

УДК 65.012.34

О.Е. ФЕДОРОВИЧ, И.В. БЕЛЕЦКИЙ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Построена имитационная модель для исследования компьютерных интегрированных производственных систем (КИПС), основанная на знаниеориентированных фреймовых структурах. Проведено исследование влияния прерываний на производительность различных структур КИПС (последовательных, последовательно-параллельных, параллельных (конвейерных)).

знаниеориентированные структуры имитационного моделирования; производительность компьютерных интегрированных производственных систем; анализ переходных процессов в работе автоматизированных производств.

Введение

Компьютерная интегрированная производственная система (КИПС) обладает рядом преимуществ, по сравнению с автоматизированными производствами [1]:

- комплексная автоматизация всех процессов за счет сквозной компьютеризации оборудования и технологических процессов;
- обеспечение высокой производительности за счет использования принципа конвейерной обработки;
- минимизация присутствия производственного персонала на основных технологических операциях;
- обеспечение высокого качества продукции в соответствии с требованиями стандартов ISO.

Одним из недостатков КИПС является повышенная чувствительность к отказам, сбоям и различным прерываниям в процессе функционирования. В данной статье проведен системный анализ влияния прерываний на работу КИПС с использованием разработанной имитационной модели.

При функционировании КИПС возможны прерывания в работе, связанные со сбоями, отказами

оборудования и регламентными работами. Это может вызвать резкое снижение производительности КИПС, и зависит как от частоты (вероятности) таких прерываний в ходе функционирования, так и от глубины совмещения в работе отдельных производственных модулей. В данной статье анализируется влияние переходных процессов, возникающих из-за прерываний (остановов оборудования) на производительность различных структур КИПС, начиная от простейших (с последовательным выполнением производственных заданий) и кончая конвейерными системами.

Постановка задачи

Для анализа влияния переходных процессов была разработана имитационная модель, которая позволяет исследовать различные структуры КИПС с последовательно-параллельной технологической обработкой деталей [2]. Основу такой модели составляют фреймы, которые представлены в виде знаниеориентированных структур имитационного моделирования. Выделены следующие типы фреймов:

- фреймы событий, связанные с основными событиями в КИПС (например, включить, выключить

чить производственный модуль);

- фреймы производственной структуры в виде состава производственных модулей и структуры КИПС;

- фреймы производственных заданий в виде последовательности технологических операций.

В набор исходных данных входят:

- временные характеристики оборудования и основных технологических операций;

- частота (вероятность) прерываний в работе КИПС, которые заданы в процентном соотношении.

В результате имитационного моделирования выдаются следующие характеристики КИПС:

- временные характеристики оборудования с учетом производственных заданий;

- сроки окончания обслуживания заданий;

- загрузка и простой оборудования.

Моделирование

Рассмотрим результаты проведенного исследования производительности КИПС на программном макете, реализованном с помощью предложенной имитационной модели и фреймовых структур.

Для пояснения влияния переходных процессов, рассмотрим иллюстративный пример временной диаграммы работы КИПС с тремя производственными модулями и четырьмя технологическими операциями (рис. 1). Для случая а) – прерываний в работе КИПС нет. С учетом параллелизма в обработке, КИПС реализует 12 заявок (деталей) за 26 условных единиц времени. В случае б) – наличие одного прерывания приводит к уменьшению производительности и выполнению того же количества заявок за 28 усл. единиц (рис. 1, номера модулей 1, 2, 3). Заметим, что в случае возникновения прерывания, запуск новой заявки не начинается до тех пор, пока не обработается последняя заявка из предыдущей партии. Из примера видно, что наличие прерываний приводит к разбиению входного потока на группы заявок. Очевидно, что чем больше таких групп и

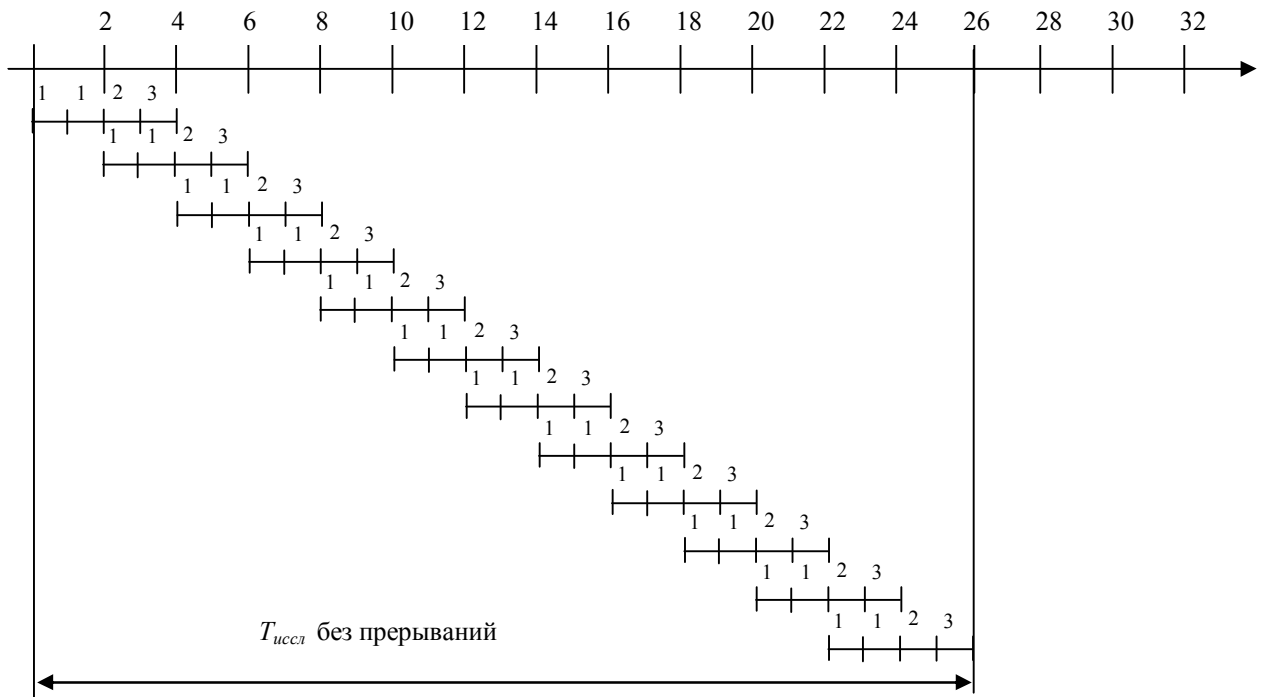
глубже параллелизм в работе внутри каждой из них, тем выше потери производительности КИПС, связанные с прерываниями и возникающими переходными процессами.

Исследование влияния переходных процессов на производительность КИПС осуществлялось в соответствии со сценарием, приведенным на рис. 2. В качестве исходных данных для моделирования были взяты: число заявок во входном потоке; организация обработки заявок в КИПС; количество технологических операций; число производственных модулей; время реализации каждым модулем закрепленной за ним технологической операции; заданный процент прерываний.

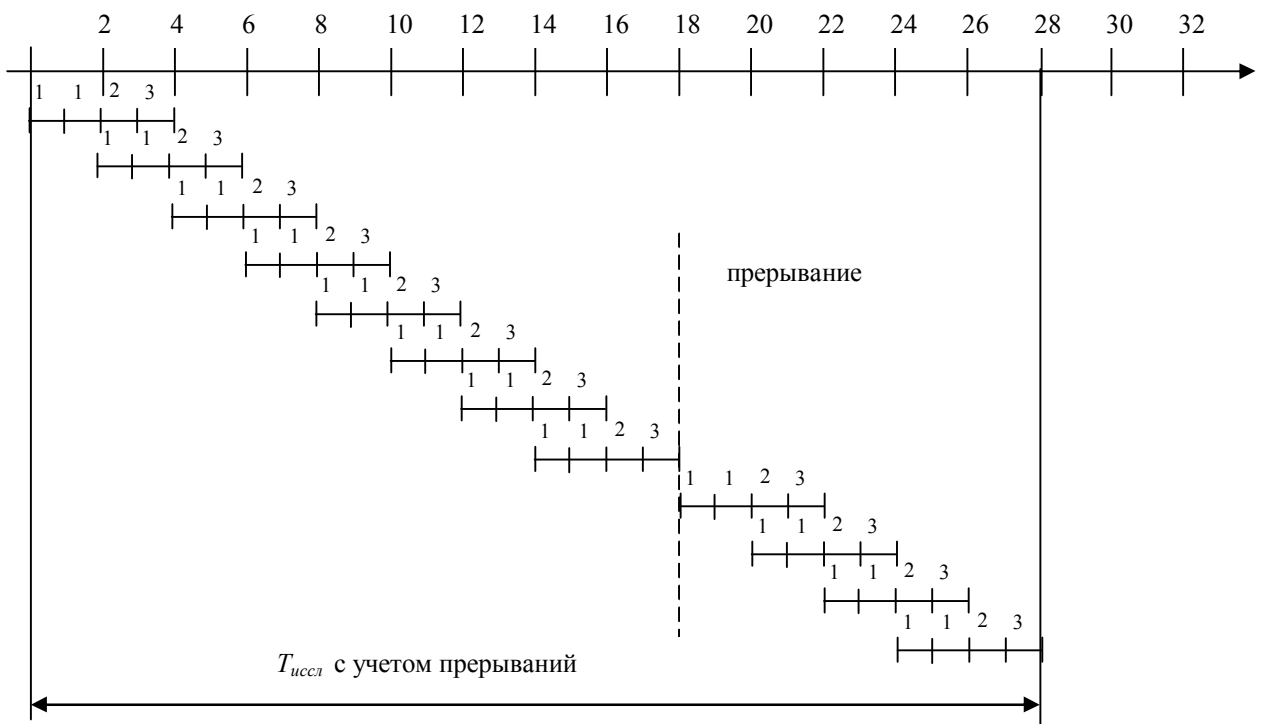
По заданному проценту прерываний с помощью программного генератора случайных чисел формировались номера заявок, которые связаны с прерыванием. Затем весь поток заявок делился на группы. Прогнав имитационную модель столько раз, сколько было групп заявок, и промоделировав время выполнения всех групп заявок, получено общее время обработки заданного портфеля заявок $T_{иссл}$. Далее, изменяя процент прерываний и многократно повторяя процесс моделирования (для статистического усреднения), была получена опытная зависимость $T_{иссл}$ от процента прерываний для различных структур КИПС.

Исследование проводилось для КИПС с количеством операций $m = \overline{1, 20}$. Результаты моделирования приведены на рис. 3 – 5. Анализируя полученные графики, можно сделать следующие выводы.

1. Резкое уменьшение производительности КИПС наблюдается для структур с относительно большим количеством производственных модулей (более 10). Например, (рис. 3) для 10 модулей наличие 25% прерываний приводит к падению производительности более чем в 3 раза, а для структур с 20 модулями появление лишь 5% прерываний приводит к понижению производительности примерно в 2 раза.



а



б

Рис. 1. Пример моделирования КИПС

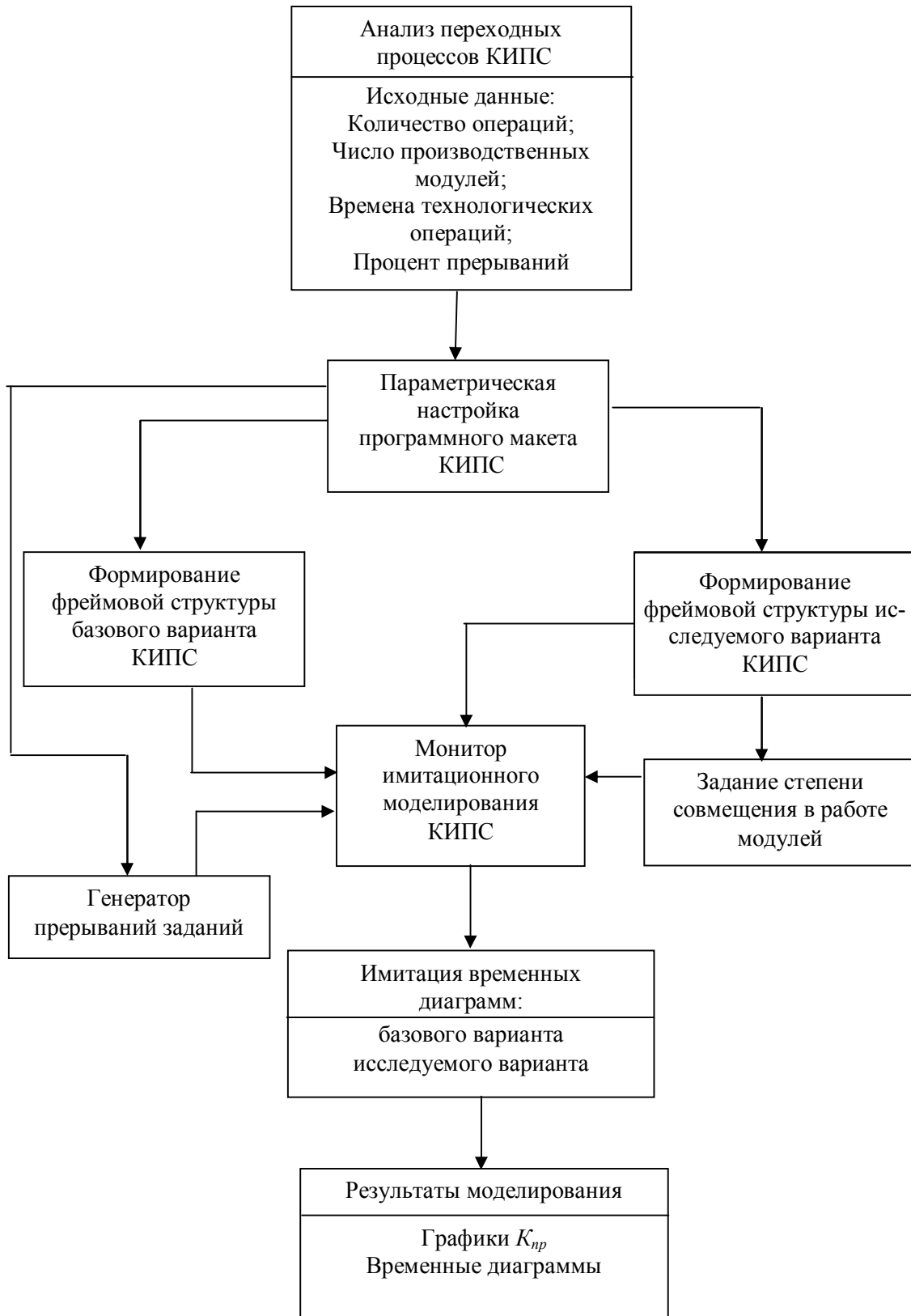


Рис. 2. Сценарий исследования КИПС

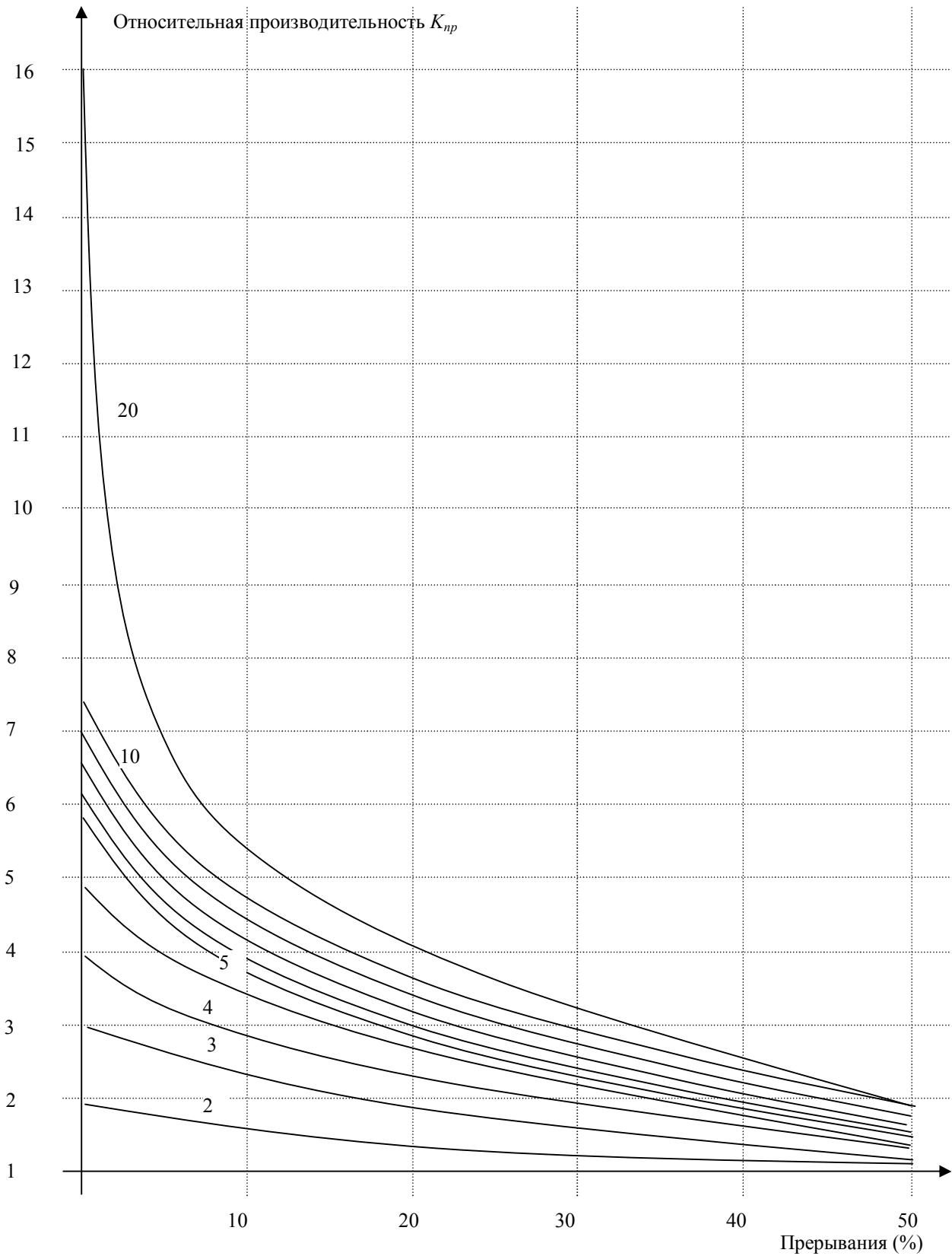


Рис. 3. Влияние прерываний на производительность КИПС с учетом количества модулей

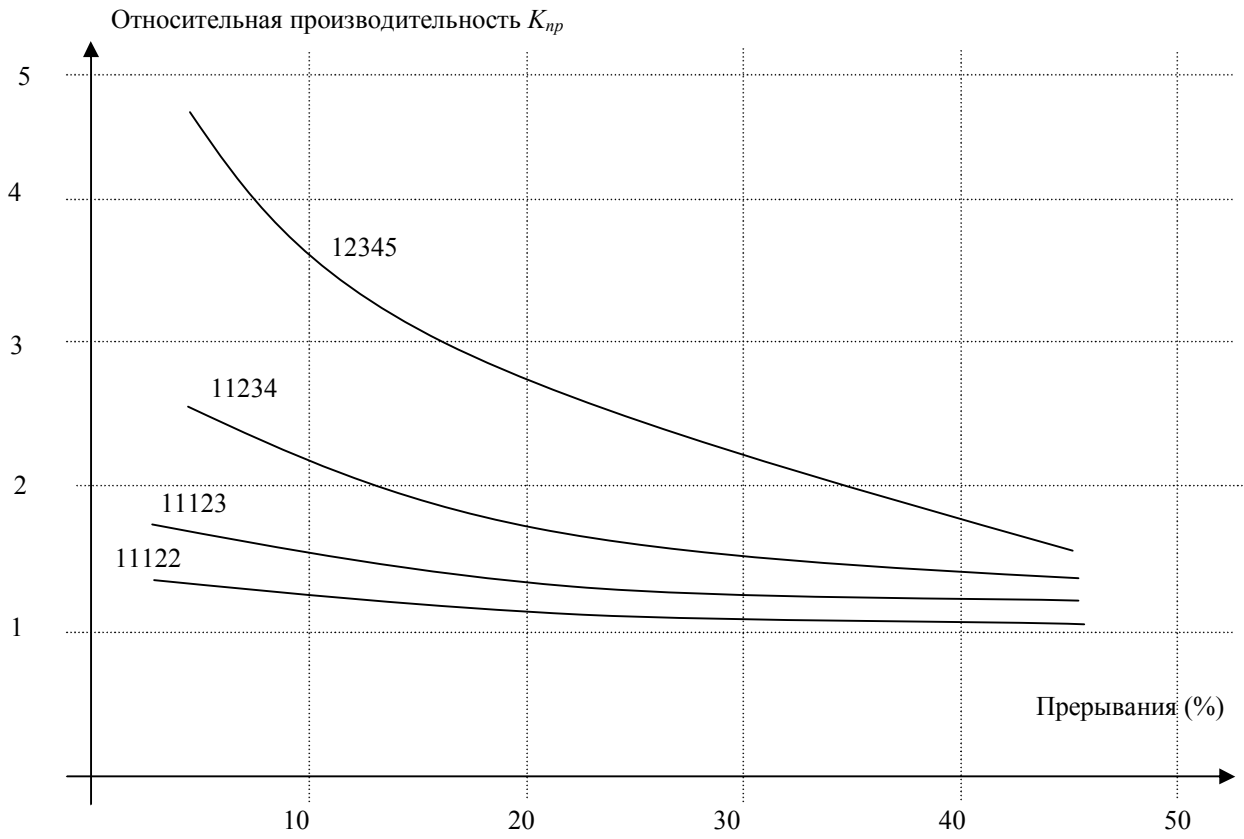


Рис. 4. Анализ различных структур КИПС

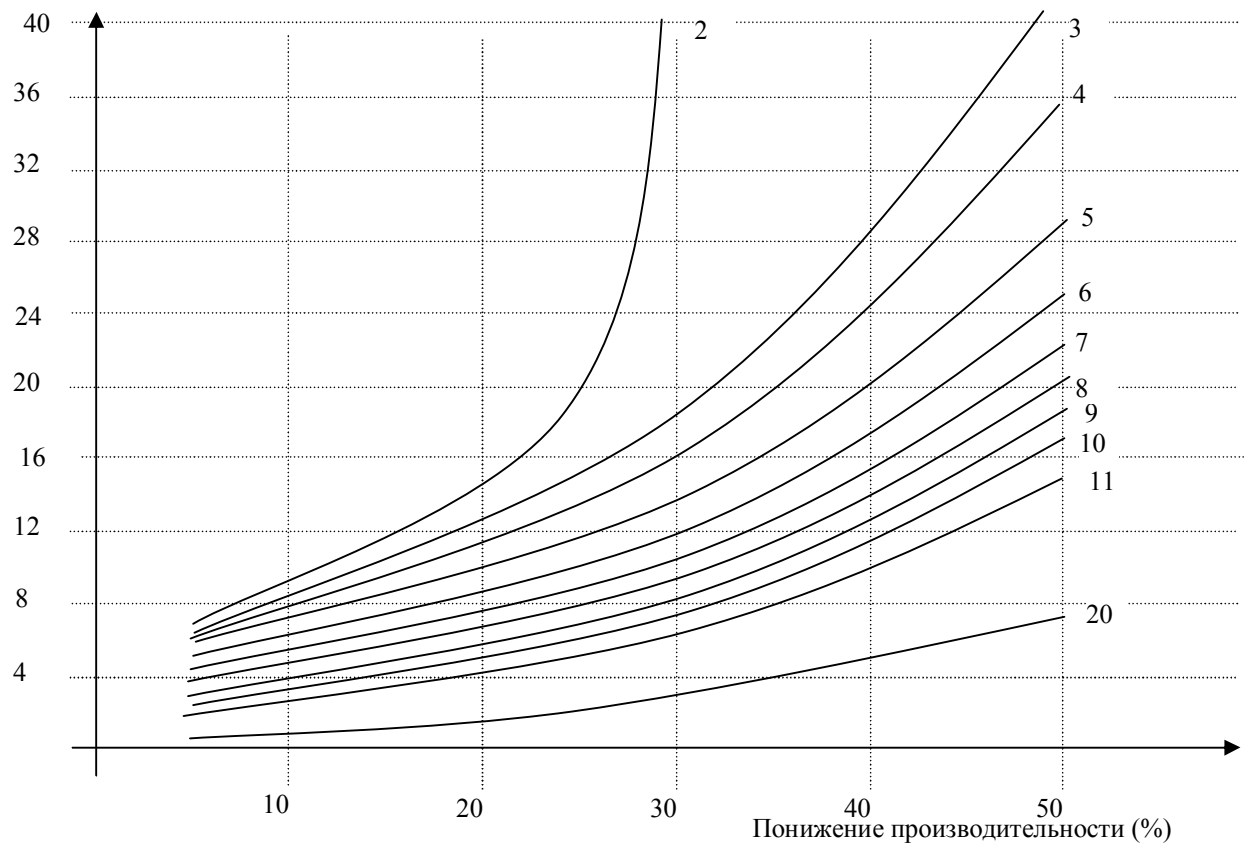


Рис. 5. Исследование понижения производительности КИПС

2. Наиболее чувствительны к прерываниям структуры КИПС с высокой степенью параллелизма (возможностью совмещения во времени отдельных производственных операций) и менее чувствительны структуры с последовательной обработкой заданий. Например, (см. рис. 4) для КИПС с 5-ю операциями (используется 2 модуля) наличие 25% прерываний приводит к понижению производительности в 1,2 раза, а в параллельной структуре (пять модулей) – в 2 раза.

3. Начиная примерно с 50% прерываний (см. рис. 3), независимо от количества модулей и степени параллелизма компьютерных интегрированных производственных систем имеют практически близкие оценки производительности, находящиеся в диапазоне 1,2 – 1,8.

Были построены графические зависимости, которые показывают понижение производительности компьютерных интегрированных производственных систем в зависимости от заданного процента прерываний (рис. 5). Задаваясь допустимым процентом понижения производительности, можно определить максимально возможное количество прерываний в КИПС. Из рис. 5 видно, что если выдвигаются жесткие требования к уровню понижения производительности (например, 10%), то для структур, состоящих из 10 модулей и более, максимально допустимый процент прерываний в работе КИПС составит ~ 3%. Менее чувствительны к прерываниям структуры КИПС с числом модулей, находящимся в диапазоне от 1 до 10. Для них при допустимом понижении производительности на 10% максимально возможное количество прерываний в процентах составляет 12%.

Выводы

Предложенный подход, основанный на знаниеориентированных структурах имитационного моделирования, позволяет исследовать влияние прерываний в работе производственного оборудования компьютерных интегрированных производственных систем на основную характеристику – производительность. Показано, что высокопараллельная структура компьютерных интегрированных производственных систем, которая используется для крупносерийного и массового производства, очень чувствительна к прерываниям в процессе работы (пересменки, регламентные работы, сбои, отказы и т.д.), что должно быть предусмотрено в процессе разработки и эксплуатации автоматизированной производственной системы.

Литература

1. Компьютерно-интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении: Учебн. пособие / Альперович Т.А., Баранов В.В., Давыдов А.Н., Сергеев С.К., Судов Е.В., Черпаков Б.И.; под ред. д-ра техн. наук, проф. Б.И. Черпакова. – М.: ГУП «ВИМИ», 1999. – 512 с.

2. Федорович О.Е., Белецкий И.В. Знаниеориентированная структура имитационной модели анализа характеристик сложных технических комплексов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2004. – Вып. 6. – С. 88 – 92.

Поступила в редакцию 27.07.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.