

ни с преобладанием поэтического текста, что проявляется в непротяженности внутрислоговых распевов, совпадении пределов ритмических и мелодических единиц. Музыкальный язык основывается на диатонических звукорядах, поступенном и репетиционном движении мелодии в диапазоне до октавы. В ладовом отношении преобладает ладовая переменность, лады с устоями, находящимися в секундно-кварттовых сопряжениях. В плясовых и частушках главное – опора мелодии на гармоническую формулу инструментального сопровождения. Типичным для многоголосия

является ленточное голосоведение. Реже встречается гетерофония монодийного типа (унисонная).

Текст написан при поддержке гранта Регионального конкурса РГНФ 2004 г. в номинации «Научно-исследовательские проекты» № 04-06-85602а/У и внутриакадемического гранта ЧГАКИ для научных исследований 2004 г. в номинации «Научно - методические разработки»

### Компьютерное моделирование в науке и технике

#### ДИНАМИЧЕСКОЕ ОПТИМАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Багирова М.А., Зимарин Г.И., Кравец О.Я.  
Воронежский экономико-правовой институт

Как правило, диспетчеризация мобильных комплексов для обслуживания социально-экономических объектов (например, система скорой медицинской помощи) осуществляется в реальном масштабе времени, решение задачи статической маршрутизации необходимо осуществлять всякий раз при получении вызова. Однако в силу жестких ограничений на время реакции системы управления такое решение может оказаться неприемлемым. Кроме того, как будет показано ниже, в некоторых случаях целесообразно производить выбор не только из множества свободных комплексов, но и из всего множества.

Рассматриваются теоретические основы оптимального поиска пространственно нестационарных обслуживающих объектов (ПНОО). К ним также относятся мобильные лечебно-диагностические комплексы и некоторые другие.

Пусть имеется  $N$  ПНОО. Введем вектор состояний ПНОО в фиксированный момент времени:

$$s_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й ПНОО свободен} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (1)$$

Введем множество свободных ПНОО:  $\Theta = \{i: s_i=1\}$ . Рассмотрим булевы переменные (2), удовлетворяющие ограничению (3):

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й ПНОО выбран для обслуживания и } i \in \Theta; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad (3)$$

в случае обслуживания без резервирования или ограничению (4)

$$1 \leq \sum_{i=1}^N x_i \leq k \quad (4)$$

в случае  $k$ -кратного резервирования. Резервирование может применяться в случае особо важных (сложных) вызовов, когда стоимостные показатели оказываются несущественными. Пусть далее  $t_i$  - плановое время перемещения ПНОО, а  $g_i$  - вероятностная

компонента, зависящая от времени года, состояния трассы, объекта, метеоусловий и некоторых других факторов. Тогда задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания формулируется для случая без резервирования как

$$\sum_{i=1}^N \tau_i x_i \rightarrow \min, \quad (5)$$

а для случая с  $k$ -кратным резервированием

$$\min_{i \in \Theta} \tau_i x_i \rightarrow \min, \quad (6)$$

где  $\tau_i = t_i + g_i$  - время ожидания начала обслуживания.

Задача (6) сформулирована для так называемого "мягкого" резервирования, определяемого соотношением (4) и требующим наличия в точке вызова единственного ПНОО. Однако на практике встречаются ситуации "жесткого" резервирования, например, при катастрофах, когда требуется наличие большого количества ПНОО. В такой ситуации (4) переходит в

$$\sum_{i=1}^N x_i = k, \quad (7)$$

вводится среднее время ожидания обслуживания

$$\tau_{cp} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^N \tau_i x_i, \quad (8)$$

которое и необходимо минимизировать. Критерий (8) не является единственным. Например, можно потребовать, чтобы первое средство прибыло в кратчайшее время, а остальные как можно быстрее, что соответствует решению сначала задачи (5), а затем задачи (8) с  $(k-1)$ -кратным резервированием.

Заметим, что задачи (5), (6) и (8) несмотря на кажущуюся простоту не поддаются аналитическому исследованию вследствие вероятностного характера  $g_i$ . Кроме того, попытки выбора ПНОО для обслуживания производятся (в соответствии с (2)) только среди свободных средств. Вместе с тем может оказаться (а на практике часто именно так и происходит), что свободное средство достаточно удалено и его  $t_i$  велико, хотя вблизи от объекта, затребовавшего обслуживание, находится хотя и занятое средство, но имеющее намного меньшее  $t_i$  и скоро заканчивающее обслуживание.

В связи с изложенным рассмотрим постановку задачи оперативной оптимизации назначения мобильного обслуживающего комплекса на всем множестве ПНОО.

Пусть  $\tau_{обс.i}$  - ожидаемое время до окончания обслуживания  $i$ -м ПНОО. Тогда

$$\tau_{обс.i} = t_{обс.i} - t_{тек.i} + g_{обс.i}, \quad (9)$$

где

$t_{обс.i}$  - плановое время обслуживания вызова;

$t_{тек.i}$  - время, прошедшее с момента начала обслуживания;

$g_{обс.i}$  - вероятностная компонента, зависящая от: категории обслуживаемого вызова; состояния обслуживаемой точки вызова; параметров обслуживающего ПНОО и некоторых других факторов.

При выборе на всем множестве ПНОО переопределим (2) следующим образом:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й ПНОО выбран для обслуживания;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (10)$$

Задачи (5), (6) и (8) примут следующий вид. Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая без резервирования:

$$\sum_{i=1}^N (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая с  $k$ -кратным "мягким" резервированием:

$$\min_{i \in \theta} (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая с  $k$ -кратным "жестким" резервированием:

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^N (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Заметим, что (5) и (8), а также (11) и (13) практически идентичны за исключением различий в системах ограничений (6) и (12).

Таким образом, осуществлена постановка задачи оперативного оптимального выбора пространственно нестационарного социально-экономического объекта с критерием минимального времени прибытия к точке вызова для случаев без резервирования, с  $k$ -кратным "мягким" и "жестким" резервированием объектов.

## ОСОБЕННОСТИ НАНО (СУБМИКРО)-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ РКУП

Борисова М.З.

*Институт физико-технических проблем Севера СО РАН*

Нано- и субмикроструктурные металлические материалы обладают рядом уникальных свойств. Повышенные прочностные свойства наряду с сохранением пластичности этих материалов дают им неоспоримое преимущество перед обычными крупнозернистыми материалами. Для получения массивных беспористых образцов со сверхмелкой (наноразмер-

ной) структурой широко используется метод равноканального углового прессования (РКУП). Сущность метода заключается в многократном продавливании массивной заготовки в специальной оснастке через два пересекающихся канала с одинаковым поперечным сечением, на плоскости пересечения которых сосредоточена однородная деформация простого сдвига высокой интенсивности. Метод РКУП обеспечивает равномерную деформацию всего объема заготовки и позволяет получить практически беспористые образцы. Многократное повторение цикла обработки обеспечивает в задаваемом исходном сечении большую степень деформации. Наиболее распространена обработка пластичных при комнатной температуре чистых металлов, таких как медь, алюминий, никель и др., за четыре-восемь циклов РКУП при комнатной температуре формируется зеренная структура с размером зерен менее 1 мкм. После такой обработки прочность материала при комнатной температуре возрастает в 2-3 раза, например у меди – от 180 до 450 МПа. Обработка малопластичных металлов и сплавов проводится при повышенных температурах. Для сплава титана ВТ1-0 РКУП проводится при температурах от 400 до 450 °С, а для конструкционной стали Ст3 – при 500 °С. В процессе «теплого» РКУП происходит формирование ультрамелкозернистой структуры с размером зерна 0,2-0,5 мкм.

В сравнении с обычными поликристаллическими материалами нанокристаллические материалы (НКМ) обладают повышенными значениями прочности и твердости, в ряде случаев увеличена пластичность, повышено электросопротивление, характерно понижение значений температуры Дебая и упругих постоянных. НКМ характеризуются аномально большими значениями коэффициентов диффузии, повышением растворимости при образовании твердых растворов, низкотемпературной сверхпластичностью и т. д. Изменяется сам механизм деформации в наноструктурных металлах, когда наряду с действием внутриверного дислокационного скольжения развивается зернограничное проскальзывание уже при относительно низких температурах. Сильно возрастает микротвердость и прочность. При повышении температуры, в некоторых случаях незначительных, НКМ может достигнуть сверхпластичного состояния.

Область возможного применения нанокристаллических материалов пролегает от автомобилестроения (например, поршни двигателей и другие детали должны обладать высокими показателями прочности и пластичности, а также износостойкости) до авиационного и космического использования. Уникальные свойства нанокристаллических материалов широко востребованы не только в машиностроении, но и в медицине. Уже сегодня применяются имплантаты изготовленные из нанокристаллического титана. Хирургические наборы для коррекции и фиксации трубчатых костей и позвоночника сделанные из этого материала характеризуются комплексом уникальных свойств: высокая механическая прочность, малый вес, полная биологическая совместимость и коррозионная стойкость.