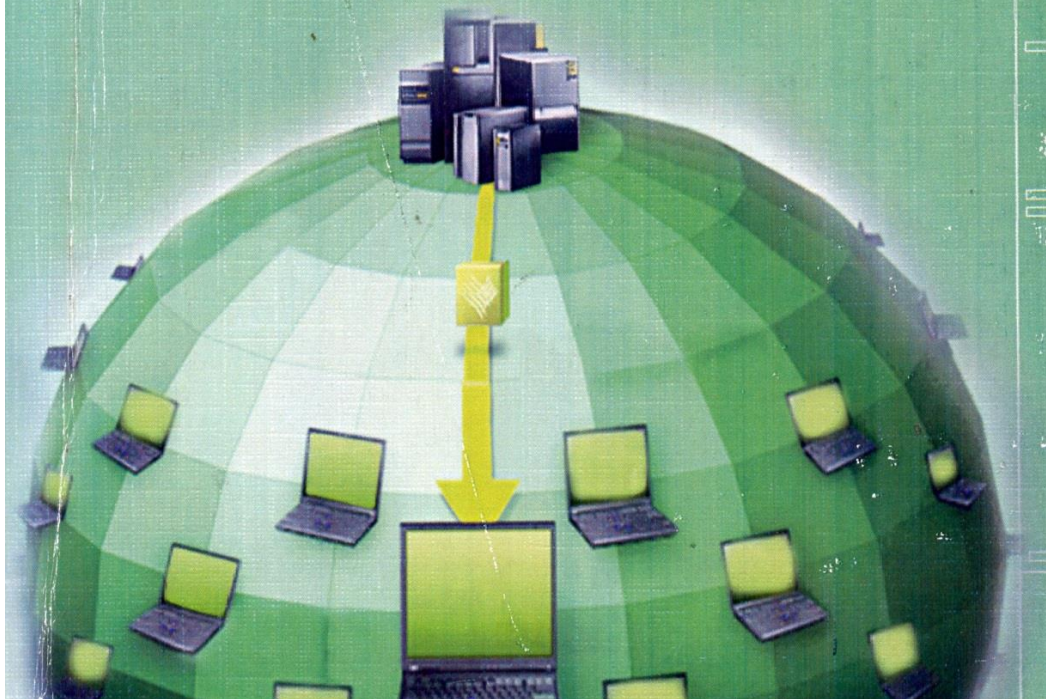


С. В. МИНУХИН

# МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

МОНОГРАФИЯ



УДК 004.75  
ББК 32.973-018  
М62

*Рекомендовано на засіданні ученого совета Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (протокол № 10 от 02.06.2014 з.)*

**Рецензенты:**

**Погорелый Сергей Демьянович** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерной инженерии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко;

**Харченко Вячеслав Сергеевич** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерных систем и сетей Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт";

**Шматков Сергей Игоревич** – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической и прикладной системотехники ХНУ имени В. Н. Каразина.

**Минухин С. В.** Модели и методы решения задач планирования в распределенных вычислительных системах : монография / С. В. Минухин. – Х. : Изд-во ООО «Щедрая усадьба плюс», 2014. – 324 с. (Русск. яз.). ISBN 978-617-7225-16-3

Монографія присвячена вирішенню завдань планування обчислень у розподілених обчислювальних системах. Детально розглянуто принципи організації та функціонування систем управління ресурсами і систем та методів планування в сучасних розподілених системах. На основі загального підходу до розв'язання задач комбінаторної оптимізації та задач на графах розглянуто його конкретизації у вигляді окремих моделей. Запропоновано підхід і модель планування обчислень на основі розв'язання задачі про найменше покриття, для якої розроблено алгоритми поліноміальної складності, що мають малу похибку. Проведено порівняльний аналіз запропонованих методів планування з тими, які використовуються в розподілених обчислювальних системах, на основі сценарного підходу. Для забезпечення якості обслуговування завдань на локальних ресурсах розподілених систем запропоновано метод мінімізації сумарного запізнення.

Для науковців і фахівців в галузі розподілених обчислювальних систем, а також для аспірантів і студентів напряму "Комп'ютерні науки".

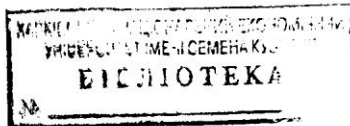
Монографія посвячена решению задач планирования вычислений в распределенных вычислительных системах. Детально рассмотрены принципы организации и функционирования систем управления ресурсами и систем и методов планирования в современных распределенных системах. На основе общего подхода к решению задач комбинаторной оптимизации и задач на графах рассмотрены его конкретизации в виде частных моделей. Предложены подход и модель планирования вычислений на основе решения задачи о наименьшем покрытии, для которой разработаны алгоритмы полиномиальной сложности, имеющие малую погрешность. Проведен сравнительный анализ предлагаемых методов планирования с используемыми в распределенных вычислительных системах на основе сценарного подхода. Для обеспечения качества обслуживания заданий на локальных ресурсах распределенных систем предложен метод минимизации суммарного запаздывания.

Для научных работников и специалистов в области распределенных вычислительных систем, а также для аспирантов и студентов направления "Компьютерные науки".

УДК 004.75  
ББК 32.973-018

ISBN 978-617-7225-16-3

784 810



© Минухин С. В., 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАДАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	10
1.1. Общая характеристика, принципы организации и особенности обработки информации в распределенных вычислительных системах	10
1.2. Системы управления ресурсами в распределенных вычислительных системах	25
1.3. Планирование заданий и потоков работ в распределенных вычислительных системах	49
1.4. Математические модели планирования в распределенных вычислительных системах	68
1.4.1. Модель на основе задачи (0,1)-рюкзак	68
1.4.2. Модель на основе задачи о максимальном паросочетании	80
1.4.3. Модель на основе задачи о назначении	82
1.5. Информационные сервисы и информационные технологии управления ресурсами и планирования заданий в распределенных вычислительных системах	84
Выводы	101
РАЗДЕЛ 2. ОБЩИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ И ТЕОРИИ ГРАФОВ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ	103
2.1. Общий подход к решению задач комбинаторной оптимизации и теории графов	103
2.2. Подход и модель планирования в распределенных вычислительных системах на основе решения задачи о наименьшем покрытии	112
2.3. Оптимизационная модель формирования организационных структур для разработки программного обеспечения на основе решения нелинейных булевых уравнений	124
Выводы	143

РАЗДЕЛ 3. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАИМЕНЬШЕМ ПОКРЫТИИ	144
3.1. Анализ методов решения задачи о наименьшем покрытии с учетом особенностей их использования для планирования вычислений в распределенных системах	146
3.2. Частотный метод решения задачи о наименьшем покрытии	152
3.3. Метод решения задачи о наименьшем покрытии на основе рангового подхода	166
Выводы	178
РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАИМЕНЬШЕМ ПОКРЫТИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	180
4.1. Организация экспериментального исследования методов планирования на основе сценарного подхода	180
4.2. Сценарные эксперименты для исследования и анализа результатов применения методов планирования	186
4.2.1. Экспериментальное исследование методов планирования заданий с различной временной сложностью	186
4.2.2. Статическое планирование заданий на основе решения задачи о наименьшем покрытии	224
4.3. Сравнительный анализ модифицированных, основанных на решении задачи о наименьшем покрытии, алгоритмов планирования	228
Выводы	234
РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА ЛОКАЛЬНЫХ РЕСУРСАХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	236
5.1. Подходы к обеспечению качества обслуживания в распределенных вычислительных системах	236
5.2. Методы минимизации суммарного запаздывания заданий с директивными сроками на одиночном устройстве	239
5.3. Метод минимизации суммарного запаздывания на одиночном устройстве на основе рангового подхода	244
5.4. Метод и алгоритмы минимизации суммарного запаздывания на одиночном устройстве на основе рангового подхода и правил доминирования	251

5.4.1. Теоретическое обоснование использования правила доминирования в методе минимизации суммарного запаздывания на основе рангового подхода	251
5.4.2. Алгоритм минимизации суммарного запаздывания на основе рангового подхода и правила доминирования	254
5.4.3. Метрики оценивания и экспериментальное исследование работы алгоритма с использованием правила доминирования	257
5.5. Исследование работы алгоритма с правилом доминирования для различных типов директивных сроков	263
Выводы	273
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	275
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	279