
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004: 519.854

МОДЕЛЬ МНОГОУРОВНЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЙ ОБРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ КОМПЛЕКТА ОДНОГО НАИМЕНОВАНИЯ (ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ГРУПП ПАРТИЙ)

К.В. Кротов

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности

Обосновывается модель многоуровневого программирования для формирования эффективного состава групп партий, расписаний выполнения операций с ними при обработке требований комплекта одного наименования и наличии ограничений на длительность интервалов работы системы.

Введение

В современных вычислительных конвейерных системах возникает задача составления расписаний обработки требований различных типов, образующих комплекты заданного состава. При этом формируются партии требований различных типов, при наличии ограничений на длительность интервалов функционирования системы определяется состав групп партий. Таким образом, речь идет об обработке комплектов требований при формировании групп партий; обработка требований различных типов (при формировании партий и групп партий) направлена на обработку максимального количества комплектов. Планирование выполнения операций по обработке комплектов требований (при формировании групп партий) при наличии ограничений на длительность обработки групп обеспечивается решением в иерархической системе следующих задач: определения количества и состава партий требований различных типов, определения состава групп партий, обрабатываемых в течение заданных интервалов, определения порядка обработки партий каждой группы. Состояние методов решения задачи формирования расписаний групповой обработки требований различных типов [1] предполагает определение порядка обработки фиксированных партий либо определения количества, состава и порядка обработки партий на ограниченном количестве приборов. Задача формирования расписаний групповой обработки в общем виде (произвольное количество приборов, наличие ограничений на длительность интервала времени обработки групп партий, формирование комплектов требований) нуждается в разрешении.

Постановка цели и задач научного исследования

Цель выполняемой работы состоит в совершенствовании методов формирования расписаний обработки требований в конвейерных системах при формировании партий, групп партий и комплектов требований при наличии ограничений на длительность интер-

валов времени реализации операций с каждой из групп партий. Для достижения поставленной цели в статье выполняется обоснование модели построения расписаний обработки комплектов требований при формировании групп партий и наличии ограничений на длительность выполнения операций с группами как модель иерархической игры [2, 3].

Обоснование модели многоуровневого программирования для построения расписаний групповой обработки требований комплекта одного наименования

В соответствии с постановкой задачи групповой обработки требований различных типов в составе партий при формировании комплектов требований и наличии ограничений на длительность обработки групп партий ее решение должно быть определено в иерархической системе, уровни которой выполняют следующие функции: на первом уровне определяются эффективное количество и состав партий требований соответствующих типов, на втором уровне определяется эффективный состав групп партий, обрабатываемых в течение заданных временных интервалов, на третьем уровне формируется порядок обработки партий каждой из групп в течение установленных интервалов. Обработка групп требований разных типов осуществляется в течение Z интервалов времени, длительность интервала обозначена как t^z ($z = \overline{1, Z}$). Исходными данными, поступающими в систему для формирования эффективных решений, являются: N – множество типов требований ($N = \{1, 2, \dots, n\}$, n – количество типов требований); N^i – множество, элемент n^i которого – это количество требований i -го типа, обработка которых выполняется в системе ($i = \overline{1, n}$). Через w_i обозначим количество требований i -го типа, которые входят в комплект требований (при этом предполагается, что требования всех n типов входят в определенном количестве в состав комплекта). В рассмотрение введен вектор (W), значения элементов которого w_i равны числу требований i -го типа, входящих в формируемый комплект требований. Задаваемый вектор (W) подается на вход системы в качестве исходных данных. Через m_i обозначим количество партий требований i -го типа, формируемых на верхнем уровне принятия решений, при $i = \overline{1, n}$ элементы m_i образуют вектор (M). В рассмотрение вводится матрица (A), элемент a_{iu} – количество требований i -го типа в u -й партии ($u \leq m_i$), размер матрицы (A) – $n \times u^{\max}$, где $u^{\max} = \max_{1 \leq i \leq n} (m_i)$. Если $m_i \leq u^{\max}$, то $a_{iu} = 0$ при $u = m_i + 1, u^{\max}$. Решение, формируемое на верхнем уровне, имеет вид $[(M), (A)]$, где (M) – вектор количества партий требований i -х типов, (A) – матрица количества требований в соответствующих партиях. Через N^z ($z = \overline{1, Z}$) обозначим группы партий, обрабатываемых в течение установленных интервалов t^z , а расписание обработки партий z -й группы обозначим как p^z . Расписание обработки партий группы p^z – это совокупность последовательностей p^l запуска партий на обработку на каждом l -м приборе. Расписание p^z имеет вид $p^z = \{p^1, p^2, p^3, \dots, p^L\}^z$, где L – количество приборов.

В соответствии с функциями уровней иерархии системы между уровнями выполняется обмен информацией следующего вида: 1) на вход первого уровня подаются множества N и N^i и вектор (W); с выхода уровня – состав партий требований i -х типов – решение в виде $[(M), (A)]$; 2) на вход второго уровня – состав партий требований; с выхода уровня – сформированные с учетом ограничения на интервал времени работы

системы группы партий требований N^z при $z = \overline{1, Z}$; 3) на вход третьего уровня – совокупность групп партий требований N^z ($z = \overline{1, Z}$); с выхода – сформированные порядки обработки партий требований групп N^z для интервалов t^z (расписания p^z). При распределении совокупности партий требований i -х типов (представленной в виде решения $[(M), (A)]$) по группам партий N^z ($z = \overline{1, Z}$) состав партий не изменяется (значения m_i и a_{iu} изменены быть не могут). Партии требований некоторого i -го типа в количестве m_i могут входить в различные группы партий N^z . Через m_i^z обозначим количество партий требований i -го типа в группе партий N^z (если партии требований i -го типа не входят в N^z , то $m_i^z = 0$), через $(A)_i^z$ обозначим вектор количества требований i -го типа в m_i^z партиях в группе N^z . Партии требований i -го типа, входящие в группу партий N^z , определены с использованием набора параметров вида: $[i, m_i^z, (A)_i^z]$, группа партий N^z – совокупность наборов, имеющая вид $N^z = \{[i, m_i^z, (A)_i^z] \mid k = \overline{1, k_z}\}^z$, где k_z – количество типов требований, партии которых входят в N^z . Решение, формируемое на втором уровне системы, – совокупность групп партий, имеет вид $\{N^z \mid (z = \overline{1, Z})\}$. Для формализации вида последовательностей p^l расписания p^z в рассмотрении введена матрица порядка обработки партий в системе $(P)^z$. Порядок обработки партий группы на всех приборах одинаков, поэтому достаточно определения одной матрицы порядка $(P)^z$, элемент $p_{ij}^z = 1$, если партия требований i -го типа занимает в последовательности p^l j -ю позицию, $p_{ij}^z = 0$ в противном случае, размер матрицы $n^z \times n_p^z$, где n^z – число типов требований в партиях группы N^z , n_p^z – число партий в последовательностях p^l для группы N^z . В рассмотрение введена матрица $(R)^z$ – матрица количества требований i -го типа в партиях, занимающих в последовательности p^l j -е позиции (элемент r_{ij}^z равен количеству требований i -го типа в партии, занимающей j -ю позицию в p^l , размер матрицы $n^z \times n_p^z$). Решение, формируемое на третьем уровне системы имеет вид $\{[(P)^z, (R)^z] \mid z = \overline{1, Z}\}$. Общий вид задачи многоуровневого программирования в принятых обозначениях имеет следующую форму:

$$f_1(\{N^{z*} \mid z = \overline{1, Z}\}) \rightarrow \min(\max), [(M), (A)] \in A, \quad (1)$$

$$f_2(\{[(P)^z, (R)^z]^* \mid z = \overline{1, Z}\}) \rightarrow \min(\max), N^z \in B, \quad (2)$$

$$f_3(\{N^z\}, \{[(P)^z, (R)^z]\} \mid z = \overline{1, Z}) \rightarrow \min(\max), [(P)^z, (R)^z] \in \Gamma. \quad (3)$$

где A, B, Γ – множества решений на соответствующих уровнях.

При наличии ограничений на время обработки групп партий не все m_i партий требований i -го типа могут быть распределены по группам партий N^z , поэтому при анализе эффективности решения $[(M), (A)]$ рассматриваются партии требований i -го типа, входящие в эффективное решение $\{N^{z*} \mid (z = \overline{1, Z})\}$. В соответствии с введенными обозначениями и моделью многоуровневого программирования (1) - (3) количество

требований i -го типа, обрабатываемых системой в соответствии с видом групп партий N^{z*} имеет вид $\sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z]$. Обозначим через $N_i^{\text{КОМ}}$ число комплектов, в которые могут входить обработанные в составе групп N^z требования i -го типа. Значение $N_i^{\text{КОМ}}$ определено с использованием выражения вида

$$N_i^{\text{КОМ}} = \sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z] / w_i. \quad (4)$$

Вычисляемые с использованием выражения (4) значения должны удовлетворять условию целочисленности. Полученные значения $N_i^{\text{КОМ}}$ ($i = \overline{1, n}$) образуют вектор числа комплектов ($N^{\text{КОМ}}$), в которые могут входить требования i -х типов, в количестве, определяемом выражением (4) (каждая из компонент вектора – целочисленная). В соответствии с моделью (1) – (3) критерии, формируемые для принятия решений на уровнях системы, должны учитывать: 1) третий уровень – эффективность использования оборудования конвейерной системы при размещении рассматриваемой партии (добавляемой в расписание) в последовательностях p^l ; 2) второй уровень – общую эффективность использования оборудования конвейерной системы при обработке всех партий группы N^z ; 3) первый уровень – общее количество комплектов одного типа, которые могут быть сформированы из требований, обработанных в течение Z интервалов времени.

Для определения вида модели многоуровневого программирования построения расписаний обработки требований, входящих в состав комплектов, при наличии ограничений на длительность временных интервалов введены следующие обозначения: t_i^l – время обработки требований i -го типа на l -м приборе ($l = \overline{1, L}$, L – количество приборов в системе); t_{ik}^l – время переналадки l -го прибора с обработки требований i -го типа на обработку требований k -го типа; t_{ii}^l – время первоначальной наладки l -го прибора на обработку требований i -го типа; t_{ji}^{nl} – время начала обработки партии требований i -го типа, занимающей j -ю позицию в p^l на l -м приборе; $(t_{ji}^{nl})^z$ – матрица моментов времени начала обработки партий требований i -х типов, занимающих в p^l j -е позиции (для группы N^z); $(t_{jq}^{0l})^z$ – матрица моментов времени начала обработки q -х требований партии, занимающей в последовательности p^l j -ю позицию (q – порядковый номер требования в партии в j -й позиции в p^l , $q = \overline{1, r_{ij}^z}$). С использованием элементов матриц $(P)^z$ и $(t_{jq}^{0l})^z$ элементы матрицы $(t_{ji}^{nl})^z$ определяются следующим образом: $[t_{ji}^{nl}]^z = p_{ij}^z \cdot [t_{j1}^{0l}]^z$, где $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n_p^z}$, $[t_{j1}^{0l}]^z$ – момент времени начала обработки первого требования в партии, занимающей j -ю позицию в последовательности p^l . В рассмотрение введена матрица переналадок (t_{ik}^l) , недиагональные элементы t_{ik}^l которой соответствуют длительностям интервалов переналадки приборов с обработки требований i -го типа на обработку требований k -го типа, диагональные элементы t_{ii}^l соответствуют интервалам времени первоначальной наладки приборов на обработку требований

i -го типа. Разработка модели многоуровневого программирования построения комплексных расписаний обработки требований при формировании из обработанных требований комплектов одного наименования и наличии ограничений на длительность обработки партии (интервалов обработки t^z) предваряется формированием выражений для вычисления введенных в рассмотрение параметров t_{jq}^{0l} . Выполним дальнейшие рассуждения для одной из групп N^z (опуская индекс z).

Выражения для вычисления значений параметров t_{jq}^{0l} получены в работе [4]. На их основе формируются критерии поиска эффективных решений задачи многоуровневого программирования (при наличии ограничений) в рассматриваемой постановке. Приведем используемые выражения, полученные в [4] без вывода. Для первого прибора выражение для определения t_{1q}^{01} (первая партия в p^1) имеет вид [4]

$$t_{1q}^{01} = \sum_{h=1}^n t_{hh}^1 \cdot p_{h1} + (q-1) \sum_{h=1}^n t_h^1 \cdot p_{h1} \quad \text{при } (1 \leq q \leq r_{i1}), \quad (5)$$

где t_{hh}^1 – интервал времени наладки первого прибора на обработку требований i -го типа, партия которых занимает в p^1 первую позицию, p_{h1} – элементы первого столбца матрицы (P) , определяющей порядок обработки партий текущей рассматриваемой группы N^z , t_h^1 – длительность обработки на первом приборе требований разных типов, входящих в группу партий N^z . Выражение для определения значений t_{jq}^{01} (начало обработки q -го требования в j -й партии в p^1 на первом приборе) имеет вид [4]

$$t_{jq}^{01} = \sum_{h=1}^n t_{hh}^1 \cdot p_{h1} + \sum_{f=1}^{j-1} \sum_{h=1}^n t_h^1 \cdot r_{hf} + \sum_{h=1}^{j-1} t_{i_h i_{h+1}}^{1nep} + (q-1) \sum_{h=1}^n t_h^1 \cdot p_{hj}, \quad (6)$$

если $t_{i_j i_{j+1}}^{1nep}$ – время переналадки первого прибора с обработки требований i -го типа (в j -й позиции партии в p^1) на обработку требований другого типа (партия в $(j+1)$ -й позиции в p^1), r_{hf} – количество требований в партиях, предшествующих в p^1 текущей рассматриваемой партии (в j -ой позиции в p^1 при $f = \overline{1, j-1}$). Значение $t_{i_1 i_2}^{1nep}$ определяется следующим образом:

$$t_{i_1 i_2}^{1nep} = t_{i_r i_r}^1,$$

где

$$\begin{cases} i_r = i \mid p_{i1} = 1, i = \overline{1, n^z} \\ i_r = j \mid p_{j2} = 1, j = \overline{1, n_p^z} \end{cases}$$

Вычисление значений t_{jq}^{0l} (моментов времени начала обработки произвольного q -го требования в партии, занимающей j -ю позицию в p^l для произвольного l -го прибора) выполняется с использованием выражений вида [4] (при $q = \overline{1, n_j}, l \neq 1$):

$$t_{11}^{0l} = t_{1i}^{nl} = \max \left\{ \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{h1}; t_{11}^{0l-1} + \sum_{h=1}^n t_h^{l-1} \cdot p_{h1} \right\};$$

$$t_{j1}^{0l} = t_{ji}^{nl} = \max \left\{ t_{j-1, n_{j-1}}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{h, j-1} + t_{i_{j-1} i_j}^{inep}; t_{j1}^{0l-1} + \sum_{h=1}^n t_h^{l-1} \cdot p_{hj} \right\};$$

$$t_{jq}^{0l} = \max \left\{ t_{jq-1}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{hj}; t_{jq}^{0l-1} + \sum_{h=1}^n t_h^{l-1} \cdot p_{hj} \right\}.$$

Метод формирования расписания обработки партий требований (на третьем уровне системы), из которых формируются комплекты, предполагает добавление текущей рассматриваемой партии в конец последовательностей p^l и определение эффективного местоположения партии в последовательностях. Значение критерия определяет простой приборов при обработке текущего количества партий, находящихся в последовательности (но не всех партий из группы N^z).

Простой l -го прибора в ожидании обработки первой в p^l партии равен значению t_{11}^{0l} , суммарное время простоя всех приборов ($l = \overline{1, L}$) в ожидании начала обработки партий в p^l определяется выражением вида $\sum_{l=1}^L t_{11}^{0l}$. В интервал простоя l -го прибора в ожидании начала обработки партии после окончания обработки предыдущей партии входят интервал переналадки прибора с обработки требований одного на обработку требований другого типа ($t_{i_{j-1} i_j}^{inep}$), возможный ненулевой интервал ожидания прибором начала обработки партии после окончания переналадки $t_{j,i}^{ожкл}$. Время простоя l -го прибора соответствует сумме $t_{i_{j-1} i_j}^{inep} + t_{j,i}^{ожкл}$, его значение определяется выражением $t_{j1}^{0l} - \left[t_{j-1, n_{j-1}}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{h, j-1} \right]$, где $j > 1$, $n_{j-1} = \sum_{h=1}^n r_{h, j-1}$ – число требований в предшествующей в p^l партии. Простой l -го прибора в ожидании начала обработки j -х партий ($j = \overline{2, n_p}$, где n_p – общее число партий в последовательностях p^l) определяется следующим образом: $\sum_{j=2}^{n_p} \left[t_{j1}^{0l} - \left[t_{j-1, n_{j-1}}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{h, j-1} \right] \right]$. В этом случае суммарный простой всех L приборов в ожидании начала обработки партий на них определяется так:

$$\sum_{l=1}^L \sum_{j=2}^{n_p} \left[t_{j1}^{0l} - \left[t_{j-1, n_{j-1}}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{h, j-1} \right] \right]. \quad (7)$$

Простой l -го прибора в ожидании готовности к обработке требования, занимающего q -ю позицию в j -й партии в p^l , определяется выражением вида $t_{jq}^{0l} - \left[t_{j, q-1}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{hj} \right]$. Это выражение соответствует интервалу между двумя требованиями (в q -й и $(q-1)$ -й позициях) в партии. Простой l -го прибора в ожидании готовности к обработке требований j -й партии в p^l вычисляется следующим образом:

$\sum_{q=2}^{n_j} \left[t_{jq}^{0l} - \left[t_{j,q-1}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{hj} \right] \right]$, $n_j = \sum_{h=1}^n r_{hj}$, тогда общий простой l -го прибора при ожидании готовности к обработке требований внутри партий определяется выражением вида $\sum_{j=1}^{n_p} \sum_{q=2}^{n_j} \left[t_{jq}^{0l} - \left[t_{j,q-1}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{hj} \right] \right]$, а суммарный простой всех L приборов в ожидании готовности требований внутри партий вычисляется по выражению

$$\sum_{l=2}^L \sum_{j=1}^{n_p} \sum_{q=2}^{n_j} \left[t_{jq}^{0l} - \left[t_{j,q-1}^{0l} + \sum_{h=1}^n t_h^l \cdot p_{hj} \right] \right]. \quad (8)$$

Критерий эффективности определения последовательности обработки партий сформирован на основе формул (13), (14), выражения $\sum_{l=1}^L t_{11}^{0l}$ с введением индекса z , позволяет идентифицировать качество расписания для конкретной группы партий N^z в виде

$$\sum_{l=2}^L (t_{11}^{0l})^z + \sum_{l=1}^L \sum_{j=2}^{n_p^z} \left[(t_{j1}^{0l})^z - \left[(t_{j-1,n_{j-1}}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h,j-1}^z \right] \right] + \sum_{l=2}^L \sum_{j=1}^{n_p^z} \sum_{q=2}^{n_j^z} \left[(t_{jq}^{0l})^z - \left[(t_{j,q-1}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{hj}^z \right] \right]. \quad (9)$$

Ограничение на третьем уровне иерархии для длительности реализации расписаний обработки партий группы N^z : $\max_l [(t_{n_p^z, n_{n_p^z}}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h, n_p^z}^z] \leq t^z$.

Критерий на втором уровне характеризует общую эффективность использования ресурса времени приборов системы при реализации обработки каждой группы партий N^z . Время простоя приборов при обработке партий группы N^z определяется: 1) суммой длительностей интервалов наладки приборов и возможного простоя приборов в ожидании начала обработки первого требования в первой партии в $p^l (t_{ii}^l + t_{ii}^{ожч})$ при $l = \overline{1, L}$, вычисляемой для всех L приборов выражением вида $\sum_{l=1}^L t_{11}^{0l}$; 2) суммой длительностей: переналадки приборов с обработки требований одного на обработку требований другого типов, простоя приборов в ожидании обработки первого в следующей в p^l партии, определяемой выражением (7); 3) суммой интервалов времени простоя приборов в ожидании готовности требований при обработке партии внутри группы, определяемой выражением (8); 4) суммой интервалов простоя L приборов после окончания обработки партий группы N^z в количестве n_p^z . Через $(t_{n_p^z, n_{n_p^z}}^{0l})^z$ обозначен момент времени начала обработки последнего требования в партии с индексом n_p^z , время окончания обработки этой партии на l -м приборе определяется выражением $(t_{n_p^z, n_{n_p^z}}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h, n_p^z}^z$. Суммарный простой всех приборов системы после окончания обработки группы N^z вычисляется с использованием выражения вида

$$\sum_{l=1}^L \{ t^z - [(t_{n_p^z, n_{n_p^z}}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h, n_p^z}^z] \}. \quad (10)$$

С учетом выражений (7) – (10) критерий принятия решений по составу групп партий на втором уровне системы примет следующий вид:

$$\sum_{l=2}^L (t_{11}^{0l})^z + \sum_{l=1}^L \sum_{j=2}^{n_p^z} \left[(t_{jl}^{0l})^z - \left[(t_{j-1,n}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h,j-1}^z \right] \right] + \sum_{l=2}^L \sum_{j=1}^{n_p^z} \sum_{q=2}^{n_p^z} \left[(t_{jq}^{0l})^z - \left[(t_{j,q-1}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{hj}^z \right] \right] + \left[\sum_{l=1}^L \{ t^z - [(t_{n_p^z, n_p^z}^{0l})^z + \sum_{h=1}^{n^z} (t_h^l)^z \cdot p_{h, n_p^z}^z] \} \right].$$

Решение, полученное на втором уровне и передаваемое на первый уровень для определения числа формируемых комплектов (значения критерия f_1), имеет вид $\{ N^{z*} | (z = \overline{1, Z}) \}$, где $N^{z*} = \{ [i, m_i, (A)_i]_{k_z}^{z*} | k = \overline{1, k_z} \}$, $(A)_i$ – вектор количества требований i -го типа в m_i партиях в N^{z*} , k_z – количество типов требований, партии которых входят в N^z . Количество требований i -го типа, обработанных в составе партий в различных группах N^z , определяется выражением вида $\sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z]$, количество комплектов, в которые могут входить эти требования, определено выражением (4). Введем в рассмотрение параметр $N^{\text{КОМ}}$ – число комплектов, которые могут быть сформированы из обработанных в составе групп N^z требований различных типов ($i = \overline{1, n}$). Число комплектов, формируемых из требований всех n типов, обработанных в системе в соответствии с эффективным решением по составу групп партий N^{z*} , вычисляется с использованием выражения вида

$$N^{\text{КОМ}} = \min_i \sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z] / w_i.$$

При определении состава партий, групп партий и порядка обработки партий на приборах системы общей целью планирования является реализация обработки требований разных типов таким образом, чтобы гарантировать максимальное количество сформированных комплектов (тогда $N^{\text{КОМ}} \rightarrow \max$), либо минимальное количество неиспользованных требований i -го типа, обработанных в соответствии с решением $\{ N^{z*} | (z = \overline{1, Z}) \}$, но не вошедших в состав $N^{\text{КОМ}}$ комплектов (выражение $(N_i^{\text{КОМ}} - N^{\text{КОМ}}) / w_i$). Общее число обработанных требований всех n типов, не вошедших в

формируемые комплекты, определяется следующим образом: $\sum_{i=1}^n (N_i^{\text{КОМ}} - N^{\text{КОМ}}) / w_i$. То-

гда второй вариант оптимизационной задачи имеет вид $(\sum_{i=1}^n (N_i^{\text{КОМ}} - N^{\text{КОМ}}) / w_i) \rightarrow \min$.

При определении решений по формированию комплектов требований (так же, как и при вычислении $N^{\text{КОМ}}$) должны быть выполнены следующие ограничения на выбор ре-

шений: 1) $\sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z] / w_i > 0$; 2) $\sum_{z=1}^Z \sum_{h=1}^{m_i^z} [(a_h)_i^z] / w_i$ – целочисленное (при $i = \overline{1, n}$).

Выводы

Результатом выполненных исследований является сформированная многоуровневая модель построения расписаний обработки партий требований в составе групп с формированием из обработанных требований комплектов одного наименования.

Достоинством сформированной модели является возможность определения:

1) эффективных составов партий (количество партий и число требований в них) таких, для которых общее количество сформированных из обработанных требований комплектов одного типа является максимальным (количество обработанных в партиях требований, не включенных в состав формируемых комплектов, является минимальным);

2) эффективных составов групп партий, обрабатываемых в течение установленных временных интервалов, для которых общая эффективность использования оборудования системы будет максимальной (минимально неэффективное использование оборудования);

3) эффективного порядка обработки партий на приборах системы.

При этом количество приборов в системе, количество групп партий, длительности обработки требований на приборах являются произвольными (т.е. отсутствуют какие-либо начальные упрощающие условия при поиске решений, задача решается в общем виде). Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку метода формирования расписаний обработки групп партий требований при формировании комплектов и наличии ограничений на время обработки.

МОДЕЛЬ БАГАТОРІВНЕВОГО ПРОГРАМУВАННЯ ПОБУДОВИ РОЗКЛАДІВ ОБРОБКИ ВИМОГ КОМПЛЕКТУ ОДНОГО НАЙМЕНУВАННЯ (ПРИ ФОРМУВАННІ ГРУП ПАРТІЙ)

К.В. Кротов

Обгрунтовується модель багаторівневого програмування для формування ефективного складу груп партій, розкладів виконання операцій з ними при обробці вимог комплекту одного найменування і наявності обмежень на тривалість інтервалів роботи системи.

MODEL of MULTILEVEL PROGRAMMING for REQUIREMENTS PROCESSING SCHEDULES CONSTRUCTION of PACKAGE of the SAME NAME (at BUNDLES GROUPS FORMATION)

K. Krotov

The multilevel programming model for the formation of the effective bundles groups structure, the schedule of the operations performance with them at the requirements processing of package of the same name and the restrictions existence concerning the system intervals duration has been substantiated.

Список использованных источников

1. Ковалев М.М. Модели и методы календарного планирования: курс лекций / М.М. Ковалев. – Минск: БГУ, 2004. – 63 с.
2. Петросян Л.А. Теория игр / Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.А. Семина. – М.: Высшая школа, 1999. – 300 с.
3. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами / Ю.Б. Гермейер. – М.: Наука, 1976. – 327 с.

4. Кротов К.В. Оптимизационная модель двухуровневого программирования построения расписаний групповой обработки / К.В. Кротов // Зб. наук. пр. СХУЯЕтаП. – Севастополь: СХУЯЭиП, 2012. – Вып. 3 (43). – С. 172 - 182 .

Надійшла до редакції 28.01.2013 р.
Після доопрацювання 20.02.2013 р.

УДК 004.67:519.257

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБОК ВТОРОГО РОДА ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

К.Н. Маловик, И.А. Скатков

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности

Описаны функциональная структура и алгоритмы работы инструментального средства для оценивания вероятности ошибок второго рода и зон распознавания при оценке состояний оборудования АЭС. Приведены алгоритм оценивания вероятности ошибок второго рода при оценке состояний оборудования АЭС, пример построения оценочной матрицы и выделения зон уверенного и неуверенного распознавания возмущающего воздействия на контролируемые параметры.

Введение

Принятие решений о техническом состоянии объектов критического применения (ОКП) в большинстве случаев производится в условиях недостаточной априорной информации о воздействии внешних факторов, малых объемов выборок наблюдаемых параметров. Известно [1], что имеющийся объем статистических данных таких объектов крайне ограничен. Во многих случаях для оценки состояния ОКП необходимо знать, являются ли контролируемые параметры ОКП однородными или имеется изменение свойств ОКП.

Одной из основных задач статистического исследования ОКП является оценка статистической однородности выборок. Если выборки однородны, то считают, что они извлечены из одной и той же генеральной совокупности и, следовательно, имеют одинаковые, причем неизвестные, непрерывные функции распределения $F_1(x)$ и $F_2(x)$.

Постановка задачи научного исследования

При исследовании мощности воздействия влияющих факторов на ОКП предлагается сформулировать и проверять гипотезу H_0 – «вектор контролируемых параметров не меняет закона распределения». Таким образом, нулевая (основная) гипотеза состоит в том, что при всех значениях аргумента (обозначим его через x) функции распределения равны между собой: $F_1(x) = F_2(x)$. В случае принятия гипотезы H_0 следует вывод об отсутствии воздействия влияющих факторов или его незначительности.