідно до вимог ЕСКД (клас стандартів 2) і ЕСПД (клас стандартів 19).

Основний документ для розробки конструкції - завдання на курсовий проект. Відступ від завдання без узгодження про керівником неприпустимо.

Основне завдання при конструюванні - отримати гармонійну конструкцію, яка повинна відповідати вимогам рівножорсткості, рівноміцності і рівної довговічності її елементів.

Велику увагу слід приділяти ескізного проектуванню для раціонального компоновання складальних одиниць, що забезпечує найменші габаритні розміри, зручність оборки, регулювання, заміни деталей або вузлів при ремонті. При цьому найбільш важливо виявити остаточну структуру складальних одиниць.

При виборі матеріалу і термообробки необхідно, щоб його фізико-механічні властивості забезпечували працездатність деталі, яка визначається міцністю, жорсткістю, зносостійкістю, мінімізували масу, відповідали вимогам корозійної стійкості і т.д. При цьому матеріал повинен відповідати технологічним (умови та спосіб обробки) та економічним (вартість і дефіцитність матеріалу) вимогам.

Особливу вимогу слід приділяти вибору технологічних форм деталей. Конструкція деталі повинна бути такою, щоб для її виготовлення потрібні мінімальні витрати праці, часу і засобів в умовах обраного або заданого керівником типу виробництва-масового, крупно-, дрібносерійного або одиничного.

Слід широко використовувати стандартні вироби - підшипники, муфти, первинні перетворювачі, штепсельні з'єднувачі і т.д. Необхідно враховувати, що для багатьох деталей стандартизовані геометричні форми і розміри деяких елементів - центрових отворів, виточок, жолобників, ливарних ухилів і т.п. Перелік стандартів, що містять правила виконання креслень деталей, широко використовуються в промисловості, наведено в [1].

Застосовуючи електромеханічні вузли двигунів, гіроскопічних моторів, датчиків кутів тощо, особливу увагу слід приділяти способам їх кріплення в корпусах приладів.

Для підвищення технологічності конструкції та зменшення її вартості необхідно проводити уніфікацію типорозмірів деталей (шестерні, гвинти, осі, шарикопідшипники і т.д.), передбачати раціонально обмежену номенклатуру різьб, шліців і інших конструктивних елементів.

Зображення на кресленнях повинні виконуватися в масштабах, установлених ГОСТ 2.302-68 (СТ РЕВ 1180-78). Кращим є зображення в натуральну величину М 1: 1.

При креслення зображень допускається застосовувати умовності та спрощення, правила виконання яких встановлені ГОСТ 2.305-68.

На всіх видах креслень основні написи розташовують у правому нижньо-

му кутку формату (ГОСТ 2.104-68). На аркушах формату А4 їх розташовують тільки уздовж короткої сторони листа.

Більш докладні відомості про основні написи стосовно до курсового проекту наведені в [1].

3.1. Правила виконання кінематичних схем

Кінематична схема - це умовне позначення всіх важливих елементів, що дає уявлення про принципи роботи виробу. Кінематичні схеми виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.703-76 (СТ РЕВ 1187-78) на аркушах стандартного формату (переважно формату А2), без дотримання масштабу, а також без сувого відображення дійсного розташування складових частин виробу.

Елементи, що входять до складу виробу, зображують на схемах умовними графічними знаками. Схеми викреслюють у вигляді розгортки. Допускається креслення кінематичних схем і в аксонометричних проекціях.

На кінематичних схемах зображують: суцільними тонкими лініями товщиною $S/2$ - елементи, зображені спрощено у вигляді контурних обрисів, зубчасті колеса, черв'яки, шківни, кулачки і т.п.; суцільними лініями товщиною $2S$ - вали, осі, шатуни, кривошипи; суцільними тонкими лініями товщиною $S/3$ - контур виробу, в якій вписана схема; штриховими лініями товщиною $S/2$ - кінематичні зв'язки, між сполученими парами, накресленими роздільно; подвійними штриховими лініями товщиною $S/2$ - кінематичні зв'язки між елементами або між ними та джерелом руху через немеханічні енергетичні ділянки.

На кінематичних схемах вказують: а) найменування кожної кінематичної групи елементів, враховуючи її основне функціональне призначення; б) основні характеристики і параметри кінематичних елементів, що визначають виконавчі руху робочих органів виробу або його складових частин.

Примірний перелік основних характеристик і параметрів кінематичних елементів наведено в ГОСТ 2.703-76.

Кожному кінематичному елементу, зображеному на схемі, як правило, надають порядковий номер, починаючи від джерела руху. Вали нумерують римськими, інші елементи - арабськими цифрами. Елементи купівельних або запозичених механізмів, наприклад, редукторів, варіаторів не нумерують, а порядковий номер привласнюють всьому механізму в цілому.

Порядковий номер елемента проставляють на полиці лінії-виноски.

3.2. Правила виконання креслень загального вигляду

Креслення загального виду (ГОСТ 2.118-73, ГОСТ 2.119-73, ГОСТ 2.120-73) - документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Креслення загального вигляду розробляється за затвердженням керівником курсового проекту ескізним проектом і являє собою остаточне технічне рішення, що дає повне уявлення про пристрій виробу.

Креслення загального виду повинен містити:

– зображення складальної одиниці, що дають уявлення про розташування та взаємний зв'язку складових частин, що з'єднуються з даного кресленням і

забезпечують можливість здійснення збирання і контролю проектованого виробу;

– розміри, граничні відхилення та інші параметри і вимоги, які повинні бути виконані або проконтрольовані за даним кресленням, номери позицій складових частин, що входять у виріб; основні характеристики виробу (технічні вимоги, характеристики, умови); основні написи креслення.

При виконанні креслення загального виду слід враховувати специфіку курсового проектування, а саме: обмежений обсяг виконуваної студентом графічної документації. Тому креслення загального виду повинен відображати конструкцію виробу в усіх подробицях, щоб по ньому можна було з'ясувати як роботу пристрою, взаємодія та способи з'єднання деталей, так і форму тих деталей, на які потрібно виконувати окремі креслення.

Кількість зображень має бути мінімальним, але достатнім для задоволення всіх перелічених вимог. Велике значення для ясності креслення має правильний вибір головного зображення, яке повинно давати якнайповніше уявлення про конструкцію і принцип роботи виробу в цілому. Головне зображення розташовують у такому становищі, яке займає виріб під час роботи.

При виконанні креслення загального вигляду студент повинен керуватися наступними умовностями та рекомендаціями стандартів.

На симетричних зображеннях корисно поєднувати половину виду і половину розрізу. При цьому розріз виконують на правій або на нижній половині зображення.

Дотичні деталі покривають зустрічній штрихуванням. Якщо деталь стикається з декількома деталями, лінії штрихування на малих деталях наносять з меншим інтервалом, на великих - з великим. Допускається зрушувати лінії штрихування. Вузькі майданчики перерізів на кресленні шириною 2 мм і менш чорнять.

На перетинах зображують нерозсіченими повнотілі деталі, що мають циліндричну, сферичну або призматичну форму (наприклад, вали, кулі, гвинти, шпонки і т.д.). Не штрихують і тонкостінні елементи деталей типу ребер жорсткості, якщо січна площина спрямована вздовж довгої сторони виробу або осі симетрії.

Гайки і шайби, як правило, зображують нерозсеченими і без фасок, так як їх форма загальновідома.

Якщо на круглому фланці розташовано кілька отворів або кріпильних з'єднань і жодне не потрапляє в січну площину, то допускається одне з них умовно пересувати по дузі центрової окружності в розтин. На прямокутних фланцях такий зсув не рекомендується.

Якщо в складальній одиниці є кілька однакових сполук, то допускається повністю викреслювати тільки одне, а місце розташування інших - вказувати осьовими і центровими лініями.

На розрізах різьбових з'єднань, зображених на площині, паралельній їх осям, різьбу у глухих отворах показують на всій глибині свердління. При цьому в отворі зображують тільки ту частину різьби, яка не перекрита різьбленням угвинченому стрижня.

Довгі вироби, що мають постійне або закономірно змінюється поперечний переріз, допускається зображати з розривом.

На кресленнях загального вигляду можна не зображати зазори, фаски, галтелі, заокруглення, проточки, поглиблення, виступи та інші дрібні елементи деталей.

Прозорі вироби (з скла) зображають на кресленнях як непрозорі, тобто вироби, розташовані за ними, вважають невидимими, Невидимими вважають і деталі, розташовані за гвинтовою пружиною, зображеною лише перетином витків. При цьому межа видимості визначається осьовими лініями перетину витків. Якщо пружину зображують нерозсеченою, то вироби, розташовані за пружиною, вважають видимими.

Всі написи на кресленнях наносять без скорочення слів, крім установлених стандартом.

Креслення повинні містити такі розміри: габаритні - виконавчі або довідкові, що визначають граничну відстань між точками зовнішнього або внутрішнього обрису виробу; приєднувальні - виконавчі або довідкові, що визначають координати елементів або виробів, за допомогою яких даний виріб.

3.3. Вимоги до оформлення габаритно-монтажних креслень

При виконанні комплексних курсових проектів розробляють габаритно-монтажний креслення виробу, який виконують відповідно до ГОСТ 2.109-73, враховуючи наступні фактори:

виріб зображують з максимальними спрощеннями суцільними основними лініями. Кількість видів на кресленні має бути мінімальним, але достатнім для того, щоб дати вичерпне уявлення про зовнішні обриси виробу;

виріб зображують так, щоб було видно крайні положення переміщаються, висунутих або відкидаються частин, які зображують штрихпунктирними тонкими лініями;

на кресленні проставляють габаритні розміри, а настановні й приєднувальні розміри пишуть з граничними відхиленнями. Допускається проставляти розміри, що визначають положення виступаючих частин;

на кресленні докладно вказують елементи конструкції, які необхідні для правильного монтажу виробу.

3.4. Вимоги до оформлення робочих креслень деталей

Робоче креслення деталі - це технічний документ, що визначає форму, розміри, точність, матеріал, термообробку та інші відомості, необхідні для її виготовлення і забезпечують її якість відповідно до заданих технічних вимог.

Перелік розроблюваних креслень деталей призначає керівник проекту з числа оригінальних деталей креслення загального виду або складальних одиниць розроблювального виробу. Кращим є виконання робочих креслень деталей, які стосуються однієї складальної одиниці.

Робоче креслення деталі виконують на стандартних форматах з дотриманням масштабу. Основні вимоги до креслень наведено в ГОСТ 2.109-73 (СТ РЕВ 858-78, СТ РЕВ 1182-78).

Кількість видів, розрізів і перерізів має бути мінімальним і в той же час достатнім для повного виявлення зовнішньої і внутрішньої форм всіх елементів зображуваної деталі.

Головне зображення креслення повинно давати найкраще уявлення про форму та розміри деталі, мати найбільшу кількість видимих обрисів. На головному зображенні деталь розташовують у такому становищі, яке вона займає при обробці на верстаті в процесі виготовлення. Деталі типу валів, втулок, заготовок зубчастих коліс, отримані токарної обробкою, розміщують так, щоб їх осі були паралельні основного напису креслення.

4. ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальну записку складають за формами 5 і 5а ГОСТ 2.106-68 на аркушах формату А4, а необхідні схеми, креслення і таблиці - на аркушах будь-яких форматів.

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.

Готуватися до складання пояснювальної записки студенти повинні з першого дня проектування. Дані вивчення схем і аналогів конструкцій проектного пристрою, методики розрахунків, довідкові матеріали необхідно пред'являти керівнику на консультаціях. Наприкінці проектування накопичений матеріал оформляють і доповнюють необхідними поясненнями і описами. Остаточ-но оформляти пояснювальну записку слід після виконання графічної докумен-тації проекту, так як результати конструювання можуть внести суттєві прав-ки в розрахунки.

Основні розділи записки.

1. Введення.
2. Призначення та області застосування проектного пристрою.
3. Технічна характеристика.
4. Опис і обґрунтування обраної конструкції.
5. Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції

Зміст розділів пояснювальної записки встановлено ГОСТ 2.118-73, ГОСТ 2.П9-73 і ГОСТ 120-73.

У розділі "Введення" вказують, на підставі яких документів розробляється проект, їх номери і дату затвердження.

У розділі "Призначення та області застосування проектного при-строю" приводять відповідні відомості з технічного завдання, а також відомос-

ті, що конкретизують і доповнюють технічне завдання, зокрема, коротку характеристику області та умов застосувань проектованого виробу.

У розділі "Технічна характеристика" викладають основні технічні характеристики виробу (потужність, діапазон вимірювання величин, частоту обертання, похибки і інші параметри);

У розділі "Опис та обґрунтування обраної конструкції" приводять опис і обґрунтування обраної конструкції виробу; дані порівняння основних характеристик виробу з характеристиками аналогів.

У розділі "Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції" описують математичну модель приладу, розрахунки основних параметрів, похибок вимірювань. У кожному конкретному випадку обсяг і характер розрахунків визначається технічним завданням і уточнюється спільно з керівником у процесі виконання проекту. Розрахунок повинен містити дані для розрахунку, сам розрахунок.

У додатку до пояснювальної записки наводять перелік використаної літератури, оформлений відповідно до ГОСТ 7.1-76, програму і результати машинного моделювання, зміст.

Список літератури рекомендується складати в алфавітному порядку за прізвищами авторів. У тексті записки повинні бути посилання на літературні джерела. Порядковий номер джерела за списком літератури, на який дається посилання, укладають в косі дужки.

При оформленні пояснювальної записки особливу увагу приділяють змістовності та лаконічності викладу. Найменування фізичних величин, їх розмірність і позначення повинні відповідати СТ РЕВ 1052-78.

Розділи пояснювальної записки позначають арабськими цифрами. Зміст кожного розділу при необхідності розбивають на підрозділи, а підрозділи - на пункти.

Ілюстрації розміщують після посилання на них у тексті і нумерують арабськими цифрами. Нумерація малюнків включає номер розділу і порядковий номер малюнка в даному розділі.

5. ДОДАТКИ

Додаток 1.

Додаток 1. Варіанти завдань на курсове проектування

Завдання №1

Спроекувати гіроскоп напрямку

1. Умови експлуатації

Гіроагрегат може експлуатуватися в наступних умовах:

- При впливі вібрації в діапазонах частот і віброприскорень:
- Від 5 до 10 Гц з амплітудою зміщення 1 мм.
- Від 10 до 30 Гц з амплітудою зміщення 0,7 мм.
- Від 30 до 50 Гц з амплітудою зміщення 0,5 мм.
- Від 50 до 300 Гц з перевантаженням від прискорення 5g.

1.1. При впливі ударного прискорення до 6g при частоті ударних імпульсів 40-80 ударів на хвилину.

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

2. технічні дані

Гіроагрегат має наступні технічні дані:

- Кінетичний момент гіромотора 4000 гссм
- Швидкість обертання ротора гіромотора 24000 об / хв
- Дрейф гіроскопа в азимут не перевищує:
- Змінна складова $+0,5^\circ$ / годину
- Постійна складова $+0,5^\circ$ / годину
- ПРИМІТКА: В процесі експлуатації допускається збільшення постійної склад-ляющие швидкості дрейфу на величину не більше 0,8 кут. хв. за годину роботи гіроагрегата.

3. Швидкість узгодження:

- Нормальна швидкість узгодження $2-4^\circ$ / хв.
- Велика швидкість узгодження Не менше 10° / с¹.

Завдання №2

Спроекувати акселерометр з сухим підвісом і механічною пружиною.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	Варіант			
			1	2	3	4
1	Мінімальне вимірюване прискорення	$w_{\eta\min}$ [g]	0,1	0,05	0,01	0,005
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	Вага приладу	G[H]	4			
12	Тип датчика переміщень					
	Конструктивна схема*					

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип пружного елемента (пружний шарнір* або торсіон**), тип демфера. 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.

1. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гиринонтеграторы./ Коновалов С.Ф., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб.пособие для вузов. - М.:Высш.школа, 1980.
2. Лук'янов Д.П., Скворцов В.Ю. Мікроакселерометри на періодичних структурах, Навігація і керування рухом, Матеріали II науково-технічної конференції молодих учених, ГНЦ РФ "Електроприлад", 28-31 березня, С-Петербург, С. 82-87, 2000.

Завдання №3

Спроекувати акселерометр компенсаційного типу.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	1	2	3
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	Вага приладу	G[H]	4		
12	Тип датчика переміщень				
	Конструктивна схема*				

Додатково задаються параметри джерел живлення, тип підвісу (сухий або гідростатичний) 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.

1. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироскопические интеграторы./ Коновалов С.Ф., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб.пособие для вузов. - М.:Высш.школа, 1980.

2. Лук'янов Д.П., Скворцов В.Ю. Мікроакселерометри на періодичних структурах, Навігація і керування рухом, Матеріали II науково-технічної конференції молодих учених, ГНЦ РФ "Електроприлад", 28-31 березня, С-Петербург, С. 82-87, 2000.

Завдання №4

Спроекувати мікроакселерометр осевого типу.

Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	Варіант		
			1	2	3
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		а*	б*	
12	Конструктивна схема*				

а – ємнісний; б – тензоелектронний на ПАХ

Література

1. 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., перер. и доп. - М:Высш. шк., 1988. -432 с.
2. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироинтеграторы./ Коновалов С.Ф., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб.пособие для вузов. - М.:Высш.школа, 1980.
3. Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.

Завдання №5

Спроекувати гіроскопічний датчик кутової швидкості з механічною пружиною.
Вихідні дані для проектування

	Параметр	Позначення	Варіант		
			1	2	3
1	Мінімальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \min}$ [°/с]	0,1		
2	Максимальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \max}$ [°/с]	±55		
3	Діапазон частот вимірюваної швидк	f_{γ} [Гц]	0 - 5		
4	Динамічна похибка	$\delta_{\text{дин}}$ [%]	0,5		
5	Максимальне відставання по фазі	μ [°]	5		
6	Максимальна перехресна кутова швидкість	$\omega_{\xi(\eta) \max}$ [°/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 [с]	60		
10	Температурний режим роботи	$t_{c \max}$ [°C]	+60		
		$t_{c \min}$ [°C]	-60		
11	Вага приладу	G [Н]	4		
12	Габарити	мм			

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

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

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.

1. 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., перер. и доп. - М.:Высш. шк., 1988. -432 с.
2. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироскопические интеграторы./ Коновалов С.Ф., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб.пособие для вузов. - М.:Высш.школа, 1980.
3. Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.

Завдання №6

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

1	Параметр	Позначення	Варіант		
			1	2	3
2	Мінімальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \min}$ [°/с]	0,1		
3	Максимальна вимірювана кутова швидкість	$\omega_{\zeta \max}$ [°/с]	±55		
4	Діапазон частот вимірюваної швидк	f_{γ} [Гц]	0 - 5		
5	Динамічна похибка	$\delta_{дин}$ [%]	0,5		
6	Максимальне відставання по фазі	μ [°]	5		
7	Максимальна перехресна кутова швидкість	$\omega_{\xi(\eta) \max}$ [°/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 [с]	60		
11	Температурний режим роботи	$t_{c \max}$ [°C]	+60		
		$t_{c \min}$ [°C]	-60		
12	Вага приладу	G[H]	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.

1. 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.
2. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем Ч.Ш. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гиринонтеграторы./ Коновалов С.Ф., Никитин Е.А., Селиванова Л.М. Под ред. Д.С.Пельпора. Учеб.пособие для вузов. - М.:Высш.школа, 1980.
3. Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.

Завдання №7

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

Вихідні дані для проектування:

	Параметр	Позначення	Варіант			
			1	2	3	4
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	γ_{\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	120×10^0			
	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.

Додаток 2. Бланк завдання на курсове проектування

НТУУ “Київський політехнічний інститут”
Кафедра приладів і систем орієнтації та навігації

Дисципліна Вимірювальні перетворювачі, прилади і системи

Спеціальність – Прилади

Курс IV

Група ПГ-81

Семестр 7

ЗАВДАННЯ на курсовий проект студента Золотарьов Євгеній Олександрович

1. Тема проекту Мікроакселерометр на ПАХ-перетворювачах

2. Строк здачі студентом закінченого проекту 25.12.2011

3. Вихідні дані до проекту

Діапазон прискорень - $\pm 10g$; Похибка вимірювань – $10^{-4}g$; Власна частота не менше 2 кГц; Матеріал ЧЕ – кварц. Частота ПАХ-генератора – 1 ГГц. Габарити ЧЕ не більше 5 мм.

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

4.1. Огляд схем побудови мікроакселерометрів ;

4.2. Математична модель маятникового первинного перетворювача;

4.3. Схема та принцип дії вторинного перетворювача;

4.4. Розрахунок основних параметрів первинного та вторинного перетворювачів;

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

5.1. Функціональні схеми побудови мікро акселерометрів

5.2. Схема побудови перетворювача на ПАХ-структурах

5.3. Ілюстративний матеріал

Дата видачі завдання " ____ " _____ 2011 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсового проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Ознайомлення з учбовою та науково-технічною літературою	до 30.09	
	Аналіз схем побудови вторинних перетворювачів	до 15.10	
	Вибір схеми акселерометра і розрахунок параметрів вторинного перетворювача	до 01.12	
	Вибір параметрів пружного підвісу	до 15.12	
	Оформлення текстової документації	до 20.12	
	Оформлення конструкторської документації	до 25.12	

Рекомендована література

<p style="text-align: center;">Д.П.Лукьянов, Ю.В.Филатов, С.Ю.Шевченко Современное состояние и перспективы развития твердотельных микрогироскопов на ПАВ // Материалы 18 С-Петербургской конференции по интегрированным системам</p>
<p style="text-align: center;">Д.П. Лукьянов , И.Ю. Ладычук Исследование микроакселерометров на поверхностных акустических волнах</p>
<p style="text-align: center;">Лук'янов Д.П., Скворцов В.Ю. Мікроакселерометри на періодичних структурах, Навігація і керування рухом, Матеріали II науково-технічної конференції молодих учених, ГНЦ РФ "Електроприлад", 28-31 березня, С-Петербург, С. 82-87, 2000.</p>
<p style="text-align: center;">Павловський М.А., Лопушенко В.К. Деформаційні, температурні та гіроскопічні ефекти у автогенераторах ПАХ, Вип.9 с.50-56, 1990.</p>

Студент _____
(підпис)

Керівник _____

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

“ _____ ” _____ 2011 р.

6. ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В.А., Клименко Ю.В., Корнійчук В.І. Курсові та дипломні проекти. Вимоги до оформлення документації. – К.: «Корнійчук», 20032. – 176 с.
2. Антипов Е.Ф., Жукова Н.И. Детали и узлы авиационных приборов и их расчет, "Машиностроение", 1966.
3. Бабаева Н.Ф. и др. Расчет и проектирование элементов гироскопических устройств. Л., "Машиностроение", 1967, 480 с.
4. Бесекерикий В.А., Фабрикант Е.А. Динамический синтез систем гироскопической стабилизации. Л., "Судостроение", 1968.
5. Бегларян В.Х. Проектирование приборов, оптимальных по конструкторско-технологическим параметрам. М., «Машиностроение», 1977, 117 с.
6. Борисов В.И. Общая методология конструирования машин. М., "Машиностроение", 1978, 120 с.
7. Данилин В.П. Гироскопические приборы. М., "Высшая школа", 1965.
8. Брозгуль Л.И., Смирнов Е.Л. Вибрационные гироскопы, М., "Машиностроение", 1970, 213 с.
9. Гироскопические системы, ч. II. Гироскопические приборы и системы. Под ред. Пельпора Д.С., "Высшая школа", 1971, 488 с.
10. Гироскопические системы, ч. III, Элементы гироскопических приборов. М., "Высшая школа", 1972, 472 с.
11. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем, ч. I. Системы ориентации и навигации. М., "Высшая школа", 1977, 216 с.
12. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем, ч. II. Гироскопические стабилизаторы. Под ред. Пельпора Д.С., М., "Высшая школа", 1977, 233 с.
13. Матвеев В.А., Липатников В.И., Алехин А.В. Проектирование волнового твердотельного гироскопа: Учеб. Пособие для втузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 168 с.
14. Распопов В. Я. Микромеханические приборы. Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.
15. Теория и расчет гироскопических приборов / Одинцов А.А. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 382 с.
16. Навигационные приборы и системы / Б.Б. Самотокин, В.В. Мелешко, Ю.В. Степанковский. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1986. - 343 с.
17. Браславский Д.А., Логунов С.С., Пельпор Д.С. Авиационные приборы и автоматы. – М.: Машиностроение, 1978. – 432 с.
18. Одинцов А.А., Мелешко В.В., Шаров С.А. Ориентация объектов в магнитном поле Земли. Учебное пособие для студентов приборостроительных специальностей. – К: Корнійчук, 2007. –152 с.
19. Матвеев В.А., Липатников В.И., Алехин А.В. Проектирование волнового твердотельного гироскопа: Учеб. Пособие для втузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 168 с.

20. Бондар П.М. Степанковський Ю.В. Фізичні основи орієнтації і навігації. Навч. посібник. Ч.ІІ, ІІІ. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2009, 204 с.
21. Динамічно настроювані гіроскопи: Навч. посібник / А.О. Одинцов. – К.: НМК ВО, 1992. – 60 с.
22. С.Ф. Коновалов, Е.А. Никитин, Л.М. Селиванова. Гирскопические системы. Проектирование гироскопических систем. Часть III, Акселерометры, датчики угловой скорости. Под ред. Д.С. Пельпора. М. Высш. школа, 1980.
23. Методические указания по решению задач кинематики гироскопических устройств./ Составители Лазарев Ю.Ф., Бондарь П.М. - Киев: КПИ, 1985. - 84 с.
24. Методические указания по составлению дифференциальных уравнений движения гироскопических систем. / Составители Лазарев Ю.Ф., Бондарь П.М. - Киев: КПИ, 1985. - 84 с.
25. Теория гироскопов и гироскопических приборов. Практикум./ Одинцов А.А. и др. Под ред. Б.А. Рябова. - Киев: Вища школа, головное издательство, 1976. - 264 с.
26. Морская навигационная техника. Справочник. Под общ. Редакцией Е.Л. Смирнова. – СПб: “Элмор”, 2002 – 224 с.
27. Шереметьев А.Г. Волоконный оптический гироскоп. – М.: Радио и связь, 1987. – 151 с.