УДК 681.518

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ РЕСУРСОВ

И.С. Панченко

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Д.Ю. Муромцев

Ключевые слова и фразы: граф состояний функционирования; инновационно-производственная система; построение графа состояний функционирования.

Аннотация: Рассматривается задача проектирования инновационно-производственной системы с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов. Приведен алгоритм решения задачи и его блок-схема.

Введение

Ключевым аспектом в реализации производственного плана инновационно-производственной системы (**ИПС**) [1] является наличие ресурсов, необходимых для изготовления продукции. Причем важно, чтобы они в необходимом объеме присутствовали к моменту начала выполнения каждой конкретной операции технологического маршрута.

В связи с ростом цен на ресурсы и обострением проблемы ресурсопотребления существующие методы планирования загрузки аппаратов не обеспечивают выполнения требований ресурсной эффективности. В связи с этим актуальной становится задача построения графа состояний функционирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов.

Задача проектирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов

Имеется перечень аппаратов, множество химико-технологических систем (**ХТС**), которые необходимо выполнить, множество процессов, из которых состоят ХТС, информационные, интеллектуальные и материаль-

Панченко Ирина Сергеевна – аспирант кафедры «Информационные процессы и управление», e-mail: ipu@ahp.tstu.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов.

ные ресурсы. Процессы включаются в граф состояний функционирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов в том случае, если они не имеют предшественников, или чтобы их предшественники уже входили в граф. Для выполнения каждого процесса назначается определенный аппарат с указанием времени выполнения процесса на нем. Для различных исходных данных: количество аппаратов, информационные, интеллектуальные, материальные ресурсы, необходимо построить граф состояний ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов и выбрать такой порядок распределения в соответствии с построенным графом, который приводил бы к минимальному времени окончания процессов.

Специфика рассматриваемой задачи заключается в необходимости учета особенностей протекания и ведения отдельных процессов под различным влиянием информационных и интеллектуальных ресурсов [2].

Математическая модель

Перечень процессов задан в виде ориентированного графа. Время выполнения *i*-го процесса *j*-м аппаратом с использованием *l*-го интеллектуального ресурса, при наличии информационного ресурса $d\ -\ t_{ijld}$, то есть для всех $i=1,2,...,N$, $l=1,2,...,L$, $d=1,2,...,D$ и $j=1,2,...,R$ задано матрицей t_{ijld}: если $t_{ijld}>0$, то *i*-й процесс выполняется *j*-м аппаратом *l*-м интеллектуальным ресурсом и при наличии *d*-го информационного ресурса; если $t_{ijld}=\infty$, то *i*-й процесс не выполняется *j*-м аппаратом *l*-м интеллектуальным ресурсом и при наличии *d*-го информационного ресурса; если $t_{ijld}=0$, то процесс невозможен, так как время его выполнения не может быть равно 0, при фиксированном уровне (интенсивности) q_{ijld}^{k} использования *k*-го вида ресурсов, являющегося для данной работы определяющим. Пусть ограничения на ежедневное использование ресурсов заданы вектором $Q(t)=\{Q^{1}(t),Q^{2}(t),Q^{k}(t),...,Q^{r}(t)\}$.

Допустим, что для выполнения *i*-го процесса необходим один аппарат, который по окончании процесса может быть использован на любом другом процессе в соответствии с матрицей o_{ijld}: если $o_{ijld}>0$, то *i*-й процесс выполняется *j*-м аппаратом *l*-м интеллектуальным ресурсом; если $o_{ijld}=\infty$, то *i*-й процесс не выполняется *j*-м аппаратом *l*-м интеллектуальным ресурсом при наличии *d*-го информационного ресурса.

Каждому варианту распределения ресурсов по процессам соответствует свое время окончания всех процессов T. Задача заключается в том, чтобы для различных исходных количественных данных: аппаратов, информационных и интеллектуальных ресурсов, построить граф состояний функционирования ИПС с учетом переналадок и с дефектом ресурса при ограничениях на использование непрерывных ресурсов и выбрать такой порядок распределения в соответствии с построенным графом, который приводил бы к минимальному времени окончания процессов в любой момент времени, но при этом не нарушались бы ограничения ни по одному из ресурсов, то есть

$$\sum_{(i,j,l,d)\in F(t)} q_{ijld}^{k} \le Q^{k}(t), \tag{1}$$

где $F(t)$ – фронт проводимых работ.

Для решения задачи необходимо построить все варианты распределения ресурсов и выбрать вариант с минимальным временем окончания всех процессов – $T_{\min}$.

Все выполненные процессы в графе обозначим двоичным числом x, где x – двоичное N-разрядное число, номер разряда двоичного числа x соответствует номеру процесса. Если процесс выполнен, в соответствующем разряде стоит 1, если нет – 0.

Обозначим $R(x)$ – граничные процессы: все невыполненные процессы, которые имеют связь хотя бы с одним из выполненных процессов; $U(x)$ – допустимые процессы: процессы из $R(x)$, которые можно выполнить, но еще не выполнены; $P(x)$ – фронт выполненных процессов: все выполненные процессы, которые связаны хотя бы с одним из граничных процессов; $\gamma(\delta_i)$ – множество процессов, непосредственно предшествующих данному процессу δ_i.

Между этими множествами можно записать следующие соотношения:

$$\begin{gathered} P(x) = R(x_{\text{р}} - x);\ \ R(x) = P(x_{\text{р}} - x); \\ U(x) \subset R(x);\ U(x_{\text{р}} - x) \subset R(x_{\text{р}} - x). \end{gathered} \tag{2}$$

Одному значению x могут соответствовать различные времена выполнения этих процессов в зависимости от имеющихся интеллектуальных и информационных ресурсов, которые будем обозначать $t_i^{\text{в}}(x)$ $(i = 1,2,\ldots,N)$, и различные времена освобождения аппаратов $T_j(x)$ $(j = 1,2,\ldots,R)$. Таким образом, каждому x можно поставить в соответствие вектор $t^{\text{в}}(x)$ и вектор $T(x)$. Соответственно, совокупность $\{x, t^{\text{в}}(x), T(x)\}$ – состояние системы S, которое будет точкой в пространстве размерности $N + R + 1$.

Из первоначального состояния $S_1\{x, t^{\text{в}}(x), T(x)\}$, после выполнения одного процесса $\delta_i \subset U(x)$ j-м аппаратом ИПС переходит в новое состояние $S_2\{y, t^{\text{в}}(y), T(y)\}$, где $y = x + \delta_i$. При переходе из одного состояния в другое учитываются ограничения:

– неотрицательность действительных переменных

$$t_{ijld}, z_{ijld}, p_r \ge 0, \tag{3}$$

где z_{ijld} – длительность перерыва после окончания выполнения i-го процесса на j-м аппарате l-м интеллектуальным ресурсом при наличии d-го информационного ресурса; z_{ijld}, b_{ijld} – моменты начала и окончания выполнения процесса i на аппарате j; p_r – длительность простоя j-го аппарата.

При этом

$$z_{ijld} = p_{rijld-1} + z_{ijld-1};\ b_{ijld} = z_{ijld} + t_{ijld};\ b_{k0} = 0,\ z_{k1} = z_{k0}; \qquad (4)$$

– логические условия: правильность нумераций процессов, однооператорность, однопроцессорность, одноаппаратность, выполнимость всех процессов

$$c_{ji,i+1ld} \le z_{jild}, \qquad (5)$$

где z_{jild} – длительность перерыва после окончания процесса i,

$$b_{ijld} \le z_{i+1jld}. \qquad (6)$$

Для вычисления $t^{\text{в}}(y)$ и $T(y)$ используются следующие соотношения: время возможного начала δ_i процесса $t_i^{\text{н}}$ равно максимальному времени выполнения предшествующих процессов

$$t_i^{\text{н}}(y) = \max_{\delta_i}(t_k^{\text{в}}(x)),\ \delta_k \subset \gamma(\delta_i); \qquad (7)$$

– время выполнения δ_i процесса i-м аппаратом равно

$$t_i^{\text{в}}(y) = \max(T_j(x), t_i^{\text{н}}(y)) + \tau_{ij}; \qquad (8)$$

– время освобождения i-го аппарата после выполнения j-го процесса

$$T_j(y) = t_i^{\text{в}}(y). \qquad (9)$$

На основе взаимосвязи компонент векторов можно построить все варианты распределения ресурсов по процессам, которые будем называть графом состояний функционирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов.

Расчет дефекта ресурса производим по следующей формуле

$$Df = \sum_{f=1}^{F}(R - |u_f|) = FR - N, \qquad (10)$$

где u_f – процессы, выбранные к выполнению на $(f+1)$-м шаге; $|u_f|$ – число единиц процессов.

Начальному состоянию $x_0 = (0...0), T(x_0) = (0...0)$ соответствует некоторое множество допустимых процессов $U(x_0)$, и каждый допустимый процесс можно выполнить R различными ресурсами, используя матрицу соответствия процесса аппарату.

Для построения графа состояний функционирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов, который бы удовлетворял критерию минимума окончания всех процессов, необходимо определить значения b_{ijld} и z_{ijld}.

Алгоритм проектирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов

Задача проектирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов должна решаться путем анализа всех возможных вариантов состояний, в которые может перейти ИПС при различном влиянии управляющих и возмущающих воздействий.

На первом этапе проектирования ИПС осуществляется выбор ХТС из заданного множества для получения конкретного продукта. Химико-технологическая система определяется перечнем процессов и их связей. Примем достаточно общее допущение о том, что один и тот же продукт может быть получен на разных ХТС. Для выполнения процессов используется наличный парк аппаратов [1].

Для работы данного алгоритма требуются следующие входные данные: перечень аппаратов I, множество ХТС J, которое необходимо выполнить, множество процессов L, из которых состоят ХТС, и булеву матрицу Y, где $y_{ijld} \in \{0,1\}$ – булева матрица определяет, выполняется ли l-й процесс ХТС j на аппарате i при наличии d-информационного ресурса, множество информационных ресурсов D, при наличии m-интеллектуального ресурса, множество интеллектуальных ресурсов M, множество материальных ресурсов W. Последовательно составляем список процессов, которые на данном шаге могут быть включены, для этого необходимо, чтобы они не имели предшественников, либо чтобы их предшественники уже входили в граф. Затем распределяем ХТС, которые необходимо выполнить, и процессы, из которых состоят ХТС, по аппаратам. Все процессы делим на уникальные процессы, которые не могут быть выполнены другим аппаратом, и неуникальные, которые могут быть выполнены другим аппаратом. Осуществляем проверку наличия соответствующих информационных и интеллектуальных ресурсов.

В дальнейшем уникальность/неуникальность процесса используется для ранжирования приоритетов выполнения процессов.

Обозначим время выполнения на i-м аппарате распределенных на него первых l процессов j-й ХТС f^{0}_{ijdm}, время переналадок после окончания процесса – t^{l}_{ijdm} и приравняем их к нулю $f^{0}_{ijdm} = 0, t^{l}_{ijdm} = 0, i \in I$.

В качестве критерия оптимизации в данном алгоритме используется «минимальное время выполнения всех ХТС». Время выполнения операций рассчитывается по рекуррентному соотношению

$$f^{l+1}_{\substack{\arg\min \left(t_{ijldm+1}\right) j \\ y_{ijldm+1} \neq 1 \\ f^{l+1}_{ijdm} \neq 0}} = \min\left(\max_{\substack{f^{l}_{ijdm} \neq 0 \\ y_{ijldm} = 1}} f^{l}_{ijdm}, f^{l}_{ijdm} + t_{\min\_ijldm+1} \right); \qquad (11)$$

$$\min\_f = \min_{\substack{y_{ijldm+1}=1 \\ f_{ijdm}^{(l+1)} \neq 0}} t_{ijldm+1}. \quad (12)$$

Пусть $w = \arg\min_{\substack{y_{ijldm+1} \neq 1 \\ f_{ijdm}^{(l+1)} \neq 0}} (t_{ijldm+1})j$ – индекс $(w \in I)$, при котором достигается минимум (11), тогда рекуррентное соотношение для f_{ijdm}^{l} будет иметь вид

$$f_{ijdm}^{(l+1)} = \begin{cases} f_{ijdm}^{l}, i \neq w \\ \min\left(f_{wjdm}^{l} + \min\_f, \max_{\substack{f_{ijdm}^{l} \neq 0 \\ y_{ijldm}=1}} f_{ijdm}^{l} \right) \end{cases}. \quad (13)$$

В процессе построения графа производим учет количества процессов, выполненных на каждом аппарате в конкретной ХТС, а также суммируем время переналадок, которые необходимы для выполнения данных процессов. На каждом этапе выбираем менее загруженный аппарат с учетом его производительности и длительности переналадки при переходе от выполнения одного процесса к следующему, то есть если время выполнения процесса соответствующей ХТС не равно нулю и есть свободный аппарат для его выполнения, то выбираем аппарат, который выполнит данный процесс быстрее с более высокой производительностью, и время переналадки у него короче, а также выбираем наилучшее решение для распределенных $(l-1)$ процессов предыдущего этапа: $f_{ijdm}^{l-1} \neq 0$ и $y_{ijdml-1} = 1$, то

$$\max\_f = \max\left(\max\_f, f_{ijdm}^{l-1}\right);\ \min\_f = \min\left(\min\_f, t_{ijdml}\right);$$

$$\min\_i = \arg\min_{\min\_i,i}\left(\min\_f, t_{ijdml}\right).$$

Определяем минимальное время выполнения процесса на конкретном аппарате: $f_{\min\_i,j}^{l} = \min\left(\max\_f, f_{\min\_i,jdm}^{l-1} + \min\_f\right)$ и минимальное время переналадок для выполнения ХТС, дефект ресурса и порядок загрузки выбранного аппарата конкретным процессом. После этого рассчитываем время выполнения ХТС и соответствующих им процессов на конкретном аппарате, суммарное время выполнения ХТС и суммарное время переналадок, которые необходимы для выполнения ХТС, задаваемое как время выполнения самой продолжительной ХТС: f_{ijdm}^{l}, $i \in I$, $\max_{i \in I} f_{ijdm}^{l}, \min t_{ijdm}^{l}$.

После расчета времени переналадок необходимо распределить ресурсы по процессам. Исходя из того, что сдвиг начала процесса уменьшает его полный резерв, то из первоначального фронта необходимо исключить те процессы, для которых остаток полного резерва после наиболее целесообразного из всех возможных сдвигов их начала окажется наибольшим. Под целесообразным сдвигом будем понимать перенесение момента начала рассматриваемого процесса l до момента появления свободных ресурсов. Очевидно, что наиболее целесообразным из всех возможных следует считать наименьший сдвиг, то есть сдвиг до момента наиболее раннего высвобождения ресурса. В случае отсутствия полных резервов наиболее целесообразный сдвиг должен быть выбран так, чтобы длина критического пути увеличилась на минимально возможную величину.

Сроки свершения событий сетевого графика будем вычислять следующим образом:

$$T^{\text{р}}_{l0} = 0; \quad T^{\text{р}}_{l+1} = \max_{l\in\Gamma}[T^{\text{р}}_{l+1} + t_{ijld}]; \tag{14}$$

$$T^{\text{п}}_{l*} = T^{\text{р}}_{l*}; \quad T^{\text{п}}_{l} = \min_{l+1\in\Gamma}[T^{\text{п}}_{l} - t_{ijld}]. \tag{15}$$

Процесс составления расписания в рассматриваемый момент времени t начинается с расчета сроков по формулам (14) и (15).

Фронт процессов $F(t)$, который необходимо выполнить, формируется при помощи специальной таблицы распределения ресурсов, непрерывно строящейся с самого начала процесса для каждого вида. В таблице по горизонтали отложена равномерная шкала времени с шагом, равным одному дню, а по вертикали – номера процессов, использующих один и тот же вид ресурса. В строке таблицы, относящейся, например, к процессу l, начиная со столбца, который соответствует моменту его начала $T^{\text{р}}_{l}$, откладывается величина q^{k}_{ijld} столько раз, сколько указано в оценке продолжительности t_{ijld}. Под каждым столбцом указываются сумма элементов столбца $\sum\limits_{(i,j,l,d)\in F(t)} q^{k}_{ijld}$, величина ограничения $Q^{k}(t)$ и разность $Q^{k}(t) - \sum q^{l}_{ijld}$. Построение таблицы начинается с внесения в нее информации о работах со сроком начала, равным нулю $(T = 0)$, дописываются строки со всеми работами, начинающимися при $t = 1, 2, 3$. Это продолжается до первого нарушения ограничения по ресурсу, выражающегося в появлении первой отрицательной разности в последней строке.

Из всех таблиц выделяются те, в которых нарушены ограничения в столбце, соответствующем рассматриваемому дню. Остальные таблицы пока рассматривать нет смысла, потому что закладываемые в них на данный момент работы обеспечены достаточным количеством ресурса. Из выделенных таблиц выписываются перечни процессов, имеющих ненулевые элементы в указанном столбце. Эти перечни и являются теми группами $F^k(t)$, из которых складывается фронт допустимых к выполнению процессов $F(t)$.

Для определения наиболее целесообразного сдвига для какого-либо процесса, прежде всего, необходимо найти зависимость от окончания какого-то конкретного процесса и лучше поставить его в начало, чтобы полный резерв уменьшился на минимально возможную величину, то есть этот процесс следует рассматривать в качестве задерживаемой, по отношению ко всем остальным процессам, группы $F^k(t)$.

В целях упрощения последующих расчетов понятие полного резерва заменим равнозначным понятием длины наибольшего из путей, проходящих к целевому событию через рассматриваемый процесс. Численное значение этой величины для процесса l вычисляется по формуле

$$L_{ijld} = T^{\text{п}}_{l^*} - T^{\text{п}}_{l+1} + t_{ijld}. \tag{16}$$

При установлении зависимости между окончанием процесса (m,n) и началом процесса l в сетевом графике могут образоваться новые пути, ведущие через (m,n) к целевому событию. Длина наибольшего из новых путей, очевидно, не будет превышать

$$\overline{L_{(m,n;l)}} = t_{(m,n)} + L_l. \tag{17}$$

Здесь и далее пара процессов, упорядоченная в указанном выше смысле, будет обозначаться $(m,n;l)$. Очевидно, что наиболее целесообразный сдвиг начала процесса l предопределен той парой $(m_0,n_0;l)$, которая обеспечивает минимальное значение величины $\overline{L}$, то есть

$$\overline{L_{(m_0,n_0;l)}} = \min_{(m,n)\in F^k(t)-1} [t_{(m,n)} + L_l]. \tag{18}$$

Пару процессов $(m_0,n_0;l)$ назовем «оптимальной парой», если она обеспечивает самое минимальное из значений величины $\overline{L}$, которые для всех возможных пар процессов из группы $F^k(t)$ могут быть определены, то есть

$$\overline{L_{(m_0,n_0;l_0)}} = \min_{(m,n)\in F^k(t)} \left[\overline{L_{(m_0,n_0;l)}}\right]. \tag{19}$$

Найденный указанным выше способом второй процесс оптимальной пары должен быть исключен из группы $F^k(t)$. Если в группе оказалось две или болеет оптимальные пары, то предпочтение следует добавить той из них, для которой разность длин максимального из имеющихся и максимального из вновь образуемых путей окажется наибольшей, то есть опасность корректировки или величины самой корректировки длины критического пути будет наименьшей

$$\overline{\Delta L_{(m_0^*,n_0^*;l_0^*)}} = \max_{(m_0,n_0;l_0)} [L_{(m_0,n_0)} - \overline{L_{(m_0,n_0;l_0)}}], \tag{20}$$

если после исключения из группы процесса l_0 ограничение по ресурсу для остающихся процессов не выполняется, то аналогичным образом следует определять вторую, третью и т.д. оптимальные пары, пока ограничение не выполнится. При этом после определения очередной оптимальной пары длину наибольшего из путей, проходящих к целевому событию через первую работу пары, следует уточнить по формуле

$$L^{\text{нов}}_{(m_0,n_0)} = \max[C^{\text{ст}}_{(m_0,n_0;l_0)}], \tag{21}$$

что исключает необходимость пересчета сроков событий сетевого графика перед поиском следующей оптимальной пары.

Заметим, что если рассмотрение всех пар организовать отдельными сериями, в каждой из которых один из процессов ставится в роль задерживаемого по отношению к остальным, то общее количество рассматриваемых пар можно значительно уменьшить, не рассматривая целые серии, в тех случаях, когда выполняется условие

$$\overline{L_{(m_0,n_0;l_0)}} \prec L_1, \tag{22}$$

где $\overline{L_{(m_0,n_0;l_0)}}$ – достигнутое на предыдущих сериях минимальное значение длины наибольшего из новых путей, а l-процесс, который предполагается анализировать как задерживаемый. В самом деле, в подобных ситуациях встречаются только процессы, лежащие на критических или других очень длинных путях, и нецелесообразность их задержки очевидна и без дополнительных расчетов.

Закончив поиск всех оптимальных пар в одной группе, аналогичный поиск можно проводить по группе другого ресурса, и так до тех пор, пока они не будут найдены по всем группам, то есть по всему фронту допустимых процессов. Найденные вторые процессы оптимальных пар необходимо, в первую очередь, использовать, чтобы из таблиц распределения ресурсов вычеркнуть соответствующие строки. Затем в сетевой график надо внести топологическое изменение, чтобы установить логическую связь между окончанием первого и началом второго процесса в каждой оптимальной паре. Возникающие при этом трудности обусловливаются тем, что в сетевом графике события являются моментами начала или завершения, как правило, не отдельных процессов, а целых их совокупностей. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо следить за тем, чтобы интересующие нас моменты завершения первого и начала второго процесса пары при необходимости правильно вводились в график, обозначались своими кодами и только после этого соединялись соответствующими логическими связями. Введением в график найденных топологических изменений заканчивается полный цикл по расчету расписания на рассматриваемый день и подготовке к расчетам на последующие дни.

В результате работы данного алгоритма (см. рисунок) получаем граф состояний функционирования с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов, оптимальный по данному критерию.

Блок-схема алгоритма определения состояний функционирования инновационно-производственной системы с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов

Заключение

В работе предложен алгоритм, позволяющий оперативно строить граф состояний функционирования ИПС с учетом множества ограничений, накладываемых производственной средой, графиком переналадок и дефектом ресурса. На основании алгоритма разработан программный комплекс, который позволяет для разных исходных данных строить граф состояний функционирования ИПС с учетом ограничений на использование непрерывных ресурсов. С помощью программного комплекса можно оперативно диагностировать дефицит ресурсов, что сокращает количество непредвиденных остановок производства и повышает коэффициент загрузки аппаратов.

Список литературы

1. Матвейкин, В.Г. Построение графа состояний функционирования инновационно-производственной системы / В.Г. Матвейкин, Б.С. Дмитриевский, И.С. Панченко // Системы управления и информ. технологии. – 2011. – № 1(43). – С. 37–40.
2. Матвейкин, В.Г. Построение модели инновационно-производственной системы / В.Г. Матвейкин, Б.С. Дмитриевский, И.С. Панченко // Сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в образовании, науке и производстве», Серпухов, 28 июня – 2 июля 2010 г. / Моск. физ.-техн. ин-т. – Серпухов, 2010. – С. 203–206.
3. Панченко, И.С. Особенности инновационно-производственной системы как объекта управления / И.С. Панченко // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2011. – № 4(35). – С. 102–105.

Designing of Innovative-Production System with Limits on Using of Continuous Resources

I.S. Panchenko

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: constructing state graph of functioning; state graph of innovative-production system functioning; innovative-production system.

Abstract: The article is devoted to the task of designing innovative-production system with limits on using of continuous resources. The algorithm for the solution of the task and the block diagram are presented.
