

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

На правах рукопису

Чвиров Дмитро Олексійович

УДК 621.3.066

**ОРГАНІЗАЦІЯ ДИНАМІЧНОЇ РЕКОНФІГУРАЦІЇ ПРОЦЕСІВ
В РОЗПОДІЛЕНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.**

**Спеціальність 05.13.08 - Обчислювальні машини, системи
та мережі, елементи та пристрої
обчислювальної техніки
та систем керування**

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

КИЇВ 1996



00752591 (Т)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут" на кафедрі обчислювальної техніки.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Широчин Валерій Павлович

Науковий консультант: кандидат технічних наук, доцент
Симоненко Валерій Павлович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Хаджинов Володимир Віталійович
кандидат технічних наук, доцент
Елизаренко Геннадій Миколайович

Провідна організація: Інститут кібернетики НАН України

Захист відбудеться "30" вересня 1996 р. о 14.30 годині
на засіданні спеціалізованої Ради Д 01.02.06 у Національному
технічному університеті України "Київський політехнічний інститут"
(м.Київ, проспект Перемоги, 37, корп.18, ауд.306)

Відгуки на автореферат у двох екземплярах, завірені печаткою
установи, просимо надсилати за адресою:
252056, м.Київ, проспект Перемоги, 37, НТУУ, Вченому секретарю.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного
технічного університету України.

Автореферат разіслано "30" серпня 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої Ради
доктор технічних наук,
професор

О.В.Бузовський

АНОТАЦІЯ.

Метою даної дисертаційної роботи є розробка та дослідження методів та засобів забезпечення відмовостійкості багатомашинних та багатопроцесорних обчислювальних систем класу МКМД на основі реконфігурації процесів з мінімізацією часу відновлення работоспроможності.

Для досягнення цієї мети в дисертації розв'язуються такі задачі:

1. Порівняльний аналіз характеристик сучасних розподілених операційних систем і формування вимог для організації виконання процесів з можливістю динамічної реконфігурації.

2. Дослідження оптимальних алгоритмів балансування навантаження обчислювальної потужності багатопроцесорних обчислювальних систем з використанням механізму розподілення кластерів.

3. Розробка архітектури розподіленої відмовостійкої операційної системи, що забезпечує автоматичне реконфігурування та балансування навантаження в умовах зовнішнього недетермінованого впливу.

4. Дослідження принципів побудови інструментальних засобів для проектування відмовостійкого цільового програмного забезпечення.

5. Розробка програмного забезпечення спеціалізованої мережі з реконфігурацією у випадках відмови і захищеними процедурами міжмашинної взаємодії.

Автор захищає:

1. Спосіб представлення процесів в відмовостійкій операційній системі, який базується на засобі "великозернистого" розпаралелювання розріджених лінійних кластерів.

2. Модифікований кластерний алгоритм домінантної послідовності з застосуванням евристики поглинання кластерів для балансування обчислювального навантаження процесорів.

3. Архітектуру розподіленої операційної системи, що забезпечує динамічне реконфігурування процесів у випадках відмов процесорних елементів і автоматичне балансування їх навантаження.

4. Методику оцінки надійності розподіленого обчислювального комплексу класу МКМД, що застосовує підвищення відмовостійкості програмними засобами.

5. Методику оцінки часових витрат при реконфігурації процесів у випадках відмови процесорних елементів обчислювальної системи.

6. Структурну і функціональну організацію інструментальних засобів для побудови відмовостійкого цільового програмного забезпечення.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. Впровадження багатопроесорних обчислювальних систем дозволило вирішити протиріччя між постійно зростаючими потребами в швидкодіючих і надійних засобах обчислень і лімітом технічних можливостей на даному етапі. Відомо, що модульний принцип створення архітектури обчислювальної системи, усіх її ресурсів є основною необхідною умовою для кардинального рішення проблеми надійності. За допомогою багатопроесорної ЕОМ, яка має ідентичні модулі кожного виду ресурсів (обчислювальних та спеціалізованих процесорів, оперативної та зовнішньої пам'яті, модулів вводу-виводу), з'являється можливість забезпечити завдану надійність обчислювального процесу введенням надлишковості апаратними, апаратно-програмними та програмними засобами. Великий об'єм апаратних і програмних засобів в розроблюваних швидкодіючих багатопроесорних ЕОМ обумовлює достатньо великий рівень потоку несправностей (сбоїв та відмов елементів). Усе це потребує вельми ефективної роботи операційної системи по автоматичному відновленню роботоспроможності. В зв'язку з цим актуальними є питання вдосконалення операційної системи (програмних засобів) що забезпечують функціонування багатопроесорної ЕОМ.

Методи досліджень: базуються на використанні основних положень теорії множин, теорії графів, теорії операційних систем, теорії алгоритмів, теорії ймовірностей, теорії і методах структурного проектування, теорії моделювання.

Наукова новина:

- розроблено спосіб представлення процесів в відмовостійкій операційній системі у вигляді "великозернистих" розріджених лінійних кластерів, що на відміну від існуючих дозволяє трансформувати граф завдання таким чином, що деякі лінійні розріджені кластери можуть поглинати процеси з кластера процесорного елемента, що відмовив, і трансформуються в зосереджені лінійні кластери і навіть нелінійні кластери;

- на підставі способу представлення процесів розроблено модифікований кластерний алгоритм доміантної послідовності з застосуванням евристики поглинання кластерів для балансування обчислювального навантаження процесорів, який забезпечує відображення трансформованого графу завдання на граф обчислювальної системи;

- запропонована архітектура розподіленої операційної системи, яка на відміну від існуючих ОС з "монолітним" ядром, забезпечує динамічну реконфігурацію процесів у випадках відмов процесорних елементів і автоматичне балансування їх навантаження, що застосовує процеси - менеджери збереження змінних сегментів завдання в оперативній пам'яті та процеси - менеджери реконфігурування;

- розроблена методика оцінки надійності розподіленої обчислювальної системи класу МКМД, що забезпечує відмовостійкість програмними засобами, яка дозволяє розраховувати параметри обчислювальної системи на підставі графу завдання, що на ній виконується.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що використання запропонованих способів, алгоритмів та засобів аналізу і побудови архітектури розподілених операційних систем дозволяє створювати обчислювальні системи класу МКМД із завданними характеристиками відмовостійкості суто програмними методами.

Вірогідність теоретичних результатів, висновків та рекомендацій підтверджується в ході виконання держ. бюджетних робіт на кафедрі обчислювальної техніки КПІ при вирішенні практичних задач побудови розподіленої операційної системи для моделювання динаміки автоматичної безпілотної посадки аерокосмічного апарату та побудови спеціалізованої мережі з реконфігурацією у випадках відмови і захищеними процедурами міжмашинної взаємодії.

Впровадження результатів. Основні результати дисертаційної роботи використані при виконанні науково-дослідних робіт кафедри обчислювальної техніки: "Исследование принципов организации и построения многозадачной распределенной операционной системы реального времени (МРОСПВ)", замовник НВО "Молния", м. Москва; проекту "Захист-41" у рамках теми №3001 "Розробка розподіленого операційного середовища спеціалізованої відомчої мережі з реконфігурацією у випадках відмов машин та захищеними процедурами міжмашинної взаємодії", замовник - Державна служба України з питань технічного захисту інформації.

Апробація роботи. Основні наукові результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: республіканському семінарі

"Параллельные структуры и параллельные вычисления" (м. Севастополь 1991 р.), науково-технічному семінарі "Проблеми моделювання динамічних систем в розподілених середовищах" (МАП, м. Москва 1991 р.), методичному семінарі "Розподілені операційні системи реального часу" (НВО "Квант" м. Київ 1991 р.), національній конференції "Проблеми захисту інформації в державних організаціях та установах" (м. Київ 1994 р.)

Публікації: За темою дисертації опубліковано 9 друкованих праць.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох глав, заключної частини, списку літератури та трьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 147 сторінок друкованого тексту, 20 малюнків, 8 таблиць та списку літератури з 123 найменувань.

У вступі наведено обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, формулюється мета та задачі дослідження та основні положення, які винесено на захист.

У першій главі розглядаються особливості і архітектура багато-процесорних платформ для встановлення розподілених операційних систем і особливості організації системного програмного забезпечення розподілених систем. Доведена порівняльна характеристика алгоритмів балансування навантаження в розподілених операційних системах. Сформульовані вимоги до розподілених операційних систем для організації відмовостійкого обчислювального процесу.

Друга глава присвячена розробці математичної моделі надійності багатопроцесорної слабозв'язаної деградуєючої обчислювальної системи, розглянуті способи організації обчислювального процесу при великозернистому розпаралелюванні, запропоновані алгоритми динамічної реконфігурації процесів.

У третій главі зображені запропоновані методи побудови відмовостійкого обчислювального процесу в розподіленій операційній системі, які базуються на великозернистому розпаралелюванні, проаналізовані втрати часу при динамічній реконфігурації обчислювального процесу в деградуєючій системі, запропонована архітектура розподіленої ОС і сформульовані вимоги до інструментального програмного забезпечення для побудови програм, що реконфігурують.

У четвертій главі розглядаються обчислювальні комплекси і системи підвищеної відмовостійкості з елементами безпеки на основі розподілених операційних систем, які використовувалися для вирішення задачі "автоматична безпілотна посадка аерокосмічного апарата" і

організації спеціалізованої відомчої мережі з реконфігурацією у випадках відмови і захищеними процедурами міжпроцесової взаємодії.

У заключній частині наводяться основні результати роботи.

У першому додатку наводяться акти впровадження результатів роботи в НВО "Молнія" та ДСТЗИ України. У другому та третьому додатках наведені лістинги ядра розподіленої ОС та задачі "автоматична безпілотна посадка аерокосмічного апарата".

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ.

Проблема забезпечення надійного функціонування обчислювальних систем, що призначені для управління складними об'єктами і процесами у реальному та модельному часі є традиційно важливою задачею, яка відображена у роботах В.О.Гуляєва, О.Г.Додонова, С.Б.Погребинського, та ін. Особливо актуальна ця задача для систем з розподіленою обробкою інформації (РОІ) і побудови розподілених операційних систем (РОС) спеціалізованих обчислювальних комплексів.

Основною необхідною умовою для вирішення проблеми надійності є побудова архітектури обчислювальної системи (ОС) по модульному принципу. Застосування принципу апаратного дублювання ідентичних модулів кожного виду ресурсів (процесорних елементів, оперативної і зовнішньої пам'яті, каналів міжпроцесорного зв'язку), дозволяє забезпечити будь-яку завдану надійність обчислювального процесу. Проте наявність великого обсягу апаратних засобів при реалізації цього методу спричиняє досить високу інтенсивність потоку несправностей. Це вимагає застосування спеціальних механізмів автоматичного відновлення працездатності ОС, що покладаються на розподілену операційну систему, яка управляє багато процесорною ОС.

У дисертаційній роботі виконан аналіз і проведена класифікація особливостей побудови систем РОІ, організації обчислювального процесу у них і вимог до структури системного програмного забезпечення, яке забезпечує характеристики підвищеної відмовостійкості і враховує особливості цих систем.

Для вирішення цих задач виділяють два підходи: архітектурний і програмний.

Аналіз рішення задач побудови відмовостійких систем РОІ архітектурними засобами на основі сильнопов'язаних і слабопов'язаних систем має визначені особливості, що обмежують їх застосування.

Кожний вид має як переваги, так і вади. У випадку слабопов'язаних систем полегшується локалізація відмов і не виникає небезпека руйнування даних у всій системі на випадок відмовлення одного з вузлів.

Проте, істотними вадами такого підходу є необхідність дублювання у кожному вузлі копії операційної системи, системи управління базами даних, комунікаційних програм, програмного забезпечення спільного користування.

Окрім цього ускладнений доступ до локальних пристроїв введення-виведення вузла що відмовив і спільне використання загальносистемних ресурсів.

У сильнопов'язаних системах зберігається тільки по одній копії необхідного програмного забезпечення і кожний процесорний елемент має доступ до всієї доступною пам'яті і одержує доступ до всіх пристроїв введення-виведення. У таких системах значно ефективніше вирішується задача завантаження вузлів мережі і використання ресурсів системи в цілому. Проте цей підхід має явну ваду - наявність помилки у роботі або відмовлення якого-небудь елемента може потенційно призвести до руйнування даних у всій системі.

Таким чином основними вадами архітектурного підходу є: велика архітектурна складність, підвищена спеціалізація, висока вартість, низька здатність до реконфігурації, великий час реконфігурації.

Проведений у главі аналіз дозволяє виділити характерні особливості властиві відмовостійким ОС РОІ:

- TANDEM - подвійна міжпроцесорна шина, спарені процесорні елементи, міжпроцесорний обмін здійснюється по двох високопродуктивних двонаправлених шинах;
- SEQUOIA - сегментована дубльована системна шина, процесорний елемент з дубльованими процесорами;
- DEC - дубльовані процесорні елементи, дубльовані шини;
- Hewlett - Packard - дублювання процесорів у дубльованих процесорних елементах.

Програмний підхід до рішення вищеперелічених задач не має цих вад і володіє рядом переваг: легке перебудування, низька вартість супроводу і експлуатації, висока здатність до реконфігурації, малий час

реконфігурації, плавна деградація до завданого рівня при відмові вузлів.

Тому у роботі основну увагу уділено програмному підходу.

Операційні системи для відмовостійких ОС РОІ повинні забезпечувати всі функції відмовостійкості, реалізовані при архітектурному підході і нові функції що сформульовані в роботі.

Під розподіленою операційною системою, будемо розуміти сукупність керуючих і службових програм, що виконуються у кожному автономному вузлі ОС і забезпечуючих поруч із звичайними функціями однопроцесорних операційних систем єдиний спосіб міжпроцесові взаємодії, ведення служби точного часу, підтримання глобальної інформації про стан всієї системи і виконання на декількох незалежних автономних процесорах, що мають свою власну локальну пам'ять і взаємодіючих між собою.

Основою управління в таких системах є процес.

Для багатопроцесорних систем визначення процесу і використання його для управління їм спеціальних структур даних вимагає розгляд його у просторово-часових координатах на відміну від часових координат однопроцесорних систем навіть для реалізації багатопрограмних режимів роботи у відомих системах (UNIX, WINDOWS NT та ін.)

Такий підхід обумовлює появу задач, що вирішуються у межах РОС РОІ, таких як синхронізація (пов'язана зі - службою єдиного точного часу) та проблеми втрати інформації.

Для рішення цих задач є зручним підхід до проектування архітектури операційних систем з застосуванням "мікроядер". Цей підхід дозволяє забезпечити визначені переваги з точки зору управління.

Мікроядро це сукупність резидентних системних програм з обмеженими функціональними можливостями. На відміну від складу традиційного ядра операційних систем, яке призначено для безпосередньої підтримки прикладних програм і управління ресурсами, мікроядро служить фундаментом побудови операційних систем, що настроюються, з характеристиками, що задаються при виконанні функцій, які пов'язані тільки з підвищенням ефективності системи у цілому і вирішення задач надійності.

Мікроядра реалізують наступні функції: міжпроцесова взаємодія, нижнерівневе управління процесами, нижнерівневе управління пам'яттю, управління введенням-виведенням.

Для забезпечення відмовостійкості, мікроядра і пов'язані з ними службові системні процеси, повинні володіти додатковими необхідними властивостями, а їх відсутність перешкоджає забезпеченню надійності.

Управління процесами у просторово-часових координатах пов'язане з вирішенням задач балансування завантаження вузлів, а також переміщення, локалізації відмовлення, реконфігурації, доцільності застосування розрозумного дублювання, адресності переміщення та ін.

Існують два основних класа алгоритмів балансування навантаження процесорів: централізовані і розподілені.

Централізовані реалізуються на центральному сервері і визначають, коли і куди потрібно перенести процеси. Розподілені алгоритми дозволяють кожному клієнтові приймати своє власне рішення, яке засноване на даних, які глобально доступні, або через широкомовну передачу або набір даних, що розділяється (системну таблицю або файл). Ці алгоритми володіють істотними вадами, які обмежують їх область використання і застосування. У роботі сформульовані вимоги до системи балансового планування процесів у РОІ з точки зору надійності.

Рішення задачі у межах теми дисертації вимагає нових підходів з точки зору балансування завантаження та планування завдань у відмовостійких РОС РОІ. Таким чином на основі аналізу особливостей РОІ і принципів побудови ОС РОІ сформульовані вимоги до відмовостійких операційних систем:

- просторово-часова підтримка багатопроцесорності;
- наявність мікроядра;
- гнучкість у підтримці ефективного нарощування системи;
- діагностика відмов апаратури, їх локалізація;
- автоматичне балансування системи;
- автоматичне відновлення системи, підтримка сервісних робіт без зупинки системи;
- підтримка систем дублювання основних елементів, забезпечення "прозорого" переходу на резервні елементи;
- синхронізація процесів і забезпечення міжпроцесової взаємодії;
- захист інформації;
- наявність засобів системометрії.

У дисертації виконано дослідження математичної моделі надійності деградуючої системи.

Дослідження моделі виконувалось по наступних критеріях: функція ймовірності безвідмовної роботи до того як система вийде за

деякі граничні значення, час напрацювання на відмовлення з заданою ймовірністю, час між двома відмовленнями.

При цьому входними даними були такі як: найбільш розповсюджені топології - повнопов'язана система, гіперкуб, шина; продуктивність процесора, об'єм оперативної пам'яті, швидкість передачі по каналах зв'язку; потоки відмовлень елементів.

Методикою рішення являлось формування дерева несправностей і виведення функції у кожній точці.

Відома (класична) базова модель надійності ОС не відображає особливостей відмовостійких системи обробки інформації у ОС POI бо в ній не враховані топологія, кількість передач між різними вузлами. Тому у роботі введена модифікована модель.

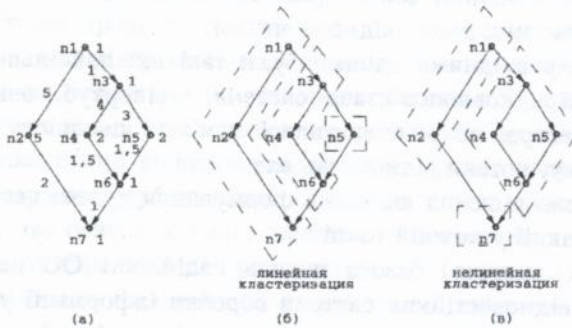
Однією з характеристик моделі є зменшення кількості передач, яке пов'язано з рішенням задач організації обчислювального процесу і статичним попереднім плануванням.

У роботі виконано дослідження питань кластеризації ациклічних орієнтованих графів які відображують задачі з наслідуванням. Введені наступні поняття: лінійний кластер, нелінійний кластер, послідовне виконання при нелінійній кластеризації, паралельне виконання при лінійній кластеризації, розріджений лінійний кластер, зосереджений лінійний кластер, коефіцієнта зернистості, мінімальних і оптимальних часів виконання і на їх основі розроблений алгоритм названий модифікований кластерний алгоритм домінантної послідовності.

На Мал. 1.(а) зображений орієнтований ациклічний граф процесів, Мал. 1.(б) зображує лінійну кластеризацію с трьома кластерами: $\{n_1, n_2, n_7\}$, $\{n_3, n_4, n_6\}$, $\{n_5\}$ и Мал. 1.(в) - нелінійну кластеризацію с кластерами $\{n_1, n_2\}$, $\{n_3, n_4, n_5, n_6\}$ и $\{n_7\}$.

На основі цих понять розроблені процедури над ними. Виконання операцій кластеризації вимагає значно меншого числа операцій в порівнянні з відомими алгоритмами: одношаговими (класичне списочне планування, евристика модифікованого критичного шляху) та багатошаговими (кластерний алгоритм Шаркара, кластерний алгоритм домінантної послідовності Янга).

Не змінюючи експоненційних характеристик рішення задачі кластеризації за рахунок розроблених процедур декомпозиції завданого графу вдалося одержати підграфи меншої розмірності і таким чином вплинути на час рішення.



Малюнок 1. (а) ОАГП; (б) лінійна кластеризація;
 (в) нелінійна кластеризація.

Окрім цього у роботі розглянуті способи і методи організації обчислювальної задачі при крупнозернистому розпаралелюванні.

Розглянуті елементи теорії, які дозволяють розраховувати паралельний час виконання при формуванні розріджених лінійних кластерів.

Питання балансування завантаження вузлів мережі вирішуються у роботі з притягненням поняття і операцій над розрідженими лінійними кластерами, а злиття кластерів здійснюється на основі розробленого евристичного алгоритму поглинання всіх видів кластерів.

У роботі розроблені процедури оптимізації при формуванні розріджених лінійних кластерів.

При формуванні розріджених лінійних кластерів виконуються наступні операції:

- розкладання програм і даних на частини,
- обчислення терезових коефіцієнтів орієнтованого ациклічного графа процесів.

У роботі запропоновані методи побудови обчислювального процесу у відмовостійкій розподіленій операційній системі. Методи забезпечують незалежність від обчислювального процесу, прозорість для обчислювального процесу, мінімальний час реконфігурації.

Вхідними даними для дослідження був ациклічний орієнтований граф процесів. Обчислювальна задача уявляється у вигляді орієнтованого ациклічного графу процесів, завданого четвіркою $G=(V,E,C,T)$ де $V=\{n_i, i=1:v\}$ - чисельність вузлів графа, що позначають процеси і $v=$

V є кількість вузлів, E - численність ребер графа, що позначають міжпроцесові взаємодії і $e = |E|$ є кількість ребер, C є численність цін ребер міжпроцесових взаємодій і T є численність цін обчислювальної потужності вузлів. Значення $c_{i,j} \in C$, розташоване над ребром $e_{i,j} = (n_i, n_j) \in E$ є ціна міжпроцесові взаємодії, якщо вона дорівнює нулю - обидва вузла відображені на один і той-ж процесор. Значення $t_i \in T$ є час виконання вузла $n_i \in V$.

Запропонована методика для оцінки ціни міжпроцесової взаємодії і обчислювальної потужності для моделі процесового макротоку даних. Ціна обчислювальної потужності визначається часом E для процесу, що виконується на процесорі. Ціна міжпроцесової взаємодії складається з двох компонент:

1. Компоненти процесора: це час, протягом якого процесор готується до взаємодії. Ціна визначається функціями читання і запису R і W .
2. Компоненти затримки на передачу: час D для передачі даних між процесорами. Протягом цього часу процесор може виконувати інші інструкції.

Таким чином цінові коефіцієнти можуть бути представлені наступним образом:

$$t_i = E_i, \quad c_{i,j} = R_i + D_{i,j} + W_j$$

Параметри R_i, D_i, j, W_j є функціями від розміру повідомлення, завантаження мережі і дистанції між процесорами. Коли у мережі немає суперництва, найкраща апроксимація для $c_{i,j}$ є лінійна модель:

$$c_{i,j} = (t_s + t_w L)d(i,j)$$

де t_s час підготовки до передачі, t_w час передачі одного слова і L розмір повідомлення, що передається між двома задачами n_i і n_j , а $d(i, j)$ дистанція між задачами n_i і n_j . Ця лінійна модель міжпроцесового обміну є доброю апроксимацією для більшості існуючих у теперішній час архітектур з передачею повідомлень.

На підставі проведених досліджень запропонована архітектура розподіленої операційної системи, що забезпечує виконання обчислювального процесу у відмовостійкому режимі. Вона повинна вмщати в себе:

- планувальник процесів (міститься у мікроядрі);
- процес-менеджер міжпроцесових комунікацій;
- процес-менеджер каналу зв'язку;
- процес-менеджер збереження стану процесів обчислювальної

задачі;

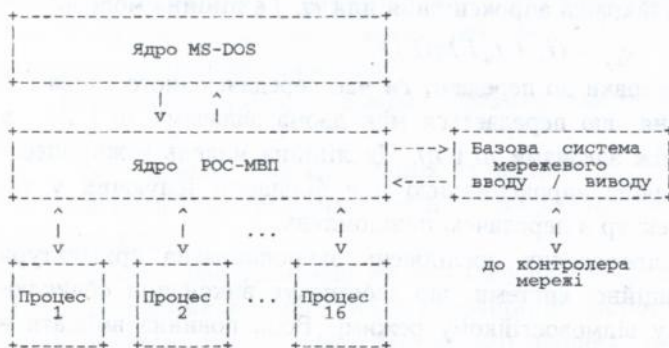
- процес-менеджер передачі стану обчислювальної задачі;
- процес-менеджер реконфігурації обчислювальної задачі;
- процес-менеджер відмовостійкої файлової системи;
- таблиця розподілення процесів задачі по комп'ютерах;
- таблиця розподілення областей збереження стану процесів по комп'ютерах;
- область збереження стану процесів.

Наведена організація спеціалізованої розподіленої операційної системи для моделювання динамічних об'єктів (РОСМДО).

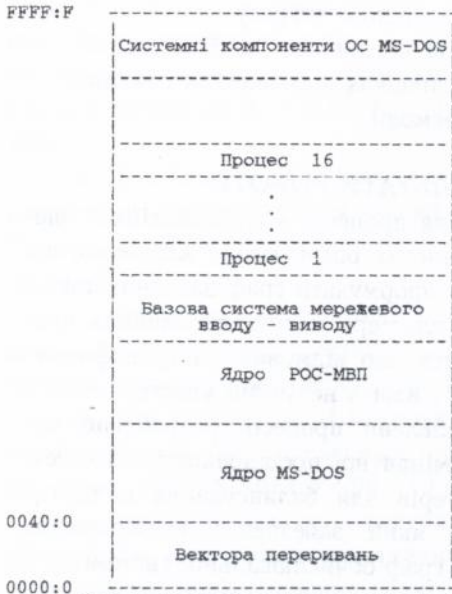
Ядро РОСМДО уявляє собою програмну надбудову над ядром операційної системи MS-DOS. Ядро РОСМДО забезпечує такі функції:

- розподілення часу центрального процесора між процесами моделі, завантаженими у конкретній ПЕОМ,
- прозорого доступу процесів до функцій DOS;
- міжпроцесову внутрішньомашинну взаємодію;
- міжпроцесову міжмашинну взаємодію з використанням Базової системи мережевого введення-виведення.

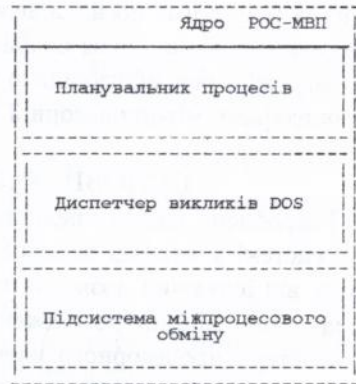
Базова система мережевого введення-виведення може взаємодіяти як з мережевим контролером так і з емулятором контроллера. Інформаційна взаємодія компонентів РОСМДО показана на Мал.2. Розподілення пам'яті під РОСМДО показано на Мал. 3.



Мал. 2. Інформаційна взаємодія компонентів РОСМДО.



Мал. 3. Розподілення пам'яті під РС-МВІ.



Мал. 4. Структура ядра РС-МВІ.

Ядро РСМДО складається з таких компонентів (див Мал. 4):

- планувальника процесів,
- диспетчера викликів DOS,
- підсистеми міжпроцесового обміну.

Для забезпечення міжпроцесової взаємодії були розроблені наступні функції обміну повідомленнями:

функції передачі повідомлення:

- int SET (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L)
- int SET_S (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L)
- int SET_ST (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L,
int TIME)

функції приймання повідомлення:

- int HAVE (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L)
- int HAVE_W (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L)
- int HAVE_WT (char* NAME, int MSG, void* ADR, int L,
int TIME)

Проведене експериментальне дослідження реконфігурації задачі "автоматична безпілотна посадка аерокосмічного апарату".

Розроблено розподілене операційне середовище спеціалізованої відомчої мережі з реконфігурацією у випадках відмовлення і захищеними процедурами міжпроцесорної взаємодії.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Розроблено спосіб представлення процесів в відмовостійкій операційній системі у вигляді великозернистих розріджених кластерів, що на відміну від існуючих дозволяє трансформувати граф завдання таким чином, що деякі лінійні розріджені кластери можуть поглинають процеси з кластера процесорного елемента, що відмовив, і трансформуються в зосереджені лінійні кластери і навіть нелінійні кластери.

2. На підставі способу представлення процесів розроблено модифікований кластерний алгоритм доміантної послідовності з застосуванням евристики поглинання кластерів для балансування обчислювального навантаження процесорів, який забезпечує відображення трансформованого графу завдання на граф обчислювальної системи.

3. Запропонована архітектура розподіленої операційної системи, яка на відміну від існуючих ОС з "монолітним" ядром, забезпечує динамічну реконфігурацію процесів у випадках відмов процесорних елементів і автоматичне балансування їх навантаження, що застосовує процеси-менеджери збереження змінних сегментів завдання в оперативній пам'яті та процеси-менеджери реконфігурування.

4. Розроблена методика оцінки надійності розподіленої обчислювальної системи класу МКМД, що використовує відмовостійкість програмними засобами, яка дозволяє розраховувати параметри обчислювальної системи на підставі графу завдання, що на ній виконується.

Основні результати дисертації опубліковані в роботах:

1. А.Д.Горожин, Л.А.Вознюк, Д.А.Чвыров. Операционная система СР/М на базе КНМЛ. * Микропроцессорные средства и системы. - 1987 - N4.

2. В.П.Широчин, А.Е.Коцюба, А.С.Толок, Д.А.Чвыров. Отчет по теме: "Разработка концепции и архитектуры ВС для обработки агротехнической информации." / КПИ - N ГР 0193UO022969 - г.Киев 1992.

- запропоновано метод встановлення ядра операційної системи на обчислювальні системи зі змінними характеристиками.

3. В.П.Широчин, А.Д.Горожин, Д.А.Чвыров, Г.О.Прусс, Л.А.Вознюк. Разработка распределенной операционной среды специализированной ведомственной сети с реконфигурацией в случаях отказов машин и защищенными процедурами межмашинного взаимодействия. Глава 2 отчета по б/т N 3001. / КПИ - N ГР 0194UO38973 - г.Киев, 1994.

4. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин, Ю.Л.Головня. Многозадачная распределенная операционная система реального времени. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев, 1996, N 1014 Ук-96 10 с. Деп. 26.05.96

- запропонована архітектура розподіленої операційної системи, яка застосовує процеси-менеджери для реконфігурування просторово-часових характеристик обчислювального процесу.

5. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин. Динамическая реконфигурация распределенных приложений. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев, 1996, N 1014 Ук-96 10 с. Деп. 26.05.96

- запропонована архітектура розподіленої операційної системи з мікроядром, яка забезпечує динамічну реконфігурацію процесів у випадках відмови процесорних елементів і автоматичне їх балансування.

6. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин. Высокоуровневая отказоустойчивость в распределенных программах. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев, 1996, N 1014 Ук-96 8 с. Деп. 26.05.96

- запропонована методика оцінки надійності ОС РОІ, яка дозволяє розраховувати параметри відмовостійкості операційної системи на підставі графу завдання, що на ній виконується.

7. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин. Способы организации вычислительного процесса при крупнозернистом распараллеливании. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев, 1996, N 1014 Ук-96 11 с. Деп. 26.05.96

- запропонован спосіб представлення процесів у вигляді великозернистих розріджених кластерів.

8. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин. Глобальная координация контрольных точек и точек восстановления в распределенной операционной системе. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев, 1996, N 1014 Ук-96 9 с. Деп. 26.05.96

- запропоновані алгоритми для балансування обчислюваного навантаження процесів, які забезпечують відображення трансформованого графу завдання на граф обчислювальної системи.

9. Д.А.Чвыров, В.П.Широчин, А.Д.Горожин. Методы построения приложений в отказоустойчивой распределенной операционной системе. Рук.деп.в ГНТБ Украины.-Киев,1996, N 1014 Ук-96 12 с. Деп. 26.05.96

- запропоновані методи побудови обчислювальних завдань в відмовостійкій операційній системі.

Чвыров Дмитрий Алексеевич.

Организация динамической реконфигурации процессов в распределенных операционных системах.

Работой является рукопись на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.08 - Вычислительные машины, системы и сети, элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. Киев, 1996, Национальный технический университет Украины "КПИ".

Целью диссертационной работы является исследование и разработка методов повышения надежности многопроцессорных информационно-вычислительных комплексов класса МКМД с жесткими межпроцессорными связями программными способами и снижение времени реконфигурации без остановки вычислительного процесса.

Dmitry A. Chvyrov

Organization of dynamic reconfiguration of processes in distributed operation systems.

This scientific work is a manuscript of a disertation submitted for obtaining the scientific degree of candidate of science in specialty 05.13.08 - Computers, systems and networks, elements and units of computer technique and control systems.

Kiev, 1996, National Technical University of Ukraine "KPI".

The goal of the thesis are to research and to develop program reliability methods of multiprocessor MIMD class computer complexes with hard interprocessor links and to lowering reconfigurable time without stop computing process.

Ключові слова : розподілена операційна система, великозернисте розпаралелювання обчислень, динамічна реконфігурація, МКМД, відмовостійкість, кластер.

Автор



Дисертацією є рукопис.
Робота виконана в Інституті технічної механіки Національного
університету "Київський політехнічний інститут" за спеціальною
обчислювальною темою № _____

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Ірина Іванівна Пилипенко

Науковий консультант: кандидат технічних наук, доцент
Світлана Іванівна Пилипенко

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Юрій Іванович Іванович з Національного
університету "Київський політехнічний
інститут" та доктор технічних наук, доцент
Юрій Іванович Іванович з Національного

Провідна організація: Інститут технічної механіки НАН України

Дисертація надрукована в _____ році в _____ томі
видаванні спеціального випуску № _____ Національного
університету "Київський політехнічний інститут"
№ _____, проспект Перемоги, 10, м. Київ, Україна.

Відгуки на автореферат у формі безпідписаного листа надійшли з
_____ просячи надіслати дисертацію за адресою:
6, м. Київ, проспект Перемоги, 10, МІТІ, Інститут технічної механіки

дисертацією користуватися за адресою: _____
Національного університету "Київський політехнічний інститут".

Автореферат розіслано _____ року.

Вчений секретар
спеціалізованої Ради
доктор технічних наук,
професор _____

_____ НАН України

438888

AB 35.472

AB 35.472