

**The procedure of applying the methodology of the OCTAVE risk analysis in accordance with the standards of the series ISO/IEC 27000-27005**

*Alexander Stepanovich Zabrodotsky*

*Elena Konstantinovna Baranova, Associate professor of the Information Security Department  
HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY*

*Examines the process of information security risk analysis based on the methodology OCTAVE and the requirements of the international standards of series ISO/IEC 27000-27005 applicable to the risk assessment process, as well as issues of compliance of the proposed procedure to the requirements of the above standards.*

**Keywords:** *information security, management of information security, risk analysis, risk assessment, methodology OCTAVE.*

УДК 621.3

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОДНОМЕРНОЙ УПАКОВКИ**

*Виктор Михайлович Курейчик, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ДМиМО,  
E-mail: Kur@tgn.sfedu.ru,*

*Лилия Владимировна Курейчик, студентка гр. Ктбо2-7,  
E-mail: Kur@tgn.sfedu.ru,*

*ИКТuБ Южный федеральный университет,  
http:www.sfedu.ru*

*В настоящее время при решении задач науки и техники важными являются методы искусственного интеллекта, связанные с решением трудных комбинаторно-логических задач упаковки различной размерности. В работе описываются интегрированные методы локального и биоинспирированного поиска решения задач одномерной упаковки большой размерности. Принципиальным отличием работы является то, что предложена новая архитектура обработки информации в виде «матрешки» и модифицированные алгоритмы упаковки на основе «муравьиных», «пчелиных», алгоритмов «полета кукушки» и «поведения волков». Это позволяет создать комбинированные технологии поиска и адаптировать этот процесс к требованиям внешней среды. Проведены экспериментальные исследования. Выполнено сравнение предложенных алгоритмов с современными стандартами, что показало преимущество и эффективность предложенных методов.*

*Ключевые слова:* комбинированный поиск, упаковка, биоинспирированные и эвристические алгоритмы, пчелиные, муравьиные, алгоритмы полета кукушки, «поведение волков».

*Работа выполнена при финансовой поддержке  
гранта РФФИ № 15-07-05523, № 13-07-12-091 офи\_м.*

**1. Введение**

Главный вызов в науке и технике XXI века – это конвергенция наук и технологий. При этом основная технология сегодня это информационная технология (ИТ) – технология нового междисциплинарного уровня. Как отмечено в [1], она является приоритетной в новом мировом бренде научного развития НБИК (нано-, био-, инфо-, когни-). Особенно важно, что здесь объединяются



**В.М. Курейчик**



**Л.В. Курейчик**

такие перспективные технологии как информационные и биотехнологии. Когнитивные технологии здесь основаны на изучении сознания, принятия решений и создают базу биоинспирированных алгоритмов (алгоритмов, вдохновленных природой (АВП)). Для практических задач науки и техники большое значение имеют методы, имеющие полиномиальную и линейную оценку сложности. К таким алгоритмам относят эвристические алгоритмы, позволяющие получать необходимые решения за счет снижения точности. В этой связи в работе предлагается интегрированный поиск за счет взаимодействия эвристических (ЭА) и биоинспирированных (БА) [1]. В работе проведен краткий анализ локального поиска при одномерной упаковке. Построена модифицированная архитектура поиска при одномерной упаковке. Такая архитектура позволяет повысить точность решения упаковки. При этом обычно реализуется один из подходов «локальный поиск – эвристический поиск – локальный поиск». Такой поиск предлагается также осуществлять в виде архитектуры «матрешки». Приведены основные принципы, объединяющие основные принципы ЭА и БА. При этом заказчик или лицо, принимающее решение (ЛПР), получает набор квазиоптимальных решений за полиномиальное время (ВСА)  $\approx O(n \log n)$ , в лучшем случае,  $O(n^2)$  в среднем случае и в худшем случае  $O(n^3)$ , где  $n$  – число элементов для упаковки.

## 2 Описание методов одномерной упаковки

Задача одномерной упаковки блоков описывается следующим образом. Даны  $n$  элементов (товара, изделий) и  $N$  блоков (рюкзаков, ящиков или блоков)  $w_j$  – вес элемента  $j$ ,  $c$  – вместимость (грузоподъемность) каждого блока. Упакуем каждый элемент в один блок так, чтобы общий вес элементов в каждом блоке не превышал наперед заданного значения  $c$ , а число использованных блоков было минимально. Математическая формулировка задачи имеет следующий вид [2–6]:

$$\text{минимизировать} \quad z = \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.1)$$

$$\text{при условии, что} \quad \sum_{i=1}^n w_j x_{ij} \leq c y_i, \quad I \in N = \{1, \dots, n\}, \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j \in N, \quad (1.3)$$

$$y_i = 0 \text{ или } 1, \quad I \in N, \quad (1.4)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ или } 1, \quad I \in N, \quad j \in N, \quad (1.5)$$

где

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{если блок } i \text{ использован} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если элемент } j \text{ упакован в блок } i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}.$$

Наиболее простые эвристические алгоритмы упаковки описаны в работах [2]. Рассмотрим ряд эвристических алгоритмов упаковки.

Алгоритм  $A_1$  (Next-Fit). Основная идея алгоритма *Next-Fit* (NF) состоит в следующем. Дан неотсортированный список элементов для упаковки и задан набор блоков, в которые упаковываются элементы. Отметим, что количество блоков не задано и определяется в процессе работы алгоритма. Задачей алгоритма является определение минимально возможного количества блоков. Первый элемент упаковывается в блок 1. Элементы 2, ...,  $n$  рассматриваются в порядке возрастания их индексов: рассматриваемый элемент упаковывается в текущий блок, если не происходит переполнения блока; в

противном случае он упаковывается в новый блок, который становится текущим. Отметим, что блок считается переполненным, если суммарный вес элементов, расположенных в нем, превышает вместимость блока. Известно, что временная сложность алгоритмов такого типа составляет  $O(n)$ , где  $n$  – количество элементов, заданных для упаковки.

Алгоритм случайного поиска (СП)  $A_2$ . Для задач упаковки элементов эффективно применяются алгоритмы СП на основе разбиения [6]. Основная идея – это разделение области поиска на ряд подобластей. Далее выполняется анализ подобластей и выделение перспективных точек для нахождения глобального экстремума.

Алгоритм  $A_3$  на основе «полетов Леви» [5, 6]. Траектория решений представляет собой совокупность небольшого числа пробных шагов и большого числа локальных шагов. Это напоминает операцию Растригина – «взбалтывания» [7]. Такие случайные блуждания помогают выходить из локальных оптимумов. Отметим, что следующее положение в точке решения зависит только от его текущего положения. Алгоритм близок к моделям поведения птиц и насекомых.

Алгоритм  $A_4$ . «Жадный адаптивный» алгоритм упаковки элементов. Здесь для каждого элемента выполняется одномерный поиск, далее вычисляются целевую функцию и формируют список кандидатов альтернативных решений. Из него выбирается кандидат, имеющий лучшее промежуточное решение. Далее процесс продолжается аналогично. Отметим, что можно проводить адаптацию возвращаясь на один–два и т. д. шагов для повышения качества упаковки.

Остальные алгоритмы  $A_5$ – $A_{10}$  подробно описаны в работах [2–7].

Предлагаемая архитектура поиска при упаковке основана на различных стратегиях «эволюция – локальный поиск». Стратегия предполагает, что сначала выполняется один из возможных эвристических алгоритмов. Далее выбираются лучшие решения, и для них выполняется эволюционный поиск, позволяющий, если это возможно, повысить значение целевой функции. В работе предлагается гибридная архитектура локального и эволюционного поиска. Локальный поиск осуществляется на основе эвристических алгоритмов (ЭА), а эволюционный поиск на основе АВП  $A_1$ – $A_{10}$  путем взаимодействия их с экспертной и рекомендующей системами и внешней средой.

Отметим, что набор эвристических алгоритмов (ЭА) позволяет осуществлять локальный поиск наилучшего решения. В качестве внешней среды выступает лицо, принимающее решение (ЛПР). В зависимости от требований заказчика выбирается один из 10 алгоритмов, который отправляется для реализации комплексного метода одномерной упаковки.

В работе строится архитектура взаимодействия БА и ЭА. Здесь ГА – генетический алгоритм, МА – муравьиный, ПА – пчелиный и АПК – алгоритм «поиска кукушки», АВ – алгоритм моделирования поведения «волчьей стаи». Далее по принципу матрешки реализуется взаимодействие локального поиска и биоинспирированного [6, 7]. На рисунке 1 приведена упрощенная схема комплексного алгоритма с миграцией и адаптацией. Логический блок «?» проверяет, получен набор квазиоптимальных решений или нет. В положительном случае этот набор отправляется в блок элитных решений, в противном случае неудовлетворительное решение отправляется в блок адаптации, здесь происходит преобразование этих решений путем селекции и других операторов. «Лучшее» из этих решений мигрирует на другую ветвь параллельной архитектуры. Отметим, что блоки 1, 2 и 3 являются открытыми и в них, возможно, добавлять любое число алгоритмов без ущерба для качества основного комплексного метода. В блоке 2 собираются все элитные решения, из которых ЛПР выбирает приемлемые для решения задач.

При построении архитектуры использованы идеи новой аддитивной технологии. Это позволяет получать решения упаковки из последовательного накопления одинаковых действий. Отметим, что возможность применения аддитивных алгоритмов позво-

лит в дальнейшем выращивать решения требуемых задач упаковки [8–12].

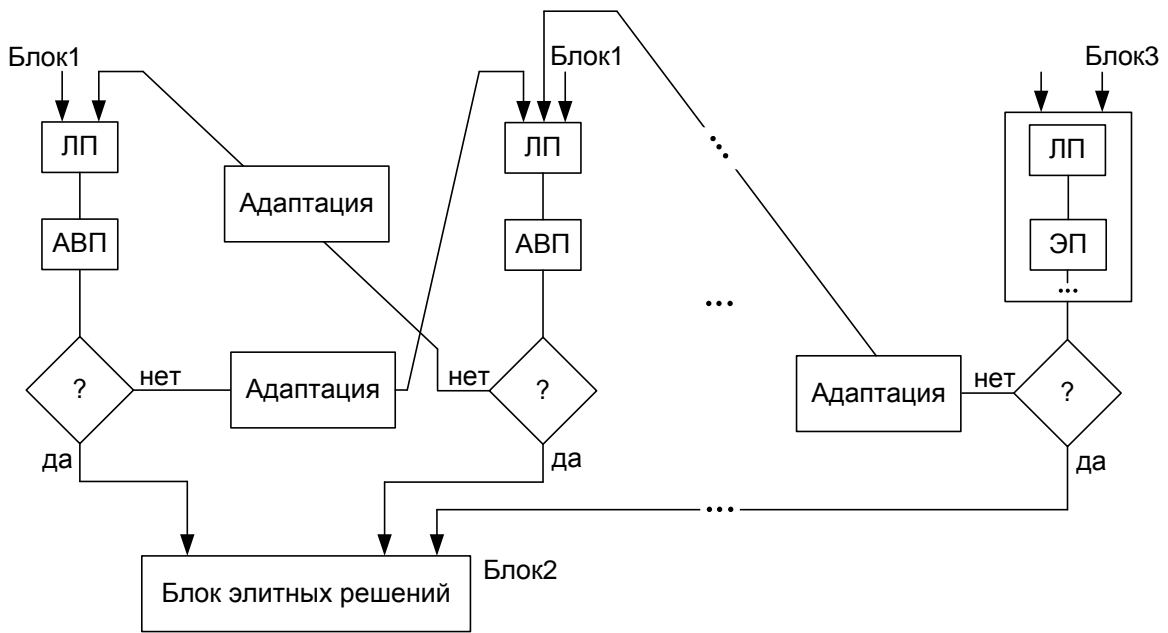


Рисунок 1 – Схема (архитектура) комплексного метода упаковки

Рассмотрим общие положения муравьиного алгоритма. Основной идеей алгоритма является моделирование поведения муравьев. Колония представляет собой систему с простыми правилами автономного поведения особей. Основой поведения муравьиной колонии служит низкоуровневое взаимодействие, благодаря которому, в целом, колония представляет собой разумную многоагентную систему. Взаимодействие определяется через специальное химическое вещество – феромон, откладываемое муравьями на пройденном пути. При выборе направления движения муравей исходит не только из желания пройти кратчайший путь, но и из опыта других муравьев, информацию о котором получает непосредственно через уровень концентрации феромонов на каждом пути. Однако при таком подходе неизбежно попадание в локальный оптимум. Эта проблема решается благодаря испарению феромонов, которое является отрицательной обратной связью.

J. Levine и F. Ducatelle [11] предложили алгоритм оптимизации на основе поведения муравьиной колонии (АОПМК) (Ant Colony Optimization – ACO) для упаковки блоков. Здесь создание новых решений осуществляется при помощи группы «умных» муравьев, использующих эвристическую информацию и след интеллектуального «феромона». Величина следа феромона увеличивается пропорционально качеству решений, созданных муравьями. Кроме простого, авторы разработали гибридный АОПМК алгоритм [2–5]. Он использует мета-эвристику АОПМК с итерационным алгоритмом локального поиска. В гибридном алгоритме колония муравьев используется для «грубого» поиска, обеспечивая получение квазиоптимальных альтернативных решений. Целью локального поиска, в свою очередь, является повышение качества решений, полученных при помощи простого алгоритма. Работа алгоритма локального поиска основывается на использовании критерия доминирования, рассмотренного выше, и локальной оптимизации решений, предложенной Э. Фалкенауэром для гибридного группировочного генетического алгоритма [4, 13–14].

В алгоритме каждое решение, создаваемое муравьем, проходит через фазу локальной оптимизации. На этой фазе  $n$  блоков (определяется эмпирически) удаляется из решения, а элементы помещаются в блок частичных решений (БЧР). Для каждого блока в частичном решении выполняется проверка, возможно ли заменить какие-либо из упакованных элементов элементами из БЧР. Переход на следующую итерацию алгоритма

локального поиска зависит от качества решения, полученного на предыдущей итерации. Если значение целевой функции решения после  $t$ -ой итерации выше, чем до нее, выполняется переход на  $t+1$  итерацию алгоритма.

Рассмотрим пример работы алгоритма локального поиска. Дано альтернативное решение задачи упаковки блоков (рисунок 2). Вместимость блоков – 10. На первом шаге алгоритма удалим блоки 3 и 4, получим недопустимое (частичное) альтернативное решение (рисунок 3). После удаления двух блоков элементы 5, 4, 3, 2 становятся свободными. Они рассматриваются в порядке убывания их веса.

**Замены**

Шаг 1. Блок 1: 3, 3  $\rightarrow$  5 2. Неупакованные элементы: 4, 3, 3, 3.

Шаг 2. Блок 2: 2 1  $\rightarrow$  4. Неупакованные элементы: 3, 3, 3, 2, 1.

Шаг 3. Блок 3: 2  $\rightarrow$  3. Неупакованные элементы: 3, 3, 2, 2, 1.

Дальнейшее выполнение замен не уменьшит величину ОБ 4-го блока.

Далее эвристика используется для упаковки свободных элементов. Результат изображен на рисунке 4. Полученное решение является оптимальным.

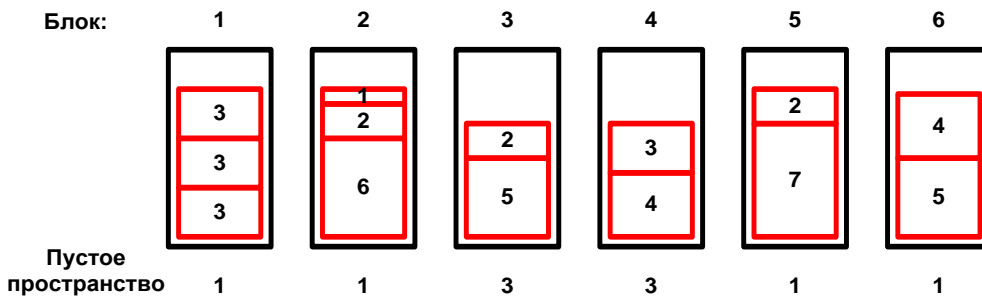


Рисунок 2 – Исходное альтернативное решение

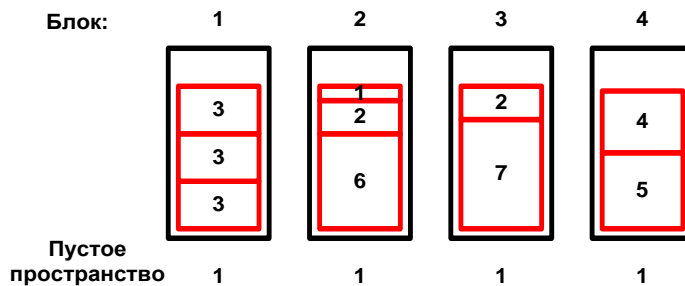


Рисунок 3 – Недопустимое (частичное) альтернативное решение

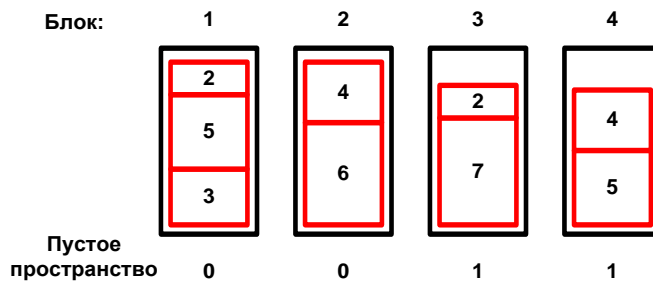


Рисунок 4 – Альтернативное решение после локальной оптимизации с заменами

John Levine и др. [11] протестировали алгоритм АОПМК для контрольных задач наборов U120–U1000, по 20 тестовых задач каждый. Чтобы сравнить результаты тестирования с результатами, полученными Э. Фалкенауэром, простая процедура АОПМК

запускалась фиксированное количество итераций для каждого набора. Среднее время выполнения было такого же порядка, что и среднее время, требуемое для выполнения ГГГА и А1 [2, 5, 10, 12, 14].

Результаты, полученные алгоритмами, приведены в таблице 1. В таблице u120–u1000 – наборы тестовых задач с элементами, сгенерированные с использованием равномерного распределения случайных чисел. Значения в столбце «Блоки» представляют среднее абсолютное отклонение от теоретического оптимума для 20 задач в каждом наборе. В столбце «Время» показано среднее время работы алгоритма, измеренное в секундах. Здесь запись +2 показывает максимальное отклонение от теоретически оптимального решения, в блоках.

Таблица 1

Задача	ГГГА		А9		Простой АОПМК	
	Блоки	Время, сек	Блоки	Время	Блоки	Время
u120	+2	381	+2	370	+2	376
u250	+3	1337	+12	1516	+12	1414
u500	0	1015	+44	1535	+42	1487
u1000	0	7059	+78	9393	+70	9272

Из таблицы ясно, что простой АОПМК алгоритм сравним по производительности с А1. Но он не превосходит ГГГА Фалкенауэра. Для задач относительно малой размерности (120 элементов) он работает одинаково эффективно. Для больших (500 и 1000 элементов), он достигает квазиоптимального решения со средним абсолютным отклонением от оптимальности приблизительно 2 блока.

Рассмотрим общие положения пчелиного алгоритма [5–7, 15]. Данный алгоритм моделирует поведение пчел в естественной среде. Идея пчелиного алгоритма заключается в том, что все пчелы на каждом шаге будут выбирать как элитные участки для исследования, так и участки в окрестности элитных, что позволит, во-первых, разнообразить популяцию решений на последующих итерациях, во-вторых, увеличить вероятность обнаружения решений близких к оптимальным. Приведем основные понятия пчелиного алгоритма: источник нектара (цветок, участок), фуражиры (рабочие пчелы), пчелы-разведчики. Источник нектара характеризуется значимостью, определяемой различными параметрами. Фуражиры закреплены за источниками нектара. Количество всех пчел в этих участках больше, чем на остальных. Среднее количество разведчиков в рое составляет 5–10 %. Вернувшись в улей, пчелы обмениваются информацией посредством танцев на так называемой закрытой площадке для танцев. Ключевой операцией алгоритма пчел является совместное исследование перспективных областей и их окрестностей. В конце работы алгоритма популяция решений будет состоять из двух частей: пчелы с лучшими значениями ЦФ элитных участков, а также группы рабочих пчел со случайными значениями ЦФ. Зависимость временной сложности пчелиного алгоритма от числа вершин –  $O(n^2)$ .

Рассмотрим общие положения алгоритма «кукушкин поиск» (АПК) или «поиска кукушки», отметим, что этот алгоритм, конечно, является эвристическим, но он основан на моделировании поведения кукушки в процессе размножения, данный алгоритм основан на следующих модифицированных правилах [5]. В статье принципы ориентированы на упаковку элементов в блоке.

ПР. 1. Кукушка откладывает по одному яйцу в случайно выбранное гнездо. Это соответствует реализации любого эвристического алгоритма. Здесь ЛПР случайно выбирает один из элементов из упаковки и помещает его в один из заданных блоков.

ПР. 2. Предварительно в гнездах могут находиться яйца хозяина. Кукушка может выбросить любое ранее размещенное яйцо предыдущего хозяина и разместить свое, это соответствует анализу предварительному результату упаковки и оставлению лучшей части альтернативного решения.

ПР. 3. Хозяин яйца может обнаружить чужое яйцо кукушки и выбросить его или построить новое гнездо. Это соответствует итерационным процедурам в эвристических алгоритмах.

Предложенные правила дают возможность реализовывать процедуру «взбалтывания» алгоритма и любые механизмы случайного и «жадного» выбора.

Кратко опишем идею алгоритма, основанного на моделировании поведения «волчьей стаи». Стайный образ жизни с четко определенной иерархией и сложной внутренней структурой взаимодействия и взаимоотношений свойственна большинству животных с высоко развитой психикой, к которым, в первую очередь, относятся волки. Стаи волков представляют собой семейную группу, состоящую из разновозрастных животных сообща существующих и защищающих от других семейных групп волков и других животных их территорию. Яркое разделение стайных групп на своих и чужих по признаку вида или расы повсеместно наблюдается в природе. Обычно в состав стаи входят несколько взрослых животных (часто пары родителей), приплод (выводок рассматриваемого года) и переярков, не достигших половой зрелости. Биологи отмечают в стае две линии доминирования: отдельно самцов и самок. На вершине иерархии находятся альфа-самец и альфа-самка. Волчата, не достигшие половой зрелости, находятся вне иерархии. В [5] выделены основные принципы статьи, которые хорошо ложатся на создание алгоритма, модулирующего эти принципы: разбиение на «своих» и «чужих» по признаку родства; совместные действия стаи, координируемые вожаком; совместное использование ресурсов своей занимаемой территории; равные вертикали доминирования, отдельно для альфа-самок и самцов; естественный отбор; выживание сильнейших. Алгоритм, реализующий эти принципы совместно с биоинспирированными алгоритмами, позволяет получать набор квазиоптимальных решений задачи упаковки.

Приведем общую процедуру гибридного параллельного генетического алгоритма [2–5, 13]. На первом шаге алгоритма генерируется набор (популяция) решений задачи упаковки блоков. В зависимости от начальных параметров алгоритма решения могут создаваться либо случайным образом, либо при помощи приближенных алгоритмов. Далее популяция разделяется на две равные подпопуляции. Для каждой из подпопуляций выполняется гибридный генетический алгоритм. Проблема сходимости гибридного генетического поиска к локально оптимальному решению частично решается посредством выполнения миграции решений из одной подпопуляции в другую, и наоборот.

#### АЛГОРИТМ ГПГА

1 Генерация начальной популяции.

2 Разделение начальной популяции на две равные части (подпопуляции).

*Для каждой из подпопуляций*

{

- 1) оценить хромосомы в соответствии с ЦФ. Если критерий останова достигнут, закончить и перейти к шагу 3;
- 2) выполнить миграцию отобранных хромосом в другую подпопуляцию;
- 3) применить соответствующую модель эволюции ко всем хромосомам в подпопуляции;
- 4) выполнить ОК для хромосом в подпопуляции с вероятностью  $P_C$ ;
- 5) применить оператор мутации к случайно выбранным хромосомам с вероятностью  $P_M$ ;
- 6) применить оператор случайной транспозиции к худшим хромосомам с вероятностью  $P_T$ ;

7) редукция новой подпопуляции (делаем «естественный отбор» – выживают сильнейшие индивидуумы) в соответствии со значениями ЦФ полученного хромосом. На этом шаге одна генерация ГПГА завершена, т.е. новая подпопуляция создана.

}

Пока не достигнут критерий останова. Критерий останова есть фиксированное число генераций или достижение теоретического количества использованных блоков=сумма весов всех элементов/вместимость блока.

3 Конец работы алгоритма.

### 3 Экспериментальные исследования

Разработку программ биоинспирированных и эвристических алгоритмов и все экспериментальные исследования выполнили к.т.н., Кажаров А.А., Потарусов Р.В. [4, 10]. Проведены серии экспериментов; выполнена статистическая обработка экспериментальных данных. Результаты исследования позволили уточнить теоретические оценки временной и пространственной сложности алгоритмов, по которым можно адекватно оценить разработанные алгоритмы. Эмпирические оценки сложности совпадают с теоретическими. Проведено сравнение экспериментальных данных разработанных алгоритмов и их аналогов. Результаты экспериментов показали, что применение гибридного параллельного генетического алгоритма для решения задачи упаковки позволяет получать квазиоптимальные и оптимальные решения задачи для всех тестовых задач, доступных в литературе; Сложность интегрированного алгоритма составляет  $O(n^2 + nL + L^2 + nL^2 + n^2)$  или  $O(n^2L^2)$ , где  $n$  – размер популяции,  $L$  – длина хромосомы (альтернативного решения). Временная сложность комплексного метода, составляет  $O(kn^2L^2)$ , где  $n$  – количество элементов,  $k$  – константа,  $k \ll n$ .

Для решения каждой из 1370 тестовых задач, разработанный комплекс гибридных алгоритмов запускался 10 раз. Каждый запуск являлся независимым. Первые два класса контрольных задач, на которых был протестирован разработанный комплекс гибридных алгоритмов, доступны в библиотеке OR-объектов (<http://www.ms.ic.ac.uk/info.html>). Класс задач U состоит из элементов, веса которых равномерно распределены на интервале (20, 100). При этом вместимость блока для этого класса задач составляет 150. Класс U содержит 4 набора тестовых задач: U120, U250, U500 и U1000. Каждый набор состоит из 20 тестовых задач с 120, 250, 500 и 1000 элементами, соответственно. Эксперименты показали перспективность интегрированных методов упаковки.

### 4. Заключение

Вернадский В.И. говорил [16], что можно брать все живое вещество в целом, т.е. совокупность всех живых организмов без исключения как единую особую область накопления свободной энергии в биосфере, превращения в нее световых излучений солнца. Основной вывод при этом: живые организмы (глобальная их совокупность – живое вещество) активно преобразует природу. В работе описан интегрированный метод упаковки, позволяющий получать квазиоптимальные и оптимальные решения рассматриваемой задачи. Алгоритмы локального поиска позволяют повысить качество решений одномерной упаковки блоков. Моделирование поведения природы дает возможность разрабатывать оптимизационные алгоритмы с заданными границами точности. Использование концепции адаптивного эволюционного моделирования при решении задач упаковки ведет к появлению качественно новой универсальной информации (альтернативным решением) с недостижимыми ранее характеристиками.

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие результаты: локальный поиск на основе эвристических алгоритмов и эволюционный поиск на основе биоинспирированных алгоритмов, параллельно-последовательная архитектура поиска, использующая принципы и механизмы «матрешки». Это позволяет реализовать процесс поиска в реальном масштабе времени и адаптировать процесс управления к



требованиям внешней среды. Разработанный комплекс гибридных алгоритмов рекомендуется к использованию специалистам, работающим в области искусственного интеллекта для решения различных оптимизационных задач. Перспективным представляется разработка самоадаптирующихся алгоритмов, что приведет к полной автоматизации процесса упаковки.

### Литература

1. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – Прорыв в будущее. Российские нанотехнологии. 2011. № 1–2. С. 1–15.
2. Курейчик В.М., Потарусов Р.В., Гонкалвес Ж. Бионические методы упаковки блоков: монография. Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 140 с.
3. Потарусов Р.В., Курейчик В.М. Задача одномерной упаковки. Анализ и обзор эвристических алгоритмов. ПИТИС. Таганрог, ТРТУ 2006. С. 37–47.
4. Потарусов Р.В. Разработка и исследование бионических методов упаковки: автореф. дисс. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук. Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009.
5. Курейчик В.М., Курейчик Л.В. Комбинированный поиск при упаковке элементов: материалы XLIV Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании и управлении» IT+SIE15. Гурзуф, 2015. М.: ИНИТ, 2015. С. 433–438.
6. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие. М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 446 с.
7. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И. Концепция эволюционных вычислений инспирированных природными вычислениями // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Таганрог: изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 4(93). 256 с.
8. Олейник А.А., Олейник Ал.А., Субботин С.А. Интеллектуальные мультиагентные методы. Часть III.
9. Corne D., Dorigo M., Glover F. New Ideas in Optimization. McGraw-Hill, 1999.
10. Кажаров А.А., Курейчик В.М. Муравьиные алгоритмы для решения транспортных задач // Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. № 1. С. 32–45.
11. Luke S. Essentials of Metaheuristics, Lulu, 2009.
12. Levine J. and F. Ducatelle. Ant Colony Optimization and Local Search for Bin Packing and Cutting Stock Problems. Centre for Intelligent Systems and their Applications, School of Informatics, University of Edinburgh, 2003.
13. Goldberg David E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1989.
14. Falkenauer, E. Genetic Algorithms and Grouping Problems, John Wiley & Sons Ltd, 1998.
15. Курейчик В.В., Полупанова Е.Е. Эволюционная оптимизация на основе алгоритма колонии пчел // Известия ЮФУ. Технические науки. Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 12. С. 47–54.
16. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Рольф, 2002. 576 с.

### The integrated methods of one-dimensional packing

*Victor Mikhaylovich Kureychik* Dr.Sci.Tech., professor, head of department,

*Lilia Vladimirovna Kureychik* Student Southern federal university

*Now at the decision of different scientific problems the methods of artificial intelligence connected with the decision of difficult combinatorial and logic problems of packing of various dimension are important. The integrated methods of the local and bioinspired search of the decision of one-dimensional packing problems of the big dimension have been described in this paper. Basic difference of work is that the new architecture of the information processing in the form of «nested doll» and the modified algorithms of packing on the basis of «ant», «bee», «a cuckoo flight» and «wolves' behavior» algorithms have been offered. It allows creating the combined technologies of search and to adapt this process for environment requirements. Experimental research has been made. Comparison of the offered algorithms with modern standards has shown the advantages and efficiency of the offered methods.*

*Keywords. The combined search, the packing bioinspired and heuristic algorithms, bee, ant, algorithms of a cuckoo flight, «wolves' behavior».*