

Швачич Г.Г., Савчук Л.Н., Корченков Д.Ю.

УДК 681.3.012

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ*Актуальность исследований.*

При экономико-математическом моделировании часто возникает ситуация, когда изучаемая сталкивается с многомерностью их описания. К таким задачам относятся, например, задачи сегментирования рынка, прогнозирования конъюнктуры рынка, изучения и прогнозирования экономической депрессии, анализа и прогнозирования социально-экономических явлений и др. Кроме того, заметим, что многомерные методы являются незаменимыми для исследователей в области маркетинга, менеджмента.

Указанный класс задач чрезвычайно важен для развития экономики в целом, в этой связи разработка эффективных методов решения приведенных задач и реализация их в виде пакетов прикладных программ представляется актуальной научной и практической проблемой. В тоже время отличительной особенностью решения приведенного типа задач является их высокая вычислительная сложность. Однако эффективное исследование таких систем может осуществляться лишь на основе применения многопроцессорных вычислительных систем. В настоящее время существенный интерес возрос именно к построению многопроцессорных параллельных вычислительных систем (кластеров), построенных на основе стандартных общедоступных технологий и компонентов. Можно отметить, что использование систем, построенных на базе стандартных технологий, становится более чем актуальной задачей. Причём в зависимости от задач и бюджета проекта возможны достаточно разнообразные варианты конфигурации.

Постановка проблемы исследований.

Данная работа направлена на развитие методов распределенного моделирования в экономике, предложенная авторами в [1]. Решение задачи глобальной оптимизации иллюстрируется на примере решения задачи о ранце [2]. С точки зрения экономики более актуальна другая интерпретация задачи о ранце, в которой в качестве «предметов» рассматриваются заказы (или варианты выпуска партий тех или иных товаров), в качестве полезности – прибыль от выполнения того или иного заказа, а в качестве веса – себестоимость заказа. Вообще заметим, что задача о ранце является математической моделью многих прикладных проблем и не только экономики, а теории управления, криптографии и др. В этой связи разработка эффективных и надежных методов ее решения является весьма актуальной. Задача о ранце формулируется следующим образом. Имеется n предметов, каждый из которых обладает весом a_i и стоимостью c_i . Требуется найти совокупность предметов максимальной стоимости, которая позволит заполнить ранец грузоподъемности A . Математическая модель такой задачи может быть представлена следующим образом:

$$\begin{aligned} f(x) &= \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i &\leq A, \quad x_i \in \{0,1\}, \\ c_i &> 0, \quad a_i \leq A, \quad i=1, \dots, n. \end{aligned} \quad (1)$$

Можно выделить два основных семейства методов решения приведенной задачи – точные и эвристические. Точные методы позволяют гарантировать оптимальность найденного решения. К этому классу можно отнести различные варианты метода ветвей и границ (МВГ), отсечений и др. Для точных методов характерна высокая трудоемкость, которая часто не позволяет применять их при решении реальных задач. Эвристические методы основаны на предположениях о свойствах оптимального решения. В отличие от точных эвристические методы не гарантируют оптимальность найденного решения. Однако в условиях ограниченности вычислительных ресурсов эвристики зачастую являются единственным способом нахождения решения. Распространены и гибридные методы, при которых эвристические методы применяются для нахождения решения, а точные – для доказательства оптимальности. Эффективность гибридных методов обусловлена тем, что эвристические алгоритмы нередко имеют более высокую скорость сходимости к оптимуму по сравнению с точными методами.

В данной работе получило дальнейшее развитие гибридных методов на основе МВГ и эвристического алгоритма. Суть применения МВГ состоит в декомпозиции множество допустимых решений на подмножества (подзадачи) с отсевом подзадач, заведомо не влияющих перспективными. Для ускорения вычислений и был разработан параллельный алгоритм метода, основанный на МВГ. Идея параллельной реализации МВГ состоит в распределении подзадач, генерируемых в процессе декомпозиции по соответствующим процессорам кластерной вычислительной системы. Непосредственно вершины дерева ветвления пересылаются между процессорами вычислительной системы. При этом на каждом шаге МВГ исследуемая задача декомпозируется на две. Затем формируется бинарное дерево подзадач, в котором дуги направлены от исходной задачи к подзадачам, которые формируются при ветвлении. Таким образом, создается дерево декомпозиции. Неперспективные концевые вершины дерева исключаются по правилам отсева. Перспективная концевая вершина подвергается ветвлению и заменяется теми подзадачами, которые возникли в результате декомпозиции. Процесс моделирования завершается, когда все концевые вершины

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ускорение вычислений обеспечивается за счет применения эвристического алгоритма. Благодаря эвристическому подходу удается существенно уменьшить время вычислений, а найденное решение при этом будет близко к оптимальному или вообще совпадать с ним. Предложенная реализация вычислительного процесса позволяет эффективно реализовать процедуру отсева неперспективных решений и тем самым ускорить решение задачи глобальной оптимизации.

В результате предложенного подхода получена схема организации комбинированного алгоритма распределенных вычислений.

Цель, задачи исследования

Цель данного исследования направлена на решение задачи глобальной оптимизации на примере комбинированного алгоритма задачи о ранце. При этом решение исследуемой задачи проводится на персональном вычислительном кластере [3]. Задачи исследования состоят в следующем:

- разработать распределенный комбинированный алгоритм решения задачи глобальной оптимизации на примере задачи о ранце;
- провести серию вычислительных экспериментов, направленных на изучение оценок ускорения и эффективности параллельного алгоритма.

Предлагаемый в данной работе подход позволяет сэкономить усилия разработчиков за счет повторного использования общих частей для решения различных задач оптимизации. Фактически можно один раз реализовать общую схему решения для разных платформ, а в дальнейшем для конкретного класса задач использовать только проблемно-зависимые модули.

Реализация многопроцессорной вычислительной системы.

В последнее время отмечается существенный интерес к построению персональных вычислительных кластеров (ПВК) на базе стандартных общедоступных технологий и компонентов. Этот интерес обусловлен рядом факторов. Отметим основные из них. Во – первых, существенным увеличением, в соответствии с потребностями рынка, производительности таких стандартных сетевых технологий, как *Ethernet* (последовательное повышение скорости передачи данных – 10, 100, 1000 Мбит/с, применение коммутаторов вместо модели с распределенной средой данных. Это позволило рассматривать их как коммуникационную среду для многопроцессорных вычислительных систем. Во-вторых, одним из важных факторов стало увеличение популярности свободно распространяемой операционной системы Linux.

С учетом экономических реалий нашей страны использование систем, *построенных на базе стандартных технологий, становится более чем актуально*. Причем в зависимости от задач и бюджета проекта возможны достаточно разносторонние варианты конфигурации. В наиболее доступной конфигурации используются стандартные материнские платы для процессоров *Intel Pentium III* и сетевые адаптеры *Fast Ethernet*. Узлы кластера объединяются между собой с помощью коммутатора *Fast Ethernet* на соответствующее число портов. Количество узлов и их конфигурация зависит от требований, которые предъявляются к вычислительным ресурсам конкретных задач и доступных финансовых возможностей.

Вычислительные эксперименты проводились на ПВК, который содержит один мастер-узел и пять вычислительных *slave-узлов*, три управляемых коммутатора, промежуточные буферы памяти коммутаторов, реконфигурируемая сеть для обмена данными между вычислительными узлами, виртуальные локальные сети. ПВК предусматривает сетевую загрузку узлов. В мастер-узле и *slave-узлах* применяются одни и те же комплектующие (материнские платы, процессоры, интегрированные сетевые платы *Fast Ethernet*, внешние сетевые платы *Gigabit Ethernet*). Узлы ПВК оборудованы дополнительно жесткими дисками (*HDD*), *CD/DVD*, дисководом (*FDD*).

Основная особенность применяемого вычислительного комплекса заключается в том, что обмен данными между вычислительными узлами вынесен в отдельную сеть, модель *OSI*, которая работает на канальном (второму) уровне с использованием механизмов *channel bonding* и *VLAN*, что увеличило скорость обмена данными и снизило загрузку канала, который соединяет узлы кластера.

Применение дополнительных управляемых коммутаторов, которые работают параллельно, позволило изменить конфигурацию сети, повысить ее пропускную способность, что обеспечило высокоскоростной доступ к памяти узлов кластера и обмен данными между этими узлами с помощью коммутационных сетей.

Режим конфигурации и настройки программного обеспечения вычислительных узлов упрощается за счет сетевой загрузки. При этом в вычислительных узлах отсутствуют сетевые диски, а загрузка, их настройка, диагностика и управление, происходит через первую сеть коммутатора. Такой подход позволяет гибко перенастраивать конфигурацию ПО, обновлять и адаптировать ее под конкретное задание.

Общие принципы параллельной организации комбинированного алгоритма.

На первом этапе сформулируем идею метода ветвей и границ для задачи о ранце. На каждом шаге МВГ исходная задача декомпозируется на две подзадачи. При этом строится бинарное дерево подзадач, вводя обозначения 0 для одной подзадачи и 1 для другой. Концевые вершины дерева могут исключаться по правилам отсева. Некоторая неотсеянная вершин подвергается дальнейшему ветвлению и при этом соответствующее подмножество решений распадается на два непересекающихся. Процесс ветвления завершается, когда все концевые вершины отсеяны и дальнейшее ветвление невозможно.

Далее рассмотрим общие принципы совмещения МВГ и эвристического подхода. Вообще заметим, что такой подход известен и детально освещен в работе [2]. Суть его может быть проиллюстрирована схемой

допустимые алгоритмы, а эвристические алгоритмы обрабатывают полученный результат и если удастся улучшить рекорд, то эта информация передается для обработки МВГ.

Заметим, что ускорение вычислений при таком подходе в однопроцессорном варианте реализации моделирования добиться невозможно. Более того, в силу значительным вычислительных затрат скорее всего будет наблюдаться замедление процесса вычислений.

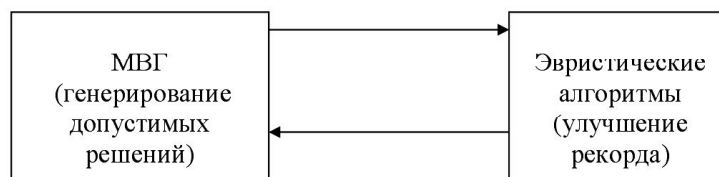


Рис. 1. Схема взаимодействия МВГ и эвристических алгоритмов

В тоже время для многопроцессорного вычислительного комплекса указанного недостатка можно избежать, т.к. эвристические алгоритмы обрабатываются параллельно с МВГ. С другой стороны применение методов параллельной обработки данных и приводит к увеличению эффективности и быстродействия вычислений. Такой подход и показывает перспективность применения многопроцессорных систем для решения задач глобальной оптимизации.

С учетом приведенных особенностей и был разработан комбинированный алгоритм реализации задачи глобальной оптимизации для персонального вычислительного кластера, основные конструктивные особенности которого и были ранее освещены. Схема комбинированного параллельного алгоритма глобальной оптимизации для используемого ПК представлена на рис. 2. Особенность реализации вычислений при помощи ПК состоит в следующем. *Master*-узел управляет работой процесса вычислений. Кроме того такой узел выделяет память для хранения бинарного дерева решений. Весь процесс вычислений разбивается на детерминированный и эвристический модули задачи. Детерминированный модуль задачи управляет работой трех *Slave*-узлов (*Slave*-узел 1, *Slave*-узел 2, *Slave*-узел 3), которые выполняют операции декомпозиции дерева решений на основе МВГ.

Эвристический модуль задачи управляет работой двух *Slave*-узлов (*Slave*-узел 4, *Slave*-узел 5), которые выполняют операции локальной оптимизации.

На первом этапе вычислений *Master*-узел формирует исходные данные и рассылает *Slave*-узлам детерминированного модуля задачи. На любом из этих модулей может быть получено *допустимое решение*. Если такое решение является перспективным, т.е. улучшает рекорд, то оно пересылается эвристическому модулю задачи. Эвристический модуль задачи анализирует допустимые *решения* как «своих» *Slave*-узлов, так и детерминированного модуля задачи. При этом он при необходимости обновляет значение *рекорда* и рассылает его всем *Slave*-узлам детерминированного модуля задачи.

Особенности реализации эвристического алгоритма.

Особенность рассматриваемых задач состоит в том, что они отличаются большими значениями n . Это означает, что применение эвристических алгоритмов будет отличаться чрезмерной трудоемкостью. В этой связи в данной работе реализован новый поход – применение точных алгоритмов совместно с комбинацией эвристических. На данном этапе исследований рассмотрим одну из реализаций эвристического подхода для задачи о ранце. Пусть $U=(u_1, u_2, u_3, \dots, u_n)$ есть некоторое допустимое решение задачи, которое определяется детерминированным алгоритмом. Введем переменную v , причем такую, которая изменяется в пределах $1 \leq v \leq n$. Окрестностью допустимых решений $U=(u_1, u_2, u_3, \dots, u_n)$ будем называть множество допустимых решений $G(U)$, отличающихся от $U=(u_1, u_2, u_3, \dots, u_n)$ только соответствующими компонентами с индексами $i_1, i_2, i_3, \dots, i_v$. Заметим, что векторы из окрестности отличаются от U соответствующим количеством компонент, расположенных подряд, но не превосходящих по количеству значения n . Принимая во внимание отмеченное, можно привести следующий эвристический алгоритм. Для заданного i производится решение задачи о ранце размерности v вида:

$$f(x) = \sum_{j=1}^v c_j \cdot x_j \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^v a_j \cdot x_j \leq A',$$

Процедура локального поиска возвращает найденное допустимое решение U' , если $f(U') > f(U)$

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

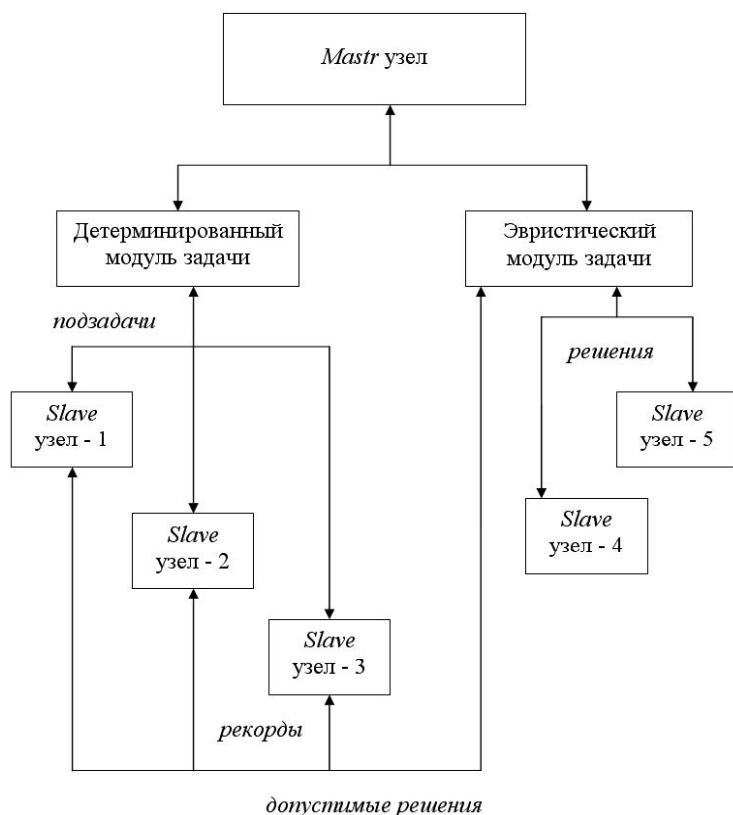


Рис. 2. Схема реализации комбинированного алгоритма глобальной оптимизации на персональном вычислительном кластере

Некоторые особенности параллельных вычислений и алгоритм динамической балансировки лезвий ПВК

В данной работе процесс вычислений реализуется на ПВК, который представляет собой многопроцессорную вычислительную систему с распределенной памятью. Основная особенность вычислительных экспериментов, проведенных при помощи ПВК состоит в том, что здесь реализована централизованная схема вычислений, при которой *Mastr*-узел управляет работой *Slave*-узлов путем пересылки соответствующих подмножеств. Если в результате выполнения ветвления список подмножеств на некотором *Slave*-узле становится пустым, то во избежание простоев новые подмножества пересылаются с других *Slave*-узлов. Задача считается решенной, если на всех *Slave*-узлах нет ни одного подмножества для обработки.

Вообще говоря, возможны несколько вариантов реализации вычислений на ПВК. Один из основных вариантов может состоять в том, чтобы на каждом лезвии выполнялись операции детерминированного и эвристического поиска экстремума. Второй вариант состоит в том, чтобы одни лезвия ПВК были задействованы для процедуры ветвления, а другая группа для уточнения решения при помощи локальной оптимизации. Возможны и комбинации этих вариантов. В данной работе рассматривался второй вариант, поскольку он является более предпочтительным с точки зрения уменьшения объема граничного обмена данными между узлами в ПВК. Следовательно, такой подход приведет к увеличению быстродействия вычислений и повышению эффективности процедуры параллелизации в целом.

С другой стороны для проведения вычислительных экспериментов при помощи ПВК необходимо разработать алгоритм балансировки лезвий во избежание простоев и недогруженности процессоров. Это объясняется тем, что вследствие пакетной обработки данных вычислительное пространство динамически изменяется в процессе расчетов. Для проведения соответствующих вычислений применяется достаточно простой и удобный алгоритм балансировки, который построен по тем же принципам, что и алгоритм управления вычислительными потоками в многопроцессорных системах с общей памятью.

Итак, динамическая балансировка лезвий ПВК осуществляется на двух уровнях: на верхнем *Mastr*-узел распределяет вычислительную нагрузку между *Slave*-узлами, а на нижнем (в пределах вычислительного узла) *Mastr*-узел распределяет вычислительную нагрузку в соответствии с классом задач, решаемым данным узлом. Суть динамической балансировки лезвий состоит в следующем. *Mastr*-узел направляет *Slave*-узлам соответствующее подмножество для обработки, после чего получает от них результат обработки. После получения такого результата *Mastr*-узел пересылает новое подмножество для обработки. Для предотвращения переполнения памяти в *Mastr*-узле было введено два пороговых параметра $P1$ и $P2$. Если число подмножеств на *Mastr*-узле становится больше $P2$, то управляющий процесс

Slave-узлам пересылку данных. Если число подмножеств на *Master*-узле становится меньше PI , то передача данных со *Slave*-узлов возобновляется.

Вычислительные эксперименты.

Серия вычислительных экспериментов была направлена на исследование эффективности разработанного параллельного комбинированного алгоритма задачи глобальной оптимизации. Для сравнения рассматривался вариант задачи о ранце, освещенный в [4], где представлена реализация задачи о ранце метода Горвица–Сахни. Было проведено несколько вычислительных экспериментов. В данной работе освещается вычислительный эксперимент, время решения на одном процессоре методом Горвица–Сахни занимает 100 с. Для этого эксперимента принималось число переменных равное 10^4 .

Итак, рассматриваем задачу уменьшения времени расчетов путем увеличения числа узлов кластерной системы. Аналитические соотношения для определения эффективности параллелизации и ускорения вычислений были выполнены в соответствии с исследованиями, освещенными в работе [5].

Исходные данные для реализации режима моделирования на ПВК перечислены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные для режима моделирования на ПВК

| | |
|----------|----------|
| V_n | 1 Гбит/с |
| T_{it} | 100 с |
| R | 8 Гбит |
| m | 2 |
| d | 2 |
| k | 2 |

Здесь V_n – пропускная способность сети кластера, T_{it} – время счета задачи на однопроцессорной вычислительной системе, R – объем оперативной памяти узла кластера. Значение m может равняться единице для одностороннего режима граничного обмена данными, или двум для двустороннего, d – полудуплексный ($d = 1$), или дуплексный ($d = 2$) режим работы вычислительной сети кластерной системы, k – количество каналов связи вычислительной сети, которые работают одновременно (количество вычислительных сетей),

Полученные результаты моделирования сведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчета основных характеристик кластерной системы

| колич. узлов | T_n | T_{ex} | T | USK | EF |
|--------------|--------|----------|--------|-------|------|
| 1 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | | 1,00 |
| 2 | 50,00 | 1,41 | 51,41 | 1,94 | 0,97 |
| 3 | 33,33 | 2,83 | 36,16 | | 0,92 |
| 4 | 25,00 | 4,24 | 29,24 | 3,42 | 0,85 |
| 5 | 20,00 | 5,66 | 25,66 | | 0,78 |
| 6 | 16,67 | 7,07 | 23,74 | 4,21 | 0,70 |
| 7 | 14,29 | 8,49 | 22,77 | 4,39 | 0,63 |
| 8 | 12,50 | 9,90 | 22,40 | | 0,56 |
| 9 | | 11,31 | 22,42 | | 0,50 |
| 10 | 10,00 | 12,73 | 22,73 | | 0,44 |
| 11 | 9,09 | 14,14 | 23,23 | | 0,39 |
| 12 | 8,33 | 15,56 | 23,89 | 4,19 | 0,35 |
| 13 | 7,69 | 16,97 | 24,66 | 4,05 | 0,31 |
| 14 | 7,14 | 18,38 | 25,53 | | 0,28 |
| 15 | 6,67 | 19,80 | 26,47 | 3,78 | 0,25 |

В табл. 2 приняты следующие обозначения: T_n – время счет на n процессорах без учета времени граничного обмена данных, T_{ex} – время граничного обмена данных, T – общее время решения задачи на многопроцессорной системе, USK – характеристика ускорения вычислений, EF – характеристика эффективности вычислений.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

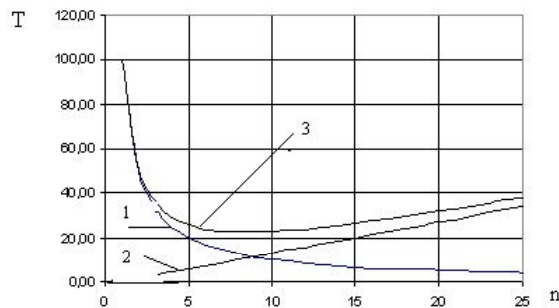


Рис. 1. Кривые зависимости времени расчета от количества узлов многопроцессорной системы

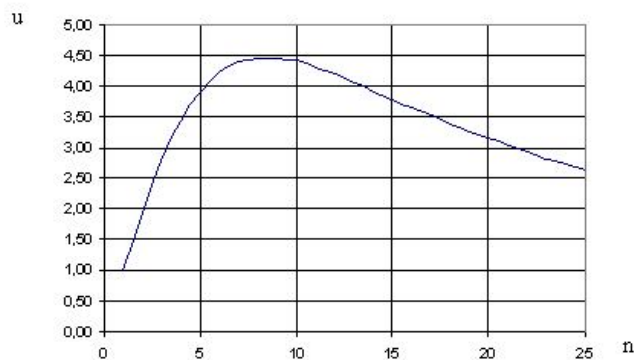


Рис. 2. Кривые зависимости ускорения вычислений от количества узлов многопроцессорной системы

Как видим, на рис. 1, время счета одной итерации при увеличении числа узлов многопроцессорной системы уменьшается в соответствии с гиперболической зависимостью (кривая 1). Наряду с этим время граничного обмена при увеличении числа узлов многопроцессорной системы увеличивается по линейному закону (линия 2). Общую картину изменения времени счета одной итерации в многопроцессорной системе иллюстрирует зависимость, отображенная кривой 3. Анализ такой кривой показывает, что время расчета на первом этапе уменьшается при увеличении количества узлов кластера. Подобный результат, казалось, и был ожидаемым. Однако уменьшение такого времени происходит до определенного предела. Если, например, количество узлов будет, превышает восьми, то общее время расчета начинает расти. Происходит это на фоне увеличения граничного объема данных, которые пересылаются между узлами. Таким образом, можно отметить, что в условиях данной задачи, нет смысла, чтобы количество узлов в кластере были больше восьми. Оптимальным сочетанием «ускорение – эффективность» можно принять количество узлов кластерной системы, равное шести (ускорение 4,21, эффективность 70%).

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

В работе рассмотрен один из вариантов решения задачи глобальной оптимизации при помощи многопроцессорных вычислительных систем, реализованных на основе персонального вычислительного кластера. При этом получены следующие результаты:

- разработан распределенный комбинированный алгоритм решения задачи глобальной оптимизации на примере задачи о ранце;
- проведена серия вычислительных экспериментов, направленных на изучение эффективности параллельного алгоритма,
- предложен оптимальный вариант сочетания «ускорение – эффективность» для персонального вычислительного кластера.

Развития данного направления исследований авторы связывают с исследованием различных вариантов схемы реализации параллельных вычислений при помощи персонального вычислительного кластера. Кроме того, несомненный интерес представляли бы специально разработанные для распределенной многопроцессорной системы специальные эвристические алгоритмы, реализация которых позволила бы повысить ускорение и эффективность процедуры параллельного моделирования. Наконец, безусловно интерес представлял бы сравнительный анализ МВГ и динамического программирования для

Источники и литература:

1. Швачич Г. Г. Конструювання високопродуктивного інтегрованого середовища на базі персонального обчислювального кластера / Г. Г. Швачич, С. О. Чернецький, О. Г. Холод // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем : тези доповідей VIII міжнар. наук.-практ. конф. (MPZIS-2010; Дніпропетровськ, 10-12 листоп. 2010 р.). – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2010. – С. 278-280.
2. Сигал И. Х. Введение в прикладное дискретное программирование : модели и вычислительные алгоритмы / И. Х. Сигал, А. П. Иванова. – М. : Физматлит, 2007. – 237 с.
3. Пат. 57663 Україна, МПК G06F 15/16 (2011.01). Модуль високоефективної багатопроцесорної системи підвищеної готовності : № у 2010 09341; заявл. 26.07.2010; опубл. 10.03.2011, / В. П. Іващенко, Є. О. Башков, Г. Швачич, М. О. Ткач; Нац.металургійна академія України, Донецький нац. техн. ун-т // Бюл. – 2011. – № 5.
4. Финкельштейн Ю. Ю. Приближенные методы и прикладные задачи дискретного программирования / Ю. Финкельштейн. – М. : Наука, 1976. – 265 с.
5. Г. Швачич О проблеме исследования эффективности модульной кластерной системы [Электронный ресурс] / Г. Г. Швачич, Ю. И. Сбитнев, М. А. Ткач. – Режим доступа : <http://cluster.linux-ekb.info/efficiency1.php>.

Казьмін Є.В.**УДК 338.486 + 379.845****ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
ПІВДЕННИХ РЕГІОНІВ**

Постановка проблеми. Рекреаційний розвиток вважають одним з головних перспектив розвитку села і сільських місцевостей. Села Миколаївщини мають надзвичайно багату природну й етнокультурну ресурсну базу, яка створює передумови для широкого використання їх у відпочинкових цілях. Практика організації відпочинку в сільській місцевості є певною мірою природоохоронним заходом, що змінює екологічну свідомість населення і відіграє важливу роль у збереженні навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки сільський туризм - це нова діяльність для українських науковців і практиків, то є мало наукових розробок різних практичних аспектів цієї діяльності [1, С. 126]. Зокрема, фактично не розроблено методик попередньої оцінки й аналізу потреб відпочивальників і важливих для них характеристик довкілля та соціоекономічних і культурних елементів сільської місцевості. Створення таких методик та їх використання дасть змогу ефективніше планувати рекреаційний розвиток кожної сільської місцевості і раціонально використовувати наявний ресурсний потенціал.

Невирішені частини загальної проблеми та мета статті. Ми проаналізуємо кластерну методика, яка дає змогу виділити й оцінити головні групи туристів та потенційних туристів у певній місцевості й описати їх головні вимоги до природного середовища, технічної, соціальної інфраструктури і культурного розвитку села. Мета – використання кластерної методики для її застосування для населення певного регіону. Кластерну методика розглянуто на прикладі Миколаївської області, і вона може слугувати основою для детальнішого планування рекреаційного розвитку сільської місцевості [1, С. 127].

Виклад основного матеріалу. Матеріали для аналізу отримано з опитування, що відбувалося у лютому-травні 2010 р. у місті Миколаєві (оскільки більшість туристів, яка користується відпочинком в сільській місцевості, проживає у великих містах). Для опитування було використано розроблені анкети, у яких респонденти надавали певні дані (вік, стать, наявність дітей). Також респонденти визначали переваги та недоліки відпочинку в селі та сільській місцевості.

Головна частина анкети - це оцінка респондентами різних аспектів сільського туризму. Головні характеристики та елементи сільського туризму, які часто використовують у міжнародних наукових працях [2, С.34], ми згрупували у десять наборів, важливість кожного з них респонденти оцінювали за п'ятибальною шкалою. У цій шкалі бал 1 означає «зовсім неважливо», а 5 – «дуже важливо». Загальні назви цих десяти наборів такі: 1) природа; 2) можливості подорожей по місцевості; 3) море (водний басейн) поблизу; 4) можливість для занять водним спортом (водні лижі, фрістайл і т.д.); 5) комфорт в агрооселі; 6) послуги агрооселі; 7) спеціальні пропозиції агрооселі; 8) інфраструктура села; 9) культурні події у селі; 10) відпочинок у типовій традиційній сільській оселі, що провадить сільськогосподарську діяльність.

Опитано 256 респондентів віком 16 - 68 років. Вибірку визначено та сформовано за квотним принципом. Вона аналізує головні демографічні характеристики населення Миколаївської області [3].