

сти; $\sigma_{kl} = \sqrt{\frac{3}{2} S_{kl} S_{kl}}$ – интенсивность напряжений.

Закон ползучести $\dot{\epsilon}_u^c = f(\sigma_u, T, \varphi t, t)$ предполагаем известным.

3. Используя шаговый метод по времени, определяем деформации ползучести на n -м шаге

$$\epsilon_{kln}^c = \epsilon_{kln-1}^c + \dot{\epsilon}_{kln-1}^c \Delta t, \quad (8)$$

где ϵ_{kln-1}^c – величины деформаций ползучести на предыдущем шаге по времени; $\dot{\epsilon}_{kln-1}^c$ – величины скоростей деформации ползучести в момент времени t_{n-1} ; Δt – шаг по времени; $k, l = 1, 2, 3$.

4. Полученные деформации ползучести подставляем в исходное уравнение равновесия и в граничные условия. Решаем заново систему уравнений (5), (6) с учетом деформаций ползучести полученных на прошлом шаге по времени и т. д.

ВЫВОД

Данный алгоритм решения позволяет производить расчеты напряженно-деформированного состояния полых цилиндров при значительных объемных изменениях, вызванных неравномерным нагревом и нейтронным облучением с учетом тепловой и радиационной ползучестей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов, И. С. Прочность элементов конструкций при облучении / И. С. Куликов, Б. Е. Тверковкин. – Минск, 1990. – 134 с.
2. Клус, С. А. Напряженно-деформированное состояние полого толстостенного цилиндра при неравномерном нагреве и радиационном облучении / С. А. Клус, И. С. Куликов, А. В. Чигарев // Инновации в машиностроении. – 2008. – № 23. – С. 218–224.

Поступила 03.03.2009

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 произ-

водства. 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 минимального 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 распределении 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 – энергоресурсы; 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 последовательности и обработка рабочего ресурса с целью получения некоторого конечного результата. Он создает, нормирует и обрабатывает производственные процессы. Интеллекту-

альный 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;

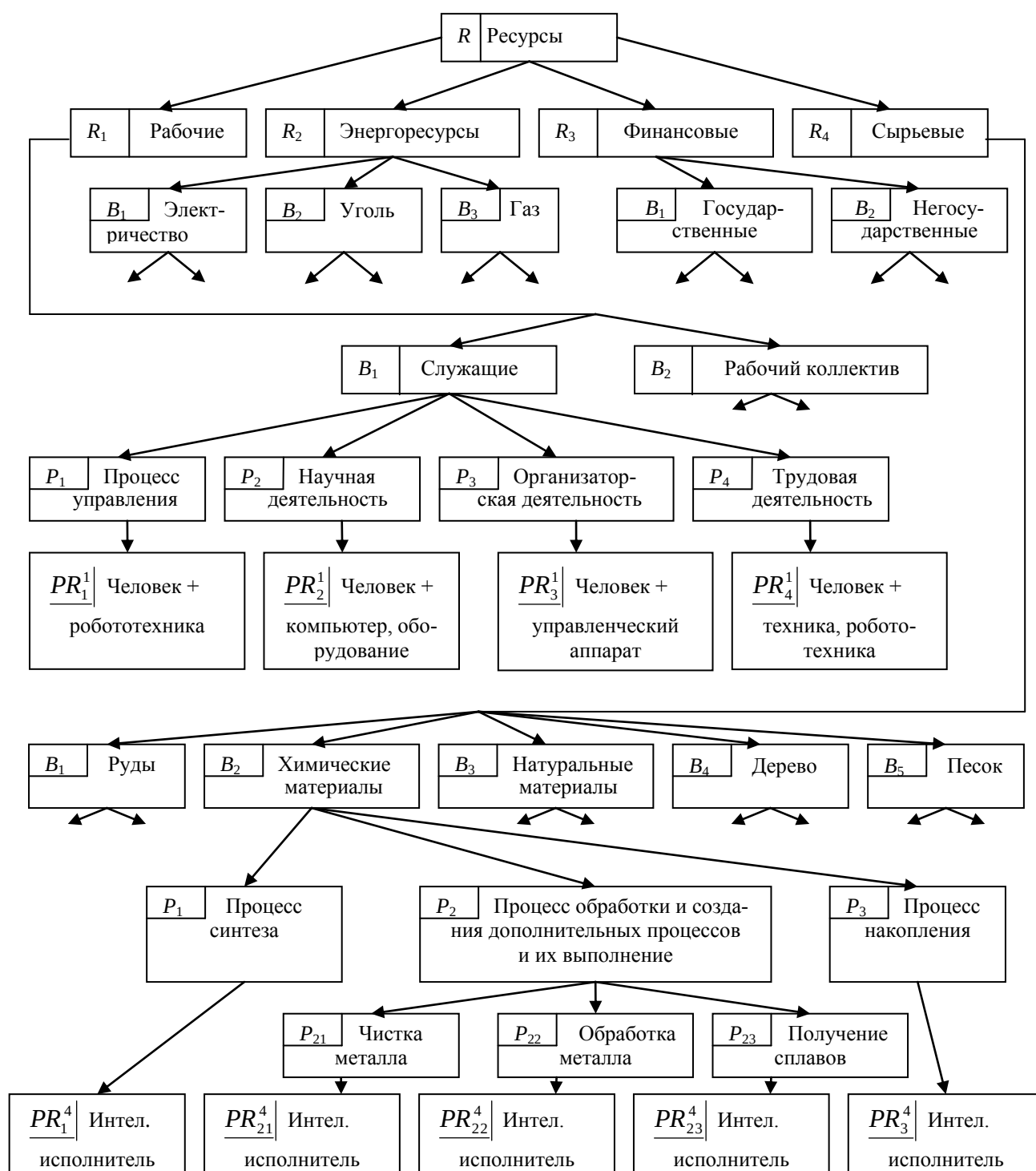


Рис. 1. Структура производства

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).

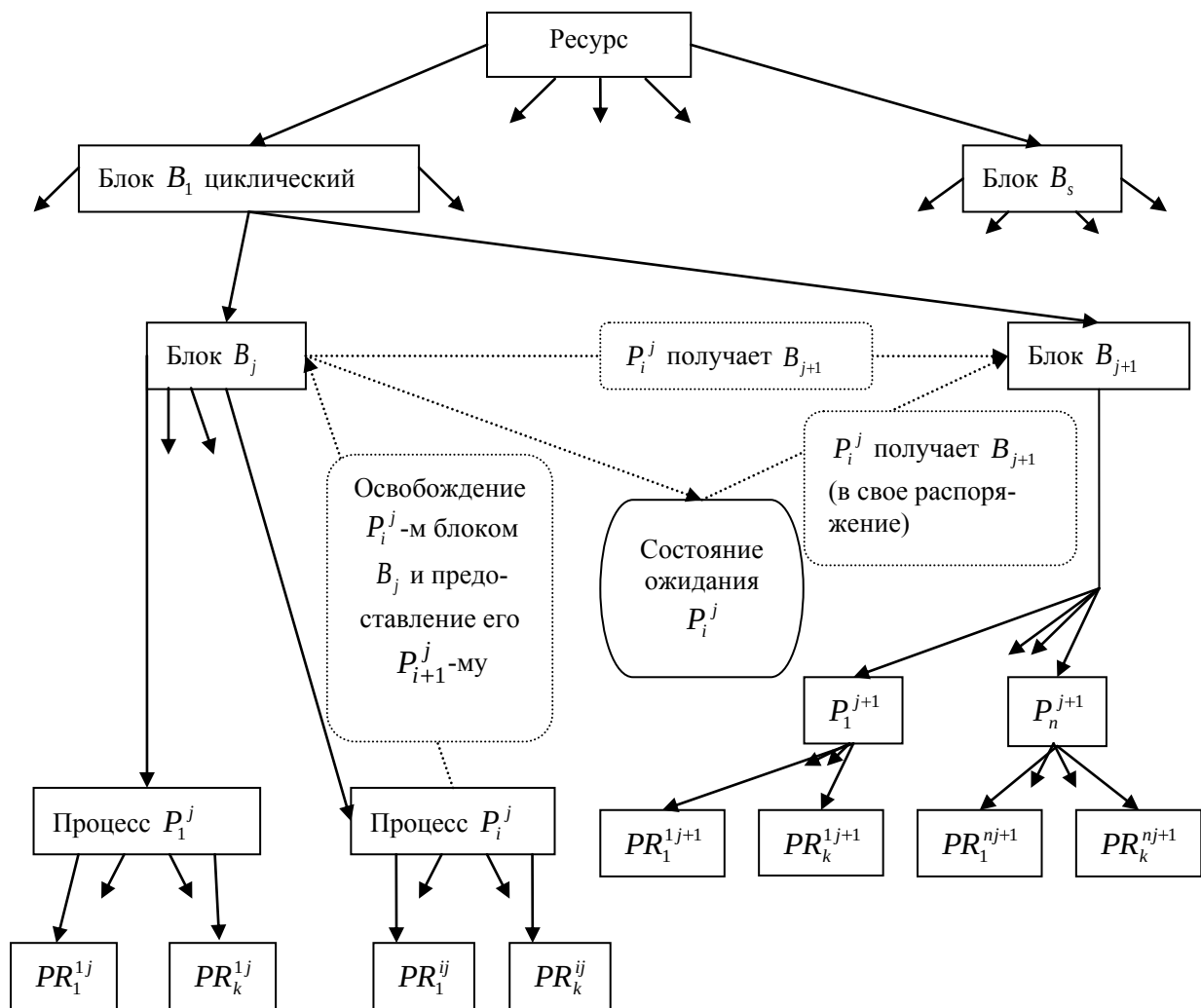


Рис. 2. Организация взаимодействия компонентов структуры производства

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

Поступила 17.07.2008