**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,**

**методичні вказівки та індивідуальні завдання**

**до вивчення дисципліни «Економічна кібернетика» для студентів напряму**

**6.030502 – економічна кібернетика**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

**на засіданні Вченої ради**

**академії**

**Протокол від**

**Дніпропетровськ НМетАУ 2013**

Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Економічна кібернетика» для студентів напряму 6.030502 – економічна кібернетика / Укл. М.М. Лісовенко – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013.

###### Викладені робоча програма, методичні вказівки до виконання контрольної роботи та індивідуальні завдання з дисципліни «Економічна кібернетика», наведені теоретичні відомості для виконання індивідуальних завдань, а також приклади їх виконання.

Призначена для студентів напряму 6.030502 – економічна кібернетика заочної форми навчання.

Укладачі М.М. Лісовенко, канд. техн. наук, доц.

Відповідальна за випуск Л.М. Савчук, канд. екон. наук, проф.

**ВСТУП**

“Значение и польза экономической кибернетики состоит не в наличии каких-либо чисто кибернетических результатов, математически сфор­мулированных законов экономической кибернетики, а в том, в какой сте­пени кибернетические идеи, кибернетический образ мышления проникли в экономику, стимулировали ее развитие и привели к появлению новых на­учных результатов в экономической кибернетике — этой специальной об­ласти науки.

В наши дни экономическая кибернетика все более становится обла­стью, в которой изучаются нетрадиционные по постановке, сложности и путям решения задачи управления (включая процессы родственные, но не совпадающие с управлением экономическими системами, например, управление проектами), разрабатываются разнообразные теоретические и прикладные средства.

Беспрерывно развивается и совершенствуется модель специалиста в области экономической кибернетик», ее базовая конце]щня. Объем п уровень необходимых знаний возрастает, возрастает и квалификация специалистов, которые владеют методологией и инструментарием ис­следования поведения экономических систем, приближаясь к стандарту современного экономического образования в развитых странах мира. Студенты, которые учатся на специальности «Экономическая киберне­тика», на уровне бакалавра получают систему знаний по специальным, экономическим и математическим дисциплинам, новым информацион­ным технологиям с использованием компьютерной техники.”[1]

1 Робоча програма дисципліни «Економічна кібернетика»

Мета вивчення дисципліни – формування системного мислення та навичок ефективного використання методів економічної кібернетики при проектуванні та експлуатації сучасних інформаційних систем і технологій в економіці.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

* базові поняття економічної кібернетики;
* базові поняття економіко-кібернетичної системи (структура, функції і властивості);
* класифікацію систем;
* базові поняття економіко-математичної моделі;
* критерії класифікації та функції моделей;
* сутність процесу моделювання;
* загальні поняття про інформацію та її якісні характеристики;
* способи обробки економічної інформації у середовищі табличного процессора MS Excel;
* сутність управління, його види, принципи і закони;
* базові поняття соціально-економічної системи;
* основні принципи аналізу і синтезу економічних систем;
* можливості аналізу виробничої підсистеми;
* моделі і методи проектування систем;
* методи аналізу економічної динаміки;
* базові поняття теорії оптимальних систем;
* моделі і методи оптимізації процесів в економіці;

**вміти**:

* створювати математичні моделі економічних процесів;
* використовувати евристичні, графічні та інші методи аналізу господарчої діяльності;
* проектувати функціональні моделі на основі функціонального аналізу економічних систем;
* здійснювати аналіз часових рядів методами простої середньої, ковзної середньої та експоненціального згладжування;
* здійснювати знаходження оптимально-компромісних рішень;

**Розподіл годин за навчальним планом**

|  | с е м е с т р и | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | VII | VIII |  |  |  |
| Усього годин за навчальним планом | 360 |  |  |  |  |  |
| у тому числі аудиторні заняття: | 44 | 16 | 28 |  |  |  |
| з них:  - лекції; | 16 | 16 |  |  |  |  |
| - лабораторні заняття. | 28 |  | 28 |  |  |  |
| Самостійна робота | 316 |  |  |  |  |  |
| Види контролю: |  |  |  |  |  |  |
| - виконання контрольної роботи. | 1 | 1 |  |  |  |  |
| - виконання курсової роботи | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Підсумковий контроль (іспит, залік) |  | Зал. | іспит |  |  |  |

**/**

**ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

.

|  |  |
| --- | --- |
| ТЕМА 1 Теоретичні основи економічної кібернетики.  Визначення кібернетики. Предмет вивчення кібернетики. Мета економічної кібернетики. Система. Класифікація систем. Поняття економіко-кібернетичної системи. Структура, функції і властивості економіко-кібернетичної системи. | 12год. |
| Інформація та її якісні характеристики. Управління. Види управління. Поняття системи управління. Принципи і закони управління. Загальна характеристика економічної системи. Основні риси економічної системи. | 12год. |
| ТЕМА 2 Базові поняття моделі.  Класифікація та функції моделей. Мета моделювання. Поняття економіко-математичної моделі. Критерії класифікації та типові економіко-кібернетичні моделі Процес моделювання економічної системи. Загальна схема моделювання. Методика розробки економіко-математичної моделі. Основні етапи розробки. Постановка та формалізація задачі. Вибір методу моделювання. Аналіз адекватності моделі. Впровадження моделі. Класи типових задач моделювання економічних систем Основна ідея і ціль імітації. Застосування імітаційного моделювання. Моделювання рівномірного дискретного розподілу цілих чисел | **2**год. |
| ТЕМА 3 Основні принципи аналізу і синтезу економічних систем.  Предмет і об’єкти аналізу економічних систем. Принципи аналізу соціально-економічних систем. Вимоги щодо проведення аналізу систем. Методи та методика аналізу економічних систем. Методологія синтезу моделей соціально-економічних систем. Методи синтезу соціально-економічних систем і структур управління. Методологія аналізу. Класифікація та деталізація цілей. Функціональний аналіз економічних систем. Склад і послідовність етапів проектування функціональної моделі. | **2**год. |
| ТЕМА 4 Моделі і методи синтезу структури системи управління.  Поняття виробництва та виробничої системи. Основні функції виробничої системи. Методи аналізу виробничої системиЗагальна характеристика систем управління. Ієрархічні системи управління. Види організаційних структур. Завдання аналізу та синтезу систем управління. Методологія синтезу економічних систем. Підхід Стенфорда Біра до синтезу економічних систем. Склад задач аналізу виробничої підсистеми і їх взаємозв`язок з іншими комплексами і підсистемами. Інформаційне забезпечення | **2**год. |
| ТЕМА 5 Моделі і методи аналізу економічної динаміки.  Принципи побудови динамічних моделей. Трисекторна модель економіки. Модель Харрода-Домара. Аналіз властивостей моделі при різних гіпотезах щодо траєкторії споживання. Модель Сарджента-Тарновського. Поняття траєкторії динамічного ряду. Типи економічного розвитку і трендові моделі. Швидкі та повільні змінні в аналізі макроекономічної динаміки. | **2**год. |
| ТЕМА 6 Проблеми оптимізації економічних систем.  Принцип оптимальності в економіці і його комплексний вираз. Критерій оптимізації динамічних моделей: оптимізація постійної норми накопичення, оптимізація змінної норми накопичення. Поняття оптимізаційної моделі на базі МОБ. Виробниче завдання Канторовіча.  Проблема оптимізації технологічного вибору. Темп приросту виробництва і траєкторія рівноважного зростання (магістраль). Визначення оптимальної магістралі. Глобальний і локальний критерії в багаторівневих (ієрархічних) системах моделей. Багатоцільова оптимізація і способи згортання критеріїв. Математичний запис завдання векторної оптимізації. Область компромісів. Види завдання векторної оптимізації. Методи рішення. Багатокритеріальна оптимізація. Завдання визначення оптимального співвідношення витрат, обсягів виробництва і прибутку по декількох видах продукції. Основні проблеми, що виникають при вирішенні завдань векторної оптимізації. | **4**год. |

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

* 1. **Порядок підготовки та захисту контрольної роботи**

Навчальним планом з дисципліни «Економічна кібернетика» передбачено виконання однієї контрольної роботи студентами заочного факультету. Контрольна робота виконується протягом семестру після установчих занять. Робота подається особисто або надсилається в деканат заочного факультету для реєстрації. Потім робота передається на кафедру економічної інформатики для перевірки викладачем. Робота, виконана з грубими помилками й відхиленнями від вимог методичних вказівок, повертається студентові для доопрацювання. Захист контрольної роботи здійснюється під час екзаменаційної сесії.

* 1. **Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки**

Пояснювальну записку до контрольної роботи виконують з використанням комп’ютера на аркушах білого паперу формату А4 з одного боку аркуша. Розмір полів аркуша: верхнє та нижнє – 2см, ліве – 2,5см, праве – 1см.

Сторінки записки нумерують арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації. Номер друкують у верхньому правому куті сторінки без крапки в кінці.

Текст записки вирівнюється «по ширині», абзацний відступ – 1,5см, міжрядковий інтервал - «полуторний».

Тип шрифту - Times New Roman; креслення – «звичайне»; розмір – 14; колір – чорний.

Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням коректором з наступним нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту або графіки чорним кольором.

Власні назви в записці наводять мовою оригіналу. Скорочення слів і словосполучень, які використовуються у записці, повинні відповідати чинним стандартам із бібліотечної та видавничої справи.

Загальний обсяг роботи орієнтовно 30-35 сторінок.

При оформленні пояснювальної записки слід обов’язково наводити завдання до першої і другої частини роботи.

Студент зобов’язаний надати електронний варіант виконаної роботи у якості додатка до пояснювальної записки.

* 1. **Структура контрольної роботи та загальні вимоги до її виконання**

Контрольна робота складається із 3 завдань:

***завдання №1.*** Використати модель управління запасами для моделювання економічної динаміки.

***завдання №2.*** Використати графічні схеми і моделі розпізнавання образів для синтезу структури системи управління підприємством.

***завдання №3*** Знайти оптимально-компромісни рішення завдань.

Структуру пояснювальної записки контрольної роботи наведено у   
таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура пояснювальної записки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № розділу | Найменування розділу (структурного елемента пояснювальної записки) | Обсяг, стор. |
|  | Титульний аркуш | 1 |
|  | Бланк завдання | 1 |
|  | Реферат | 1 |
|  | Зміст | 1 |
|  | Вступ | 1 |
| 1 | Використання логістичного відображення для моделювання економічної динаміки. | 5-10 |
| 2 | Побудова графічної схеми управління галуззю економіки, містом, комерційним банком, підприємством, університетом. Розробка моделі синтезу структури системи управління. | 5-10 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 3 | Згортки критеріїв. Вирішування багатокритеріальних завдань. Знаходження оптимально - компромісних рішень. | 5-10 |
|  | Висновки | 0,5 |
|  | Перелік посилань | 1 |
|  | Додаток А (Джерела даних) | 1 |
|  | Додаток Б (пояснювальна записка – електронний варіант) | CD |

* 1. **Методика виконання завдання №1**

Завдання виконується на основі вивчення літературних джерел по запропонованій темі.

Мета завдання - Ознайомитися з можливостями і набути практичних навичок використання логістичного відображення для моделювання економічної динаміки.

**Теоретичні відомості для виконання завдання**

Логістика - це процес планування і забезпечення (включаючи контроль) ефективного і безперервного вступу товарів, послуг і супутньої інформації звідти, де вони створюються, до споживача, спрямований на всіляке задоволення споживчих запитів.

Як одна з ключових логістичних функцій виділяють управління запасами.

1.Модель найбільш економічного розміру замовлення без урахування дефіциту.

Замовлення, що поповнює з апаси, поступає як одна партія. Рівень запасів убуває з постійною інтенсивністю доки не досягає нуля. У цій точці поступає замовлення, розмір якого рівний Q, і рівень запасів відновлюється до максимального значення. При цьому оптимальним рішенням задачі буде той розмір замовлення, при до­тором мінімізуються загальні витрати за період.

Модель оптимального розміру замовлення в припущенні, що допускається дефіцит продукту і пов'язаний з ним упущений прибуток.

Нехай Q - розмір одного замовлення;

Т - протяжність періоду планування;

D - величина попиту за період планування;

d=D/T - ве­личина попиту в одиницю часу;

К - витрати підготовки і виконання одного замовлення (оформлення, доставка і так далі);

Н - витрати зберігання однієї одиниці продукту за період Т;

h=H/T - питомі витрати зберігання однієї одиниці продукту в одиницю часу;

р - упущений прибуток в одиницю часу, що виникає в результаті дефіциту однієї одиниці продукту;

Р - упущений прибуток за період Т, що виникає в результа­ті дефіциту однієї одиниці продукту.

Тоді оптимальний розмір замовлення :

Q\* = ( 2DK/H)1/2  \* ((Р+Н)/P)1/2.

Максимальний розмір запасу :

S\* =(2DK/H)1/2 х (Р/(H+Р))1/2.

Максимальний дефіцит:

R = Q\* - S\*.

1. Модель з кількісними знижками.

Для збільшення об'єму продажів компанії часто пропонують кількісні знижки своїм покупцям. Кількісна знижка - скорочена ціна на товар у разі купівлі великої кількості цього товару. Типові приклади кількісних знижок наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіанти знижок | 1 | 2 | 3 |
| Кількість, при якій робиться знижка, шт.  Розмір знижки, % | від 0 до 999  0 | від 1000 до 1999  3 | від 2000 і вище  5 |

Приклад 1.1. Розглянемо приклад, що пояснює принцип прийняття рішення в умовах знижки. Магазин "Ведмежа" продає іграшкові машинки по 5 у.о. за 1 шт. Ця фірма має таблицю знижок на машинки у разі купівель їх в певній кількості (таблиця.1.1). Витрати замовлення складають (49+N) у.о. Річний попит на машинки дорівнює 5000 шт. Річні витрати зберігання у відношенні до ціни складають 20%, або 0,2. Необхідно знайти розмір замовлення, що мінімізує загальні витрати без урахування можливого дефіциту (р=0).

Рішення при N=0. Розрахуємо оптимальний розмір замовлення для кожного виду знижок, тобто Ql\*, Q2\* і Q3\*.

Оптимальний розмір замовлення

Q\* =(2DK/(I\*c))l/2,

де D=річний попит,

K= витрати замовлення, у.о.,

I= річні витрати зберігання (від ціни),

c = ціна однієї машинки.

Отримаємо Q1\* = 700 шт., Q2\* = 714 шт., Q3\* = 718 шт.

Оскільки Ql\* - величина між 0 і 999, то її можна залишити колишньою. Q2\* менше кількості, необхідної для отримання знижки, отже, його значення необхідно набути рівним 1000 одиниць. Аналогічно Q3\* виберемо рівним 2000 одиниць. Отримаємо Ql\* = 700 шт.; Q2\* = 1000 шт.; Q3\* = 2000шт.

Далі необхідно розрахувати загальні витрати для кожного розміру замовлення і виду знижок, а потім вибрати найменше значення.

Річні витрати замовлення = число замовлень\*витрачання замовлення, річні витрати зберігання = розмір замовлення\*ціна\*витрачання зберігання/2 (при рівномірному попиті). Отримаємо наступну таблицю.

Таблиця 1.2 Загальні витрати

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид знижки | 1 | 2 | 3 |
| Ціна у.о. | 5 | 4,8 | 4,75 |
| Розмір замовлення (вибір) шт. | 700 | 1000 | 2000 |
| Ціна на увесь товар за рік у.о. | 25000 | 24000 | 23750 |
| Річні витрати замовлень у.о. | 350 | 245 | 122,5 |
| Річні витрати зберігання у.о. | 350 | 480 | 950 |
| Загальні річні витрати (замовлення, зберігання, ціна) у.о. | 25700 | 24725 | 24822,5 |

Виберемо той розмір замовлення, яке мінімізує загальні річні витрати. З таблиці видно, що замовлення у розмірі 1000 машинок мінімізуватиме совокуп­ные витрати.

* 1. **Порядок виконання завдання №1**

Вирішити приклад 1.1 при N= номеру за списком групи і р=0.

## 2.6 Методика виконання завдання №2

Мета завдання - Ознайомитися з можливостями і набути практичних навичок використання моделі синтезу структури системи управління.

**Теоретичні відомості для виконання завдання**

При аналізі і синтезі систем управління часто необхідно визначити, до якого класу відносяться завдання підсистем системи управління. Наприклад, необхідно визначити, чи відноситься аналізоване завдання управління до класу завдань системи підтримки рішень або до класу ухвалення рішень менеджером. По суті, йдеться об розподіли завдань (функцій) між менеджером і ЕОМ. Таку якісну ідентифікацію завдань управління можна виконувати методами теорії розпізнавання образів. Поняття "образ" в даному випадку синонім поняття "клас".

Уся безліч завдань, що підлягають якісній ідентифікації, має бути розбита на класи. Передбачається, що завдання одного класу мають невеликі відмінності один від одного і значно відрізняються від завдань інших класів. Як завдання, так і класи описуються набором ознак (характеристик). Мета розпізнавання полягає в тому, щоб порівнюючи опис завдання управління з описами класів визначити, до якого класу належить це завдання.

Для автоматизації розпізнавання необхідно побудувати програмну систему розпізнавання. Виділяють сле­дуючі етапи проектування системи розпізнавання :

1. Складання алфавіту класів.

2. Складання словника ознак.

3. Складання описів класів на мові словника призна­ков.

4. Розробка алгоритму розпізнавання.

5. Доопрацювання системи (словників і алгоритмів) по резуль­татам експериментів з контрольними об'єктами (завданнями).

6. Визначення ефективності розпізнавання.

Відмітимо, що ідентифікація завдань управління системою­, що розпізнає, по суті відноситься до експертних методів, оскільки основні етапи побудови системи, що розпізнає, виконуються на підставі експертної інформації про систему управління.

Розглянемо перераховані етапи детальніше.

Етап 1. Складання алфавіту класів (класифікація). Усю безліч завдань управління необхідно розбити на підмножини - класи.

Розбиття зазвичай виконує сам дослідник, що проектує систему розпізнавання, залежно від цілей розпізнавання. Наприклад, алфавіт класів може складатися з класу A1 - завдань управління, що автоматизуються і класу А2 - завдань управління, що не автоматизуються (чи завдань, автоматизація яких недоцільна). Для проведення класифікації можна застосувати метод експертного аналізу.

Етап 2. Складання словника ознак. Ознаки завдань управління можуть бути кількісними, логічними і структурними. Кількісні ознаки - це найбільш важливі, істотні характеристики завдання. Кількісні ознаки можуть бути імовірнісними або детерми­нованими і є результатами числових вимірів. Прикладом кількісної ознаки може служити об'єм витрат на автоматизацію (реалізацію на ЕОМ) даного завдання управління. Обро­бка імовірнісних ознак вимагає наявності таких імовірнісних характеристик як функції щільності вірогідності, апріорна вірогідність і тому подібне

Логічні ознаки - це, по суті, наявність або відсутність у завдання визначених ха­рактеристик. Такі ознаки набувають значень "істинно" або "помилково" (1 або 0). Прикладом логічних ознак може слу­жити наявність або відсутність програми реалізації завдання управління на ЕОМ. Наприклад, розрахунок собівартості продукції тривіально реалізується на ЕОМ. У ряді випадків до логічних ознак можна звести деякі кількісні ознаки. Наприклад, кількісну ознаку "час на ухвалення рішення" можна замінити логічною ознакою "час на ухвалення рішення більше норми", значення якого дорівнює 0, якщо час менше або дорівнює нормі, і рівне 1, якщо час біль­ше норми. Ще один такий приклад - "об'єм витрат на автоматизацію завдання більше ліміту".

Структурні ознаки - це деякі структурні елементи об'єкту і відношення між ними. Наприклад, в системі інформаційних зв'язків менеджерів можна виділити такі ознаки, як "менеджер виробничого відділу", "бухгалтер", "передає". Значеннями цих ознак будуть "менеджер А, "бухгалтер В", " передає інформацію К1", "передає інформацію К2". Правила складання опису об'єкту на мові структурних ознак задають з допомогою т.з. граматик.

Синтаксис такої мови аналогічний синтаксису звичайних, людських мов, тому при обробці структурної описи об'єктів використовуються лінгвістичні методи, а самі струк­турни ознаки часто називають лінгвістичними.

Основним завданням при складанні словника ознак е визначення найбільш суттєвих, інформативних ознак. Вирішується це завдання послідовними спробами. Спочатку на мові апріорного словника ознак виробляється опис класів і в ході розпізнавання контрольних об'єктів оцінюється інформативність ознак. Найменш інформативні ознаки виключаються із словника і знову проводиться опис клас­ів і контрольне розпізнавання.

Етап 3. Складання описів класів на мові словника ознак.

Необхідно формалізувати ті особливості кожного класу, на підстав яких був складений алфавіт класів. Для цього можна використовувати методи безпосередньої обробки описів завдань управління, методи навчання або самонавчання.

Формування описів класів може вироблятися в рам­ках дискримінантного або лінгвістичного підходів. Розглянемо детальніше методи опису класів на основі безпосередньою обробки описів об'єктів при дискримінантому підході.

Геометричне трактування дискримінантного підходу виглядає таким чином. Якщо x1,x2, …,xп - словник при­знаків, то кожне i -е завдання управління може бути описане значенням вектора Хi={xi1,xi2,…,xin} , де xij - значення j -ої ознаки для i -го завдання. Якщо в n -мерном просторі ознак на j -ої осі відкласти значення xij, то вектору Xi відповідатиме конкретна точка. Завдання управління одного класу Aq розташуються компактно (купчасто) в деякої області Dq, званою областю рішення.

Вважаємо, що області рішення D1, D2, ., Dm не перетинаються. Завдання, що не потрапили ні в одну з областей Dq, розглядаються як непізнані (неопре­ділені) і відносяться до додатково введеної області Do і відповідно до класу Aо.

Класи завдань вважаються описаними, якщо для усіх областей Dq знайдені ті, що розділяють їх гі­перповерхности, тобто поверхні n -го порядку.

При алгебраичном трактуванні класи завдань вважаються описаними, якщо для кожного класу Aq, q=1.., t побудована вирішальна (що розділяє) функція Fq(X ). Функція Fq(X ) для усіх завдань, що належать класу Aq, повинна набувати більшого значення, чим для завдань, що належать іншим класам. У області Dq функція Fq(X)>Fr(X), а в області Dr навпаки - Fr(X)>Fq(X). На межі між цими областями, Fq(X)=Fr(X), тобто гіперповерхню, що розділяє області Dq і Dr, можна виразити рівнянням Fq(X)-Fr(X)=0.

Побудова вирішальних функцій в явному виді вимагає великого об'єму робіт і не завжди можлива. Тому часто опис класів зводять до визначення завдань, еталонних для кожного класу. Еталону для класу Aq відповідає точка у вирішальній області Dq, що є як би "геометричним центром" або "центром тяжіння" цієї області.

Якщо еталони знайти не вдається, то клас описується на­бором завдань, що свідомо належать цьому класу. В цьому випадку говорять, що клас заданий показною вибіркою опи­саний завдань.

Якщо ознаки імовірнісні, то кожен клас описується багатовимірною функцією умовної щільності розподілу вірогідності fq(X) значень ознак x1, x2, ..., xn за умови, що завдання належать класу Aq. Окрім того, для кожного q= 1, 2, .., m мають бути відомі вірогідності Р(Aq) того, що випадково вибране завдання належить класу Aq.

Етап 4. Розробка алгоритму розпізнавання.

Якщо класи описані за допомогою вирішальних функцій, то алгоритм розпізнавання завдання Sj, заданого описом Xj, зводиться до обчислення значень вирішальних функцій Fq(Xj) для усіх q=0, 1, .. m .

Завдання належить тому класу, для якого Fq(Xj) максимально (у загальній випадку - екстремально), тобто Sj ϵ Ak при Fk(Xj) = extrq(Fq(Xj)).

Якщо словник ознак складається з логічних ознак і Fq - булеві функції, то Sj ϵ Ak при Fk(Xj) =1 оскільки для усіх інших q ≠ k мабуть Fk(Xj) =0.

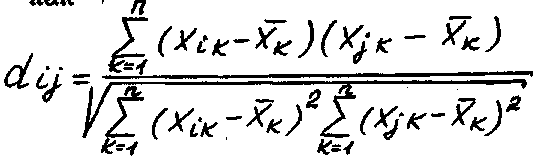
Якщо класи описані еталонами або показною ви­боркой завдань, то алгоритм розпізнавання заснований на обчисленні близькості розпізнаваного завдання Sj до еталонного завдання Sqэ ϵ Aq,

Якщо класи описані еталонами або показною ви­боркой завдань, то алгоритм розпізнавання заснований на визначенні близькості розпізнаваного завдання Sj до еталонного завдання Aq. Рішення приймається на користь того класу, який ближче до Sj. На практиці для виміру близькості dij завдання Sj до завдання Si часто використовують коефіцієнти зв'язку, коэффици­енты кореляції і функції відстані.

Коефіцієнти зв'язку обчислюються як функції різного виду від числа співпадаючих (чи неспівпадаючих) ознак. На­приклад, якщо uij - число співпадаючих ознак для завдань Si і Si, те коефіцієнт зв'язку може бути вибраний як відношення uij до загального числа ознак dij = uij / n .

Додатково можна враховувати важливість ознак­ обліком ваги кожної ознаки.

Коефіцієнти кореляції частіше використовуються для виміру зв'язку між різнойменними ознаками при мінімізації опису класів. Проте, якщо відомі середні значення при­знаків xk, k=1, 2 ., n, то можна визначати міру близькості dij як



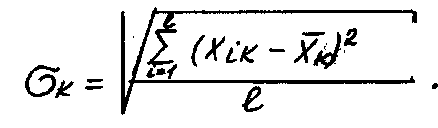
Функції відстані застосовуються у тому випадку, коли в просторі ознак введена деяка метрика, на основі якої можна визначати відстань між двома точками Si і Sj. Найчастіше використовується евклідову відстань (зручно використовувати функцію СУММКВРАЗН)



При різних масштабах виміру ознак необхідно нормувати значення ознак, наприклад, по середнеквадратичному відхиленню. Нормоване значення ознаки xik рівно

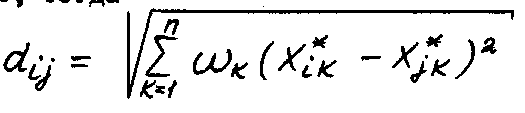


де середнеквадратичне відхилення σk обчислюється по усіх наявних описах завдань (обчислюємо за допомогою функції СТАНДОТКЛОН)

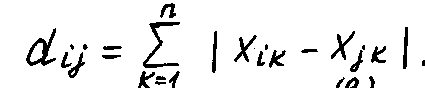


При необхідності можна врахувати важливість ɷ кожної ознаки

1 >ɷ> 0, тоді



У разі логічних ознак можна використовувати расстоя­ние Хемминга



Для визначення близькості dj(q) завдання Sj до показної вибірки завдань S1q, S2q,…,Slq, що належать класу Aq, можна використовувати середнеквадратичне відстань



де dij - близькість завдання Sj до завдання Sjq ϵAq .

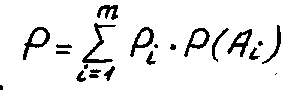
Етап 5. Доопрацювання системи (словників і алгоритмів) по резуль­татам експериментів з контрольними завданнями управління.

Етап 6. Визначення ефективності системи розпізнавання.

При порівнянні і оптимізації систем розпізнавання можна використовувати такі показники, як вірогідність правильних рішень, середній час розпізнавання, витрати на розробку системи і на отримання інформації для розпізнавання і так далі

Одним з найбільш важливих показників ефективності рас­пізнання є вірогідність правильного розпізнавання. Оцінити значення цієї вірогідності в умовах економічних систем можна на основі використання імітаційних моделей або в результаті натурних випробувань системи розпізнавання. У першому випадку на вхід системи розпізнавання поступають описи завдань, згенеровані імітаційною моделлю. При натурних випробуваннях система розпізнавання має бути підключена до системи збору даних.

У загальному випадку оцінка вірогідності Pi правильного розпізнавання завдань з класу Ai визначається як відношення числа правильних результатів Ni\* до загального числа спроб розпізнавання Mi, тобто Pi = Ni\*/Mi.



Якщо відома апріорна вірогідність Р(Ai) появи завдань з класу Ai, то безумовна вірогідність правиль­ного розпізнавання обчислюється як

**Приклад 2.1.** Розглянемо завдання розпізнавання завдань в системі управління невеликим магазином.

Розділимо усі можливі завдання управління на клас A1 завдань, що вимагають автоматизації, і клас A2 завдань, що реалізовуються

менеджерами на основі інтуїтивних алгоритмів.

Для опису класів використовуємо наступні ознаки:

x1 - частота рішення задачі за добу;

x2 - кількість елементів, що враховуються (оброблюваних) при рішенні задачі;

x3 - є програми і ЕОМ для вирішення завдання (1, 0);

x4 - середній час (хвилини) на одноразове рішення задачі менеджером без допомоги ЕОМ.

Наприклад, таке завдання товарознавця, як визначення сортності товару, може описуватися наступними значеннями ознак:

x1 = 20 - (число аналізованих товарів),

х2 = 5 - (число характеристик сортності - зовнішній вигляд, запах, смак, і так далі),

х3 = 0,

х4 = 10.

Отже, це завдання описується вектором *Х*= {20, 5, 0, 10} і відноситься до класу А2 функцій, що не автоматизуються.

Інше завдання товарознавця - визначення відповідності товару профілю магазину може бути описане такими значеннями ознак

x1 = 20 - (число аналізованих товарів),

х2 = 10 - (категорія товару - харчовий, електроніка, метизи і тому подібне),

х3 = 1 - (існують довідники відповідності товару профілю магазину),

х4 = 1.

Це завдання слід також віднести до класу А2 що не автоматизуються для цього невеликого магазину, оскільки воно ефективно вирішується товарознавцем без допомоги ЕОМ. У реальній системі розпізнавання слід в словник ознак ввести витрати на автоматизацію завдань.

Припустимо, що в результаті експертного аналізу клас A1 завдань менеджера, що автоматизуються, описаний представницькою вибіркою

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x1 | x2 | x3 | x4 |
| S1 | 20 | 5 | 1 | 1 |
| S2 | 30 | 2 | 1 | 5 |
| S3 | 1 | 8 | 1 | 30 |
| S4 | 5 | 5 | 1 | 10 |

Клас завдань A2, що не автоматизуються, представлений вибіркою

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | x1 | x2 | x3 | x4 |
| S5 | 20 | 5 | 0 | 10 |
| S6 | 20 | 10 | 1 | 1 |
| S7 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| S8 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| S9 | 30 | 6 | 0 | 5 |

Необхідно розпізнати завдання S10, описане вектором

***Х***10= {20, 4, 1, 2}.

Для визначення близькості S10 до A1 і A2 використовуємо евклідову відстань. Середнеквадратични відхилення значень ознак були вичислені по безлічі відомих завдань і дорівнюють σ1=12,2, σ2 =2,7, σ3=0,4, σ4=8,8 . Важливість усіх ознак приймемо однаковою.

Тоді, підставивши вираження для евклідовой відстані dijу вираження для відстані dj(**q**) і виробивши обчислення, отримаємо d101 = 2,162, d102 = 2,156.

Оскільки *d*10(1) *> d*10(2), те завдання S10 в результаті розпізнавання буде віднесене до класу завдань A2, що не автоматизуються.

## 2.7 Порядок виконання завдання №2 контрольної роботи

На основі вихідних даних необхідно:

1. Сформувати в графічному вигляді структуру системи управління підприємством з номером N (Додаток А).
2. Скласти список завдань, що вирішуються одним з вибраних менеджерів системи управління. Скласти алфавіт класів і словник ознак для цих завдань.
3. Скласти описи класів на мові словника ознак.
4. Виконати розпізнавання одного із можливих завдань менеджера.

## 2.8 Методика виконання завдання №3

Мета завдання - Ознайомитися з можливостями вирішування багатокритеріальних завдань. Набути практичних навичок знаходження оптимально-компромісних рішень.

**Теоретичні відомості для виконання завдання**

**А. Методи багатокритерійної оптимізації**

Представимо бінарне відношення  у вигляді цільової функції , а множина припустимих альтернатив  — у вигляді системи ресурсних і технологічних обмежень (нерівностей):

: ,

, ,

де  — вектор оцінок аспектів цілі функціонування СЕС, кожна (-я) компонента якого є оцінкою альтернативи  по певному (-му) показнику (частковому критерію) : , .

Процедура оптимізації складається в знаходженні на множині припустимих альтернатив  такого , що для всіх :

, якщо ;

, якщо .

Розглянемо методи визначення цільової функції по відомих часткових критеріях оптимальності .

Метод головного критерію. Тут у вигляді цільової функції вибирається один, істотно найбільш значимий частковий критерій , а інші критерії враховуються у вигляді обмежень:

, (1)

 для всіх ,

де ,  — відповідно нижні й верхня припустимі грані -й компоненти множини оцінок , тобто

, , .

Простота методу визначила широке його використання на практиці, однак він має істотні недоліки, пов'язані зі складністю визначення граничних значень , , а також з тим, що значення іншим, задовольняючим обмеженням критеріїв при оцінці альтернатив не враховуються.

**Метод послідовної оптимізації критеріїв.** Використовується, якщо чисті критерії можна впорядкувати по значущості . Тут у вигляді цільової функції послідовно вибирається один з упорядкованих часткових критеріїв , де  — крок оптимізації, . Оптимізація цільової функції  на кожному -му кроці здійснюється методом головного критерію з урахуванням попередніх результатів — оптимальних значень більш значимих критеріїв  і припустимих, з погляду ОПР, відключень від оптимуму (поступок) .

Для цього в (1) уводяться додаткові обмеження:

 (2)

Послідовну оптимізацію продовжують до одержання єдиного рішення. Даний метод значно зм'якшує, але повністю не виключає недоліків попереднього.

Метод мажоритарної згортки критеріїв. Використовується, якщо часткові критерії  приблизно рівнозначні. Множина альтернатив  ранжуєтся за кожним критерієм . Для цього альтернативи впорядковуються:

якщо , то ;

якщо  то ;

с наступною переіндексацією й приписуванням рангів:

, , .

Цільова функція  визначається по формулі:

,  (3)

Метод адитивної згортки критеріїв. Використовується, якщо критерії незалежні по цінності (корисності) і їхню відносну значимість можна виміряти в кількісній шкалі. Цільова функція  має вигляд:

, (4)

де  — відносний коефіцієнт значимості -го частки критерію, , ;

 — -й частковий критерій оптимальності в нормованому виді. Операція нормування дозволяє виключити вплив на цільову функцію  одиниць виміру, величини інтервалу припустимих значень часткового критерію, а також уточнює його екстремальність по максимуму:

 (5)

У методі мультиплікативної згортки критеріїв цільова функція дорівнює:

,

де  — деяке речовинне число, що визначає значимість .

Мультиплікативна згортка  еквівалентна з точністю до монотонного (логарифмічного) перетворення адитивної:

.

Метод геометричної згортки критеріїв. Використовується, якщо відомо додаткову інформацію про цілі у вигляді ідеальної (антиідеальної) альтернативи. Тут у ролі цільової функції виступає відстань між ідеальною (антиідеальної)  і розглянутої альтернативами. Чим ближче (далі) якість розглянутої альтернативи д ідеального (антиідеальної), тих вона краще. Вид цільової функції залежить від вибору метрики простору критеріїв :

, (6)

де 

На практиці найбільше часто використають лінійну () або евклідову () метрику.

Метод логічної згортки критеріїв. Використовується при низької вірогідності вимірів часткових критеріїв , зокрема, якщо вони мають імовірнісний характер. Цільова функція  має вигляд:

 (7)

Для визначення початкових значень параметрів: (, , , ) використовується статистичний або експертний аналіз, а їхнє уточнення найбільше ефективно здійснювати в ході діалогової (людино-машинної) оптимізації.

Метод тимчасовий згортки критеріїв. Використовується при декомпозиції цілі функціонування СЕС у часі. Для цього постулюється загальна тенденція до зниження значимості ТЕП (критеріїв) у часі, тобто якщо розглянути два однакових ефекти (результату), то більш коштовним є той, котрий отриманий раніше. Тому для зважування часових критеріїв , . цільової функції  використовується так званий коефіцієнт дисконтування :

 (8)

Як правило, у ролі часткових критеріїв  виступають витрати на виробництво продукції, капітальні й/або поточні обсяги виробництва в грошовому вираженні. Для визначення коефіцієнта дисконтування  виділимо на часовому ряді  крапку приведення (сьогодення час) .

.

Тоді коефіцієнт дисконтування має вигляд:



де  — диференціальна (двоїста) ефективність по -му критерії.

На практиці часто застосовується окремий випадок коефіцієнта дисконтування, коли норма ефективності витрат (вкладень) або результатів є незмінної

.

Цей коефіцієнт обчислюється по формулі складних відсотків:

.

## Приклад 3.1.

**Умова.**

Є три проекти методичної нагрівальної печі для сортопрокатного цеху. Кожний проект оцінюється по наступних техніко-економічних показниках якості (критеріям):

 — питома витрата палива, кг/т;

 — втрати металу внаслідок окислювання, %;

 — коефіцієнт використання палива;

 — перепад температур по тілу заготівлі, ºС.

Таблиця 3.1. Вихідні дані для визначення кращого проекту печі

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Проект печі й характеристики приватних критеріїв | Приватні критерії | | | |
|  |  |  |  |
| Проект № 1, | 200  0 | 2  1,0 | 0,65  0,6 | 30  0,67 |
| Проект № 2, | 150  0,33 | 4  0,33 | 0,45  0,2 | 40  0,33 |
| Проект № 3, | 100  0,67 | 5  0 | 0,85  1,0 | 50  0 |
| Відносний коефіцієнт значимості (критеріїв), | 0,42 | 0,24 | 0,20 | 0,14 |
| Мінімально припустиме значення критерію | 50 | 2 | 0,35 | 20 |
| Максимально припустиме значення критерію | 200 | 5 | 0,85 | 50 |
| Ідеальний проект, | 400  0,67 | 2  1,0 | 0,85  1,0 | 20  1,0 |

Визначити кращий проект печі методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток критеріїв.

**Рішення.**

1. Вибір методом мажоритарної згортки критеріїв представлені в таблиці 3.2. Ранжирування здійснюється з обліком того, що , .

Таблиця 3.2. Вибір методом мажоритарної згортки критеріїв

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Альтернативи | Ранги | | | |  |
|  |  |  |  |
|  | 3 | 1 | 2 | 1 | 7 |
|  | 2 | 2 | 3 | 2 | 8 |
|  | 1 | 3 | 1 | 3 | 9 |

Вибирається альтернатива , тому що .

2. Здійснимо нормування значень кожного критерію по формулі (5) (розраховані нормовані значення представлені в таблиці 3.1 у стовпцях ).

3. Визначаємо значення цільової функції методом адитивної згортки критеріїв для кожного проекту методичної печі по формулі (4):







У якості кращого вибирається третій проект методичної печі , цільова функція по якому 

4. Визначаємо значення цільової функції методом геометричної згортки критеріїв при  по формулі (6):







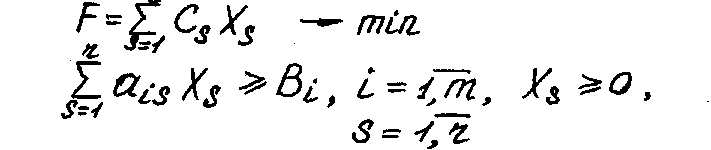
У якості кращого вибирається перший проект методичної печі , цільова функція по якому  приймає мінімальне значення 

**Б. Моделі оптимального розкрою матеріалів**

**Постановка завдання.** Є одиниці початкового матеріалу заданих розмірів (заготівлі). З цих заготівель вимагається викроїти різні деталі. Відомими параметрами системи є різні способи (варіанти) розкрою початкової за­готування (*s* -индекс способу розкрою, *s = 1,…r*); кількість деталей *i* -го виду (*i = 1,2,…m*), яке виходить при розкроі однієї заготівлі по *s* -у способу - *ais*; величина відходів при розкроі заготівлі *s* -м способом - *cs*; планове завдання на випуск деталей - *Bim* .

Вимагається визначити кількість заготівель, які необхідно розкроїти за кожним способом *xs*, за умови мінімізації відходів і безумовному виконанні подетального планового завдання.

Модель оптимального розкрою матеріалі складається з цільовій функції, що мінімізує відходи і обмежень



Як цільова можна використовувати функцію, що мінімізує кількість розкроюваних заготівель :



Цей вираз ефективний використовувати в тому слу­чаї, коли визначення величини відходів *cs* по кожному варіанту зв'язане з труднощами обчислювального або іншого по­рядка (складна конфігурація деталей). Використання тієї або іншої цільової функції призводить до одного і тому ж результату.

**Приклад 3.2.**

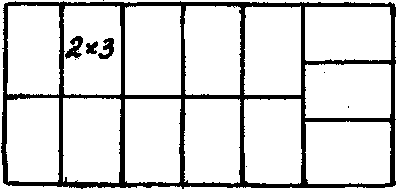
**Умова.**

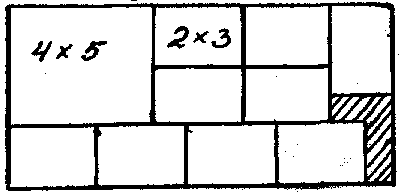
З листів жерсті розміром 6x13 дм треба виготовити 800 деталей розміром 4x5 дм і 400 деталей розміром 2x3 дм. Скласти модель оптимального розкрою по мінімуму сумарного відходу.

**Порядок рішення задачі.**

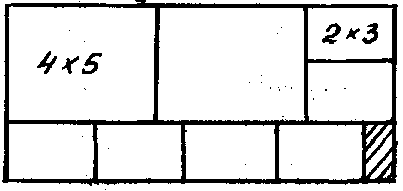
1. Складемо можливі варіанти ( способи) розкрою одного листа жерсті.

1 варіант 2 варіант





3 варіант 4 варіант



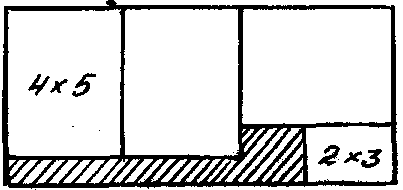


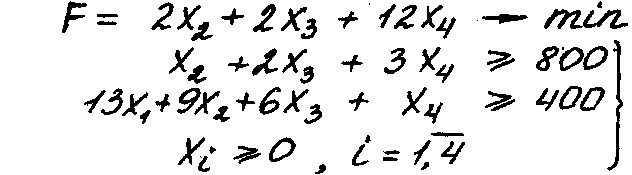
Рис.3.1 Можливі варіанти розкрою одного листа жерсті

Складаємо таблицю, що характеризує кожен з отриманих варіантів розкрою.

Таблиця 3.3| Характеристика варіантів розкрою одного листа жерсті.

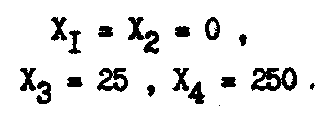
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанту | Кількість деталей | | Величина відходів |
| розміром 4x5 | розміром 2x3 |
| 1  2  3  4 | 0  1  2  3 | 13  9  6  1 | 0  4  2  12 |
| Всього | 800 | 400 |  |

1. Складаємо аналітичну модель завдання



1. Рішення задачі виконуємо засобами *Пошук рішень EXCEL*.

Результати рішення

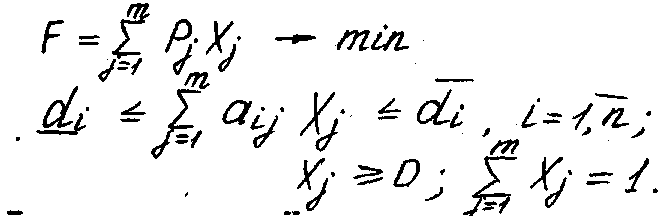


**В. МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ СУМІШЕЙ**

Постановка завдання. Є набір початкових компонентів, j - індекс компонентів, що входять до складу суміші (j=1,2,3,. m). Кожен компонент містить певні складові елементи; i - індекс тих, що становлять, входять до складу компонентів (i=1,2,3,. n). Для кожного компонента відомий відсотковий вміст кожної складової aij і вартість одиниці компонента pj. З цих компонентів складається суміш, яка повинна володіти певним змістом складових ( diв, diн - верхня і нижня межі змісту i - ой складовій в суміші).

Вимагається знайти долі (співвідношення) xj кожного компонента в суміші за умови, що суміш повинна мати мінімальну вартість і зміст складових в суміші повинно знаходитися в заданих межах.

Модель оптимального складу суміші складається з цільової функції, що мінімізує її вартість, і обмежень на зміст тих, що становлять суміші в заданих межах :



**Приклад 3.3.**

**Умова.**

З чотирьох різних палив необхідно скласти найдешевшу суміш, яка мала б задану теплоту згорання і обмежений зміст сірки. Скласти аналітичну модель для вибору оптимального складу суміші, якщо відомі:

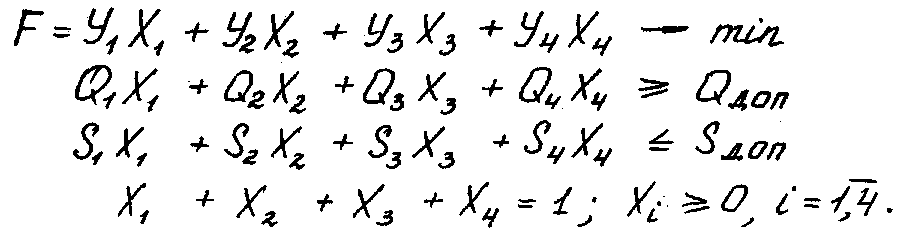
Q1, Q2, Q3, Q4, Qдод - відповідно теплота згорання початкових палив і задана теплота згорання суміші;

S1, S2, S3, S4, S дод - відповідно зміст сірки в початкових паливах, гранично допусти­мій зміст сірки в суміші;

Y1, Y2, Y3, Y4 - відповідно ціни початкових палив.

**Порядок рішення задачі.**

Складемо аналітичну модель завдання.



Отримано завдання лінійного програмування, для її вирішення так само як і в моделях оптимального розкрою можна використовувати симплекс метод.

**Г. МОДЕЛІ ЗАВАНТАЖЕННЯ УСТАТКУВАННЯ**

Моделі завантаження устаткування дозволяють оптимізувати исполь­зование виробничих потужностей. Розрізняють 2 завдання оптимального використанні потужностей: завдання оптимального завантаження невзаємозамінного технологічного устаткуванні і завдання оптимального завантаження взаємозамінного устаткування. Припустимо, що є деякі групи устаткування, які якісно різні між собою. Це означає, що виконання операцій не можна передати е однієї групи на іншу. Такі групи устаткування є невзаємозамінними. Як приклад можна привести групи доменних печей, мартенів і конвертерів, листових станів, сортових станів. Невзаємозамінні групи складаються з окремих взаємозамінних агрегатів, які дещо відрізняється між собою. Наприклад, доменні печі можуть мати різну продуктивність. Па­раметри групи визначаються як усереднені або сумарні показники агрегатів, що входять до групи.

Один і той же вид продукції може випускатися різними технологічними способами. На виробництво одиниці продукції кожна група витрачає певний час, залежне від виду устаткування, від виду продукції і способу виготовлення. Кожна група має певний фонд робочого часу, що обчислюється з урахуванням витрат часу на ремонти, підготовчі операції і тому подібне. При складанні плану завантаження устаткування плановий час роботи устаткування не повинен перевищувати фонду робочого часу.

При рішенні задачі оптимізації завантаження невзаємозамінного устаткування необхідно з урахуванням обмежень за часом визначити, при якому об'ємі продукції кожного виду, вироблюваної за кожним способом, буде досягнуте екстремальне значення критерію ефективності завантаження.

Якщо виробнича програма випуску продукції заздалегідь не задана, то як критерій використовується прибуток від реалізації продукції. Якщо виробнича програма задана, то застосовують критерій витрат (собівартості продукції).

Введемо позначення:

j=1,2,3,…m - індекс групи устаткування,

i=1,2,3,. n - індекс виду продукції,

s=1,2,3,. qi - індекс способу виробництва,

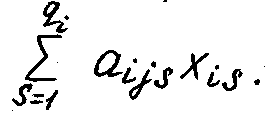
qi - число способів для i -го виду продукції,

aijs - витрати часу на виробництво одиниці продукції i -го виду на j -ій групі спо­собом s,

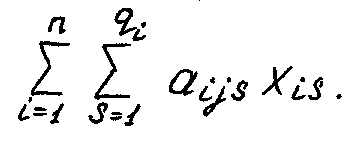
Aj - фонд часу для j -ої групи,

xis - кількість продукції i -го виду, яке виробляється за способом s (параметр управління).

Якщо врахувати, що aijsxis - витрата часу j -ої групи устаткування на виробництво усієї продукції i -го виду за способом s , то витрати часу j -ої групи на виробництво усієї продукції i -го виду усіма способами рівні



Тоді час роботи j -ої групи устаткування в плані рівні



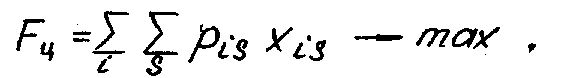
Обмеження по фонду часу мають вигляд



Обмеження на параметри управління



Якщо як критерій вибраний прибуток, то цільова функція має вигляд

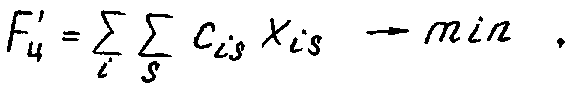


де pis - прибуток від реалізації одиниці продукції i -го виду, виробленою за способом s.

Якщо виробнича програма задана, то вводиться обмеження по випуску продукції



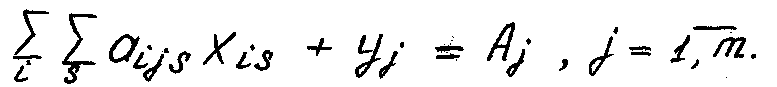
де Вi - плановий об'єм продукції i -го виду, вироблюваною усе­мі способами. В цьому випадку застосовують критерій сумарних витрат на виробництво усієї продукції по віємо видам, якому відповідає це­ліва функція



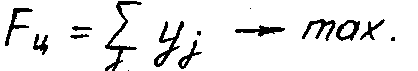
де cis - собівартість одиниці продукції i -го виду, вироблюваною за способом s.

При застосуванні критерію витрат часу на наповнення виробничої програми вводиться змінна yj - резерв часу на j -ій групі устаткування після виконання програми.

Тоді обмеження по фонду часу має вигляд

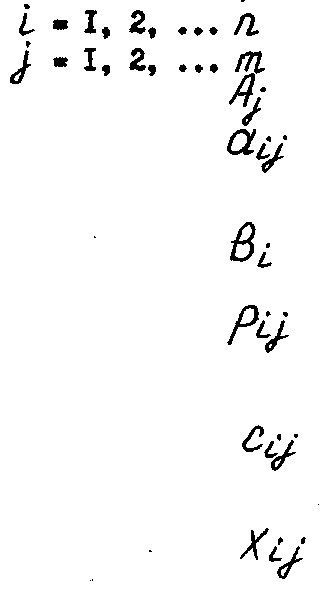


Цільова функція в цьому випадку повинна забезпечити максимальний резерв часу



Для розподілу випуску продукції по окремих агрегатах усередині групи необхідно вирішити завдання оптимізації завантаження взаємозамінного устаткування. Рішення цієї задачі дозволить опреде­лити яку кількість продукції кожного виду необхідно обробити на кожному агрегаті, щоб мінімізувати або максимізувати вибраний критерій ефективності завантаження. Як критерій можуть бути використані ті ж показники, що і для завдання за­вантаження невзаємозамінного устаткування.

Для складання моделі завантаження взаємозамінного устаткування введемо наступні позначення:



- індекс виду продукції

- індекс агрегату

- фонд часу j -го агрегату

- витрати часу на виробництво одиниці продукції i -го виду на j -му агре­гате

- завдання по випуску продукції i -го виду

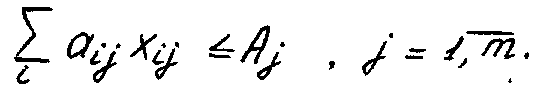
- прибуток від реалізації одиниці продукції i -го виду" виробленої на j -му агрегаті

- витрати на випуск одиниці продукції i -го виду виробничої на j -му агрегаті

- кількість продукції i -го виду виробленою на j агрегаті (параметр управління}.

По аналогії з попередньою моделлю введемо обмеження:

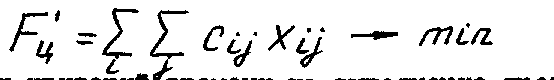




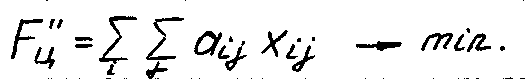
Якщо задана виробнича програма, то



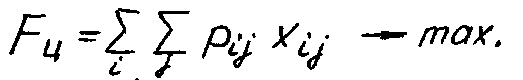
В цьому випадку застосуємо критерій витрат



чи критерій часу на виконання програми



Якщо виробнича програма не задана, то застосуємо критерій прибутку



Оскільки в обох розглянутих моделях завантаження устаткування обмеження і цільові функції лінійні, то для вирішення завдання оптимізації можна застосувати методи лінійного програмування.

2.9 Порядок виконання завдання №3 контрольної роботи

**Завдання 3.1**

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв. Варіант завдання вибирається відповідно до свого номера за списком у журналі групи (**Додаток Б**).

**Завдання 3.2**

1. З рулону трансформаторної сталі шириною 5000+N\*10 мм ви­краиваются смуги шириною 1400 мм, 250 мм, 650мм. Смуги однакової довжини. Для одного трансформатора вимагається 2 смуги шириною 1400 мм, 4 смуги шириною 950 мм, 1 смуга шириною 650 мм. Скласти модель за­дачі розкрою, виходячи з критерію комплектності заго­товок для отримання 40 трансформаторів при мінімумі відходів.
2. Прутки завдовжки 3000+N\*10 мм вимагається розрізати на деталі завдовжки 1700 мм (11 шт.), 1030 мм (70 шт.), 220 мм (14 шт.) Скласти модель оптимального розкрою прутків по мінімуму сумарного відходу.
3. З листів матеріалу розміром 7 х 11 дм необхідно виготовити 100+N деталей розміром 5 х 3 дм. Скласти модель оптимального розкрою по мінімуму сумарних від­ходів.

(N= номеру за списком групи).

**Завдання 3.3**

У розпорядженні підприємства є два види руди, від­личающихся змістом корисних складових і вартістю однієї тонни" Початкові дані про якісний склад кожного виду руди приведені в таблиці.

Таблиця 3.4 - Якісна характеристика руд

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид руди | Зміст 1-ої складові % | Зміст 2-ої складовій % | Величина запасу (т) | Ціна 1 т  у.о. |
| Руда I | 60 | 10 | 140 | 200 |
| Руда 2 | 30 | 40 | 100 | 50 |

Вимагається визначити склад суміші, що забезпечує мінімі­зацию сумарної вартості при виконанні наступних умов: объ­їм суміші не повинен бути менше 100+N т; зміст першої складової в суміші повинен належати інтервалу [40, 50]; зміст другої складової в суміші повинен належати інтервалу [20, 30].

**Завдання 3.4**

Набір шихтових матеріалів для виплавки чавуну включає руду, кокс, вапняк і доломіт, які витрачають­ця відповідно до заданих пропорцій. У розпорядженні е 6 шихтових наборів. Хімічний склад руд заданий в таблиці.

Таблиця 3.5 - Хімічний склад руд

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Складові руди | Шихтовие наборі | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| залізо | 50,43 | 47,51 | 52,21 | 54,62 | 17,0 | 42,94 |
| фосфор | 0,07 | 0,064 | 0,393 | 0,101 | 0,9 | 0,173 |
| марганець | 0,41 | 0,88 | 0,3 | 0,82 | 7,1 | 3,64 |
| інші | 47,51 | 50,636 | 44,717 | 43,17 | 74,05 | 52,16 |
| *%* зміст сірки в плавках | 1,58 | 1,51 | 2,38 | 1,29 | 0,95 | 1,18 |

Норми витрати шихтових матеріалів на 1 т чавуну і витрати в грошовому вираженні визначені в таблиці 3.6. Вимагається визначити склад шихти, що забезпечує мінімізацію сумарних витрат на виробництво при виконанні наступних умов:

- з кожного шихтового набору в процесі плавки в чавун пері­ходить увесь фосфор і 75 % марганцю, а зміст сірки в чавуні дорівнює 1/50 частин від її змісту в шлаку;

- зміст марганцю в готовому чавуні 1,62%, доля серп не перевищує 0,04%, фосфору 0,28%;

- покупна ціна на кокс 12 у.о./т, вапняку 3,65 у.о./т, доло­міту 4,6 у.о./т ;

- четвертий шихтовий набір повинен складати не більше 10%, а перший і другий в сумі - не більше 12%.

* Таблиця 3.6 - Норми витрати шихтових матеріалів на 1 т чавуну

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид матеріалу | Шихтовие набори | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Руда  Теоретична нір­ма витрати ( т/т) | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,71 | 4,07 | 2,07 |
| Ціна на руду | 12,5 | 11,7 | 12,9 | 13,1 | 2,5 | 11,6 |
| Норми витрати т/т Коксу | 0,855 | 0,656 | 0,803 | 0,734 | 1,215 | 0,935 |
| Вапняку | 0,356 | 0,350 | 0,225 | 0,344 | - | 0,495 |
| Доломіту | 0,104 | 0,107 | 0,057 | 0,113 | - | 0,165 |
| Витрати на виплавку | 5,94 | 5,0 | 5,61 | 5,08 | 8,45 | 6,5 |
| Вартість возв­ратних відходів | 2,59 | 2,58 | 1,92 | 1,84 | 2,42 | 2,44 |

**Завдання 3.5**

1. Побудувати модель і вирішити завдання оптимізації завантаження невзаємозамінних груп верстатів, на яких обробляються вироби трьох видів А, В і C. Вироби А і В обробляються 3-мя способами кожне, виріб 3 обробляється 2-мя способами. У таблиці 3.7 приведені початкові дані.

Варіанти: а) критерій - сумарний прибуток, б) критерій - сумарні витрати, в) критерій - витрати часу.

Таблиця 3.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Групи верстатів | од. вимір. | Витрати часу ( *a*ijs *)* | | | | | | | | | | Фонд часу |
| Виріб А | | | Виріб B | | | | Виріб C | | |
| способи вир. | | | | способи вир. | | | | способи вир. | |
| 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 |
| Фрезерні  Токарні  Зварювальні | *ч ч ч* | 2 3  0 | 2 1  1 | 1  2 3 | | 3  1  2 | 0 2 3 | 4 0 1 | | 3 5 1 | 3  6  0 | 820+N 934+N 748+N |
| Прибуток за виріб | у.о. | 11 | 7 | 5 | | 9 | 6 | 7 | | 18 | 15 |  |
| Витрати на виріб | *у.о.* | 19 | 18 | 18 | | 16 | 19 | 15 | | 18 | 17 |
| План | шт. | 100+N | | | | 150+N | | | | 70+N | |

1. Побудувати модель і вирішити завдання оптимізації завантаження взаємозамінного устаткування (верстатів на ділянці механічної обробки) при виготовленні 4-х видів виробів. Плановий обсяг виробництва 5300+N\*100 у.о. Початкові дані приведені в таблиці 4.2.

Варіанти: а) критерій - сумарний прибуток, б) критерій - суммар­ные витрати" в) критерій - витрати часу.

Таблиця 3.8 Початкові дані завантаження взаємозамінного устаткування

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Верстати | Час на обробку 1 виробу | | | | Фонд часу |
| Виріб 1 | Виріб 2 | Виріб 3 | Виріб 4 |
| А | 4 | 2 | 0 | 1 | 800 |
| Б | 2 | 0 | 2 | 1 | 700 |
| В | 2 | 2 | 2 | 0 | 740 |
| Г | 2 | 2 | 1 | 1 | 770 |
| Д | 0 | 2 | 2 | 3 | 760 |
| Ціна за 1 виріб | 12 | 9 | 10 | 11 |  |
| Витрати на 1 виріб | 9 | 6 | 8 | 7 |
| Прибуток за 1 виріб | 6 | 4 | 4 | 5 |

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ курсовОЇ РОБОТИ

1. Порядок підготовки і захисту курсової роботи

Курсова робота включає записку пояснення і модельний експеримент.

Курсова робота виконується протягом семестру з використанням комп'ютерних класів Академії і консультацій викладачів.

При захисті роботи оцінюються:

- дотримання графіку виконання роботи;

- функціональна повнота і працездатність модельного експерименту;

- ступінь самостійності студента при виконанні курсової  
роботи;

- повнота пояснень і якість оформлення записки пояснення.

2. Загальні вимоги до курсової роботи

В процесі моделювання системи управління підприємством необхідно вирішити завдання аналізу, прогнозування і оптимізації.

При рішенні задачі аналізу слід виявити цілі і завдання системи управління підприємством, вибрати критерії, що визначають ступінь ефективності управління, а також визначити чинники, що впливають на критерії ефективності, і ступінь цього впливу. Частина з виявлених чинників може використовуватися як параметри управління.

Метою рішення задачі прогнозування є розрахунок значень критеріїв ефективності управління при заданих або очікуваних значеннях чинників.

Метою рішення задачі оптимізації є знаходження таких значень параметрів управління, при яких досягається якнайкраще значення критеріїв ефективності управління.

Записка пояснення до курсової роботи оформляється засобами WORD і повинна містити:

Титульний лист

Введення

1. Аналіз та моделювання системи управління підприємством (10 –20 с.)

1.1 Структура системи управління і її характеристики

1.2 Вибір задачі для моделювання

1.3 Короткий огляд можливих моделей по вибраної задачi

1.4 Опис вибраної моделі

1.5 Модельний експеримент

Висновки (1 с.)

Список використаних джерел (1 с.).

У введенні коротко описується завдання роботи, очікувані результати і використовувані технічні і програмні засоби.

Структура системи управління має бути представлена в графічному вигляді. Необхідно визначити її тип і основні характеристики.

Слід виявити цілі і задачі системи управління підприємством,

Слід перерахувати основних фахівців верхнього і середнього рівня системи управління. Для кожного фахівця скласти список вирішуваних ним задач. Вибрати одну з основних задач (проблем) в системі управління підприємством. Детально описати задачу і її тип (задача аналізу впливу чинників, прогнозу, оптимізації), вибрати критерії, що визначають ступінь ефективності рішення задачі, а також визначити чинники, що впливають на критерії ефективності, і ступінь цього впливу. Частина з виявлених чинників може використовуватися як параметри управління.

Скласти список можливих альтернативних варіантів рішень по вибраної задачі. Наприклад, в задачі управління запасами можливі наступні варіанти рішень: змінити склад постачальників товару, змінити ціну товару, змінити об'єми і топологію складів, вибрати оптимальний об'єм постачання товару.

Скласти короткий огляд моделей, які можуть використовуватися для вирішення задачі. По кожній моделі вказати назву, посилання на літературу, очікувані результати, достоїнства і недоліки. Можуть використовуватися моделі, що вивчалися у відповідних дисциплінах або вивчені самостійно.

Опис вибраної моделі повинен містити її докладні характеристики, формули, можливі варіанти моделі.

У описі інформаційного забезпечення моделі і очікуваних результатів необхідно представити у вигляді таблиць вхідну і вихідну інформацію і вказати її джерела.

Методика проведення експерименту описується у вигляді покрокової інструкції по реалізації вибраної моделі.

Результати експерименту мають бути представлені у вигляді копії робочих листів "Excel".

У аналізі результатів експерименту даються рекомендації по їх використанню в системі управління підприємством. Доцільно використовувати в експерименті декілька різних моделей і при порівнянні їх результатів пояснити причини можливих розбіжностей.

3. Тематика курсового проекту

У Додатку А приведені області (підприємства), для яких необхідно виконати моделювання їх систем управління.

Тема проекту вибирається студентом за узгодженням з викладачем.

Структуру і характеристики системи управління, а також початкові дані для модельного експерименту студент формує за інформацією з літературних джерел, з Інтернету і з власного досвіду.

Записка пояснення оформляється по загальних правилах (Додаток В).

Рекомендована література

1. Егоров П.В., Лысенко Ю.Г. и др. Экономическая кибернетика. Учебное пособие: изд. 2-е / Донецкий национальный университет. — Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2003. - 516 с.
2. Пономаренко К.А. Основи економічної кібернетики. – К.: КНТЕУ,2002.– 432 с.
3. Цисарь И.Ф., Непман В.Г. Компьютерное моделирование экономики. – М.: Диалог МИФИ, 2002. – 304 с.
4. Экономическая кибернетика. Учебник. Донецк, Юго-Восток., 2005 г. – 502 с.
5. Горелик А. Л. Методы распознавания /А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. —М.: Высшая школа, 1989.

Додаток А Варіанти вхідних даних до завдання 2.1 і курсової роботи

Підприємства, для яких необхідно виконати моделювання їх систем управління

1. Автокрамниця

2. Ювелірний магазин

3. Супермаркет

4. Спортклуб

5. Турагентство

6. Стадіон

7. Басейн

8. Склад

9. Магазин будматеріалів

10. Інтернет - магазин

11. Приймальна комісія

12. Деканат

13. Банк

14. Автопідприємство

15. Вокзал

16. Аптека

17. Поліклініка

18. Лікарня

19. Рекламне агентство

20. Готель

21. Завод

22. Диспетчерська таксі

23. Диспетчерська вокзалу

24. Інтернет - провайдер

25. Оператор мобільного зв'язку

26. Гуртожиток

27. Ремонтна майстерня

28. Ательє пошиття

29. Автостанція

30. Школа

Додаток Б Варіанти завдань до завдання 3.1

Варіант завдання вибирається відповідно до свого номера за списком у журналі групи.

# № 1-А

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на реалізацію проекту, тис. грн.

*f*2 – рівень автоматизації, %

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – частка продукції підвищеної якості, %

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 20 | 70 | 3 | 70 |
|  | *x*2 | 22 | 60 | 7 | 60 |
|  | *x*3 | 25 | 75 | 6 | 50 |
|  | *x*4 | 28 | 80 | 10 | 65 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,20 | 0,24 | 0,14 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 15 | 60 | 2 | 50 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 30 | 100 | 10 | 80 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 17 | 80 | 9 | 75 |

# № 2-А

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на реалізацію проекту, тис. грн.

*f*2 – рівень автоматизації, %

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – частка продукції підвищеної якості, %

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 22 | 75 | 4 | 70 |
|  | *x*2 | 20 | 70 | 4 | 65 |
|  | *x*3 | 24 | 85 | 6 | 70 |
|  | *x*4 | 27 | 65 | 10 | 60 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,22 | 0,24 | 0,14 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 20 | 65 | 3 | 60 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 30 | 100 | 10 | 80 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 20 | 75 | 10 | 65 |

# № 3-А

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на реалізацію проекту, тис. грн.

*f*2 – рівень автоматизації, %

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – частка продукції підвищеної якості, %

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 22 | 75 | 6 | 70 |
|  | *x*2 | 24 | 70 | 6 | 65 |
|  | *x*3 | 25 | 70 | 7 | 75 |
|  | *x*4 | 26 | 80 | 8 | 75 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,12 | 0,20 | 0,45 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 22 | 65 | 3 | 60 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 28 | 100 | 10 | 80 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 24 | 75 | 10 | 75 |

# № 4-А

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на реалізацію проекту, тис. грн.

*f*2 – рівень автоматизації, %

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – частка продукції підвищеної якості, %

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 30 | 100 | 0 | 90 |
|  | *x*2 | 27 | 80 | 10 | 60 |
|  | *x*3 | 25 | 90 | 5 | 50 |
|  | *x*4 | 22 | 60 | 7 | 60 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,12 | 0,25 | 0,40 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 20 | 50 | 0 | 45 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 30 | 100 | 10 | 90 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 24 | 95 | 8 | 90 |

# № 5–B

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на розробку проекту, тис. грн.

*f*2 – строк розробки, мес.

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – кількість штатних співробітників, що вивільняють, після впровадження АСУП, чол.

Опреділити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 20 | 3 | 3 | 0 |
|  | *x*2 | 35 | 12 | 9 | 2 |
|  | *x*3 | 25 | 9 | 7 | 1 |
|  | *x*4 | 26 | 9 | 8 | 1 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,25 | 0,40 | 0,15 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 20 | 3 | 2 | 0 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 35 | 12 | 10 | 3 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 28 | 9 | 10 | 2 |

# № 6–B

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на розробку проекту, тис. грн.

*f*2 – строк розробки, мес.

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – кількість штатних співробітників, що вивільняють, після впровадження АСУП, чол.

Опреділити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 20 | 6 | 5 | 1 |
|  | *x*2 | 30 | 9 | 8 | 2 |
|  | *x*3 | 25 | 9 | 6 | 2 |
|  | *x*4 | 27 | 6 | 9 | 1 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,20 | 0,30 | 0,25 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 20 | 3 | 2 | 1 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 35 | 12 | 10 | 3 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 28 | 9 | 10 | 2 |

# № 7–B

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на розробку проекту, тис. грн.

*f*2 – строк розробки, мес.

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – кількість штатних співробітників, що вивільняють, після впровадження АСУП, чол.

Опреділити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 25 | 6 | 5,5 | 2 |
|  | *x*2 | 30 | 9 | 6 | 1 |
|  | *x*3 | 25 | 6 | 6,5 | 1 |
|  | *x*4 | 28 | 12 | 7 | 1 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,20 | 0,44 | 0,22 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 25 | 6 | 5 | 1 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 35 | 18 | 7 | 4 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 30 | 6 | 7 | 4 |

# № 8–B

Підприємство (або фірма) вирішило рішення систему керування виробництвом. Був оголошений конкурс, на який надійшли заявки від чотирьох фірм-розроблювачів програмного забезпечення АСУП.

Кожний проект АСУП оцінюється наступним набором приватних критеріїв:

*f*1 – витрати на розробку проекту, тис. грн.

*f*2 – строк розробки, мес.

*f*3 – приріст виробництва за рахунок автоматизації керування, %

*f*4 – кількість штатних співробітників, що вивільняють, після впровадження АСУП, чол.

Опреділити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 20 | 9 | 5 | 2 |
|  | *x*2 | 23 | 6 | 5 | 1 |
|  | *x*3 | 28 | 3 | 6 | 2 |
|  | *x*4 | 25 | 6 | 8 | 0 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,23 | 0,40 | 0,20 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 20 | 3 | 2 | 0 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 30 | 9 | 8 | 3 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 25 | 6 | 8 | 2 |

# № 9–C

Ваше підприємство ухвалило рішення щодо будівництві нового заводу. Є чотири проекти будівництва, кожний з яких оцінюється наступним набором техніко-економічних показників (часток критеріїв):

*f*1 – проектна потужність, тис. т

*f*2 – обсяг виробництва, тис. т

*f*3 – капітальні вкладення, млн. грн.

*f*4 – собівартість готової продукції, млн. грн.

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 100 | 90 | 3,9 | 3,2 |
|  | *x*2 | 150 | 136 | 4,5 | 3,8 |
|  | *x*3 | 125 | 115 | 4,2 | 3,6 |
|  | *x*4 | 170 | 150 | 4,9 | 4 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,44 | 0,22 | 0,22 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 100 | 75 | 3,5 | 2,2 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 200 | 195 | 6 | 5 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 200 | 180 | 5 | 4,2 |

# № 10–C

Ваше підприємство ухвалило рішення щодо будівництві нового заводу. Є чотири проекти будівництва, кожний з яких оцінюється наступним набором техніко-економічних показників (часток критеріїв):

*f*1 – проектна потужність, тис. т

*f*2 – обсяг виробництва, тис. т

*f*3 – капітальні вкладення, млн. грн.

*f*4 – собівартість готової продукції, млн. грн.

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 100 | 90 | 3,9 | 3,2 |
|  | *x*2 | 160 | 142 | 4,7 | 4 |
|  | *x*3 | 170 | 150 | 4,8 | 4,2 |
|  | *x*4 | 125 | 115 | 4,2 | 3,6 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,36 | 0,25 | 0,21 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 100 | 80 | 3,8 | 3 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 225 | 200 | 6 | 5 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 200 | 180 | 5,3 | 4,5 |

# № 11–C

Ваше підприємство ухвалило рішення щодо будівництві нового заводу. Є чотири проекти будівництва, кожний з яких оцінюється наступним набором техніко-економічних показників (часток критеріїв):

*f*1 – проектна потужність, тис. т

*f*2 – обсяг виробництва, тис. т

*f*3 – капітальні вкладення, млн. грн.

*f*4 – собівартість готової продукції, млн. грн.

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 110 | 98 | 4 | 3,3 |
|  | *x*2 | 160 | 144 | 4,7 | 4 |
|  | *x*3 | 125 | 117 | 4,2 | 3,6 |
|  | *x*4 | 175 | 155 | 5,1 | 4,1 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,32 | 0,25 | 0,23 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 100 | 85 | 3,8 | 3 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 225 | 190 | 6 | 5,2 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 200 | 180 | 5,3 | 4,5 |

# № 12–C

Ваше підприємство ухвалило рішення щодо будівництві нового заводу. Є чотири проекти будівництва, кожний з яких оцінюється наступним набором техніко-економічних показників (часток критеріїв):

*f*1 – проектна потужність, тис. т

*f*2 – обсяг виробництва, тис. т

*f*3 – капітальні вкладення, млн. грн.

*f*4 – собівартість готової продукції, млн. грн.

Визначити кращий проект методами мажоритарної, адитивної і геометричної згортками критеріїв.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 100 | 90 | 3,8 | 3,2 |
|  | *x*2 | 160 | 145 | 4,8 | 4 |
|  | *x*3 | 175 | 160 | 5,2 | 4,4 |
|  | *x*4 | 130 | 117 | 4,6 | 3,5 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,30 | 0,20 | 0,25 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 100 | 90 | 3,5 | 2,5 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 250 | 240 | 6,5 | 5,8 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 200 | 180 | 5 | 4,2 |

# № 13–D

Вам необхідно зробити партію виробів. У Вашому регіоні є 4 виробничих підприємств, здатних виконати це замовлення.

Кожне підприємство оцінюється наступним набором техніко-економічних показників:

*f*1 – можливості підприємства (можливий обсяг виробництва), тис. шт. на місяць

*f*2 – собівартість одиниці виробу, грн.

*f*3 – кількість повернень від споживача й ОТК, шт.

*f*4 – у тому числі непоправного шлюбу, шт.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви доручите виконання замовлення.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 150 | 17,8 | 380 | 125 |
|  | *x*2 | 120 | 15,5 | 400 | 105 |
|  | *x*3 | 180 | 17,8 | 390 | 120 |
|  | *x*4 | 180 | 18 | 360 | 130 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,28 | 0,22 | 0,10 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 100 | 15 | 300 | 100 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 200 | 20 | 450 | 150 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 190 | 16,5 | 300 | 100 |

# № 14–D

Вам необхідно зробити партію виробів. У Вашому регіоні є 4 виробничих підприємств, здатних виконати це замовлення.

Кожне підприємство оцінюється наступним набором техніко-економічних показників:

*f*1 – можливості підприємства (можливий обсяг виробництва), тис. шт. на місяць

*f*2 – собівартість одиниці виробу, грн.

*f*3 – кількість повернень від споживача й ОТК, шт.

*f*4 – у тому числі непоправного шлюбу, шт.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви доручите виконання замовлення.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 150 | 17,8 | 395 | 135 |
|  | *x*2 | 150 | 16,5 | 360 | 140 |
|  | *x*3 | 160 | 19,5 | 350 | 130 |
|  | *x*4 | 200 | 16,5 | 440 | 145 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,28 | 0,32 | 0,10 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 150 | 16,5 | 350 | 125 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 200 | 20 | 450 | 150 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 190 | 16,5 | 360 | 125 |

# № 15–D

Вам необхідно зробити партію виробів. У Вашому регіоні є 4 виробничих підприємств, здатних виконати це замовлення.

Кожне підприємство оцінюється наступним набором техніко-економічних показників:

*f*1 – можливості підприємства (можливий обсяг виробництва), тис. шт. на місяць

*f*2 – собівартість одиниці виробу, грн.

*f*3 – кількість повернень від споживача й ОТК, шт.

*f*4 – у тому числі непоправного шлюбу, шт.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви доручите виконання замовлення.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 150 | 17,6 | 325 | 135 |
|  | *x*2 | 170 | 16,5 | 385 | 140 |
|  | *x*3 | 160 | 17,7 | 375 | 125 |
|  | *x*4 | 200 | 16 | 420 | 145 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,28 | 0,32 | 0,10 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 150 | 15 | 300 | 100 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 250 | 20 | 450 | 150 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 250 | 16,5 | 320 | 125 |

# № 16–D

Вам необхідно зробити партію виробів. У Вашому регіоні є 4 виробничих підприємств, здатних виконати це замовлення.

Кожне підприємство оцінюється наступним набором техніко-економічних показників:

*f*1 – можливості підприємства (можливий обсяг виробництва), тис. шт. на місяць

*f*2 – собівартість одиниці виробу, грн.

*f*3 – кількість повернень від споживача й ОТК, шт.

*f*4 – у тому числі непоправного шлюбу, шт.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви доручите виконання замовлення.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 150 | 17,6 | 325 | 135 |
|  | *x*2 | 170 | 16,5 | 385 | 140 |
|  | *x*3 | 160 | 17,7 | 375 | 125 |
|  | *x*4 | 200 | 16 | 400 | 145 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,33 | 0,28 | 0,14 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 150 | 15 | 325 | 120 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 200 | 19,5 | 425 | 150 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 200 | 15,5 | 325 | 125 |

# № 17–E

Ви бажаєте придбати підприємство по видобутку вугілля. На аукціон виставлено 4 підприємства по по видобутку вугілля.

Кожне підприємство оцінюється за наступними критеріями:

*f*1 – потужність підприємства, млн. т

*f*2 – собівартість видобутку 1 т, грн.

*f*3 – питомі капітальні вкладення на видобуток і розвідку, грн. на 1 т

*f*4 – відстань від можливого споживача до пункту видобутку палива, км.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви віддасте перевагу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 10 | 7,2 | 14,8 | 1100 |
|  | *x*2 | 11,8 | 7,1 | 15 | 1050 |
|  | *x*3 | 9 | 6,7 | 15,7 | 550 |
|  | *x*4 | 10 | 7,2 | 13,6 | 1200 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,34 | 0,18 | 0,20 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 7,5 | 6 | 12,5 | 100 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 12,5 | 8 | 16 | 1200 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 12 | 6,2 | 12,5 | 250 |

# № 18–E

Ви бажаєте придбати підприємство по видобутку вугілля. На аукціон виставлено 4 підприємства по по видобутку вугілля.

Кожне підприємство оцінюється за наступними критеріями:

*f*1 – потужність підприємства, млн. т

*f*2 – собівартість видобутку 1 т, грн.

*f*3 – питомі капітальні вкладення на видобуток і розвідку, грн. на 1 т

*f*4 – відстань від можливого споживача до пункту видобутку палива, км.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви віддасте перевагу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 10 | 7,3 | 14,7 | 1100 |
|  | *x*2 | 11 | 7,3 | 14,6 | 950 |
|  | *x*3 | 13,5 | 7,4 | 15,4 | 1150 |
|  | *x*4 | 10 | 7,1 | 13,3 | 950 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,37 | 0,22 | 0,16 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 10 | 6 | 12 | 250 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 15 | 7,8 | 15,5 | 1200 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 15 | 6,2 | 12,5 | 250 |

# № 19–E

Ви бажаєте придбати підприємство по видобутку вугілля. На аукціон виставлено 4 підприємства по по видобутку вугілля.

Кожне підприємство оцінюється за наступними критеріями:

*f*1 – потужність підприємства, млн. т

*f*2 – собівартість видобутку 1 т, грн.

*f*3 – питомі капітальні вкладення на видобуток і розвідку, грн. на 1 т

*f*4 – відстань від можливого споживача до пункту видобутку палива, км.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви віддасте перевагу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 10 | 2,2 | 30 | 800 |
|  | *x*2 | 12,5 | 2,4 | 32,5 | 700 |
|  | *x*3 | 15 | 2,5 | 37,5 | 550 |
|  | *x*4 | 13 | 2,3 | 35 | 800 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,40 | 0,23 | 0,11 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 10 | 1,8 | 25 | 250 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 17,5 | 3 | 40 | 1000 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 15 | 1,8 | 25 | 300 |

# № 20–E

Ви бажаєте придбати підприємство по видобутку вугілля. На аукціон виставлено 4 підприємства по по видобутку вугілля.

Кожне підприємство оцінюється за наступними критеріями:

*f*1 – потужність підприємства, млн. т

*f*2 – собівартість видобутку 1 т, грн.

*f*3 – питомі капітальні вкладення на видобуток і розвідку, грн. на 1 т

*f*4 – відстань від можливого споживача до пункту видобутку палива, км.

Методами мажоритарної, адитивної і геометричної згорток визначити підприємство, якому Ви віддасте перевагу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Проекти | Приватні критерії | | | |
|  | *f*1 | *f*2 | *f*3 | *f*4 |
|  | *x*1 | 5 | 4,5 | 36 | 25 |
|  | *x*2 | 7 | 4,3 | 37 | 60 |
|  | *x*3 | 4,5 | 4,5 | 36 | 15 |
|  | *x*4 | 6 | 4,6 | 34 | 50 |
| Відносний коефіцієнт значимості критерію | *λi* | … | 0,35 | 0,15 | 0,22 |
| Мінімально припустиме значення критерію | *v i−* | 3 | 4 | 30 | 10 |
| Максимально припустиме значення критерію | *v i+* | 7,5 | 5,5 | 40 | 100 |
| Ідеальний проект | *f* (*x*\*) | 7 | 4 | 35 | 15 |

Додаток В ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

* 1. Загальні вимоги до тексту записки

Пояснювальну записку до дипломного проекту (роботи) виконують з використанням комп'ютера на аркушах білого паперу формату А4 з одного боку аркуша. Розмір полів аркуша: верхнє та нижнє – 2см, ліве – 2,5см, праве – 1см.

Сторінки записки нумерують арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації. Номер друкують у верхньому правому куті сторінки без крапки в кінці.

Текст записки вирівнюється «по ширине», абзацний відступ - 1,5см, міжрядковий інтервал - «полуторный».

Тип шрифту - Times New Roman; накреслення – «обычный»; розмір - 14; колір - чорний.

Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням коректором з наступним нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту або графіки чорним кольором.

Власні назви в записці наводять мовою оригіналу. Допускається наводити назви організацій у перекладі на мову записки, додаючи (при першій згадці) оригінальну назву.

Скорочення слів і словосполучень, які використовуються у записці, повинні відповідати чинним стандартам із бібліотечної та видавничої справи.

Оформлення заголовків розділів та підрозділів

Розділи і підрозділи записки обов’язково повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки **розділів** нумерують арабськими цифрами, друкують великими літерами по центру без крапки після номеру розділу. В кінці назви розділу крапку не ставлять. Кожний розділ записки повинен починатися з нової сторінки.

Заголовки **підрозділів** записки нумерують у межах розділу (наприклад, 2.1, 2.2), набирають з абзацного відступу маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюють, крапку після номеру підрозділу та в кінці назви не ставлять. Слід враховувати, що в заголовках розділів і підрозділів перенесення слів заборонене.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою.

Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути: не менше, ніж два рядки.

Відстань між рядками заголовка приймають такою, як у тексті.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено менше, ніж два рядки тексту.

Всім заголовкам повинні бути надані відповідні стилі, з урахуванням ієрархії. Тобто заголовок розділу повинен мати стиль *Заголовок 1*, підрозділу - *Заголовок 2* і т. ін. Для цього слід скористатися командою Word *Формат\Стили и форматирование*. У подальшому слід установити курсор у місце вставки змісту пояснювальної записки, вибрати команду: *Вставка\Ссылка\Оглавление и указатели*…, на вкладці *Оглавление* встановити потрібні опції і виконати команду.

Оформлення ілюстрацій

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми) слід розміщувати в записці безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання в тексті записки.

Кожна ілюстрація повинна мати назву. Назву ілюстрації розміщують під ілюстрацією з абзацного відступу. Назва починається словом «Рисунок», далі вказуються номер ілюстрації і через дефіс власне назва цього рисунка. Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, рисунок 3.2 (другий рисунок третього розділу).

При необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (під- малюнковий текст). В цьому разі назва ілюстрації набирається під пояснювальними даними.

Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна переносити її на інші сторінки, вміщуючи назву ілюстрації на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначають: “Продовження рисунка” із зазначенням номера рисунка.

При першому посиланні в тексті на рисунок рекомендується вказати його повний номер, наприклад, (рисунок 5.1), при повторному посиланні – додавати «див.», наприклад, (див. рис. 5.1).

Оформлення таблиць у тексті записки

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті записки. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу.

Кожна таблиця, що наводиться в тексті записки повинна мати назву. Назва розміщується над таблицею зліва і складається із слова «Таблиця», номера таблиці, а далі через дефіс вказується власне назва таблиці (малими літерами, крім першої великої). Наприклад,

Таблиця 2.2 - Основні вимоги до функцій проектованої системи "Аналіз роботи транспортної одиниці"

Якщо таблиця займає декілька сторінок записки, то назву таблиці вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження таблиці» із зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф таблиць починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки й підзаголовки граф указують в однині.

Якщо текст таблиці повторюється у суміжних рядках і складається з одного слова, тоді допускається замінити його лапками, якщо – з двох і більше слів, тоді при першому повторюванні його заміняють словами “Те саме”, а надалі - лапками. Не допускається ставити лапки замість цифр, знаків, математичних символів, що повторюються. У графах таблиці, де даних немає, ставлять дефіс.

Оформлення переліків

Переліки, за потреби, можуть бути наведені всередині пунктів або підпунктів. Перед переліком ставлять двокрапку.

Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи - дефіс (першій рівень деталізації).

Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня - відступом відносно місця розташування переліків першого рівня.

Оформлення формул та рівнянь

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище й нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено один вільний рядок.

Формули й рівняння слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку. Якщо в пояснювальній записці тільки одна формула чи рівняння, їх нумерують так само.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом “де” без двокрапки.

Наприклад:

Z=(M1-M2)/(D12+D22)1/2, (3.2)

де М1 ,М2 - математичне очікування;

D1, D2 - середнє квадратичне відхилення міцності та навантаження.

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Якщо переносять формули або рівняння на знакові операції множення, застосовують знак "х" .

Використання посилань

Посилання в тексті пояснювальної записки на літературні джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, “…у роботах [1-4]…”.

При посиланнях на розділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери. При посиланнях слід писати: “…у розділі 4…”, “…дивись 2.1…”, “…у відповідності з 2.3.4…”, “…відповідно до 2.3.4.1…”, “…на рис. 1.3…” або “…на рисунку 1.3…”, “…у таблиці 3.2…”, “…(див. табл. 3.2)…”, “…за формулою (3.1)…”, “…у рівняннях (1.23)-(1.25)…”, “…у додатку Б…”.

Оформлення додатків

Додатки слід оформляти як продовження записки на її наступних сторінках, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті пояснювальної записки.

Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, який друкують вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути написано слово “Додаток”, далі набирається велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, «Додаток А», «Додаток Б» і т.д.

При необхідності текст додатків може поділятися на розділи, підрозділи, пункти й підпункти, які слід нумерувати в межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатка А; Г.3.1 – підрозділ 3.1 додатка Г; Д.4.1.2 – пункт 4.1.2 додатка Д; Ж.1.3.3.4 – підпункт 1.3.3.4 додатка Ж.

Ілюстрації, таблиці, формули та рівняння, що є у тексті додатка, слід нумерувати в межах кожного додатка, наприклад, малюнок Г.3 – третій малюнок додатка Г; таблиця А.2 – друга таблиця додатка А; формула (А.1) – перша формула додатка А.

Джерела, що цитують тільки у додатках, необхідно розглядати незалежно від тих, які цитують в основній частині записки, а тому вони повинні бути перелічені наприкінці кожного додатка в переліку посилань.

Якщо у записці у якості додатка використовується документ, що має самостійне значення й оформляється згідно з вимогами до документа даного виду, його копію вміщують без змін в оригіналі. Перед копією документа вміщують аркуш, на якому посередині пишуть або друкують слово “Додаток\_\_” і його назву (при наявності), праворуч у верхньому куті аркуша проставляють порядковий номер сторінки. Сторінки копії документа нумерують, продовжуючи наскрізну нумерацію сторінок записки (не займаючи власної нумерації сторінок документа).

Приклади бібліографічного оформлення

У відповідності до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ. БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ. Общие требования и правила составления бібліографічний опис літератури у розділі «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» необхідно виконувати, спираючись на наведені приклади:

**• Книга одного автора:**

Андреев, В. В. Как организовать делопроизводство на предприятии [Текст] / В. В, Андреев. — М.: ИНФРА-М, 1997. — 94 с.

**• Книга двух авторов:**

Белов, А. В. Финансы и кредит [Текст]: учеб. / А. В. Белов, В. Н. Николаев ; КНУ им. Т. Г. Шевченко, —-К. : Университет, 2004.— 215 с — Библиогр. : с. 213—215. — ISBN 5-7042-1441-Х.

**• Книга трех авторов:**

Агафонова, Н. Н. Гражданское право [Текст]: учеб, пособие / Н. Н. Агафонова, Т. В.

Богачева, Л. И. Глушкова; под общ. ред. А. Г. Калпина; МОН Украины. — 2-е изд.,

перераб. и доп. — X.: Фактор, 2000. — 542 с. — (Университетская книга).

**Книга четырех авторов:**

Елементи інформатики [Текст]: довідник / В. С. Височанський, А. I. Кардаш, В. С. Костев, В. В. Черняхівський. — К.: Наук, думка, 2003. - 192 с.

**• Книга пяти авторов и более:**

Коротковолновые антенны [Текст]: учеб, пособие / Г. 3. Айзенберг, С. П. Белоусов, Я. М. Журбин и др.; под общ. ред. А. А. Стогния. — 2-е изд. — М.: Радио и связь, 2003. — 192 с.

**• Переводное издание:**

Нойман, Э. Происхождение и развитие сознания [Текст] : пер. с англ. — К. : Ваклер ; М. : Реал-бук, 1998. —462с.

**• Книги под заглавием:**

Информационные технологии в маркетинге [Текст]: учеб. / под ред. Г. А. Титаренко. — М. : ЮНИТИ, 2000. — 335 с. — (Texbook). — 13BK 5-238-00154-1

**• Многотомное издание, отдельный том:**

Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]. Т. 1. Механика. Молекулярная физика : учеб. пособие / И. В. Савельев. —• 2-е изд., перераб. — М.: Наука, 1982. — 432 с.

**• Статьи из журналов;**

Гончаров, В.А. Численная схема моделирования дозвуковых течений вязкого сжимаемого газа [Текст] / В. А. Гончаров, В. М. Кравцов // Журн. вычисл. математики и мат. физики, — 1988. —Т. 28. №12.—С. 1858—1866.

Анализ направляемого движения электрической дуги по массивному электроду, покрытому тонким слоем изолятора [Текст] // Приклад, физика. — 2001. —№ 3. — С. 58—67.

**• Сборники научных трудов:**

Отчет о выполнении плана научно-исследовательских работ за 2003 год [Текст] : сб. науч. тр. / Рос. Акад. мед. наук, Сиб. отд. — Новосибирск : СО РАМН, 2004. — 83 с.

**• Тезисы конференций:**

Образование, наука, производство: пути углубления интеграции и повышения качества инженерного образования [Текст] : тез. докл. науч.-практ. конф. (окт. 2000) / отв. ред. В. Г. В до вен ко. — Красноярск : САА, 2000. - 53 с.

**• Материалы конференций:**

Проблемы экономики, организации и управления реструктуризацией и развитием предприятий промышленности, сферы услуг и коммунального хозяйства [Текст] : материалы IV междунар. науч.-практ. конф., 30 марта 2005 г. Новочеркасск / рсдкол.: Б. Ю. Серебряков (отв. ред.). — Новочеркасск : Темп, 2005. — 58 с.

**• Стандарты, технико-экономические и технические документы:**

ГОСТ Р 517721-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст] . — Введ. 2002-01-01. — М. : Изд-во стандартов, 2001. — 27 с.

Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых горными работами территориях [Текст : СП 522-85. — Утв. Госстроем СССР 03.05.86. — Изд. офиц. — М.: Стройиздат. 1986. — 32 с.

**• Авторские свидетельства, патенты:**

А. с. 1007970 СССР, МПК В 25 Л 15/00. Устройство для захвата деталей [Текст] / Ваулин В. С, Калов В. К. (СССР). — 3360585/25-08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. *№* 12.

**— 2 с.**

Приемопередающее устройство [Текст] : пат. 2187888 Рос. Федерация: МГЖ7 Н 04 В 1/38, Н 04 .1 13/ 00 / Чугаева В. И.,; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч.-исслед. ин-т связи.—Ms2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 32. — 3 с.

**• Отчеты о НИР:**

Оценка эффективности автоматизированных ИПС [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / ВНТИЦентр ; рук. М. И. Иванов. — ОД 02604-И5В ; ГР 01821100006 ; Инн. Б452743. — М., 1982.—90с.

**• Диссертации:**

Антопольский, А. Б. Лингвистическое описание и оценка информационных языков [Текст] : дис.... канд. филол. наук / А. Б. Антопольский, — М., 1969. — 404 с.

**• Авторефераты диссертаций:**

Бутковский, О. Я. Обратные задачи хаотичной динамики и проблемы предсказуемости хаотичных процессов [Текст]: автореф. дис.... д-ра физ.-мат. наук : 01.04.03 / О. Я. Бутковский ; [Ин-т радиотехники и электроники РАН]. — М., 2004. — 39с. **Электронные ресурсы:**

**• Удаленного доступа:**

Основные направления исследований, основанные на семантическом анализе текстов [Электронный ресурс] / С.-Петерб. гос. ун-т, фак. прикладной математики - процессов управления.— Режим доступа : \www/ URL: http://apmath.spdu/ru/ru/stafF/tuzov/onapr.html/ — 10.12.2004 г. — Загл. с экрана.

**• Локального доступа:**

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]: интеракт. учеб. — Электрон, дан. и прогр. -СПб.: Питер Ком, 1997. — 1 электрон, опт. диск (CD-ROM). — Систем. требования : ПК от 486 DX 66 МГц; RAM 1616 Мб; Windows 95 ; зв. плата, — Загл. с этикетки диска.

зміст

[Вступ 3](#_Toc320519300)

[1 Робоча програма дисципліни « Економічна кібернетика » 4](#_Toc320519301)

[2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 6](#_Toc320519302)

[2.1 Порядок підготовки та захисту контрольної роботи 6](#_Toc320519303)

[2.2 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки 6](#_Toc320519304)

2.3 [Структура контрольної роботи та загальні вимоги до її виконання 7](#_Toc320519305)

[2.4 Методика виконання завдання №1 8](#_Toc320519306)

2.5 Порядок виконання завдання № 1

[2.6 Методика виконання завдання №2 9](#_Toc320519307)

2.7 Порядок виконання завдання № 2 20

[2.8 Методика виконання завдання №3 9](#_Toc320519307)

2.9 Порядок виконання завдання № 3

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

[Рекомендована література 25](#_Toc320519308)

[Додаток А Варіанти вхідних даних до завдання 2.1 і курсової роботи…………](#_Toc320519310)

Додаток Б Варіанти завдань до завдання 3.1

Додаток В Правила оформлення пояснювальної записки