

**Міністерство освіти і науки України  
Житомирський агротехнічний коледж**

***Відділення електрифікації  
та інформаційних систем***

**Методичні вказівки  
до виконання курсової роботи з дисципліни**

**„Алгоритмізація та програмування”**

**для студентів за спеціальністю 5.05010101  
"Обслуговування програмних систем і комплексів"**

**Житомир-2017**

Методичні вказівки підготував:	Устименко Л.М, викладач Житомирського агротехнічного коледжу.
Рецензент:	Скачков В.О. – доцент кафедри програмного забезпечення обчислювальної техніки Житомирського державного технологічного університету

Методичні вказівки розроблені у відповідності з типовою та робочою програмами дисципліни “ Алгоритмізація та програмування” для спеціальністю 5.05010101 "Обслуговування програмних систем і комплексів".

Містять теми курсових робіт, вимоги до виконання та оформлення роботи дисципліни, порядок захисту і мають за мету надати допомогу студентам в написанні та оформленні курсових робіт.

Узгоджено кафедрою програмного забезпечення обчислювальної техніки Житомирського державного технологічного університету .

Ухвалено цикловою комісією " Комп'ютерні науки та інформаційні технології " протокол № 8 від 17 вересня 2017р.

## **Курсова робота**

### **Загальні положення**

Виконання курсової роботи є завершальним етапом вивчення курсу “Алгоритмізація та програмування”. При виконанні курсових робіт студенти знайомляться з основними методами, алгоритмами і прийомами програмування, які використовуються при створенні сучасних інформаційно-управляючих систем та систем проектування. Метою виконання курсової роботи є:

- Ø поглиблення та закріплення студентами теоретичних знань з дисципліни “Алгоритмізація та програмування”;
- Ø набуття первинного досвіду в аналізі предметної області з метою виділення основних сутностей та їх моделювання, розробці постановки задачі, вибору методу розв’язання задачі та складанню алгоритму цього методу;
- Ø вдосконалення навичок в мистецтві напису, тестування та налагодження програм, що складені мовою програмування високого рівня.

Тематика і зміст курсових робіт охоплюють основні розділи дисципліни “Алгоритмізація та програмування”.

### **Порядок виконання та оформлення курсової роботи**

#### **Вибір теми та етапи виконання КР.**

Завдання до курсової роботи(КР) обирається студентом самостійно зі списку тем курсових робіт, що наведені далі у методичних вказівках, або по рекомендації викладача. Також студент може запропонувати своє формулювання теми курсової роботи, узгодивши це з викладачем.

Більшість тем курсових робіт присвячена обробці набору однотипних структурованих даних(записів). Для обробки даних(видалення інформації з набору, додавання нової, пошуку даних за певними ознаками і т.п.) використовуються динамічні структури даних: односпрямовані або двохспрямовані списки(в залежності від варіанту КР).

Тематика курсових робіт розрізняється для студентів спеціальності 5.05010101 «Обслуговування програмних систем і комплексів». Це обумовлено тим, що КР для спеціальності «Обслуговування програмних систем і комплексів» спрямовані на розробку інформаційно-аналітичних програм з обробкою інформації, що зберігається у декількох файлах. Наведений розподіл не є жорстким і примусовим. Якщо студент хоче обрати тему з переліку тем “братської” спеціальності, він може узгодити це з викладачем. Розробка програми виконується мовою Паскаль чи Сі за вибором студента.

Після вибору теми студентом сумісно з викладачем заповнюється бланк завдання на курсову роботу(див. додаток 1), в якому зазначаються:

- Ø . тема роботи;
- Ø . загальні вимоги до повноти розкриття теми;
- Ø . вхідні дані до роботи(у разі необхідності);
- Ø . календарний план виконання етапів роботи.

При виконанні курсової роботи можна виділити такі етапи:

<b>Назва етапу</b>	<b>Тривалість виконання</b>
1. Визначення загальних вимоги до курсової роботи, призначення та функціональних можливостей програми, що розробляється.	1 тиждень
2. Розробка постановок задач, що були визначені на першому етапі, вибір та програмний опис структур даних для подання вхідної та вихідної інформації, програмоване створення вхідних файлів даних.	1 тиждень
3. Розробка програмного інтерфейсу з користувачем, підготовка тестових даних для перевірки правильності роботи програми; розробка структури програми, специфікацій підпрограм.	2 тижні
4. Програмна реалізація динамічних структур даних, тестування та налагодження програми.	2-3 тижня
5. Оформлення пояснювальної записки(звіту) та здача курсової роботи.	1 тиждень
<b>Загальна тривалість виконання КР</b>	<b>8 тижнів</b>

Курсова робота виконується студентом в позаучбовий час

Для проведення консультацій та контролю виконання етапів курсової роботи кожного тижня викладач-керівник призначає додатковий час(поза основним учбовим розкладом), коли студент доповідає викладачу про хід виконання роботи.

Курсова робота вважається закінченою, якщо отриманий результат по всіх тестових прикладах роботи програми, оформлена пояснювальна записка згідно з вимогами, що наведені в методичних вказівках.

Під час здачі курсової роботи студент повинен вільно орієнтується в теоретичному матеріалі з дисципліни “Алгоритмізація та програмування та змісті пояснювальної записки до курсової роботи, правильно та вичерпно відповідати на запропоновані теоретичні запитання та запитання щодо деталей реалізації програми.

## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

В основу даних вимог покладено вимоги ВАК України до оформлення дисертацій, оскільки для курсових робіт аналогічні вимоги поки що не прийнято.

### **1.1. Загальні вимоги**

Текстова частина курсової роботи має бути виконана державною українською мовою в науковому стилі, без орфографічних та синтаксичних помилок.

Текстову частину курсової роботи оформляють у вигляді текстового файлу з розширенням *doc* при допомозі персонального комп'ютера з використанням текстового редактора типу *Word* версій 6.0 і вище. При створенні текстового файлу необхідно встановити наступні параметри:

**параметри сторінки:**

- *розмір аркуша паперу* – формат А4 (210x297 мм). Для таблиць та ілюстрацій допускається використання формату А3 (297x420 мм),

- *орієнтація сторінки* – книжна,

- *розміри полів:*

*ліве* – 35 мм,

*праве* – 10 мм,

*верхнє* – 20 мм,

*нижнє* – 20 мм,

*переплетення* – 0 мм,

*колонтитули* – 0 мм;

**параметри абзацу основного тексту:**

- *вирівнювання* – по ширині,

- *відступи:*

*зліва* – 0 мм,

*справа* – 0 мм,

*першого рядка* – 12,5 мм,

- *інтервали:*

*перед абзацом* – 0 пт,

*після абзацу* – 0 пт,

*міжрядковий* – 1,5 інтервали;

**параметри шрифту:**

- *шрифт* – Time New Roman,

- *розмір шрифту* – 14 пт,

- *інтервал між літерами слова* – звичайний.

Текстова частина курсової роботи, крім основної частини, може містити додатки. Обсяг основної частини тексту курсової роботи повинен становити 30 – 50 сторінок. Розділи основного тексту опису курсової роботи можуть поділятися на підрозділи, пункти та підпункти. Всі заголовки в тексті курсової роботи виділяються напівжирним шрифтом.

Кожну структурну частину курсової роботи (зміст, перелік скорочень та умовних позначень, вступ, розділи, висновки, список використаних джерел, додатки) починають з нової сторінки. Заголовки структурних частин курсової роботи набираються великими літерами з вирівнюванням по центру. Після заголовка структурної частини встановлюється відступ 12 пт. Крапка в кінці заголовка структурної частини не ставиться.

Заголовки підрозділів набирають маленькими літерами крім першої великої (як звичайне речення) окремим абзацом, вирівнюючи його по ширині. Після заголовка підрозділу встановлюється відступ 6 пт. Крапка в кінці заголовка підрозділу не ставиться.

Заголовки пунктів та підпунктів набирають малими літерами крім першої великої в одному абзаці з основним текстом. В кінці такого заголовка ставиться крапка.

Крім цього, при наборі тексту слід:

- дотримуватися чорного кольору одного відтінку, рівномірної щільності, контрастності і чіткості зображення впродовж усієї роботи;

- відступи тексту всередині абзацу встановлювати позиціями табуляції та табуляторами;

- уникати порожніх абзаців та підкреслень;

- пробіли вставляти лише між словами чи між розділовими знаками і словами по одному;

- перехід на іншу сторінку, інший розділ чи в іншу колонку здійснювати за допомогою розривів;

- для набору кожної типової частини тексту (заголовків структурних частин, підрозділів, пунктів, підпунктів, основного тексту) створити і використовувати власні стилі відповідного рівня;

- назви підприємств, організацій, установ, фірм, програмних продуктів, прізвища та інші власні назви наводити мовою оригіналу. Допускається транслітерація власних назв і подання їх державною мовою, але при цьому біля першої згадки у дужках необхідно вказати оригінальну назву.

Друкують текстову частину курсової роботи на аркушах білого паперу формату А4 з однієї сторони (одна сторінка на одному аркуші) крім титульного аркуша, на якому з однієї сторони друкують титульну сторінку а з другої у нижній частині – анотацію роботи.

### **Нумерація структурних частин роботи**

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою курсової роботи є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок курсової роботи. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, на наступних сторінках номер проставляють у правому верхньому кутку сторінки без крапки в кінці. Анотація та сторінка для рецензії наукового керівника не нумеруються і не включаються до загальної нумерації сторінок курсової роботи.

Номер розділу ставлять перед його заголовком, після номера розділу ставлять крапку, текст заголовка розділу набирають у тому ж рядку.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу. Після кожного номера ставлять крапку. Наприклад: 2.3. (третій підрозділ другого розділу).

Після номера підрозділу у тому ж рядку набирають його заголовок. Наприклад:

## **1. ДОВІДКА ДЛЯ КОРИСТУВАЧА**

### **4.1.Мінімальні вимоги до системи**

Для нормального функціонування ...

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу, підпункти – у межах кожного пункту аналогічно підрозділам. Наприклад: 1.3.2. (другий пункт

третього підрозділу першого розділу), 2.1.3.5. (п'ятий підпункт третього пункту першого підрозділу другого розділу). Пункт, як і підпункт може не мати заголовка.

Примітки до тексту і таблиць, в яких вказують довідкові чи пояснювальні дані, нумерують послідовно в межах однієї сторінки. Якщо приміток на одному аркуші декілька, то після слова *Примітки* ставлять двокрапку. Якщо на аркуші є лише одна примітка, то її не нумерують і після слова *Примітка* ставлять крапку.

### **Ілюстрації**

Ілюстрації (фотографії, креслення, схеми, графіки) необхідно розміщувати в курсовій роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше або на наступній сторінці. Ілюстрації, що знаходяться на окремих сторінках курсової роботи, розміщують на наступній сторінці і включають до загальної нумерації сторінок. Ілюстрації, розміри яких більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування в тексті або у додатках.

Ілюстрації позначають словом *Рис.* і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках (порядок їх нумерації наведено в підрозділі *Додатки* цього розділу). Номер ілюстрації повинен складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації в розділі. Після кожного номера ставиться крапка. Наприклад: *Рис. 1.2.* (другий рисунок першого розділу).

Ілюстрації обов'язково повинні мати назву, яку набирають у новому реченні відразу після її номера. При необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними підписами, які набираються з нового речення та рядка. Номер, назву, пояснювальні підписи набирають послідовно під відповідною ілюстрацією шрифтом дванадцятого розміру, вирівнюючи текст всього підпису по її центру.

### **1.2. Таблиці**

В текстовій частині курсової роботи у вигляді таблиць подають, як правило, значення різних характеристик багатьох об'єктів

Таблицю в тексті курсової роботи розміщують після першого згадування про неї в тексті таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетення або з поворотом за годинниковою стрілкою (на наступній сторінці). Нумерують таблиці послідовно в межах розділу за винятком тих, що розміщені у додатках (порядок їх нумерації наведено в підрозділі *Додатки* цього розділу). При цьому у правому верхньому кутку над заголовком таблиці розміщують напис *Таблиця* та зазначають її номер. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці в межах розділу між якими ставиться крапка. Наприклад: *Таблиця 1.2* (друга таблиця першого розділу). Кожна таблиця повинна мати назву, яку розміщують у наступному рядку безпосередньо над таблицею і вирівнюють по центру її меж. Назву таблиці і саме слово *Таблиця* набирають як звичайні окремі речення але після номера таблиці та в кінці її назви крапки не ставлять.

Заголовки графіків повинні починатися з великих літер, підзаголовки – з малих, якщо вони продовжують речення заголовка, і з великих, якщо вони є самостійними реченнями. Графу з порядковими номерами рядків до таблиці включати не рекомендується.

Таблицю з великою кількістю рядків можна частково переносити на іншу сторінку. При цьому слово *Таблиця* і її номер вказують один раз над першою частиною таблиці а над іншими частинами пишуть слова *Продовження табл.* і номер таблиці. Наприклад: *Продовження табл. 1.2.* Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну частину під іншою в межах однієї сторінки. Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, то в першому випадку в кожній її частині повторюють заголовки граф а в другому – значення першої змістовної графи.

Повторення тексту однієї графи в наступних рядках таблиці, якщо воно складається з одного слова, можна замінювати лапками. Якщо ж повторення складаються з двох чи більше слів, то перше замінюють словами *Те ж*, а наступні – лапками. Ставити лапки замість цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів, що повторюються, не слід. Якщо цифрові або інші дані в якій-небудь комірці таблиці не подаються, то в ній ставлять прочерк.

### 1.3. Формули

В курсовій роботі набирають та нумерують лише ті формули, на які є посилання у тексті. Подають формули безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше. Формули слід відділяти від тексту інтервалами розміром 12 пт. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі що розмежовуються крапкою. Формули набирають з нового абзацу, вирівнюють їх по лівому краю. Відповідні номери вводять у тому ж рядку в круглих дужках, вирівнюючи їх при допомозі правої позиції табуляції та табулятора по правому краю. Наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу). Номер, який не вміщується в одному рядку з формулою, переносять у наступний рядок. Якщо формула не вміщується в одному рядок, то її слід переносити після знака рівності (=), плюса (+), мінуса (–), множення (x) чи ділення (:). Номер формули при її перенесенні розміщують на рівні останнього рядка. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски дробу. Номер групи формул, розміщених в окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставиться справа від вістря парантеза.

Всі математичні символи та формули набирають в тексті курсової роботи за допомогою редактора формул *MS Equation* версії 2.0 і вище. Формула входить до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації (у тексті перед формулою є узагальнююче слово або цього вимагає структура тексту, що передує формулі). Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або



крапка з комою, що ставляться безпосередньо за формулою перед її номером. Розділові знаки між формулами при парантезі ставлять всередині парантеза. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники і матриці, можна розділові знаки не ставити.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів потрібно подавати безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони у ній зустрічаються. Значення кожного символу і числового коефіцієнта потрібно подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова *де* без двокрапки після нього. Наприклад:

Після обробки результатів експерименту апроксимуючий поліном фактично замінюється рівнянням регресії

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (2.5)$$

де коефіцієнти  $b_0$ ,  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  – статистичні оцінки невідомих теоретичних коефіцієнтів  $\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\beta_{ii}$ .

#### 1.4. Список використаних джерел

Описи у списку використаних джерел наводяться мовою оригіналу. Сам список поділяється на три змістовні частини:

- список описів використаних друкованих матеріалів;
- список описів використаних електронних матеріалів;
- список описів використаного програмного забезпечення.

Змістовні частини списку використаних джерел відділяються інтервальними відступами висотою 12 пт. В свою чергу, опис використаних друкованих матеріалів має містити перелік джерел у наступній послідовності:

- закони України;
- укази Президента, постанови Уряду;
- директивні матеріали підприємства;
- монографії, підручники;
- статті;
- інструктивні, нормативні матеріали підприємства;
- іншомовні джерела.

Змістовні частини списку опису друкованих матеріалів відділяються інтервальними відступами висотою 6 пт. Перші дві змістовні частини опису впорядковуються в хронологічній послідовності. Всі інші частини списку опису друкованих матеріалів, як і списки описів використаних електронних матеріалів та програмного забезпечення, впорядковуються в алфавітному порядку.

В описах електронних матеріалів крім стандартної частини бажано вказувати ще й дату їх перегляду в кутових дужках. Ця інформація використовується для оцінки актуальності джерела, оскільки адреси та зміст електронних матеріалів змінюються доволі часто.

#### 1.5. Додатки

Додатки оформлюють як продовження курсової роботи на наступних її сторінках, розміщуючи їх у порядку появи відповідних посилань в основному тексті. Кожен додаток має починатися з нової сторінки та містити угорі слово *Додаток* і велику літеру, що його позначає. Заголовок додатку повинен починатися у наступному рядку. Слово *Додаток* та відповідний заголовок набираються малими літерами крім першої великої з вирівнюванням по центру сторінки. Додатки позначаються послідовно великими літерами українського алфавіту за винятком літер *Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь*. Наприклад: *Додаток А, Додаток Б*.

Текст кожного додатку при необхідності може бути поділений на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, які нумерують у межах кожного додатку. У цьому випадку перед кожним номером ставлять літеру відповідного додатку і крапку. Наприклад: *А.2* – другий розділ додатку А; *В.3.1* – підрозділ 3.1 додатка В. Ілюстрації, таблиці і формули додатків, нумеруються аналогічно. Наприклад: *рис. Д.1.2* – другий рисунок першого розділу додатка Д; *(А.1)* – перша формула додатку А.

### **Оформлення пояснювальної записки до КР**

Зміст пояснювальної записки до курсової роботи аналогічний до змісту звіту до індивідуального завдання.

1. Титульний лист (додаток 2).
2. Завдання до курсової роботи(додаток 1).
3. Зміст пояснювальної записки(перелік розділів та номери сторінок).
4. Вступ.
5. Опис структур даних та вмісту файлів з вхідними/ вихідними даними.
6. Математична постановка основних задач.
7. Опис динамічної структури даних, що використовується в КР, та дій, що над нею виконуються.
8. Опис програмного інтерфейсу з користувачем.
9. Опис головної програми.
10. Опис програмних модулів.
11. Опис та обґрунтування тестових прикладів виконання програми та аналіз отриманих результатів.
12. Список використаної літератури.

В додатках наводиться роздрук тексту програми, файлів вхідних та вихідних даних.

Пояснювальна записка оформлюється на аркушах формату А4, всі аркуші нумеруються та скріплюються.

### **Рекомендації до виконання КР та змісту основних розділів**

Роботу над завданням студент починає з детального вивчення теоретичного матеріалу по розділам дисципліни “Алгоритмізація та програмування”, зокрема “Обробка файлів даних”, “Тип запис структури мови Сі”, “Динамічний розподіл пам’яті”, “Динамічні структури даних”. Список

рекомендованої літератури наведено далі у методичних вказівках. Студент може користуватися також іншими джерелами, що пов'язані з темою роботи.

### **Опис функціональних можливостей програми**

На першій консультації по КР з викладачем було узгоджено основні вимоги до функцій програми.

Якщо  $X$  дійсно є функцією програми, то має сенс таке речення:  
Програма повинна виконувати  $X$ .

Розглянемо функції програми для обліку та аналізу даних про результати здачі студентами групи екзаменаційної сесії.

По-перше, необхідно внести дані про іспити: назва іспиту, дата проведення, прізвище викладача. Згідно до правил кожної сесії студент складає не більше 4-х іспитів.

По-друге, необхідно скласти список студентів групи(прізвище, номер залікової книжки).

По-третє, по мірі надходження відомостей з результатами здачі іспитів необхідно ввести оцінки та спеціальні відмітки про студентів, які були недопущені до здачі іспиту або не з'явилися на іспит.

Після того як заповнені всі дані можливо проаналізувати результати здачі сесії, обчисливши для кожного іспиту загальну кількість недопущених, студентів що не з'явилися та кількість оцінок “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

Крім того, для кожного іспиту можна сформувати списки студентів-боржників.

Виходячи з цього можна сказати, що під час формування відомості необхідно здійснити:

1. Внесення інформації про іспити(назва, дата, викладач).

1.1. Формування списку студентів групи(прізвище та ініціали, номер залікової книжки).

2. Заповнення інформації про успішність студентів:

2.1. заповнення екзаменаційних оцінок;

2.2. заповнення спеціальних відміток про недопуск та неявку.

3. Аналіз результатів успішності:

3.1. розрахунок кількості недопущених студентів;

3.2. розрахунок кількості студентів що нез'явилися;

3.3. розрахунок кількості оцінок “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”;

3.4. формування списку боржників.

### **Обґрунтування доцільності використання динамічних структур даних**

Якщо заздалегідь неможливо(недоцільно) визначити обмеження на обсяг оброблюваної інформації, застосовуються динамічні структури даних, інакше – масиви.

В першому наведеному вище прикладі, кількість студентів може змінюватися, тому для обробки цих даних можна використати динамічний список. На відміну від цього кожної сесії студенти здають не більше чотирьох іспитів, тому кількість іспитів можна обмежити константою, а інформацію про них занести в масив.

### **Аналіз відповідності розробленої програми вимогам, що були сформовані в завданні\*.**

Якщо під час розробки програми не були реалізовані певні частини, пояснюються причини цього.

Для зручності роботи з програмою функціональні вимоги можуть(повинні) бути розширені.

\* зі змісту подальших підрозділів вступу стає зрозумілим, що до їх напису необхідно приступати вже після виконання роботи, тобто під час оформлення пояснювальної записки.

<b>Обов'язково</b>	<b>Бажано</b>
Збереження вхідної інформації в файлі(ах).	Збереження результатів розрахунків та результатів пошуку даних в текстових файлах.
Здійснення пошуку даних за різними ознаками.	Сортування даних.
Збереження вхідної інформації в файлі(ах).	Здійснення пошуку даних за різними ознаками.

### **Аналіз результатів тестування програми**

Необхідно відповісти на такі запитання: чи охоплюють тестові дані всі гілки програми, чи отриманий правильний результат по всіх тестових прикладах, якщо ні, то чому.

### **Опис структур даних та вмісту файлів з вхідними вихідними даними**

#### **Опис записів (структур даних), основних констант та змінних**

Для подання та обробки набору даних, що визначаються темою курсової, доцільно використовувати тип запису мови Сі.

Для того щоб спростити собі процедуру опису типу запису, необхідно сформулювати заголовок таблиці, в яку можна буде записати набір даних.

Наприклад, для подання даних про результати здачі студентами екзаменаційної сесії(4 іспити) зручно буде використати таку таблицю:

Прізвище студента	№ залікової книжки	Оцінка1	Оцінка2	Оцінка3	Оцінка4
-------------------	--------------------	---------	---------	---------	---------

Шапка цієї таблиці складається з шести полів, тобто і запис буде мати шість полів. Залишилося визначитися з типом кожного поля та записати їх назву англійськими буквами: прізвище – рядок з 20 символів, номер залікової книжки – ціле значення що складається з чотирьох чисел, оцінка за іспит 2-5.

Але, з полями оцінки не все так просто. Як вже було сказано вище окрім оцінки в ці поля необхідно записувати спеціальні позначки: “не з’явився” та “недопущений”. Отже, одне значення поля оцінки може бути числовим, а інше

– рядковим. Це протиріччя можна вирішити, ввівши для спецпозначок додаткове числове значення. Наприклад, позначку про неявку будемо записувати 0, а недопуск – 1.

Виходячи з цього оцінки можна подати як масив з чотирьох елементів зі значеннями типу `byte`.

Прізвище студента	№ заліковки	Оцінка			
		1	2	3	4
<i>string [20]</i>	<i>word</i>	<i>Byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>
Іващенко	0601	5	4	0	1
<i>Prizv</i>	<i>Nomer</i>	<i>Ocinka</i>			

Тепер опис типу запису стає наочним:

```
typedef
struct Student {
    char Prizv[20];
    int Nomer;
    short Ocinka[4];
} TStudent;
```

Для опису інформації про іспити та їх загальні результати також можна створити тип запис.

Назва	Дата	Викладач	Кількість					
			Н/з	Н/д	2	3	4	5
<i>string[20]</i>	<i>TData string[20]</i>	<i>string[20]</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>	<i>byte</i>
Фізика	19.04.06	Клапченко	0	0	0	7	8	10
<i>Nazva</i>	<i>Data</i>	<i>Prepod</i>	0	1	2	3	4	5
<i>Kilkist</i>								

Опис типу запису (структури) **TIsplit** для подання інформації про іспити в методичних вказівках не наводиться, але в пояснювальній записці це необхідно зробити.

Враховуючи те, що кількість іспитів обмежена, вводимо константу:

```
#define K_ispit 4
```

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що для обробки інформації про іспити можна описати змінну-масив:

```
TIsplit ispit[K_ispit];
```

Для збереження назви групи введемо змінну:

```
char grupa[10];
```

### Опис динамічної структури даних

Неодмінною вимогою до курсової роботи є використання динамічних структур даних (ДСД) для подання та обробки вхідної інформації. Необхідно:

- визначити які дані будуть оброблятися в ДСД і чому;
- навести графічний опис ДСД, до якої буде занесена інформація;
- обумовити обмеження на її характер та розмір;

- описати дії, які будуть виконуватися над ДСД. Для кожної операції з ДСД навести опис алгоритму її виконання з графічним зображенням етапів її виконання(дивися конспект лекцій).

Над ДСД та її елементами повинні виконуватися такі дії:

1. Створення ДСД:

1.1. в діалоговому режимі;

1.2. з файлу.

2. Руйнування ДСД.

3. Додавання нового елемента.

3.1. Додавання в кінець списку.

3.2. Додавання всередину списку.

4. Видалення елемента.

Фактично операції з ДСД розширюють “дерево функцій” програми, що було побудовано при аналізі її функціональних можливостей.

### **Опис файлів вхідних даних**

Після того як були визначені основні структури даних, що обробляються програмою, необхідно визначитись, яка інформація потребує збереження в файлах. Логічним буде зберігати в файлах дані, які будуть вводиться кожного разу при запуску програми на виконання.

Для вище наведеного приклада доцільним буде зберігати у файлах список студентів та перелік іспитів, що вони складають. Отже, маємо два вхідних файли:

1. файл для збереження даних типу TStudent, в який записується список студентів групи. Ім'ям файлу може бути назва групи, розширення – grp. Це дає змогу обробляти(розрізняти) в програмі списки декількох груп студентів;

2. файл для збереження даних про іспити, що складає група студентів. Враховуючи те, що на різних спеціальностях студенти можуть складати різні іспити, файли з інформацією про іспити можуть бути різні. Визначним для вибору імені файлу з переліком іспитів буде назва спеціальності – перші символи з назви групи, розширення – isr.

Отже, якщо назва групи – рядок, що формується за правилом:

спеціальність – номер групи

для отримання назви файлу з інформацією про іспити, необхідно виділити підрядок до символу ‘-’.

Результати розрахунків показників успішності будуть зберігатися в файлах 1 та 2.

Крім того окремо зберігається список боржників. Його можна записати в файл з назвою групи та розширенням brg.

Схема інформаційних потоків при формуванні вмісту файлів даних наведена на рис. 4.

### **Опис файлів вихідних даних \***

В програмі можна реалізувати такі додаткові можливості, як збереження результатів розрахунків або пошуку в текстових файлах, що надає змогу їх роздруку або перегляду без запуску програми. Наприклад, текстовий файл з інформацією про боржників буде мати таку структуру:

- 1 рядок. Боржники групи <Grupa>
- 2 рядок – заголовок таблиці(Прізвище/ дисц. 1/ дисц. 2...)
- 3 рядок та всі наступні. < ПІБ боржника > < оцінка 1 > < оцінка 2 >
- ...

Текстовий файл з інформацією про боржників по одній дисципліні буде мати таку структуру:

- 1 рядок. Боржники групи <Grupa>
- 2 рядок. з дисципліни < дисципліна >, дата іспиту < дата >, викладач < ПІБ викладача >
- 3 рядок – заголовок таблиці(Прізвище/ оцінка або спецпозначка)
- 3 рядок та всі наступні. < ПІБ боржника > < оцінка >
- \* – це додаткові функції програми

Для кожного текстового файлу в додатках до звіту навести його роздрук з тестовими даними.

### **Математична постановка основних задач**

Постановка задачі наводиться до всіх розрахунків, що проводяться в курсовій роботі та задач з пошуку даних.

Постановка задачі включає:

1. Опис вхідної інформації, що є необхідною для розв'язку, вимог та обмежень до неї.
2. Опис вихідної інформації, вимог та обмежень до неї.
3. Математичну модель розрахунку та опис проміжних змінних.
4. Алгоритм розрахунку з коментарями до нього.

Якщо під час роботи над математичними постановками задач виникла необхідність в корегуванні(доповненні) інформації про оброблювані дані з попереднього розділу, до нього вносяться зміни.

### **Опис програмного інтерфейсу з користувачем**

Всі програми повинні підтримувати діалоговий режим роботи. Бажано для підвищення зручності роботи з програмою реалізувати текстове меню, схеми переходів для якого та опис діалогових вікон наводиться в цьому розділі.

### **Схеми переходів для головного меню програми**

Розглянемо приклад формування схеми переходів меню для введення даних. Введення даних може здійснюватися вручну(з клавіатура), а може з файлу. Якщо користувач обрав введення даних вручну програма розпочинає діалог по введенню необхідної інформації.

Якщо користувач обирає зчитування даних з файлу, програма пропонує ввести ім'я необхідного файлу і т.д.(діалог для вибору та відкриття файлу). Після того як дані введені(файл прочитаний) користувач “повертається” до головного меню.

### **Опис діалогових вікон**

Для кожного діалогового вікна наводиться перелік повідомлень, що виводить програма та опис дій користувача по введенню даних(див. оформлення звітів до лабораторних робіт).

### **Тестування програмного інтерфейсу з користувачем**

Розробка та налагодження програмного інтерфейсу з користувачем, опрацювання схем переходів для меню виконується на самих ранніх етапах розробки програмного забезпечення.

Фактично, з кожного пункту меню здійснюється виклик певної підпрограми(процедури чи функції), що виконує означені в пункті меню дії.

Виникає справедливе запитання: як на початку розробки програми, коли більшість підпрограм ще “в проєкті”, можна налагодити роботу меню?

Для цього використовують спеціальний засіб – заглушку.

Заглушка підпрограма(процедура чи функція), з порожнім тілом. Для зручності роботи в тіло заглушки можна включити виведення на екран повідомлення про те, що спрацювала заглушка для певної підпрограми.

### **Опис головної програми**

Навіть для програміста-початківця не секрет те, що більш-менш серйозна програма складається з декількох модулів.

Кожен модуль – це окремий файл. Всі модулі програми пов’язані між собою. Зв’язок між двома модулями виникає тоді, коли з одного модуля використовуються дані, типи або підпрограми іншого модуля.

Зв’язок між модулями здійснюється через рядок `uses` в Паскалі або директиву `include` в Сі.

### **Алгоритм роботи головної програми**

Алгоритм роботи головної програми зображається на укрупненому процедурному рівні. Для підпрограм головної програми наводяться їх специфікації.

### **Опис програмних модулів**

Для кожного програмного модуля окремо наводяться:

- опис призначення модуля;
- специфікації підпрограм даного модуля.

### **Специфікація підпрограми**

Специфікація складається з:

1. заголовка підпрограми;
2. опису вхідних даних;
3. опису вихідних даних;
4. опису призначення підпрограми (посилання на розроблену математичну постановку задачі, якщо вона була розроблена);
5. опис алгоритму роботи підпрограми (можливо, укрупненими блоками).

### **Опис та обґрунтування тестових прикладів виконання програми та аналіз отриманих результатів**

Для оцінки повноти вирішення задачі, відповідності отриманих результатів очікуваним, перевірки достовірності розв’язку студентом самостійно розробляється декілька варіантів вихідних даних(тестів).

Тестові приклади повинні охоплювати всі розрахункові задачі та задачі з пошуку даних.

Вхідні дані треба обирати таким чином, щоб перевірити всі гілки алгоритму обраного методу розв’язку задачі. Наприклад, якщо в якійсь



підпрограмі є розгалуження з умовою  $X \neq 0$ , то при підборі тестових даних необхідно навести розрахунки для трьох випадків:  $X < 0$ ,  $X = 0$ ,  $X > 0$ .

По всіх тестових прикладах проводяться розрахунки вручну, аналізуються результати, що отримані програмними розрахунками, виявляються відхилення від очікуваних з зазначенням причин їх відхилення.

### **Список використаної літератури**

Список всіх використаних під час виконання курсової роботи інформаційних джерел необхідно навести в пояснювальній записці до курсової.

Список використаної літератури формується в алфавітному порядку. Наприкінці списку може бути наведений перелік посилань на інформаційні Internet-джерела.

### **Тестування та відлагодження програм \***

#### **Рекомендації по тестуванню програми**

“Тестирование способно продемонстрировать наличие ошибок, но не их отсутствие”  
Етгерт Дейкстра

Під час розробки програми дуже важно тестувати програму по строгій системі, чітко уявляючи собі, що саме тестується і які результати повинні бути отримані.

#### **1. Покрокове тестування**

Тестування повинно виконувати маленькими кроками паралельно з розвитком структури програми. Тестування всієї програми в цілому, після її напису, забере набагато більше часу і зусиль, ніж покрокове. Напишіть частину програми, протестуйте її, додайте небагато нового коду, знов протестуйте і т.д.

Наприклад, було написано процедури введення даних та збереження їх у файлі. Протестуйте коректність роботи програми на цьому етапі (введіть дані, збережіть їх в файлі, виведіть на екран; перезапустіть програму прочитайте дані безпосередньо з файлу). Якщо введення/ виведення коректне, додайте нову процедуру, протестуйте її роботу і так далі.

#### **2. Перевірка граничних умов та граничних станів.**

Одним з ефективних методів є перевірка граничних умов: по мірі напису невеликих блоків програмного коду – циклів, операторів розгалуження – перевіряйте на місці, чи розгалужується виконання по правильному шляху, чи виконується цикл потрібну кількість разів. До цього ж відноситься перевірки роботи з неіснуючим, порожнім набором даних, набором даних з одного елемента або з максимальною кількістю елементів.

Такі перевірки допомагають виявити також помилки, які пов'язані з заниженням або завищенням на одиницю при розрахунках кількості певних елементів.

#### **3. Перевірка передумов та постумов.**

Перевіряйте, чи виконуються очікувані або необхідні умови до або після виконання певного фрагменту коду. Розповсюджений випадок перевірки передумов – перевірка, чи належать введені дані необхідному діапазону.

#### 4. Передбачення неможливих ситуацій.

Доброю практикою вважається додавання до програми код на випадки, які “не можуть відбутися”. Тут маються на увазі помилки, які не можуть відбутися з вини програми, але ж виникають із-за “побічних непередбачуваних” обставин. Наприклад, чи будуть отримані вірні результати підрахунку середнього балу з оцінок студента, якщо буде введена оцінка, що перевищує 5. Отже, при введенні даних можна програмно перевіряти їх коректність (на сленгу програмістів це називається “захист від дурня”).

#### 5. Перевірка кодів помилок, що повертають функції.

Ще одним ефективним способом боротьби з неправильною поведінкою програми є перевірка, чи не повернула бібліотечна функція код помилки.

#### **Полювання на помилки або відлагодження програми**

Що ж робити(!!!), якщо помилку все ж таки не вдається відловити?!!!

У таких випадках потрібно діяти за принципом “розділяй і пануй”.

#### **Краще – ворог гарного**

Розпочніть ретельний аналіз з останньої зміни, що була внесена у програму. Якщо в старій версії програми помилок немає, а в новій є, це означає:

- або помилку спричинив новий фрагмент коду;
- або новий фрагмент коду допоміг проявити помилку в старій частині програми.

#### **Капкани на помилку**

Розпочніть покрокову перевірку правильності виконання програми.

1. Перевірте, чи коректно вводяться дані: додайте після введення даних операцію виведення на екран цих даних. Іноді при введенні даних можна переплутати послідовність зчитування значення змінних.

В Сі-програмах найпоширенішими помилками при введенні виведенні є:

- “невзяття” адреси змінної при введенні функцією scanf.

scanf(“%d”, x); замість scanf(“%d”, &x);

- запис неправильного формату введення та виведення даних.

int a; float b;

scanf(“%d”, &a); b=a\*0.1; printf(“%d”, b); замість printf(“%f”, b);

Дуже поширеною помилкою є перевищення можливого діапазону значення змінної. Наприклад, для змінної, яка описана як однобайтна задане вхідне значення 260.

2. Перевірте правильність розрахунку всіх проміжних змінних: виведіть проміжні результати на екран або скористайтеся вікнами перегляду значення змінних в середовищі програмування).

Якщо певне значення розраховується за складною “багатоповерховою” формулою, розбийте її на частини, ввівши проміжні змінні.

Перевірте результати, які повертають бібліотечні функції, ввівши проміжну змінну. Можливим джерелом помилки є некоректне значення аргументу функції або те, що ви забули підключити бібліотеку з нею до своєї програми (це дуже часто трапляється в Сі-програмах).

“ – Семен Семенович!!!

– А-а-а! Я забул! ” (з к/ф “Брильянтова рука”)

1. Перевіряйте правильність повернення результату роботи функції. Можливо, наприкінці роботи функції Ви взагалі забули повернути результат.
2. Перевіряйте правильність опису параметрів-змінних. Якщо ви очікуєте, що Ваша підпрограма змінює значення певного параметру, переконайтеся, чи не описали Ви його часом як параметр-значення.
3. Перевіряйте чи не перекрили Ви значення глобальної змінної її локальним двійником, можливо Ви вдруге описали одну й ту ж саме змінну в головній програмі і в модулі або підпрограмі.

**Не робіть одну помилку двічі.  
Не зволікайте з відлагодження програми.**

**Особливо тяжкі випадки**

1. Спробуйте зробити помилку відтвореною.

Перший крок до перемоги над помилкою – заставити її проявлятися за вашим бажанням. Найскладніше ганятися за помилкою, яка проявляється не кожного разу. Краще згаяти деякий час і встановити той набір даних або значення параметрів, які гарантовано будуть викликати цю помилку. Можливо це підкаже, як її подолати.

2. Спочатку читайте, потім виправляйте.

Дуже ефективний спосіб, але недооцінений, відлагодження – ретельний аналіз коду. Не намагайтеся відразу ж кидатися перекроювати свою програму. Спробуйте подивитися на неї під іншим кутом зору. По-перше, зробіть невелику перерву, а потім поступово проаналізуйте ще раз роботу програми. Якщо це не допомагає, спробуйте роздрукувати текст програми або, взявши чистий листок, начніть написати вручну цей фрагмент коду заново. Важливим при цьому є не пригадувати, як же ви його написали раніше, а розпочати “з нуля”, і може буде осяяння!

3. Поясніть, як працює Ваша програма комусь іншому.

Пояснення свого програмного коду іншим – дуже ефективний також метод. Іноді, вистачає декількох фраз, і стають зрозумілими всі проблеми. Цей підхід дуже ефективний навіть тоді, коли слухачем є непрограміст. В одному з міжнародно відомих університетів в комп’ютерному класі за окремим столом засідав великій плюшевий ведмідь. Студенти, здивовані таємничими помилками у своїх програмах, зобов’язані були повідати свої біди ведмедю, і тільки після цього могли звернутися до викладача.

## **Варіанти завдань до курсової роботи**

№ варіанту\_\_ тема.

1. Розробка програми для розрахунків ККД редуктора одноступінчастого циліндричного редуктора.

**Завдання:**

Визначення загального коефіцієнту корисної дії (ККД) привода виконується за формулою:

$$h = h_p \cdot h_{пк}^n \quad (1.1)$$

де  $h_p = 0,96 \dots 0,98$  — коефіцієнти корисної дії закритої передачі (редуктора);

$h_{пк} = 0,99 \dots 0,995$  — коефіцієнти корисної дії пари підшипників кочення;

$n = 2$  — кількість пар підшипників кочення.

## 2. Розробка програми для визначення потрібної потужності електродвигуна одноступінчастого циліндричного редуктора.

### Завдання:

Визначити потрібну потужність двигуна  $P_{дв}$ , кВт

$$P_{дв} = \frac{P_2}{h}, \text{ кВт} \quad (1.2)$$

де  $P_2$  — потужність на тихохідному валу редуктора

Визначити номінальну потужність двигуна  $P_{ном}$ , кВт та вибрати тип двигуна.

Значення номінальної потужності вибрати з таблиці 8 за величиною, більшою, але найближчою до потрібної потужності  $P_{дв}$ :

$$P_{ном} \geq P_{дв}$$

Наприклад:  $P_{дв} = 2,75$  кВт, приймається  $P_{ном} = 3,0$  кВт

Вибір електродвигуна проводять за спеціальними таблицями (див. табл.8) залежно від умов експлуатації привода, потужності та частоти обертання. При цьому треба мати на увазі таке: чим швидкохідніший електродвигун, тим менші його розміри, маса і вартість.

Наприклад: для  $P = 5,5$  кВт при  $n_e = 3000$  хв<sup>-1</sup>  $m = 36$  кг,

а при  $n_e = 750$  хв<sup>-1</sup>  $m = 93$  кг — (див. табл. 8, 9).

Однак при зростанні частоти обертання вала електродвигуна зростає й загальне передаточне відношення привода, що призводить до збільшення розмірів, маси і загальної вартості передач. У подібних випадках конструктор аналізує варіанти й зупиняється на найбільш прийнятному для виробу, що проектується.

Тому для початку вибираємо асинхронні двигуни загального призначення в закритому виконанні.

## Визначення передаточного числа редуктора

Визначити передаточне число редуктора для всіх варіантів типів двигуна при заданій номінальній потужності  $P_{ном}$ :

$$u = \frac{n_1}{n_2} \quad (1.3)$$

Так як передаточні числа редукторів загального призначення постійні і стандартні, тому за результатами розрахунку передаточних чисел редуктора слід вибрати один двигун, що забезпечує передаточне число редуктора, що найбільш відповідає стандартному значенню. Ряд стандартних значень передаточних чисел редукторів загального призначення вказані в табл.1.1. При виборі двигуна перевагу слід надавати першому ряду стандартних передаточних чисел.

Таблиця 1.1 — Рекомендовані значення передаточних чисел

Закриті зубчаті передачі (редуктори) одноступеневі циліндричні (СТ СЭВ 221-75):

1-й ряд - 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3;

2-й ряд - 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1

Обертальний момент на швидкохідному ведучому валу

Силкові і кінематичні параметри приводу обчислюють на валах, виходячи з потрібної (розрахункової) потужності двигуна і його номінальної частоти обертання:

$$T_1 = \frac{P_1}{v_1} = \frac{P_1 \times 30}{\rho \times n_1}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (1.4)$$

Обертальний момент на веденому валу:

$$T_2 = \frac{P_1 \times \eta \times 30}{\rho \times n_2}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (1.5)$$

### **3. Розробка програми для визначення матеріалу і визначення допустимих напружень одноступінчастого циліндричного редуктора.**

**Завдання:**

При виборі матеріалів для виготовлення деталей зубчастої передачі і визначенні допустимих напружень необхідно орієнтуватись на недефіцитні матеріали, тобто по можливості уникати застосування легованих сталей, олов'яних бронз. Легована сталь дорожча від сталі звичайної якості приблизно в 1,6...3 рази; мідь, бронза і латунь — приблизно в 10...13, а олово — в 160 раз. Замість литих і кованих заготовок потрібно застосовувати штамповані або штампозварні.

Застосування високоміцних вуглецевих і легованих сталей для зубчастих коліс може бути виправдано необхідністю зменшення габаритів і маси передачі, а також специфічними умовами її роботи. Наприклад, зубчасті колеса редукторів великих потужностей доцільно виготовляти з високоміцних сталей. Збільшення допустимого контактного напруження в 1,5 рази призводить до зменшення міжосьової відстані на 24 %, а маси зубчастих коліс — більш ніж у два рази. При  $P = 10... 15 \text{ кВт}$  застосування вуглецевих і легованих сталей високої міцності (при твердості  $> \text{HB } 350$ ) для виготовлення зубчастих коліс недоцільне, оскільки через малі розміри параметрів передачі встановлення підшипників кочення ускладнене.

При виборі з таблиць механічних характеристик матеріалів рекомендується брати середні значення їх.

В разі потреби конструктор може призначити розмір механічних характеристик, вищий від середнього їх значення.

### **Вибір матеріалу**

Приймаємо для виготовлення колеса – сталь 45 з термічною обробкою - нормалізація; для шестерні – сталь 45 , термообробка – поліпшення.

За табл. 5, при реверсивній передачі знаходимо:

- для шестірні твердість по Бринелю HB240...280, допустиме напруження на контактну міцність при базі випробувань напруження  $N_{HO} = 1,5 \cdot 10^7$ ;

- для зубчастого колеса твердість по Бринелю HB180...200, допустиме напруження на згинальну витривалість при базі випробувань напруження:  $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ ;

### **Визначити кількість циклів зміни напружень [2 стор.96]**

Призначаючи ресурс передачі  $t_{год} \geq 10^4 \text{ годин}$ , знаходимо кількість циклів зміни напружень

$$N_{HE} = N_{FE} = 60 \cdot t \cdot n_2 \quad (2.1)$$

### Коефіцієнт циклічної довговічності [2 стор.96]

Якщо  $N_{HE} > N_{Ho}$  і  $N_{FE} > N_{Fo}$ , то значення коефіцієнта циклічної довговічності слід прийняти:  $K_{HL} = 1$ ;  $K_{FL} = 1$  [2 стор.102].

### Розрахунок допустимого напруження на контакту міцність

Для не прямозубих коліс розрахункове допустиме контактне напруження визначається за формулою:

для шестірні

$$\sigma'_{HP} = \sigma^o_{HP} \cdot K_{HL} \quad (\text{МПа}) \quad (2.2)$$

для колеса

$$\sigma''_{HP} = \sigma^o_{HP} \cdot K_{HL} \quad (\text{МПа}) \quad (2.3)$$

### Допустиме напруження на згинальну витривалість[2 стор.96]

$$\text{- для шестірні} \quad \sigma'_{FP} = \sigma^o_{FP} \cdot K_{FL} \quad (\text{МПа}) \quad (2.4)$$

$$\text{- для колеса} \quad \sigma''_{FP} = \sigma^o_{FP} \cdot K_{FL} \quad (\text{МПа}) \quad (2.5)$$

Після вибору марки сталі та допустимих напружень виконують розрахунок закритої передачі.

## 4. Розробка програми для визначення параметрів передачі з розрахунку на контактну міцність одноступінчастого циліндричного редуктора.

### Завдання:

Параметри закритих зубчастих передач починають визначати з обчислення міжосьової відстані і модуля. Знайдемо значення коефіцієнтів, що входять до формули 3.3 .

### Коефіцієнт ширини колеса

Величину коефіцієнта ширини колеса  $\varphi_{ва}$  вибирають залежно від твердості робочих поверхонь, ступені точності та розташування коліс відносно опор. При цьому слід врахувати, що збільшення  $\varphi_{ва}$  зменшує розміри і масу передачі і

вимагає разом з тим підвищення жорсткості і точності самої конструкції передачі.

$$j_{ba} = \frac{b}{a \cdot \omega} \quad (3.1)$$

Таблиця 3.1 — Коефіцієнти ширини колеса від міжосьової відстані  $\varphi_{ba}$

Рекомендовані	0,3	0,4	0,63
Додаткові	0,25	0,36	0,5

Величину коефіцієнта ширини колеса приймаємо за таблицею  $\varphi_{ba}=0,4$ .

### Коефіцієнт відносної ширини колеса

Для симетричного розташування зубів відносно опор з твердістю активних поверхонь зубів  $HV < 350$  попереднє значення коефіцієнта приймають  $\varphi_{bd} = 0,8 \div 1,4$ ; при твердості активних поверхонь зубів  $HV > 350$   $\varphi_{bd} = 0,4 \div 0,9$ .

Коефіцієнти  $\varphi_{ba}$  і  $\varphi_{bd}$  пов'язані формулою:

$$\varphi_{bd} = 0,5 \cdot \varphi_{ba} \cdot (u + 1) \quad (3.2)$$

### Коефіцієнт розподілення навантаження по ширині вінця циліндричного колеса, таблиця 3.

При розрахунку на контактну міцність попереднє значення коефіцієнта  $K_{H\beta} \approx 1,3$ , що враховує розподілення навантаження по ширині вінця, приймаючи постійне навантаження і твердість поверхонь зубів одного з коліс  $HV \leq HV = 350$ ; при тій самій твердості, але змінному навантаженні у випадку симетричного розташування обох коліс відносно опор вала.

При розрахунку на згинальну витривалість:

$$K_{F\beta} \approx 1,3$$

### Визначаємо потрібну міжосьову відстань [2 стор. 91]

Визначити міжцентрову відстань  $a_w$ , мм

$$a_w = K_a \cdot (u + 1) \cdot \sqrt[3]{j_{ba} \cdot u \cdot s_{HP}^2 \cdot K_{H\beta}} \cdot T_1, \text{ мм} \quad (3.3)$$



де  $j_{ba}$  — коефіцієнт ширини вінця зубчастого колеса (див. табл.3.1);

$u$  — передаточне число редуктора;

$T_1$  — обертаючий момент на тихохідному валу редуктора,  $H\cdot m$ ;

$S_{HP}$  - допустиме контактне напруження колеса,  $MPa$  (визначено у пункті 2.5);

$K_{Hb}$  — коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по довжині зуба;

$K_a$  — коефіцієнт, який залежить від типу матеріалу і форми зубів зубчастого колеса, його приймають за таблицею 1.

Враховуючи значення коефіцієнта  $K_a=4300$  формула 3.3 має вигляд:

$$a_w = 4300 \times (u + 1) \times \sqrt{\frac{K_{Hb} \times T_1}{u \times j_{ba} \times S_{HP}^2}} \quad (3.4)$$

Отримане значення міжцентрової відстані  $a_w$  округлити до найближчого значення з ряду стандартних міжцентрових відстаней СТ СЭВ 310-75, [2 стор.297] (див. табл.3.2).

*Наприклад:* розрахункове значення  $a_w = 123\text{мм}$  прийнято  $a_w = 125\text{мм}$

Таблиця 3.2 — Ряд стандартних значень міжцентрової відстані

1-й ряд	4 0	5 0	6 3	8 0	100	125	160	200	250	315	400	500
2-й ряд	—	—	7 1	9 0	112	140	180	224	280	355	450	560

**Примітка.** Перевагу слід надавати значенням 1-го ряду.

### Кут нахилу зубів [2 стор. 104]

для косозубих передач  $\beta=8^\circ \div 18^\circ$ . Приймаємо:  $\beta=15^\circ$

### Нормальний модуль

Визначити модуль зачеплення  $m_n$ ,  $mm$

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w \quad (3.5)$$

Отримане значення модуля зачеплення округлити до стандартного значення (див. табл.3.3)

Таблиця 3.3 — Стандартний ряд модулів зачеплення зубчастих коліс

m, мм	1-й ряд - 1,0; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10
	2-й ряд - 1,25; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9

**Примітка.** Перевагу слід надавати значенням 1-го ряду.

### Кількість зубів шестерні [2 стор. 106]

Визначити кількість зубів шестірни за формулою:

$$z_1 = \frac{2 \times a_w \times \cos b}{(u + 1) \times m_n} \quad (3.6)$$

Значення  $z_1$  округлити до найближчого цілого числа. Виходячи з умови зменшення шуму і відсутності підрізання зубів рекомендується  $z_1 \geq 18$ .

### Кількість зубів колеса [2 стор. 93]

$$z_2 = z_1 \times u \quad (3.7)$$

### Перераховуємо кут нахилу зубів

Виходячи з формули 3.6:

$$\cos b = \frac{z_1 \times m_n \times (u + 1)}{2 \times a_w} \quad (3.8)$$

### Коловий модуль $m_t$ , мм [2 стор. 105]

$$m_t = \frac{m_n}{\cos b} \quad (3.9)$$

### Ділильні діаметри шестірни та колеса [2 стор. 105]

$$d_1 = m_t \cdot z_1 \quad (3.10)$$

$$d_2 = m_t \cdot z_2 \quad (3.11)$$

### Діаметри кіл вершин зубів [2 стор. 106]

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n \quad (3.12)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n \quad (3.13)$$

**Діаметри кіл западин зубів [2 стор. 106]:**

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 m_n \quad (3.14)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 m_n \quad (3.15)$$

**Уточнюємо міжосьову відстань [2 стор. 106]**

Перевірити фактичну міжцентрову відстань за формулою:

$$a_w = \frac{(z_1 + z_2)m_n}{2} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3.16)$$

Фактична міжосьова відстань повинна відповідати стандартному значенню (табл.3.2), в іншому випадку необхідно в пункті 3.6 прийняти модуль зачеплення більшим із стандартного ряду (табл.3.3) і повторити розрахунок.

**Ширина вінця колеса і шестерні**

Визначити ширину вінця колеса, мм

$$b_2 = j_a \cdot a_w \quad (3.17)$$

Отримане значення  $b_2$  округлити за таблицею 3.4.

Таблиця 3.4 - Нормальні лінійні розміри, мм

Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри
R <sub>Z</sub> 10	R <sub>Z</sub> 20	R <sub>Z</sub> 40	8,2 8,8 9,2	R <sub>Z</sub> 10	R <sub>Z</sub> 20	R <sub>Z</sub> 40	41 44 46	R <sub>Z</sub> 10	R <sub>Z</sub> 20	R <sub>Z</sub> 40	205 230
8,0	8,0	8,0		40	40	40		200	200	200	
		8,5				42				210	
	9,0	9,0		45	45			220	220		
		9,5			48				240		

Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри						
10	10	10	9,8	50	50	50	49	250	250	250	270						
		10,5	10,2			53				52		260					
		10,8	10,8			55				290							
	11	11	11,2		56	56			58	280		280					
		11,5	11,8		60	62			300	310							
		12,5	12,5		65	65			320	320		320					
	12	12	12		63	63			63	70		320	320	320	350		
			13						67					340			
		14	14			14,5			71			71	73	360		360	370
			15			15,5			75			78	380	410			
16,5			80	80		80	82	400	400		400						
16	16	16	80	80	80	92	400	400	400	440							
		17			85				420								
	18	18		18,5	90		90	92	450		450	460					
		19		19,5	95		98	480	490								
		20,5		100	100		100	102	500		500	500					
		21,5		100	100		100	108	530		545						
20	22	22	100	110	110	112	560	560	580								
		24			120			600	615								
	23,0	125		125	125		118	630	630	630							
25	25	25	125	125	125	135	630	630	650								
		26			130			670	690								
	27	27		140	140		145	710	710	730							
		28		28	150		155	750	775								
		30															

Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри	Ряди			Додаткові розміри
32	32	32	31	160	160	160	165	800	800	800	825
		34	33			170	175			850	875
	36	36	35		180	180	185		900	900	925
		38	37			190	195			950	975
			39								

Визначити ширину вінця шестірні:

$$b_1 = b_2 + 2 \dots 3, \text{ мм} \quad (3.18)$$

### 5. Розробка програми для обчислення сил, які діють у зачепленні одноступінчастого циліндричного редуктора.

**Завдання:**

**Колова сила [2 стор.106]:**

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}, \text{ Н} \quad (4.1)$$

$T_1$  – обертальний момент на ведучому валу,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;

$d_1$  – діаметр вихідного кінця ведучого вала ( $d_{об}$ ),  $\text{м}$ .

**Осьова сила [ 2 стор. 106]:**

$$F_a = F_t \cdot \tan \alpha \quad (4.2)$$

**Радіальна (розпірна) сила [ 2 стор. 106]:**

$$F_r = \frac{F_t \cdot \tan \alpha}{\cos \alpha} \quad (4.3)$$

де  $\alpha$  – кут зачеплення передачі,  $\alpha = 20^\circ$ .

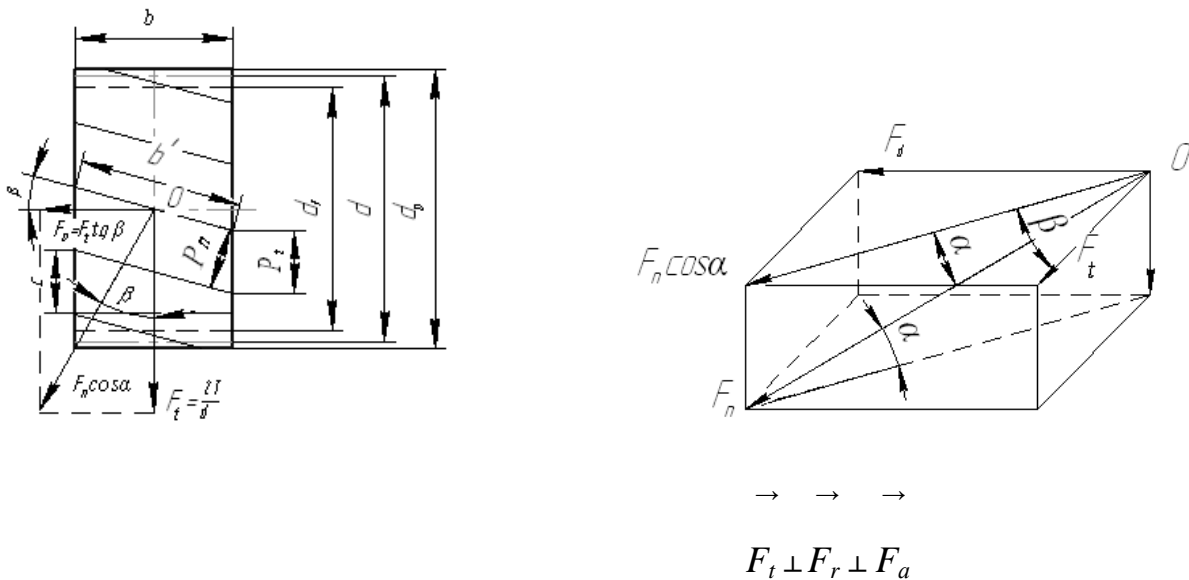


Рисунок 4.1 Сили, які діють у зачепленні

**6. Розробка програми для перевірного розрахунку на контактну міцність і згинальну витривалість зубів одноступінчастого циліндричного редуктора.**

**Завдання:**

**Колова швидкість в зачепленні (в метрах за секунду):**

$$v = \frac{p \cdot d_1 \cdot n_1}{60} \quad (5.1)$$

**Визначаємо ступінь точності передачі [1 стор.95]**

Визначити ступінь точності зубчастої передачі в залежності від колової швидкості за таблицею 5.1

Таблиця 5.1 — Ступінь точності зубчастих передач

Степінь точності	6	7	8	9
Колова швидкість обертання коліс V, м/с	< 15	< 10	< 6	< 2

*Наприклад:* передача циліндрична з прямим зубом  $v = 1,75$  м/с. Прийнято ступінь точності 9.

**Коефіцієнт  $Z_H$** , який враховує форму спряжених поверхонь зубів приймаємо за таблицею 3 [2 стр.107] враховуючи отримане значення кута нахилу зубів  $\beta$  розрахованого в пункті 3.11.

Наприклад, при  $\beta = 10^\circ 14'$  отримаємо  $Z_H=1,73$ .

**Коефіцієнт  $Z_M$** , який враховує механічні властивості матеріалів спряжених коліс приймаємо за таблицею 1.

*Наприклад:* при поєднанні матеріалів коліс в зачепленні сталь-сталь приймаємо коефіцієнт :  $Z_M = 274 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .

**Коефіцієнт торцевого перекриття**

$$e_a = \frac{e}{e} 1,88 - 3,2 \times \frac{z_1}{z_2} + \frac{1}{z_2} \frac{d_1}{d_2} \times \cos b \quad (5.2)$$

**Коефіцієнт  $Z_e$** , який враховує сумарну довжину

для косозубих передач:

$$Z_e = \sqrt{\frac{1}{e_a}} \quad (5.3)$$

**Коефіцієнт  $K_{H\beta}$** , який враховує динамічне навантаження, яке з'являється в зачепленні, таблиця 4.

*Наприклад:* при коловій швидкості  $v=3,8 \text{ м/с}$ , 8—й степені точності передачі і твердості  $\text{HB} < 350$  одержимо при розрахунку на контактну міцність  $K_{H\beta} = 1,04$ .

**Коефіцієнт  $K_{H\alpha}$** , який враховує нерівномірність розміщення навантаження між зубами при розрахунку на контактну міцність беремо з пункту 3.3 таблиця 2.

$$K_{H\alpha} = 1,09$$

**Коефіцієнт навантаження при розрахунку на контактну міцність:**

$$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \quad (5.4)$$

**Контактна витривалість зубів [2 стор. 91]**

$$s_H = Z_H \times Z_M \times Z_e \times \sqrt{\frac{K_H \times F_t (u+1)}{d_1 \times b_2 \times u}} \quad (5.5)$$

Умова контактної витривалості має задовольняти рівність:

$$s_H < [s]_H \quad (5.6)$$

Робимо висновок щодо виконання умови міцності.

**Обчислюємо еквівалентну кількість зубів [2 стор. 106]**

$$Z_{1v} = \frac{Z_1}{\cos^3 b} \quad (5.7)$$

$$Z_{2v} = \frac{Z_2}{\cos^3 b} \quad (5.8)$$

**Коефіцієнт форми зуба для шестірні і колеса**

Визначити коефіцієнти форми зуба шестірні  $Y_{F1}$  і колеса  $Y_{F2}$

Значення прийняти з таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Коефіцієнт форми зуба

Z	$Y_F$	Z	$Y_F$	Z	$Y_F$	Z	$Y_F$	Z	$Y_F$	Z	$Y_F$
16	4,28	24	3,92	30	3,80	45	3,66	71	3,61	180	3,62
17	4,27	25	3,90	32	3,78	50	3,65	80	3,61	¥	3,63
20	4,07	26	3,88	35	3,75	60	3,62	90	3,60		
22	3,98	28	3,81	40	3,70	65	3,62	100	3,60		

**Порівнюємо міцність зуба шестірні і колеса при згині**

$$\frac{s_{FP}}{Y_{F1}} ; \frac{s_{FP}}{Y_{F2}} \quad (5.9)$$

Якщо міцність зуба шестірні виявилася більша, то перевірку на витривалість зубів згину будемо виконувати для зубів колеса.

**Коефіцієнт, який враховує нахил зубів [2 стор.107]**

$$Y_b = 1 - \frac{b}{140^\circ} \quad (5.10)$$

де  $\beta$  - кут нахилу лінії зуба.

**Коефіцієнт  $K_{F\alpha}$** , який враховує розподілення навантаження між зубами при розрахунку на згинальну витривалість, [2 стор.110].



Значення  $K_{Fa}$  залежить від степені точності передачі і вибирається з табл.5.3

Таблиця 5.3 — Значення коефіцієнтів  $K_{Fa}$

Степінь точності	6	7	8	9
Коефіцієнт $K_{Fa}$	0,72	0,81	0,91	1,00

**Коефіцієнт навантаження** при розрахунку на згинальну витривалість:

$$K_F = K_{Fa} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \quad (5.11)$$

**Робоче напруження  $\sigma_F$ , МПа при згині [2 стор.106]:**

$$s_F = \frac{Y_F \cdot Y_b \cdot K_F \cdot F_t}{b_2 \cdot m} \quad (5.12)$$

Перевірити напруження згину зубів колеса  $s_{F2}$ , МПа

$$s_{F2} = Y_{F2} \frac{F_t}{b_2 m} K_{Fa} K_{F\beta} K_{FV} \leq [s]_F \quad (5.13)$$

де  $K_{F\beta}$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження по довжині зуба, для коліс, які притираються прийняти  $K_{F\beta} = 1$ ;

$[s]_F$  — допустимі напруження згину зубів колеса, МПа.

**Примітка.** Якщо при перевірочному розрахунку  $s_F$  значно менше ніж  $[s]_F$ , то це допустимо, так як навантажувальна здатність більшості зубчатих передач обмежується контактною міцністю. Якщо  $s_F > [s]_F$  більше ніж на 5% то потрібно збільшити модуль  $m$ , і відповідно провести розрахунок числа зубів колеса  $z_2$  і шестірні  $z_1$  і повторити перевірочний розрахунок на згин. При цьому міжцентрова відстань не змінюється, а також не змінюються і контактні напруження.

## 7. Розробка програми для орієнтовного розрахунку валів та конструктивних розмірів зубчастої пари одноступінчастого циліндричного редуктора.

**Завдання:**

Розрахунок валів проводиться в два етапи: 1-й проектний (наближений) розрахунок валів на чисте кручення. Проектний розрахунок ставить собі за мету визначити орієнтовно геометричні розміри кожної ступені вала: діаметр  $d$  і довжину  $l$ ; 2-й – перевірочний (уточнений) розрахунок валів на міцність за напруженням згину і кручення.

### Матеріали валів

В редукторах рекомендується використовувати термічно оброблені середньо вуглецеві і леговані сталі 45, 40Х однакові для швидкохідного і тихохідного вала.

Для ведучого вала приймаємо такий матеріал, як і для шестірні. Матеріал ведучого вала - сталь 45, термообробка - поліпшення.

Проектний розрахунок валів виконується за напруженням кручення, тобто при цьому не враховується напруження згину, концентрація напруження і змінність напружень за часом. Тому для компенсації приблизності цього метода розрахунку допустимі напруження на кручення приймають заниженими.

Допустиме напруження при крученні і орієнтовному розрахунку для заданого матеріалу приймаємо:  $[t]_K=25 \text{ МПа}$ .

**Діаметр вихідного кінця ведучого вала** визначимо грубо наближено (орієнтовний розрахунок) з розрахунку на міцність при крученні.

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\rho \times [t_k]}} \quad (6.1)$$

Відповідно до ряду Ra 40 згідно СГ СЭВ 514-77, [2 ст.193], приймаємо відповідний діаметр.

Довжина вихідного кінця вала (для швидкохідного та тихохідного вала):

$$l_g = (1,5 \dots 2) \cdot d_g \quad (6.2)$$

Діаметр і довжину ступені округлить до найближчого стандартного значення з ряду Ra 40.

Наприклад:  $d_{g1} = \sqrt[3]{\frac{T_1 \times 10^3 \times 16}{3,14 [t]_{kp}}} = \sqrt[3]{\frac{125,8 \times 10^3 \times 16}{3,14 \times 25}} = 31,6 \text{ мм}$

Прийнято:  $d_{b1} = 32 \text{ мм}$ .

**Діаметр вала і довжина під ущільнення**, відповідно з рядом Ra 40:

$$d'_{b1} = d_{b1} + 2t \quad (6.3)$$

$$l_{\phi} = 1,5 \cdot d_{b1} \quad (6.4)$$

Значення  $t$  приймається за таблицею 6.1.

**Діаметр вала під шестірню**

$$d_1 = d_{e1} + 3,2 \cdot r \quad (6.5)$$

Значення  $r$  приймається за таблицею 6.1. Діаметр ступені округлити до найближчого стандартного значення з ряду Ra40. Довжину ступені приймаємо за формулою:

$$l_1 = 2 \cdot (8 \dots 18) + b_1 \quad (6.6)$$

**Діаметр вала під підшипник  $d_{n1}$**  приймаємо відповідно ГОСТ 8338-75, таблиця 6. Діаметр  $d_{n1}$  слід округлити до найближчого значення діаметра внутрішнього кільця підшипника  $d$ , тобто значення  $d_{n1}$  повинно закінчуватись на 0 або 5. *Наприклад: 25, 20, 50.*

Довжина ступені вала під підшипники:

$$l_{n1} = B_1, \quad (6.7)$$

де  $B_1$  – ширина підшипника на ведучому валу.

Якщо діаметр западин шестірні трохи перевищує діаметр вала під підшипник то шестерню доцільно виготовити заодно з валом.

*Наприклад:* якщо діаметр западин шестерні  $d_{f1} = 53,78$ мм; діаметр вала під підшипник  $d_{n1} = 35$ мм.

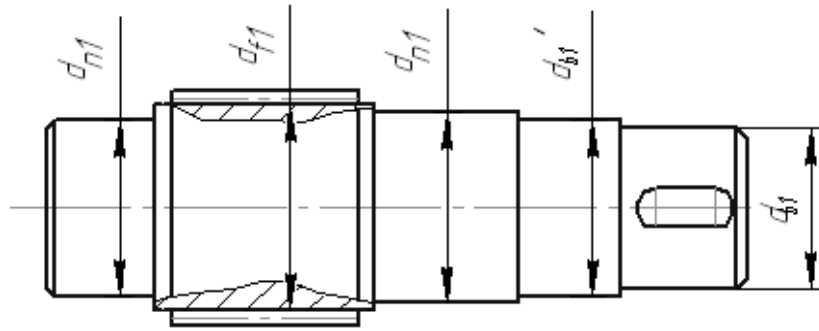


Рисунок 6.1 – Ескіз вала-шестерні.

**Визначити геометричні параметри ступенів веденого вала**

Для веденого вала приймаємо матеріал сталь 35, термічна обробка - нормалізація.

Допустиме напруження при крученні для даного матеріалу (сталь 35) приймаємо  $[t]_K=20 \text{ МПа}$ .

**Діаметр вала під напівмуфту і довжину ступені визначаємо за формулами 6.1, 6.2.**

Діаметр і довжину ступені округлити до найближчого стандартного значення з ряду Ra 40.

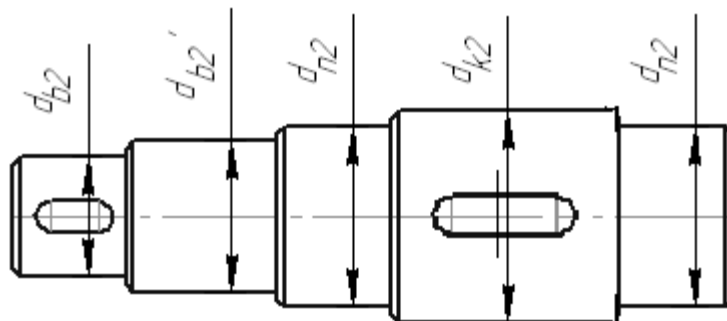


Рисунок 6.2 - Ескіз тихохідного вала.

**Діаметр вала під ущільнення кришки з отвором і підшипник**

$$d'_{b2} = d_{b2} + 2t \quad (6.8)$$

$$l_{\phi 2} = 1,25 d_{b2} \quad (6.9)$$

Значення  $t$  приймається за таблицею 6.1.

Діаметр  $d_{n2}$  під підшипник, відповідно ГОСТ 8338-75, табл.6, округлити до найближчого значення діаметра внутрішнього кільця підшипника  $d$ , тобто значення  $d_{n2}$  повинно закінчуватись на 0 або 5.

Наприклад: 25, 20, 50

$$l_{n2} = B_2, \quad (6.10)$$

### Діаметр вала під маточину колеса

$$d_{k2} = d_{b2} + 3,2 r \quad (6.11)$$

Значення  $r$  приймається за таблицею 6.1. Діаметр ступені округлити до найближчого стандартного значення з ряду Ra 40 (таблиця 3.3). Довжина ступені дорівнює довжині маточини колеса.

При конструюванні валів розміри діаметрів і довжин ступенів уточнюються.

Таблиця 6.1

	d						
	17-24	25-30	32-40	42-50	52-60	62-70	71-85
t	2	2,2	2,5	2,8	3	3,3	3,5
r	1,6	2	2,5	3	3	3,5	3,5
f	1	1	1,2	1,6	2	2	2,5

**Діаметр маточини колеса:**

$$d_{cm} = 1,6 > d_{k2}, \text{ мм} \quad (6.12)$$

**Довжина маточини колеса:**

$$l_{cm} = (1,2 \dots 1,5) \cdot d_{k2}, \text{ мм} \quad (6.13)$$

**Товщина ободу:**

$$s_0 = (2,5 \dots 4) \cdot m_n, \text{ мм} \quad (6.14)$$

**Товщина диску зубчатого колеса**

$$c = 0,3 \cdot b_2, \text{ мм} \quad (6.15)$$

**Діаметр кола, яке проходить через центри отворів у диску:**

$$D_{омв} = 0,5 \cdot (d_{f2} - 2 \cdot s_0 + d_m), \text{ мм} \quad (6.16)$$

**Діаметр отвору в диску:**

$$d_{омв} = \frac{d_{f2} - 2 \cdot s_0 - d_m}{4}, \text{ мм} \quad (6.17)$$

## **8. Розробка програми для визначення конструктивних розмірів елементів корпусу і кришки одноступінчастого циліндричного редуктора.**

### **Завдання:**

При масовому виробництві корпуси редукторів виготовляють литтям з чавуну СЧ 150-320МПа. При індивідуальному або малосерійному виробництві корпуси редукторів доцільно виготовляти зварними, причому товщину стінок зварного сталюого корпусу рекомендується брати на 30...35 % меншою від товщини стінок литого чавунного корпусу.

При розрахунках приймаємо: корпус та кришку редуктора виготовлено литтям із сірого чавуну.

**Товщина стінки корпусу редуктора:**

$$s = 0,025 \cdot a_{\omega} + 1 \dots 5, \text{ мм} \quad (7.1)$$

**Товщина стінки кришки корпусу редуктора:**

$$s_1 = 0,02 \cdot a_{\omega} + 1 \dots 5, \text{ мм} \quad (7.2)$$

**Товщина верхнього пояса корпусу редуктора:**

$$S = 1,5 \cdot s, \text{ мм} \quad (7.3)$$

**Товщина пояса кришки редуктора:**

$$S_1 = 1,5 \cdot s_1, \text{ мм} \quad (7.4)$$

**Товщина нижнього пояса корпусу редуктора:**

$$t = (2 \dots 2,5) \cdot s, \text{ мм} \quad (7.5)$$

**Товщина ребер жорсткості корпусу редуктора:**

$$c = 0,85 \cdot s, \text{ мм} \quad (7.6)$$

**Діаметр фундаментних болтів:**

$$d_{\phi} = (1,5 \dots 2,5) \cdot s, \text{ мм} \quad (7.7)$$

Приймаємо болти з метричною різьбою згідно СТ СЭВ 182-75, кількість болтів - 4 штуки.

**Ширина нижнього пояса корпусу редуктора ( ширина фланця для кріплення редуктора до фундаменту):**

$$K_2 \geq 2,1 \cdot d_{\phi}, \text{ мм} \quad (7.8)$$

**Діаметр болтів, які з'єднують корпус з кришкою редуктора:**

$$d_k = (0,5 \dots 0,6) \cdot d_\phi, \text{ мм} \quad (7.9)$$

Приймаємо болти з метричною різьбою згідно СТ СЭВ 182-75, кількість болтів - 10 штук.

**Ширина пояса (ширина фланця) з'єднання корпуса і кришки редуктора біля підшипників:**

$$k = 3 \cdot d_k, \text{ мм} \quad (7.10)$$

**Діаметр болтів для кріплення кришки підшипника до корпуса редуктора:**

$$d_n = (0,7 \dots 1,4) \cdot s, \text{ мм} \quad (7.11)$$

Приймаємо болти з метричною різьбою згідно СТ СЭВ 182-75, кількість болтів - 8 штук.

**Діаметр болтів для кріплення кришки оглядового отвору:**

$$d_{ko} = 6 \dots 10, \text{ мм} \quad (7.12)$$

Приймаємо  $d_{ko} = 8 \text{ мм}$  з різьбою М8, [1] СТ СЭВ 182—75, кількість болтів — 16 штук.

**Діаметр різьби пробки (для зливання масла з корпусу редуктора)**

$$d_{np} = (1,6 \dots 2,2) \cdot s, \text{ мм} \quad (7.13)$$

Приймаємо болти з метричною різьбою згідно СТ СЭВ 182-75.

## **9. Розробка програми для перевірки міцності валів і підбирання підшипників одноступінчастого циліндричного редуктора.**

**Завдання:**

**Визначити сумарні опорні реакції підшипників вала:**



$$R_i = \sqrt{R_{ix}^2 + R_{iy}^2} \quad (9.1)$$

де  $R_{iy}$  і  $R_{ix}$  – відповідно реакції в опорі підшипника в горизонтальній і вертикальній площинах;

Визначаємо згинальні моменти в характерних точках у горизонтальній площині та підраховуємо сумарний згинальний момент (формула 9.2) у небезпечному перерізі ( в точці де маємо найбільше значення згинального моменту).

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (9.2)$$

де  $M_x$  і  $M_y$  – відповідно згинаючі моменти в горизонтальній і вертикальній площинах.

*Приклад розрахунку ведучого вала.*

*Вихідні дані:  $F_t = 3937,1 \text{ Н}$ ;  $F_a = 704,3 \text{ Н}$ ;  $F_r = 1483,5 \text{ Н}$ ;  $d_1 = 74,7 \text{ мм}$ ;  $T_1 = 146,99 \text{ Н}\cdot\text{м}$*

*Визначаємо з компоновки:  $l_2 = 78 \text{ мм}$ ;  $l_3 = 78 \text{ мм}$*

*Визначаємо реакції опор в горизонтальній площині.*

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_A(F_i) = 0 \quad F_t \cdot \mathcal{A}_3 - R_{BX} (l_3 + l_2) = 0$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_B(F_i) = 0 \quad R_{AX} (l_3 + l_2) - F_t \cdot \mathcal{A}_2 = 0$$

Перевірка:  $\overset{\circ}{\mathbf{a}} F_{ix} = 0$ ;  $R_{AX} + R_{BX} - F_t = 0$

$$R_{BX} = \frac{F_t \cdot \mathcal{A}_3}{l_3 + l_2} = \frac{3937,1 \times 78}{78 + 78} = 1968,6 \text{ Н}$$

$$R_{AX} = \frac{F_t \cdot \mathcal{A}_2}{l_3 + l_2} = \frac{3937,1 \times 78}{78 + 78} = 1968,6 \text{ Н}$$

*Перевірка:  $1968,6 + 1968,6 - 3937,1 = 0$*

*Визначаємо реакції опор у вертикальній площині:*

*Складаємо рівняння рівноваги:*

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_A(F_i) = 0; \quad F_r \cdot \mathcal{A}_3 - R_{BY} (l_2 + l_3) + F_a \frac{d_1}{2} = 0$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_B(F_i) = 0; \quad R_{AX}(l_2 + l_3) - F_r \times l_2 + F_a \frac{d_1}{2} = 0$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} F_{iy} = 0; \quad -R_{AX} + F_r - R_{BY} = 0$$

$$R_{BY} = \frac{F_r \times l_3 + F_a \frac{d_1}{2}}{l_2 + l_3} = \frac{1483,5 \times 78 + 704,3 \times \frac{74,7}{2}}{78 + 78} = 910,9 \text{ H}$$

$$R_{AY} = \frac{F_r \times l_2 + F_a \times \frac{d_1}{2}}{l_2 + l_3} = \frac{1483,5 \times 78 - 704,3 \times \frac{74,7}{2}}{78 + 78} = 572,6 \text{ H}$$

Перевірка:  $-572,6 - 910,9 + 1483,5 = 0$

Визначаємо згинальні моменти у вертикальній та горизонтальній площинах:

- у горизонтальній площині:

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_A = 0$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_C = R_{AX} \times l_3 = 1968,6 \times 78 = 153007,3 \text{ H} \times \text{мм} = 153,0 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_B = R_{AX} \times (l_2 + l_3) - F_r \times l_2 = 1968,6 \times (78 + 78) - 3937,1 \times 78 = 0$$

- у вертикальній площині:

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_A = 0$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_C^{лів} = -R_{AY} \times l_3 = -572,6 \times 78 = -44506,1 \text{ H} \times \text{мм} = -44,5 \text{ H} \times \text{м}$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_C^{прав} = -R_{AY} \times l_3 - F_a \times \frac{d_1}{2} = -572,6 \times 78 - 704,3 \times \frac{74,7}{2} = -70799,1 \text{ H} \times \text{мм} = -70,8 \text{ H} \times \text{м}$$

$$\overset{\circ}{\mathbf{a}} M_B = R_{AY}(l_3 + l_2) - F_a \times \frac{d_1}{2} + F_r \times l_2 = -572,6 \times (78 + 78) - 704,3 \times \frac{74,7}{2} + 1483,5 \times 78 = 0$$

Будуємо епюру згинальних моментів.

Визначаємо сумарні реакції:

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2}, \text{ H}; \quad R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2}, \text{ H}$$

$$R_A = \sqrt{1968,6^2 + 572,6^2} = 2050,2 \text{ H}$$

$$R_B = \sqrt{1968,6^2 + 910,9^2} = 2169,1H$$

$$\text{Крутний момент } T = T_1 = 146,99 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Вибираємо коефіцієнт масштабу і будуємо епюри.

Приклад побудови розрахункової схеми за отриманими попередньо розрахунками подано на рисунку 9.1.

*Згинальний момент в характерних точках у горизонтальній та вертикальній площинах.*

$$M_A^1 = M_B^1 = 0$$

$$M_C^1 = R_{AX} \cdot l_2 = 1968,6 \cdot 78 = 153007,3 \text{ Н}\cdot\text{мм} = 153,01 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Сумарний згинальний момент у небезпечному перерізі (точка С):

$$M_{\text{сум}} = M_{\text{зг}} = \sqrt{(M_C^{\text{прав}})^2 + (M_C^{\text{лів}})^2} = \sqrt{(-70,8)^2 + 153,0^2} = 168,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

### **Підбір підшипників**

Підшипники кочення слід добирати з урахуванням, як силових так і економічних факторів.

Попередньо призначаємо радіальні кулькові підшипники за табл. 6.

Радіальні кулькові підшипники можуть сприймати як осьове так і радіальне навантаження. Розрахунок проводиться для більш навантаженого підшипника (реакції в підшипниках беруться з п. 9.9).

Обчислення еквівалентного динамічного навантаження найбільш навантаженого підшипника [ 1 стор. 117]. Для кулькових радіальних та роликкових радіальних підшипників розрахунок проводиться за формулою:

$$P_e = ( XVF_r + YF_a ) K_{\varphi\sigma} K_T, \quad (9.3)$$

де  $F_r$  – радіальне навантаження, що діє на підшипник;

$F_a$  – осьове навантаження;

$V$  — коефіцієнт обертання кільця (при умові обертання внутрішнього кільця  $V = 1$ ),

$K_T=1$  — температурний коефіцієнт. При робочій температурі підшипника до  $100^{\circ}\text{C}$   $K_T=1$  ( табл. 11),

$K_S$  - коефіцієнт безпеки. Для умов роботи з помірними поштовхами і вібраціями прийнято  $K_S=1,3$  ( табл. 12),

$Y$  – коефіцієнт осьового навантаження,

$X$  - коефіцієнт радіального навантаження  $X = 0,56$  (табл. 13 , 14 ).

При виборі радіальних кулькових підшипників слід мати на увазі, що осьове навантаження не впливає на величину еквівалентного навантаження, доти, доки відношення:

$$\frac{F_a}{V \times F_r} \quad (9.4)$$

не перевищить величину  $e$ , де величина  $e$  – коефіцієнт осьового навантаження. Значення котрого в таблицях підшипників [ 1 стор. 119].

Отже при  $\frac{F_a}{V \times F_r} < e$  слід приймати  $Y = 0$ ;  $X = 1,0$ .

Обчислити довговічність підшипника  $L$  в млн. обертах або  $L_h$  -розрахункова довговічність виражена в годинах, при частоті обертання  $n$  розраховується за його динамічною вантажопідйомністю [ 1 стор. 117]. :

$$L = \frac{C}{P_e} \frac{\ddot{o}^3}{\ddot{o}}, \text{ млн. об.} \quad (9.5)$$

де  $C$  – динамічна вантажопідйомність підшипника (таблиця 6).

Для шарикопідшипників:

$$L_h = \frac{L_{10h} \times 10^6}{60 \times n}, \text{ год.} \quad (9.6)$$

Отримане значення  $L_h$  порівняти з довговічністю редуктора: 36000 годин для зубчастих редукторів і зробити висновок про придатність підшипника по довговічності.

Приклад розрахунку підшипника.

Осьове навантаження  $F_a=704,3 \text{ Н}$ ., радіальне навантаження опори  $F_r=2169,1 \text{ Н}$

$$\text{Відношення } \frac{F_a}{V \times F_r} = 0,32 < e = 0,37 ; \quad C_o = \frac{F_a}{2620} = 0,26;$$

Отже  $X=1,0$ ;  $Y = 0,0$  [табл. 13]..

Прийнято кульковий радіально-упорний підшипник середньої серії 307 С  
 $=34,3кН$

Прийнято розрахункові коефіцієнти  $V=1$ ;  $K_T=1$ ;  $K_S=1,3$

Еквівалентне навантаження на підшипник, що не сприймає осьового навантаження:

$$P_e = ( 1 \cdot 2169,1 + 0,0 \cdot 704,3 ) \cdot 1,3 \cdot 1 = 3253,7 \text{ Н}$$

Розрахункова довговічність підшипника б

$$L = \frac{34,3 \times 10^3 \cdot \frac{1}{e}}{3253,7} = 1172 \text{ млн.об.}$$

$$L_h = \frac{1176,6 \times 10^6}{60 \times n_1} = 20 \times 10^3 \text{ год}$$

Необхідна довговічність підшипника забезпечується.

**Розраховуємо максимальне напруження згину в небезпечному перерізі вала, визначеному з епюри згинальних моментів:**

$$s_{32} = \frac{M_{32}}{W_x}, \text{ МПа} \quad (9.7)$$

### Максимальне напруження при крученні:

$$t_{\kappa} = \frac{T_1}{W_p} = \frac{T_1 \times 16}{\rho \times (d_{f1} \times 10^{-3})^3}, \text{ МПа} \quad (9.8)$$

Визначаємо еквівалентне напруження небезпечного перерізу за гіпотезою найбільших дотичних напружень і порівнюємо його значення з допустимим.

$$s = \sqrt{s_{32}^2 + 4t_{\kappa}^2}, \text{ МПа} \quad (9.9)$$

Приймаємо границю міцності для матеріалу вала – шестірні сталь 45, термообробка поліпшення при діаметрі заготовки  $d = 100 \text{ мм}$   $s_B = 830 \text{ МПа}$ .

Границя витривалості:

$$s_{-1} \approx 0,43 \times s_B, \text{ МПа} \quad (9.10)$$

Допустиме напруження  $[s_{32}]_{-1}$  згину при симетричному циклі напружень обчислюємо за формулою, приймаючи допустимий коефіцієнт запасу міцності  $[n] = 2,2$ ; коефіцієнт напруження  $K_s = 2,2$ ; коефіцієнт режиму навантаження  $K_{pn} = 1,0$ .

$$[s_{32}]_{-1} = \frac{s_{-1} \times K_{pn}}{[n] \times K_s}, \text{ МПа} \quad (9.11)$$

Отримане еквівалентне напруження в небезпечному перерізі порівнюємо з допустимим та робимо висновок щодо виконання умови міцності.

### **10. Розробка програми для підбирання шпонок і проведення перевірного розрахунку шпонкових з'єднань одноступінчастого циліндричного редуктора.**

#### **Завдання:**

Шпонки підбирають за таблицями стандарту залежно від діаметру вала і перевіряють розрахунком на зминання. Приймаємо для проєктованого редуктора призматичні шпонки з заокругленими торцями за ГОСТ23360-78 (табл. 7). Довжину шпонки беремо з ряду стандартних довжин так, щоб вона була меншою від довжини посадочного місця вала на 3..10 мм і була в межах граничних розмірів довжин шпонок (табл. 7).

Матеріал шпонок – сталь 45. Допустиме напруження змінання для сталеві маточини -  $[\sigma_{зм}] = 100 \dots 150 \text{ МПа}$ .

### Виконуємо перевірку шпонки на змінання.

Обчислюємо розрахункове напруження змінання та перевіряємо міцність за формулою:

$$S_{зм} = \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{зм}], \text{ МПа} \quad (10.1)$$

де  $d$  - діаметр вала;

$h$  – висота шпонки;

$t_1$  – глибина пазу вала під шпонку.

Виконуємо розрахунки для вихідного кінця ведучого та веденого вала, прийнявши попередньо розміри шпонки із стандарту і враховуючи моменти обертання на ведучому та веденому валах.

Зробити висновки щодо виконання умови міцності.

*Приклад розрахунку шпонки:*

Для ведучого вала діаметром  $d = 32 \text{ мм}$  розміри шпонки  $b \times h = 10 \times 8 \text{ мм}$ ,  $t_1 = 5,0 \text{ мм}$ .

Довжина шпонки  $l = 100 \text{ мм}$ , момент на ведучому валу  $T_1 = 147,0 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$

$$S_{зм} = \frac{2T_1}{d_1(h-t_1)(l-b)} = \frac{2 \times 147,0 \times 10^3}{32 \times (8-5,0) \times (65-10)} = 55,68 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 100, 150 \text{ МПа}$$

Умова

міцності виконується.

## 11. Розробка програми для перевірного розрахунку міцності валів одноступінчастого циліндричного редуктора.

### Завдання:

Прийmemo, що нормальні напруження від згину змінюються за симетричним циклом, а дотичні від кручення - пульсуючим.

Перевірний розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності  $n$  для небезпечних перерізів та порівняння їх з допустимими значеннями  $[n]$ . Міцність забезпечена якщо  $n \geq [n]$ .

Розрахунки проводяться для небезпечного перерізу кожного вала.

### Перевірка ведучого вала на міцність

Для *ведучого вала* небезпечним є переріз в якому при передачі обертового моменту від електродвигуна через муфту виникають тільки дотичні напруження. Концентрація напружень викликана наявністю шпонкової канавки. Матеріал вала сталь 45 (як і для шестерні), термічна обробка – поліпшення. За таблицею 15 при діаметрах заготовки до 90 мм середнє значення границі міцності приймаємо  $\sigma_s = 780 \text{ МПа}$ .

Визначаємо межу стійкості при симетричному циклі напружень згину:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_s, \text{ МПа} \quad (11.1)$$

Межа стійкості для симетричних дотичних напруг:

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1}, \text{ МПа} \quad (11.2)$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності по нормальним напруженням:

$$n = n_t = \frac{t_{-1}}{\frac{k_t}{e_t} \sigma_n + y_t \sigma_m} \quad (11.3)$$

де  $k_t$  – коефіцієнт приймають за таблицею 15;

$\psi_\tau = 0,1$  для вуглецевих та легированих сталей;

$\tau_m = \tau_v$  – амплітуда із середньою напругою від пульсуючого циклу

$$t_n = t_m = \frac{t_{\max}}{2} = \frac{T}{2W_k}, \text{ МПа} \quad (11.4)$$

де  $W_k$  – момент опору кручення.



$$W_k = \frac{\rho d^3}{16} - \frac{b \times (d - t)^2}{2d}, \text{ мм}^3 \quad (11.5)$$

$e_r$  – приймають за таблицею 6.8 [ 1 стор. 99];

### Перевірка веденого вала на міцність

Для *веденого вала* матеріал – сталь 35, термічна обробка – нормалізація тому границя міцності  $\sigma_b = 590 \text{ МПа}$ . Небезпечним для веденого вала є переріз під зубчастим колесом, де концентрація напружень зумовлена наявністю шпонкової канавки.

Межа стійкості визначається за формулою:

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot \sigma_b + (70 \div 120), \text{ МПа} \quad (11.6)$$

Визначаємо амплітуду із середньою напругою циклу за формулою (11.4), момент опору кручення  $W_k$  (формула 11.5), сумарний згинальний момент  $M_{\text{сум}}$  в небезпечному перерізі веденого вала розраховуємо за форм. 9.2.

Амплітуда нормальних напруг згину:

$$s_n = \frac{M_{\text{сум}}}{W_k}, \text{ МПа} \quad (11.7)$$

Межа стійкості визначається за форм. 11.2.

Коефіцієнт запасу міцності по дотичним напруженням визначаємо за форм. 11.3.

Результуючий коефіцієнт запасу міцності визначаємо за формулою [ 1 стор. 95]:

$$n = \frac{n_s \times n_t}{\sqrt{n_s^2 + n_t^2}}, \quad (11.8)$$

де  $n_\sigma$  – коефіцієнт запасу міцності по нормальним напруженням [ 1 стор. 95];

$$n_s = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_s}{e_s} \sigma_n + y_s \sigma_m} \quad (11.9)$$

де  $\sigma_{-1}$  – межа стійкості при симетричному циклі (формула 11.1);

$k_\sigma$  – ефективний коефіцієнт концентрації нормальних напружень (табл. 19);

$e_\sigma$  – масштабний фактор для нормальних напружень (табл.17);

$\beta$  – коефіцієнт який враховує шорсткість поверхні  $\beta=0,97...0,9$ ;

$\sigma_v$  – амплітуда циклу напружень згину (формула 11.7);

$\sigma_m$  – середнє напруження циклу:

$$\sigma_m = \frac{F_a}{\frac{\rho d^2}{4}}, \quad (11.10)$$

$\psi_\sigma = 0,25...0,3$  для легуваних сталей.

## **12.Розробка програми для теплового розрахунку редуктора і вибору сорту мастила одноступінчастого циліндричного редуктора.**

### **Завдання:**

При роботі редуктора втрати потужності, викликані тертям в зачепленні і в підшипниках, перемішування і розбризкування мастила, призводять до нагрівання деталей редуктора і мастила. При нагріванні в'язкість мастила різко знижується, що призводить до порушення режиму мащення. Нормальна робота редуктора буде забезпечена, якщо температура мастила не перевищить допустиму.

### **Умова роботи редуктора без перегріву:**

$$Dt = t_M - t_{II} = \frac{P > (1 - h)}{k_t \times A} \varepsilon [Dt], \quad (12.1)$$

де  $t_M$  - температура мастила, °C;

$t_{II}$  - температура навколишнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$  (зазвичай приймають  $20^{\circ}\text{C}$ );

$P$  – потужність, яка підводиться,  $P = 12,49 \text{ кВт}$ ;

$\eta$  – ККД редуктора;

$k_t$ - коефіцієнт теплопередачі,  $k_t \approx 11 \dots 17$  ;

$A$  – площа теплообмінної поверхні корпусу редуктора,  $A = 1,37 \text{ м}$ ;

$[\Delta t] = 40 - 60^{\circ}\text{C}$  – допустимий перепад температур між маслом і навколишнім повітрям.

Після розрахунку робимо висновок щодо умов роботи редуктора.

Змащування зубчастого зачеплення проводиться зануренням зубчастого колеса в масло, яке заливається в корпус до рівня, який забезпечує зануренням колеса приблизно на 10 мм. Об'єм масляної ванни визначаємо із розрахунку  $0,25 \text{ дм}^3$  на  $1 \text{ кВт}$  передаваної потужності:

$$V = 0,25P, \text{ дм}^3 \quad (12.2)$$

*Наприклад* . За розрахунками отримали:  $\Delta t = 23,6^{\circ}\text{C}$  ;  $V = 3,12 \text{ дм}^3$  По табл..8.8 [1 стор.165] встановлюємо в'язкість мастила: при  $\sigma_{\text{н}} = 780 \text{ МПа}$  і швидкості  $v = 3,8 \text{ м/с}$  рекомендована в'язкість мастила –  $50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ . По табл.. 8.10 [1 стор 165] приймаємо мастило індустриальне И-50А (ГОСТ 20799-75).

### **13.Розробка програми для роботи з файлами (файловий менеджер)**

#### **Завдання:**

Файловий менеджер повинен здійснювати наступні дії з папками та файлами:

1. Створювати;
2. Відкривати;
3. Редагувати ;
4. Переміщати;
5. Перейменувувати;
6. Копіювати;
7. Видаляти;
8. Здійснювати пошук.

### **14.Розробка програми для сортування одновимірних масивів різними методами.**

#### **Завдання:**

Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті. Користувач задає розмірність масиву та вводить його елементи в діалоговому режимі.

В програмі необхідно дослідити швидкість таких методів сортування одновимірних масивів:

- бульбашковий метод;
- метод вставками;
- метод вибірки;
- метод швидкого сортування;
- Шейкер – сортування;
- Сортування вставками з сторожовим елементом;
- Сортування злиттям;
- пірамідальне сортування;
- сортування Шелла.

### **15.Розробка програми для обчислення площ плоских фігур методом Монте-Карло.**

Завдання:

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **16.Розробка програми «Довідник по об'єктам середовища С++ Builder».**

Завдання:

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **17.Розробка програми «Довідник по функціям мови С».**

Завдання:

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **18.Розробка програми для розв'язання системи лінійних рівнянь.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **19.Розробка програми для переведення чисел в різні системи числення.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **20.Розробка програми для обліку мов програмування, їх класифікацій та розвитку.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

## **21. Розробка програми «Словник іноземних слів»**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **22. Розробка програми для виконання дій з комплексними числами.**

В програмі необхідно реалізувати дії над комплексними числами такі як:

- Додавання комплексних чисел;
- Віднімання комплексних чисел;
- Множення комплексних чисел;
- Ділення комплексних чисел;
- Піднесення комплексних чисел до степеня;

Довільні дійсні числа  $a$ ,  $b$  задаються користувачем в діалоговому режимі.

Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті.

### **23. Розробка програми для визначення оберненої матриці.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **24. Розробка програми для визначення мови програмування за введеним текстом програми.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **25. Розробка програми для побудови статичної кругової діаграми.**

Кругова діаграма – це один із видів діаграми значення якої будуються у вигляді секторів круга.

Користувач вводить назви величин та їх кількість в діалоговому режимі.

Програма будує статичну кругову діаграму.

Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті.

Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Збереження даних у файл обов'язкове.

### **26. Розробка програми для побудови статичної лінійчатої діаграми.**

#### **Завдання:**

Лінійчата діаграма – це один із видів діаграми значення якої будуються у вигляді горизонтальних стовпчиків або інших фігур.

Користувач вводить назви величин та їх кількість в діалоговому режимі.

Програма будує статичну лінійчату діаграму.

Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті.

Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Збереження даних у файл обов'язкове.

### **27. Розробка програми для побудови статичної кільцевої діаграми.**

#### **Завдання:**

Користувач вводить назви величин та їх кількість в діалоговому режимі. Програма будує статичну кільцеву діаграму.

Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті. Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Збереження даних у файл обов'язкове.

## **28. Розробка програми для побудови статичної графічної діаграми.**

### **Завдання:**

Користувач вводить назви величин та їх кількість в діалоговому режимі. Програма будує статичну графічну діаграму.

Виконати курсову роботу використовуючи динамічне виділення пам'яті. Для роботи з програмою необхідно організувати меню. Збереження даних у файл обов'язкове.

## **29. Розробка програми для оцінки тривалості життя людини за факторами.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, та із збереженням інформації у файл. Також програма повинна приймати на вхід наступні дані:

- Загальні відомості про людину вік життя якої визначається це – вік, зріст, вага, стать;
- Шкідливі звички це - вживання спиртних напоїв, або інші шкідливі звички;
- Хвороби якими хворіла людина вік якої визначається (перелік не менше 10 хвороб );
- Чи займається спортом і як часто;
- Яку вживає їжу (здорову їжу чи їсть все що смачно);

Кожен чинник має свій певний коефіцієнт при множенні або додаванні на поточний вік людини він буде збільшувати або зменшувати прогнозований вік життя людини.

## **30. Розробка програми для пошуку екстремумів функції двох змінних.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

## **31. Розробка програми для обчислення площ плоских фігур використовуючи чисельні методи.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

## **32. Розробка програми для побудови ліній рівня для поверхонь другого порядку.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **33.Розробка програми для пошуку екстремумів функції однієї змінної.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **34.Розробка програми для програмування методів чисельного обчислення інтегралів.**

**Завдання:**

за допомогою квадратурних формул.

Для реалізації програми необхідно використати формули Ньютона – Котеса при  $k=0,1,2$  та відповідні узагальнені квадратурні формули.

За допомогою формули прямокутників.

За допомогою формули трапецій, і за допомогою формули Сімпсона.

### **35.Розробка програми для реалізації регресивного аналізу (наближення методом найменших квадратів).**

**Завдання:**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **36.Розробка програми для тестування правил дорожнього руху.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **37.Розробка програми для обліку публікацій.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій та структур, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

### **38.Розробка програми для обліку контактів.**

Програма повинна бути написана з використанням функцій та структур, з динамічним виділенням пам'яті та запис інформації до файлу.

## Список рекомендованої літератури

### Мова програмування Сі

#### Базова

1. В.В. Войтенко , А.В. Морозов С/С++. Теорія та практика.2008р. 756 с.:іл.- Бібліограф.С.756 с .
2. С.В. Глушаков , А. В. Коваль , С. В. Смирнов , Язык программирования С++ Харьков «Фолио» 2005.566 с.:іл.- Бібліограф.С.566 с.
3. Саволук А.П. Основи алгоритмізації та програмування. – Х.: Вид.група «Основа», 2011. – 207, [1]с.
4. Саволук А.П. Основи алгоритмізації та програмування. – Х.: Вид.група «Основа», 2011. – 352 с. – (Серія «Моя методика»).
5. Шост Д.М. Інформатика. Turbo Pascal. = Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2006. – 160 с.
6. С/С++. Программирование на языке высокого уровня/ Т.А.Павловская. – Спб.: Питер,2011. – 461с.:ил.

#### Допоміжна

1. Цуренко С. П. Інформатика. Програмування. Тематичне оцінювання: Навчальний посібник. \_ Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 128 с.
2. Програмування та алгоритмізація задач: Навчальний посібник/ Гімчинська С.Ю. – Чернівці: Рута, 2007. – 236 с.
3. Златопольский Д.М. Сборник задач по программированию. – 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.;БХВ-Петербург,2007.-240 с.:ил.
4. Караванова Т.П. Інформатика: основи алгоритмізації та програмув.: Навч. посіб./ за аг. Ред.. М.З. Згуровського – К.:Генеза,2006.-286 с.:іл.- Бібліограф.С.286с.



## ДОДАТКИ

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів  $K_a$  і  $Z_m$

Коефіцієнт	Вид зубчастих коліс	Матеріал зубчастих коліс						
		Сталь - сталь	Сталь - чавун	Сталь - бронза	Чавун - чавун	Текстоліт - сталь	ДШП - Сталь	Поліамід (капролон) - сталь
$K_a$ , $Па^{\frac{1}{3}}$	Прямозубі	4950	4450	4300	4150	2000	2250	1550
	Косозубі і шевронні	4300	3900	3750	3600	1700	1950	1350
$Z_m$ , $Па^{\frac{1}{2}}$	Прямозубі і не прямозубі	$274 \times 10^3$	$234 \times 10^3$	$22 \times 10^3$	$209 \times 10^3$	$69,5 \times 10^3$	$85 \times 10^3$	$47,5 \times 10^3$

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів  $K_{Ha}$  і  $K_{Fa}$  для не прямозубих передач

Колова швидкість $v$ , м/с	Значення $K_{Ha}$ для ступеня точності (СТ СЭВ 641-77)				
	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й
2,5	1,00	1,01	1,03	1,05	1,13
5,0	1,00	1,02	1,05	1,09	1,16
10,0	1,01	1,03	1,07	1,13	-
15,0	1,01	1,04	1,09	-	-
20,0	1,02	1,05	1,12	-	-
25,0	1,02	1,06	-	-	-

$$K_{Fa} = \frac{[4 + (e_a - 1)(j - 5)]}{5e_a}$$

де  $e_a$  – коефіцієнт торцевого перекриття

$$e_a \approx \frac{1}{\hat{e}} \left( 1,88 - 3,2 \frac{z_1}{z_2} \right) \pm \frac{1}{\hat{e}} \frac{z_1}{z_2} \cos b$$

$j$  – ступінь точності передачі ( $5 \leq j \leq 9$ ).

Допустимо приймати:  $K_{Fa} \approx 0,61$  – 6-го,  $K_{Fa} \approx 0,81$  – 7-го,  $K_{Fa} \approx 0,91$  – 8-го,  $K_{Fa} \approx 1$  – 9-го ступеня точності виготовлення передачі ГОСТ 1643-81 (СТ СЭВ 641-77).

**Таблиця 3. Значення коефіцієнтів  $K_{Hb}$  і  $K_{Fb}$  розподілу навантаження по ширині вінця циліндричного колеса при розрахунку на контактну і згинальну витривалість**

Відносна ширина колеса	Симетричне розташування шестірні відносно опір				Несиметричне розташування шестірні відносно опор								Консольне розташування одного з коліс			
					Дуже жорсткий вал $L/d_{оп} > 3...6$				Менш жорсткий вал $L/d_{оп} > 6$							
$j$ $b/d_1 =$	$K_{Hb}$		$K_{Fb}$		$K_{Hb}$		$K_{Fb}$		$K_{Hb}$		$K_{Fb}$		$K_{Hb}$		$K_{Fb}$	
	При твердості робочих поверхонь зубів НВ															
	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
0,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,02	1,01	1,06	1,02	1,10	1,05	1,15	1,07	1,25	1,14
0,4	1,01	1,00	1,03	1,01	1,05	1,02	1,07	1,04	1,12	1,05	1,20	1,12	1,35	1,15	1,55	1,28
0,6	1,03	1,01	1,05	1,02	1,09	1,04	1,13	1,07	1,20	1,18	1,30	1,17	1,60	1,24	1,90	1,50
0,8	1,06	1,03	1,08	1,05	1,14	1,06	1,20	1,11	1,27	1,12	1,44	1,23	1,85	1,35	2,30	1,70
1,0	1,10	1,04	1,15	1,08	1,18	1,08	1,27	1,15	1,37	1,15	1,57	1,32	-	-	-	-
1,2	1,13	1,05	1,18	1,10	1,25	1,10	1,37	1,20	1,50	1,18	1,72	1,40	-	-	-	-
1,4	1,15	1,07	1,25	1,13	1,32	1,13	1,50	1,25	1,60	1,23	1,85	1,50	-	-	-	-
1,6	1,20	1,08	1,30	1,16	1,40	1,16	1,60	1,32	-	1,28	-	1,60	-	-	-	-

**Примітки:**

1 Жорсткість елементів конструкції повинна бути в межах норми.

2  $L$  - відстань між опорами вала, мм ;  $d_{оп}$  - діаметр вала під опорами, мм.

3 Для відповідальних передач  $K_{Hb}$  і  $K_{Fb}$  визначають за додатком 3 до ГОСТ 21351-75.

4 Якщо матеріалом одного з коліс є текстоліт, поліамід або ДСП, то  $K_{Hb}=K_{Fb}=1$ .

Таблиця 4. Значення коефіцієнтів  $K_{HV}$  і  $K_{FV}$

Ступінь точності	Твердість зуба колеса $Z_2$	Значення $K_{HV}$ при колівій швидкості $v$ , м/с					
		1	2	4	6	8	10
6	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,02}$	$\frac{1,12}{1,03}$	$\frac{1,17}{1,04}$	$\frac{1,23}{1,06}$	$\frac{1,28}{1,07}$
	$\geq 45\text{HRC}$	$\frac{1,02}{1,00}$	$\frac{1,04}{1,00}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,10}{1,02}$	$\frac{1,15}{1,03}$	$\frac{1,18}{1,04}$
7	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,03}$	$\frac{1,21}{1,06}$	$\frac{1,29}{1,07}$	$\frac{1,36}{1,08}$
	$\geq 45\text{HRC}$	$\frac{1,03}{1,00}$	$\frac{1,05}{1,01}$	$\frac{1,09}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,03}$	$\frac{1,19}{1,03}$	$\frac{1,24}{1,04}$
8	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,08}{1,02}$	$\frac{1,16}{1,04}$	$\frac{1,24}{1,06}$	$\frac{1,32}{1,07}$	$\frac{1,40}{1,08}$
	$\geq 45\text{HRC}$	$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,01}$	$\frac{1,10}{1,02}$	$\frac{1,16}{1,03}$	$\frac{1,22}{1,04}$	$\frac{1,26}{1,05}$
9	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,05}{1,01}$	$\frac{1,10}{1,03}$	$\frac{1,20}{1,05}$	$\frac{1,30}{1,07}$	$\frac{1,40}{1,07}$	$\frac{1,50}{1,12}$
	$\geq 45\text{HRC}$	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,01}$	$\frac{1,13}{1,02}$	$\frac{1,21}{1,03}$	$\frac{1,26}{1,04}$	$\frac{1,32}{1,05}$

**Примітки:**

1 У чисельнику вказано значення  $K_{HV}$  для прямозубих коліс, у знаменнику – для косозубих

2 Коефіцієнт  $K_{FV}$  визначають: при твердості робочої поверхні зубів колеса  $Z_2 \leq 350 \text{ HB}$  за залежністю  $K_{FV} = 2K_{HV} - 1$  для прямозубих коліс і  $K_{FV} = 3K_{HV} - 2$  для косозубих; при  $\geq 45\text{HRC}$   $K_{FV} = K_{HV}$  для прямозубих коліс і  $K_{FV} = 2K_{HV} - 1$  для косозубих.

3 При швидкості  $v = 10 \text{ м/с}$  або коли треба точніше визначити значення  $K_{HV}$  і  $K_{FV}$  використовують формули, вказані в ГОСТ 21354-75.

Таблиця 5. Допустимі напруження зубів при розрахунку зубчастих передач на витривалість

Матеріал	Термообробка	Твердість	$\sigma_{HP}^0$ , МПа	$\sigma_{FP}^0$ , МПа
----------	--------------	-----------	-----------------------	-----------------------

						Вид навантаження		
		Поверхні	Серцевини			нереверсивне	реверсивне	
Сталь 45	Нормалізація	НВ 180...200		420	1	155	110	4
	Поліпшення	НВ 240...280		600	1,5	195	130	4
	Загартування СВЧ наскрізне з охопленням дна западини	HRC 40...50		800	6	210	160	4
	Загартування СВЧ поверхневе з охопленням дна западини	HRC 40...52	НВ 240...280	800	6	230	180	4
Сталь 50	Загартування об'ємне	HRC 45...50		800	6	220	165	4
Сталь 40Х	Нормалізація	НВ 210...230		550	1	200	130	4
	Поліпшення	НВ 240...280		60	2,5	230	150	4
Сталь 40Х	Загартування об'ємне з охопленням дна западини	HRC 48...52		900	8	230	170	4
	Загартування СВЧ поверхневе з охопленням дна западини	HRC 48...52	НВ 250...280	900	10	270	200	4
Сталь 40ХН	Загартування СВЧ наскрізне з охопленням дна западини	HRC 48...55		1000	10	270	200	4

	Загартування СВЧ поверхневе з охопленням дна западини	HRC 52...56	HВ 260... 300	100	12	320	240	4
Сталь 20Х і 20ХФ	Цементация з загартуванням і наступним шліфуванням робочих поверхонь	HRC 52...62	HRC 26...35	1100	12	280	210	4
Сталь 12ХНЗА	Цементация з загартуванням і наступним шліфуванням робочих поверхонь	HRC 56...62	HRC 30...40	1150	12	330	250	4
Сталь 18ХГТ	Нітроцементация з загартуванням і наступним шліфуванням робочих поверхонь	HRC 56...62	HRC 30...40	1150	12	300	220	4
Сталь 20Х і 40Х	Нітроцементация з загартуванням і наступним шліфуванням робочих поверхонь	HRC 56...62	HRC 30...40	1100	12	300	220	4
Сталь 30ХГТ	Нітроцементация з загартуванням і наступним шліфуванням робочих поверхонь	HRC 56...62	HRC 35...45	1100	12	300	220	4
Сталь 40Х	Азотування (газове)	HRC 60...65	HRC 25...28	950	14	240	215	4
Сталь	-	HRC	HRC	1050	14	290	260	4

40ХФА		60...65	26...30					
Чавун СЧ32-52	-	НВ 187...255		550	1	115	80	1
Виско- міцний чавун ВЧ30-2	-	НВ 19...265		600	1	120	85	1
Стальне литво 40ХЛ- 40ГЛ	Загартування з високим відпусканням	НВ 190..255		600	1	135	90	4
Текстоліт ПТ і ПТК	-	НВ 30...35		45...5 5	-	40	40	-
ДСП Б і В	-	НВ 30...50		50...6 0	-	50	50	-
Поліамід- капролон	-	НВ 14...15		42	-	30	30	-

**Примітка:**

При розрахунку  $S_{FR}^0$  для роботи двома боками навантаження кількість циклів напружень прийнято однаковими для обох боків зуба.

**Таблиця 6. Шарикопідшипники радіальні однорядні (ГОСТ 8338-75)**

	Умовне позначення підшипника	Розміри, мм			Динамічна вантажо-підйомність С, кН	Статична вантажо-підйомність С <sub>0</sub> , кН			
		d	D	B					
<b>Середня серія 300</b>									
Умовне	Розміри, мм	Динамічна	Статична	304	20	52	15	12,3	7,78

позначення підшипника				вантажопідйомність С, кН	вантажопідйомність С <sub>0</sub> , кН	305	25	62	17	17,3	11,40
	d	D	B			306	30	72	19	21,6	14,80
<b>Особливо легка серія 100</b>						307	35	80	21	25,7	17,60
104	20	42	12	7,21	4,45	308	40	90	23	31,3	22,00
105	25	47	12	7,25	4,92	309	45	100	25	37,1	26,20
106	30	55	13	10,20	6,88	310	50	110	27	47,6	35,60
107	35	62	14	12,20	8,46	311	55	120	29	54,9	41,80
108	40	68	15	12,90	9,26	312	60	130	31	62,9	48,40
109	45	75	16	16,20	12,20	313	65	140	33	71,3	55,60
110	50	80	16	16,00	12,20	314	70	150	35	80,1	63,30
111	55	90	18	21,60	16,90	$n_{\text{гран}}=(16...4) 10^3 \text{ хв}^{-1}$					
$n_{\text{гран}}=(16...8) 10^3 \text{ хв}^{-1}$						<b>Важка серія 400</b>					
<b>Легка серія 200</b>						403	17	62	17	17,6	11,9
204	20	47	14	9,81	6,18	405	25	80	21	28,7	20,4
205	25	52	15	10,80	6,95	406	30	90	23	36,5	26,7
206	30	62	16	15,00	10,00	407	35	100	25	42,7	31,3
207	35	72	17	19,70	13,60	408	40	110	27	49,4	36,4
208	40	80	18	25,10	17,80	409	45	120	29	59,2	45,5
209	45	85	19	25,20	17,80	410	50	130	31	67,2	52,0
210	50	90	20	27,00	19,00	411	55	140	33	77,2	62,5
211	55	100	21	33,00	25,00	412	60	150	35	84,0	70,0
212	60	110	22	40,30	30,90	413	65	160	37	90,8	78,1
213	65	120	23	44,00	34,00	414	70	180	42	111,0	105,0
214	70	125	24	47,90	37,40	416	80	200	48	126,0	125,0
$n_{\text{гран}}=(16...5) 10^3 \text{ хв}^{-1}$						$n_{\text{гран}}=(12,5...3,15) 10^3 \text{ хв}^{-1}$					



Таблиця 7. Шпонки призматичні ГОСТ 23360-78 (СТ СЭВ 189-75)

Діаметр вала, d	Розміри перерізів шпонок		Глибина паза		Радіус заокруглення пазів		Граничні розміри довжини шпонок	
			вала	втулки				
	b	h	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Min	max	min	max
12...17	5	5	3,0	2,3	0,16	0,25	10	56
17...22	6	6	3,5	2,8			14	70
22...30	8	7	4,0	3,3			18	90
30...38	10	8	5,0				22	110
38...44	12	8					28	140
44...50	14	9	5,5	3,8	0,25	0,40	36	160
50...58	16	10	6,0	4,3			45	180
58...65	18	11	7,0	4,4			50	200
65...75	20	12	7,5	4,9			56	220
75...85	22	14	9,0	5,4	0,4	0,6	63	250
85...95	25	14					70	280
95...110	28	16	10,2	6,4			80	320
110...130	32	18	11,0	7,4			90	360

**Примітки:**

1 Довжину шпонки треба брати з ряду чисел, зазначених в останніх двох графах таблиці, враховуючи проміжні довжини l: 12, 16,25, 32, 40, 100, 125.

2 Допуски шпонок і пазів - за СТ СЭВ 57-73.

3 Приклад умовного позначення шпонки виконання А розміри b=18мм, h=11мм, l=100мм: Шпонка 18×11×100 СТ СЭВ 189-75. Те саме, виконання В: Шпонка В 18×11×100 СТ СЭВ 189-75

Таблиця 8. Технічні дані асинхронних трифазних коротко замкнених закритих обдуб них двигунів з нормальним пусковим моментом

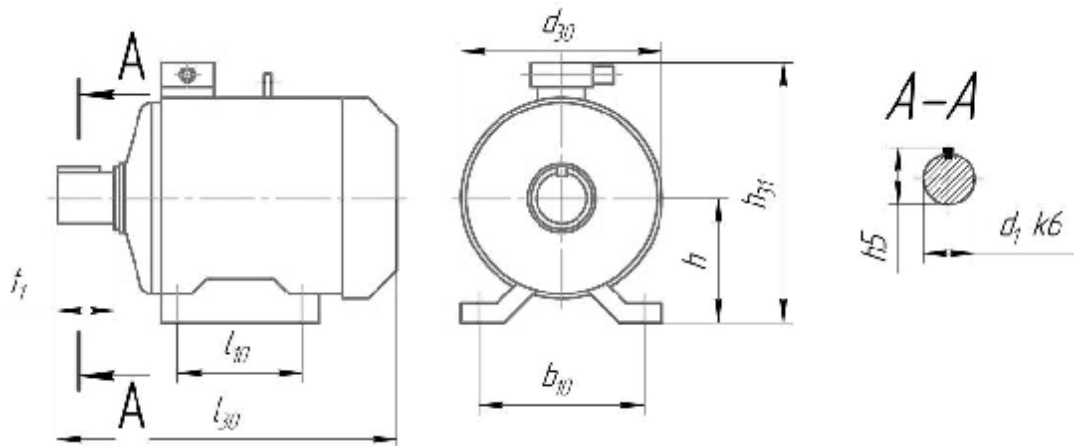
Тип двигуна	Номінальна потужність P, кВт	Асинхронна частота обертання $n_e, \text{хв}^{-1}$	Тип двигуна	Номінальна потужність P, кВт	Асинхронна частота обертання $n_e, \text{хв}^{-1}$
<b>Закриті обдвунні двигуни з нормальним пусковим моментом (за ГОСТ 19523-81)</b>					
<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=3000 \text{хв}^{-1}$			<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=1000 \text{хв}^{-1}$		
2АА63В2У3	0,55	2840	4А71В6У3	0,55	900
2А71АУ3	0,75	2840	4А80А6У3	0,75	915
4А71В2У3	1,10	2810	4А80В6У3	1,10	920
4А80А2У3	1,50	2850	4А90Л6У3	1,50	935
4А80В2У3	2,20	2850	4А100Л6У3	2,20	950
4А90Л2У3	3,00	2840	4А112МА6У3	3,00	955
4А100S2У3	4,00	2880	4А112МВ6У3	4,00	950
4А100S2У3	5,50	2880	4А132S6У3	5,50	965
4А112М2 У3	7,50	2900	4А132М6У3	7,50	970
4А132S2У3	11,00	2900	4А160S6У3	11,00	975
4А160S2У3	15,00	2940	4А160М6У3	15,00	975
4А160М2У3	18,50	2940	4А180М6У3	18,50	975
<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=1500 \text{хв}^{-1}$			<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=750 \text{хв}^{-1}$		
4А71А4У3	0,55	1390	4А80В8У3	0,55	700
4А71В4У3	0,75	1390	4А90ЛА8У3	0,75	700
4А80А4У3	1,10	1420	4А90ЛВ8У3	1,10	700
4А80А4У3	1,50	1415	4А100Л8У3	1,50	700
4А90Л4У3	2,20	1425	4А112МА8У3	2,20	700
4А100S4У3	3,00	1435	4А112МВ8У3	3,00	700

Тип двигуна	Номінальна потужність P, кВт	Асинхронна частота обертання $n_e, \text{хв}^{-1}$	Тип двигуна	Номінальна потужність P, кВт	Асинхронна частота обертання $n_e, \text{хв}^{-1}$
4A100S4У3	4,00	1430	4A132S8У3	4,00	720
4A112M4У3	5,50	1455	4A132M8У3	5,50	720
4A132S4У3	7,50	1455	4A160S8У3	7,50	730
4A132M4У3	11,00	1460	4A160M8У3	11,00	730
4A160S4У3	15,00	1465	4A180M8У3	15,00	730
4A160M4У3	18,50	1465	4A200M8У3	18,50	735
<b>Закриті обдувні двигуни з нормальним пусковим моментом (за ГОСТ 19523-81)</b>					
<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=1500 \text{хв}^{-1}$			<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=1000 \text{хв}^{-1}$		
4AP160S4У3	15,00	1440	4AP160S6У3	11,00	950
4AP160M4У3	18,50	1440	4AP160M6У3	15,00	960
4AP180S4У3	22,00	1450	4AP180M6У3	18,50	970
<i>Синхронна частота обертання</i> $n_c=750 \text{хв}^{-1}$					
4AP160S8У3	7,50	720			
4AP160M8У3	11,00	720			
4AP180M8У3	15,00	730			

**Структура умовного призначення електродвигунів:**

4 – порядковий номер серії; А – вид двигуна (асинхронний); Р – з підвищеним пусковим моментом; дві (три) цифри – висота осі обертання; А або В – довжина сердечника статора; - установчий розмір по довжині станин; 2, 4, 6 і 8 – кількість полюсів; У3 – кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69.

Таблиця 9. Основні розміри, мм, асинхронних трифазних короткозамкнутих двигунів серії А4 (виконання М100) (за ГОСТ 19523-81)



Тип двигуна	Кількість полюсів	Габаритні розміри			Установочні та приєднувальні розміри						Маса, кг
		$l_{30}$	$h_{31}$	$d_{30}$	$l_1$	$l_{10}$	$d_1$	$b_{10}$	$h$	$h_5$	
4A71	2,4,6,8	285	201	170	40	90	19	112	71	21,5	15,1
4A80A		300	218	186	50	100	22	125	80	24,5	17,4
4A80B		320									
4A90L		350	243	208							125
4A100S		362	263	235	60	112	28	160	100	31,0	36
4A100L		392	263								42
4A112M		452	310	260	80	140	32	190	112	35,0	56
4A132S		480	350	302							38
4A132M		530	350				178	93			
A4160S	2	624	430	358	110	178	42	254	160	45	130
	4,6,8						48			51,5	135
A4160M	2	667				210	42			45	145
	4,6,8						48			51,5	160
4A180S	2	622	470	410	110	203	48	279	180	51,5	165
	4,6,8						55			59	175

4A180M	2	702			241	48			51,5	185
	4,6,8,					55			59	195

**Таблиця 10. Значення коефіцієнта  $K_T$**

Робоча температура підшипника, °C	До 100	125	150	175	200
$K_T$	1,0	1,05	1,1	1,15	1,25

**Таблиця 11. Значення коефіцієнта  $K_S$**

Навантаження на підшипник	$K_S$	Приклад застосування
Спокійна без поштовхів	1,0-1,2	Приводи стрічкових конвеєрів
Легкі поштовхи; короткотривалі перенавантаження до 125% від номінального (розрахункового) навантаження	1,2-1,3	Передачі металорізальних верстатів (крім стругальних і довбальних); блоки; електродвигуни малої і середньої потужності; легкі вентилятори і повітрорудки
Помірні поштовхи; вібраційне навантаження; короткотривале перенавантаження до 150% від номінального (розрахункового) навантаження	1,3-1,5	Буксири рельсового рухомого складу; приводи гвинтових конвеєрів
Те ж в умовах підвищеної надійності	1,5-1,8	Центрифуги, потужні електричні машини; енергетичне обладнання
Із значними поштовхами і вібрацією; короткотривалі перенавантаження до 200% від номінального (розрахункового) навантаження	1,8-2,5	Зубчасті передачі 9-го ступеня точності; дробарки; кривошипно-шатунні механізми; валки прокатних станів; потужні вентилятори

З сильними ударами и короткотривалими перенавантаженнями до 300% від номінального (розрахункового) навантаження	2,5-3	Тяжкі кувальні машини; лісопильні рами; рольганги станів, блюмінгів і слябінгів
---	-------	---

**Таблиця 12. Коефіцієнти X і Y для однорядних радіальних і радіально-упорних шарикових підшипників**

Кут контакту, $\alpha^\circ$	$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{VF_r} \cdot e$		e	Кут контакту, $\alpha^\circ$	$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{VF_r} \cdot e$		e
		X	Y				X	Y	
0	0,014	0,56	2,30	0,19	12	0,014	0,45	1,81	0,30
	0,028		1,99	0,22		0,029		1,62	0,34
	0,056		1,71	0,26		0,057		1,46	0,37
	0,084		1,55	1,28		0,086		1,34	0,41
	0,110		1,45	0,30		0,110		1,22	0,45
	0,170		1,31	0,34		0,170		1,13	0,48
	0,280		1,15	0,38		0,290		1,04	0,52
	0,420		1,04	0,42		0,430		1,01	0,54
	0,560		1,00	0,44		0,570		1,00	0,54
	-		-	-		-		26	-
-	-	-	-	36	-	0,37	0,66	0,95	

**Примітка**

1 Для двурядних сферичних радіальних шарикових підшипників значення X, Y і e такі ж, як і для однорядних при  $\alpha=0^\circ$ .

2 При  $\frac{F_a}{VF_r} \cdot e$  приймають  $X=1$  і  $Y=0$ .

3 Y і e для проміжних величин відношень  $\frac{F_a}{VF_r}$  визначають інтерполяцією.

4 e – параметр осьового навантаження.

**Таблиця 13. Коефіцієнти X і Y для радіально-упорних роликових підшипників**

$\frac{F_a}{VF_r} \cdot z \cdot e$		$\frac{F_a}{VF_r} \cdot z \cdot e$		e
X	Y	X	Y	
<b>Підшипники однорядні</b>				
1	0	0,40	0,40ctga	1,5tga
<b>Підшипники дворядні</b>				
1	0,45 ctga	0,67	0,67 ctga	1,5tga

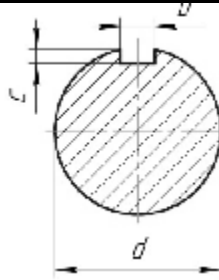
Таблиця 14. Механічні властивості сталей, які використовуються для виготовлення зубчастих коліс

Марка сталі	Діаметр заготовки, мм	Границя міцності $S_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Границя текучості $S_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	Твердість НВ (середня)	Термообробка
45	100-500	570	290	190	Нормалізація
45	До 90	780	440	230	Поліпшення
	90-120	730	390	210	
	Більше 130	690	340	200	
30ХГС	До 140	1020	840	260	
	Більше 140	930	740	250	
40Х	До 120	930	690	270	
	120-160	880	590	260	
	Більше 160	830	540	245	
40ХН	До 150	930	690	280	
	140-180	880	590	265	
	Більше 180	835	540	250	
40Л	-	520	290	160	Нормалізація

45Л		540	310	180	
35ГЛ		590	340	190	Поліпшення
35ХГЛС		790	590	220	
Марка сталі			Твердість HRC	Термообробка	
30ХГС, 35ХМ, 40Х, 40ХН			45-55	Гартування	
12ХН3А, 18Х2Н4МА, 20ХМ			50-63	Цементация і гартування	
20ХГМ, 25ХГТ, 30 ХГШТ, 35Х			56-63	Нітроцементация	
30Х2МЮА, 38Х2Ю, 40Х			56-63	Азотування	
40Х, 40ХН, 35ХМ			45-63	Поверхнєве гартування	



**Таблиця 15. Значення  $k_s$  і  $k_t$  для вала з одною шпоночкою канавкою**



Коефіцієнти	$S_{B,H}/\text{мм}^2$				
	600	700	800	900	1000
$k_s$	1,6	1,75	1,8	1,9	2,0
$k_t$	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1

**Примітка.**

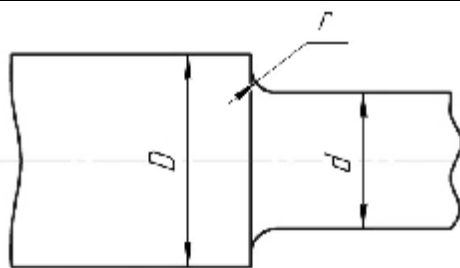
$$W_{\text{нетто}} = \frac{\rho d^3}{32} = \frac{bc(d-c)^2}{2d}$$

$$W_{\text{к нетто}} = \frac{\rho d^3}{16} = \frac{bc(d-c)^2}{2d}$$

**Таблиця 16. Значення  $e_s$  і  $e_t$**

Сталь		Діаметр вала $d$ , мм						
		20	30	40	50	70	100	200
Вуглецева	$e_s$	0,92	0,88	0,85	0,82	0,76	0,70	0,61
	$e_t$	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59	0,52
Легована	$e_s$	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59	0,52
	$e_t$							

**Таблиця 17. Значення  $k_s$  і  $k_t$  для валів з галтелями**



$\frac{D}{d}$	$\frac{r}{d}$	Вали із сталі з границею міцності $S_B$ , Н/мм <sup>2</sup>									
		600	700	800	900	1000	600	700	800	900	1000
		$k_s$					$k_t$				
До 1,1	0,02	1,96	2,08	2,20	2,35	2,50	1,30	1,35	1,41	1,45	1,50
	0,04	1,66	1,69	1,75	1,81	1,87	1,20	1,24	1,27	1,29	1,32
	0,06	1,51	1,52	1,54	1,57	1,60	1,16	1,18	1,20	1,23	1,24
	0,08	1,40	1,41	1,42	1,44	1,46	1,12	1,14	1,16	1,18	1,19
	0,10	1,34	1,36	1,37	1,38	1,39	1,09	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,15	1,25	1,26	1,27	1,29	1,30	1,06	1,07	1,08	1,09	1,11
	0,20	1,19	1,21	1,22	1,23	1,24	1,04	1,05	1,06	1,07	1,09
Більше 1,1 до 1,2	0,02	2,34	2,51	2,68	2,89	3,10	1,50	1,59	1,67	1,74	1,81
	0,04	1,92	1,97	2,05	2,13	2,22	1,33	1,39	1,45	1,48	1,52
	0,06	1,71	1,74	1,76	1,80	1,84	1,26	1,30	1,33	1,37	1,39
	0,08	1,56	1,58	1,59	1,62	1,64	1,18	1,22	1,26	1,30	1,31
	0,10	1,48	1,50	1,51	1,53	1,54	1,16	1,19	1,21	1,24	1,26
	0,15	1,35	1,37	1,38	1,40	1,41	1,10	1,11	1,14	1,16	1,18
	0,20	1,27	1,29	1,30	1,32	1,34	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15
Більше 1,2 до 2	0,02	2,40	2,60	2,80	3,00	3,25	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
	0,04	2,00	2,10	2,15	2,25	2,35	1,46	1,53	1,60	1,65	1,70
	0,06	1,85	1,88	1,90	1,96	2,00	1,35	1,40	1,45	1,50	1,53
	0,08	1,66	1,68	1,70	1,73	1,76	1,25	1,30	1,35	1,40	1,42

	0,10	1,57	1,59	1,61	1,63	1,64	1,21	1,25	1,28	1,32	1,35
	0,15	1,41	1,43	1,45	1,47	1,49	1,12	1,15	1,18	1,20	1,24
	0,20	1,32	1,34	4,36	1,38	1,40	1,07	1,10	1,14	1,16	1,20

Таблиця 18. Посадки основних деталей редуктора

По СТ СЭВ 144-75	По ОСТ	Приклади застосування
$\frac{H7}{r6}$	Пресова $\frac{A}{Pr}$	Зубчасті і черв'ячні колеса на вали при важких ударних навантаженнях
$\frac{H7}{p6}$	Легкопресова $\frac{A}{Pl}$	Зубчасті і черв'ячні колеса і зубчасті муфти на вали. Вінці черв'ячних коліс на центр
$\frac{H7}{n6}$	Глуха $\frac{A}{G}$	Шестерні на валах електродвигунів, фрикційні і кулачкові муфти, черв'ячні вінці.
$\frac{H7}{m6}$	Туга $\frac{A}{T}$	Конічні шестерні і колеса при частому демонтажу для зменшення зносу посадочних місць
$\frac{H7}{h6}$	Ковзна $\frac{A}{C}$	Стакани під підшипники кочення в корпус, розпірні втулки
$\frac{H7}{h8}$	$\frac{A}{C_3}$	Кришки торцевих вузлів на підшипниках кочення
$\frac{H8}{h8}$ або $\frac{H9}{h9}$	$\frac{A_3}{C_3}$	Розпірні кільця, сальники, вали, під підшипники на конічних закріплювальних втулках
Відхилення вала $k6$	Напружена підшипникова $H_n$	Внутрішні кільця підшипників кочення на вали
Відхилення отвору $H7$	Ковзна підшипникова $C_n$	Зовнішні кільця підшипників кочення в корпус
$\frac{H7}{j_s6}$ та $\frac{H7}{h6}$	$\frac{A}{P}$ та $\frac{A}{C}$	Шківні і зірочки
$\frac{H7}{n6}$ та $\frac{H7}{m6}$	$\frac{A}{G}$ та $\frac{A}{T}$	Муфти

**Таблиця 19. Рекомендовані значення кінематичної в'язкості масел для мащення зубчастих передач**

Матеріал зубчастих коліс	$S_B, \text{Н/мм}^2$	Кінематична в'язкість в сантистоксах (сСт) при коловій швидкості $v, \text{м/с}$				
		0,5-1	1-2,5	2,5-5	5-12,5	12,5-25
Сталь	До 1000	177(20,5)	118 (11,4)	81,5	59	44
	1000-1250	-	177 (20,5)	118 (11,4)	81,5	59
Сталь цементована або з поверхневим загартуванням	-	-	-	177 (20,5)	118 (11,4)	81,5

**Примітка:**

1 Числа без дужок означають кінематичну в'язкість при 50°C, а в дужках – при 100°C

2 Для змащування зубчастих коліс із хромонікелевих сталей при  $S_B \geq 800 \text{ Н/мм}^2$  варто вибрати мастила на одну ступінь більш в'язкі, ніж вказано в таблиці для даної швидкості. Наприклад при  $S_B=950 \text{ Н/мм}^2$  і  $v=4,5 \text{ м/с}$  варто застосовувати масло з в'язкістю 118 сСт, а не 81,5, як це варто із таблиці

3 Для змащування двохступінчастих редукторів визначають рекомендовану в'язкість для кожної ступені і вибирають сорт масло по в'язкості, рівній середньому арифметичному із знайдених табличних значень

**Таблиця 20. Масла індустріальні, які застосовуються для змащування зубчастих і черв'ячних передач**

Марка	Кінематична в'язкість, сСт при 50 °C	Марка	Кінематична в'язкість, сСт при 50 °C
И-12А	10-14	И-40А	35-45
И-20А	17-23	И-50А	47-55
И-25А	24-27	И-70А	65-75
И-30А	28-33	И-100А	90-118



# Додаток 1. Титульний лист до індивідуального завдання

Форма № Н-9.01

## ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Відділення Електрифікації та інформаційних систем

Циклова комісія спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Освітньо-кваліфікаційний рівень Молодший спеціаліст

Напрямок підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки"

Спеціальність 5.05010101 « Обслуговування програмних систем і комплексів »

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Голова циклової комісії**

Можаровський С.В.

### **ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_

керівник роботи Устименко Людмила Миколаївна

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від \_\_\_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 1 червня 2017 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Основна частина. 1.Постановка задачі. 2.Довідка для програміста.2.1.Вибір алгоритмів та їх

ефективність. 2.2.Структура програми. 2.3.Програмна реалізація. 3.Довідка для користувача.

3.1.Мінімальні вимоги до системи. 3.2.Інтерфейс користувача. 3.3.Тестування програми. Висновки.

Використана література. Додаток А. Головні фрагменти коду програми. Додаток В. Діаграма класів.

Додаток С. Структурна схема програми.

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

6. Дата видачі завдання 20 січня 2017 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів курсового проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Визначення загальних вимог до курсової роботи.	лютий	
2.	Призначення та функціональні можливості програми що розробляється.	лютий	
3.	Вибір та програмний опис структур даних для подання вхідної та вихідної інформації.	березень	
4.	Розробка програмного інтерфейсу з користувачем, підготовка тестових даних для перевірки правильності роботи програми.	березень	
5.	Розробка структури програми, специфікацій підпрограм.	квітень	
6.	Програмна реалізація динамічних структур даних.	квітень	
7.	Тестування та налагодження програми.	травень	
8.	Оформлення пояснювальної записки(звіту). Висновки.	травень	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_

( підпис )

Устименко Л.М.

(прізвище та ініціали)

Додаток 2.

Зразок титульної сторінки курсової роботи

Форма № Н-6.01

**ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія « Комп'ютерні науки та інформаційні технології »**

**КУРСОВА РОБОТА**

з дисципліни «Алгоритмізація та програмування»

на тему: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Студента (ки) 2 курсу П-21 групи  
напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки"  
спеціальності 5.05010101 « Обслуговування програмних  
систем і комплексів »

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
Керівник викладач Устименко Л.М.

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії \_\_\_\_\_ Устименко Л.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
\_\_\_\_\_ Можаровський С.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Додаток 3.** Бланк до курсової роботи на папку. Розмір 15мм. – 10мм.

# **КУРСОВА РОБОТА**

**КР. АП. 5.05010101. 021. 033. ПЗ**

**Іванов Іван Іванович**

**2017**

**021 –номер групи**

**033- номер теми курсової роботи**



## Додаток 4

### Приклад оформлення змісту курсової роботи

#### Зміст

Вступ.....	3
Основна частина.....	4
1. Постановка задачі.....	4
2. Довідка для програміста.....	4
2.1. Вибір алгоритмів та їх ефективність.....	4
2.2. Структура програми.....	10
2.3. Програмна реалізація.....	11
3. Довідка для користувача.....	21
3.1. Мінімальні вимоги до системи.....	21
3.2. Інтерфейс користувача.....	21
3.3. Тестування програми.....	26
Висновки.....	27
Використана література.....	28
Додаток А. Головні фрагменти коду програми.....	29
Додаток В. Структурна схема програми.....	41

Додаток А. **Форми основних написів для документів (за ГОСТ 2.104-68)**

Форма 1. Основний напис для креслень і схем

					<i>НАЗВА ДОКУМЕНТУ</i>						
					<i>Назва роботи</i>	<i>Літ.</i>		<i>Маса</i>		<i>Масштаб</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				1		1 : 1	
<i>Розроб.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Перевір.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Т. Контр.</i>		<i>П.І.Б.</i>						<i>Арк.</i>	1	<i>Аркушів</i>	1
<i>Реценз.</i>		<i>П.І.Б.</i>			<i>Матеріал</i>	<i>Організація</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>П.І.Б.</i>									

Форма 2. Основний напис для першого листа текстового документу

					<i>НАЗВА ДОКУМЕНТУ</i>						
					<i>Назва роботи</i>	<i>Літ.</i>		<i>Арк.</i>		<i>Аркушів</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				1		1	
<i>Розроб.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Перевір.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Реценз.</i>		<i>П.І.Б.</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>П.І.Б.</i>			<i>Організація</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>П.І.Б.</i>									

Форма 2а. Основний напис для наступних листів текстових документів

					<i>НАЗВА ДОКУМЕНТУ</i>						<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							1