

УДК 629.11.001.24:531.3

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РИТМИЧНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА

*Канд. техн. наук, доц. ЧЕПЕЛЕВА Т. И.*

*Белорусский национальный технический университет*

Цель статьи – рассмотрение сосредоточенных и распределенных конкурирующих процессов и некоторых основных положений метода структурирования ресурсов машиностроительного производства.

Возможность конвейерной реализации различных конкурирующих процессов зависит от практической возможности представления общего ресурса в виде последовательности составных частей. Множество процессов  $P$  назовем множеством конкурирующих процессов, если эти процессы обладают хотя бы одним

общим ресурсом. Через общие ресурсы осуществляется взаимодействие процессов производства. Особую роль в машиностроении играют структурирование производственного ресурса

и решение проблем оптимальной организации как параллельных конкурирующих процессов производства, так и комплексных, а также их сосредоточенное распределение и выполнение. Разработан математический аппарат сетевых дуговзвешенных графов, а также получены способы расчета точных значений минималь-

ного общего рабочего времени выполнения различных действующих производственных процессов рабочего ресурса с ограниченным числом интеллектуальных исполнителей с оценками трудоемкости с учетом числа рабочих блоков и процессов. Полученный математический аппарат служит отправной точкой в решении проблемы организации и распределения множества взаимодействующих конкурирующих процессов в машиностроительном производстве.

Основная идея метода структурирования процессов производства состоит в обеспечении декомпозиции (т. е. разбиении) рабочего ресурса на блоки и организации одновременного, параллельного использования этих блоков множеством процессов.

Для параллельного использования рабочих блоков характерной является та ситуация, когда один и тот же блок или часть его необходимо выполнять многократно, циклически. Введем некоторые обозначения.

Подмножеством множества рабочих ресурсов или просто ресурсом назовем многократно выполняемый рабочий блок или его часть, а множество соответствующих производственных процессов – конкурирующими. Пусть  $R_i$  – некоторый ресурс, а  $\overline{R_i}$  – множество конкурирующих процессов, где  $i = \overline{2, k}$ . Задача состоит в следующем: требуется организовать производство таким образом, чтобы общее время выполнения рабочих процессов  $R_i$ , использующих ресурс  $R_i$ , было минимальным,  $i = \overline{1, n}$ .

Для решения поставленной задачи применяется стратегия последовательного обслуживания и распределение  $n$  рабочих процессов с использованием различных механизмов.

Под рабочим ресурсом в машиностроительном производстве будем понимать некоторый источник, основу для производства. Например: если используется источник энергии – энерго-ресурсы; если основа для работы – сырье – сырьевые ресурсы; аналогично финансовые ресурсы, рабочие ресурсы и т. д.

Интеллектуальный исполнитель в машиностроительном производстве – это некоторая интеллектуальная машина. Его основная функция – распределение производственных процессов в определенной логической последо-

вательности и обработка рабочего ресурса с целью получения некоторого конечного результата. Он создает, нормирует и обрабатывает производственные процессы. Интеллектуальный исполнитель производства – это организатор и исполнитель в одном лице (но в обратную сторону не всегда верно). Интеллектуальный исполнитель превращает хаос каких-то производственных задач в последовательную упорядоченную систему с целью достижения цели при их решении. Роль интеллектуального исполнителя могут исполнять прежде всего рабочий коллектив, автоматы, определенная робототехника, полуавтоматы и т. п.

Процессы – это определенные действия, направленные на решение поставленных производственных задач.

Рассмотрим более подробно схему «Структура производства» (рис. 1). Пусть  $t$  – время выполнения каждым из процессов ресурса  $R$ . В этом случае суммарное время выполнения процессов:  $T = nt$ . Заметим, что дополнительные временные затраты на распределение процессов здесь не учитываются.

Время  $T$  можно существенно сократить, если обеспечить структурирование ресурса  $R$  производства на рабочие блоки  $R_1, R_2, \dots, R_k$  с последующей конвейеризацией как рабочих блоков по процессам, так и процессов согласно интеллектуальным исполнителям.

При этом необходимо пройти следующие этапы:

- а) структурирование ресурса на рабочие блоки;
- б) организацию параллельного взаимодействия процессов, рабочих блоков и интеллектуальных исполнителей;
- в) совмещение во времени выполнения различных процессов, использующих один и тот же рабочий блок  $R_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ ;
- г) запоминание (по завершению использования очередного рабочего блока) и восстановление (перед началом использования следующего рабочего блока) необходимой информации о промежуточном состоянии процессов;
- д) запуск производственных процессов на выполнение и их завершение;
- е) выбор режимов взаимодействия рабочих процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков;

ж) обеспечение специальных средств описания взаимодействия производственных процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков ресурса производства;

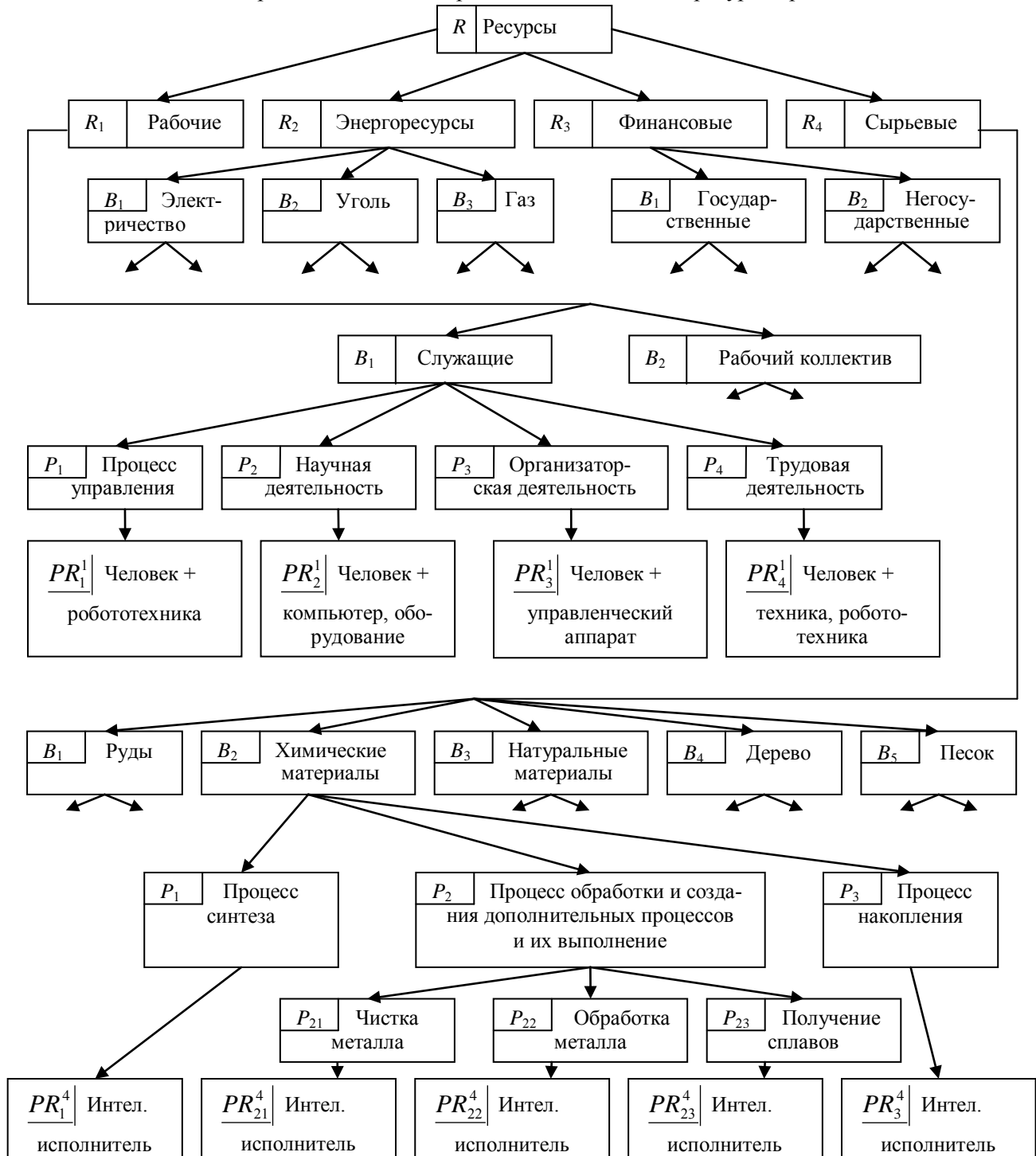


Рис. 1. Структура производства

з) разработка алгоритмов реализации взаимодействия процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков ресурса производства;

и) поддержка взаимодействия процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков.

Исходя из структурной организации машиностроительного производства осуществляется

структурирование ресурса на соответствующие рабочие блоки. Это происходит на этапах создания математической модели машиностроительного производства, а также на этапах создания алгоритмов ее решения. Далее каждый рабочий блок оформляется с помощью специального математического описания. Число рабочих блоков разбиения ресурса производства зависит от количества процессов и интеллектуальных исполнителей, накладных расходов и других параметров.

Проведены доказательства соответствующих критериев эффективности и оптимальности структурирования процесса производства согласно количеству рабочих блоков, интеллектуальных исполнителей ресурса производства с учетом необходимых параметров.

Для описания взаимодействия процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков ресурса производства введена их соответствующая нумерация.

Пусть имеется  $R_i$  процессов,  $PR_k$  интеллектуальных исполнителей,  $B_j$  рабочих блоков, где

$i = \overline{1, n}$ ;  $k = \overline{1, p}$ ;  $j = \overline{1, s}$ . Причем рабочие блоки расположены линейно. Тогда специально выделенный организующий производственный процесс предоставляет рабочие блоки структурированного ресурса производства  $R_j$ ,  $j = \overline{1, s}$ , каждому из процессов  $P$ ,  $i = \overline{1, n}$ . В случае сосредоточенной обработки возможна монополизация интеллектуального исполнителя  $i$ -м производственным процессом. При этом если  $j$ -й рабочий блок,  $j = \overline{1, s}$ , освобождается очередным  $i$ -м производственным процессом, то он предоставляется  $(i + 1)$ -му процессу, а  $i$ -й процесс получает в свое распоряжение  $(j + 1)$ -й рабочий блок или переводится в состояние ожидания до момента освобождения  $(j + 1)$ -го блока,  $i = \overline{1, n - 1}$ ,  $j = \overline{1, s - 1}$  и т. д. (рис. 2).

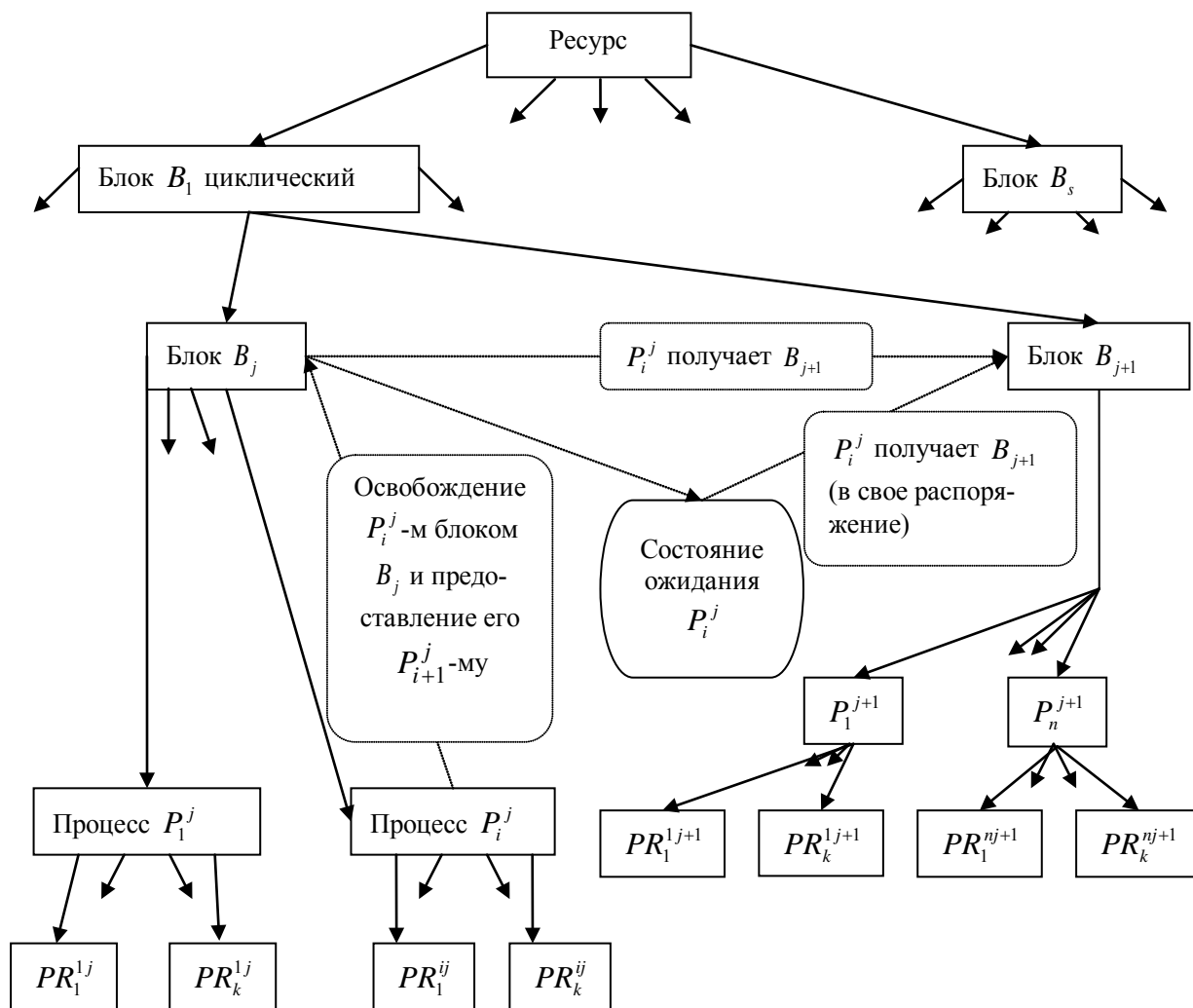


Рис. 2. Организация взаимодействия компонентов структуры производства

При распределенной обработке монополизации интеллектуальных исполнителей производственными процессами не происходит, а рабочие блоки одного и того же производственного процесса выполняются различными интеллектуальными исполнителями.

При недостаточном, ограниченном наличии интеллектуальных исполнителей возможно совмещенное во времени выполнение производственных процессов. Запоминание и восстановление промежуточных состояний производственных процессов, запуск их на выполнение и их завершение, выбор режимов взаимодействия процессов, интеллектуальных исполнителей и рабочих блоков осуществляет организующий процесс.

Предлагаемый метод организации взаимодействия конкурирующих процессов с ресурсом производства, основанный на его структу-

рировании на параллельно выполняемые блоки, позволяет использовать один и тот же ресурс для множества конкурирующих процессов одновременно. Задача обоснования метода структурирования ресурсов на параллельно выполняемые рабочие блоки по времени реализации заданных объемов работ носит комплексный характер, что приводит к сложным математическим расчетам.

### ВЫВОД

Для решения подобных задач требуется, прежде всего, построение математических моделей, адекватно отражающих различные аспекты взаимодействия множества процессов, с учетом их физической специфики. Анализ показывает, что на пути решения этой комплексной проблемы большинство математиче-

ских задач носит дискретный, комбинаторный характер. В связи с этим при построении и исследовании математических моделей и задач оптимальной организации параллельных процессов производства применяются теории множеств, расписаний, графов, комбинаторной оптимизации. Рассмотрены вопросы моделирования и алгоритмизации структуры производ-

ства с использованием метода структурирования (разбиения на части) и организации параллельного выполнения множества взаимодействующих конкурирующих производственных процессов.

Поступила 17.07.2008