

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по курсу
“ЛВС и распределенная обработка данных в банках”
для подготовки инженеров по специальностям
071900 «Информационные системы в экономике» и
351400 «Прикладная информатика в экономике»

Уфа - 2001

Составители: Н.О. Никулина, Е.Б. Старцева

УДК 681.3

Применение аппарата сетей Петри для моделирования экономических процессов: Методические указания к лабораторным работам по курсу “ЛВС и распределенная обработка данных в банках” для подготовки инженеров по специальностям 071900 «Информационные системы в экономике» и 351400 «Прикладная информатика в экономике» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: Н.О. Никулина, Е.Б. Старцева. - Уфа, 2001. - 32 с.

Содержатся основные сведения, необходимые для работы с программным продуктом, предназначенным для моделирования различного рода процессов с использованием аппарата сетей Петри. Обсуждается порядок проведения лабораторной работы.

Предназначены для студентов старших курсов специальности ПИЭ.

Ил. 11. Библиогр.: 1 назв.

Рецензенты: канд. техн. наук Л.Р. Черняховская

канд. техн. наук А.Н. Набатов

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании систем в любой области деятельности необходимым этапом является системный анализ. Системный анализ используется по следующим причинам:

- для предотвращения некорректной разработки систем;
- для оценки использования ресурсов, необходимых для разработки и эксплуатации систем;
- для оценки затрат на проектирование систем;
- для прогноза дальнейшего развития системы;
- для параметризации и структурной оптимизации аппаратного и программного обеспечения, использующегося в системе;
- для своевременного опознавания системных “узких” мест;
- для анализа настоящих и будущих решений при других условиях и требованиях.

Моделирование - преобразование некоторого оригинала по его существенным характеристикам, которые важны для целей исследования. Результирующее упрощение допускает такие исследования в модели, которые были бы экономически невыгодны, дороги или сложны при условии использования оригинала. Но моделирование системы – не самоцель. Результаты от создания модели могут быть достигнуты путем ее анализа или имитационного моделирования.

Структурный анализ базируется на описании всех возможных состояний системы, а также переходов между ними. Таким образом, могут быть описаны блокировки, запрещенные состояния, мертвые подструктуры и максимальный размер очередей. В дальнейшем описываются характеристики, которые могут

проверяться посредством анализа графа достижимости, базирующегося на моделях сетей Петри.

Прикладные области для структурного анализа:

- обследование структуры бизнес- процессов;
- обследование компьютерной архитектуры;
- программное обеспечение и алгоритмы;
- протоколы связи.

Структура проектируемой системы должна быть описана с определением возможных функциональных дефектов.

Среди дефектов могут встречаться:

- блокировки,
- конфликты,
- сбой и запрещенные состояния,
- невозможность достижения желаемой функции.

Отношения между существенными переменными, параметрами, стартовыми условиями и входной информацией могут быть описаны в форме аналитических (функциональных) условий (алгебраические, интегральные, различия и уравнение различия). Необходимые результаты могут достигаться аналитическим преобразованием или аналитическими методами. Аналитические решения существуют для задач организации очереди систем, а также для сетей Петри. Но для сложных систем трудно построить аналитическую модель, поскольку сложность аналитических вычислений экспоненциально возрастает с размером модели.

Моделирование используется для того, чтобы превратить существенную характеристику искусственной, динамической системы в характеристику формальной, математической модели, где исходный процесс описывается некоторым алгоритмом. При определенных ограничениях, связанных с конкретной моделью, могут быть сделаны различные варианты ее анализа вне зависимости от реальной системы. Моделирование на сетях Петри имеет два

существенных преимуществ. Во-первых, объем вычислений не увеличивается так быстро, как это происходит с большими моделями при использовании других аналитических методов. Но это преимущество может быть использовано только с большими моделями, поскольку небольшие модели могут быть решены быстрее аналитически, если метод решения существует. Во-вторых, аналитические методы обычно приспособляются для специфических проблем, и они будут в силе только при определенных условиях. Но в практике чаще всего встречаются комбинированные системы. Поэтому моделирование - универсальный и иногда единственно возможный метод решения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Цель работы

Целью работы является моделирование экономического процесса для заданной предметной области с использованием аппарата сети Петри.

2. Теоретические сведения

Компоненты любой системы и их действия можно представить абстрактными событиями. Событие может произойти один раз, повториться многократно, порождая конкретные действия, или не произойти ни разу. Совокупность действий, возникающих как реализации событий, образует процесс. В общем случае одна и та же система может функционировать в одних и тех же условиях по-разному, порождая некоторое множество процессов.

Реальная система функционирует во времени, события происходят в некоторые моменты времени и действуют некоторое время. Если строго учитывать время, то такой подход к моделированию больших параллельных систем будет иметь ряд недостатков.

1. В большой системе приходится учитывать состояние всех компонентов при каждой смене ее общего состояния, что делает модель громоздкой.
2. Исчезает информация о причинно-следственных связях между событиями в системе. Если два события при функционировании системы произошли одновременно, то мы не знаем, произошло ли это случайно, или нет. Такие понятия, как конфликты между компонентами системы или ожидание одним из них результатов работы других, трудно выражаются в терминах смены состояний системы.
3. События могут происходить внутри неопределенно больших интервалов времени, заранее трудно или нельзя указать точно время их начала, конца и длительность.

Выходом может служить отказ от введения в модели дискретных систем времени и тактированных последовательностей изменений состояний, и замена их причинно-следственными связями между событиями. Модели такого типа хорошо описываются терминами сети Петри.

Интерпретация сетей Петри основана на понятиях условия и события. Состояние системы описывается совокупностью условий. Функционирование системы состоит в осуществлении последовательности событий. Для возникновения события необходимо выполнение некоторых условий, называемых предусловиями. Возникновение событий может привести к выполнению условий, называемых постусловиями. В сети Петри условия моделируются позициями, события - переходами. Предусловия события представляются входными позициями соответствующего перехода, постусловия - выходными позициями.

Экономические процессы по своей природе являются динамическими, следовательно, при их моделировании целесообразно использовать динамические сетевые модели, реализующие условно-событийные системы. Такие системы представляют собой сеть, дополненную правилами изменения условий в результате реализации событий. Динамическая модель экономического процесса может быть построена с использованием сети Петри.

Поскольку моделируемые сетью Петри события являются мгновенными и неодновременными, и их взаимосвязь асинхронна, это удобный аппарат для моделирования множества взаимосвязанных и параллельных процессов. Использование сетей Петри в задачах, связанных с распределением ресурсов, привлекательно наглядностью, адекватностью и технологичностью при реализации моделей на ЭВМ.

2.2. Стандарт сети Петри

Сеть Петри описывается набором:

$$PN = \langle P, T, F, W, M_0 \rangle,$$

где $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ - конечное множество позиций;

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ - конечное множество переходов;

$F \subseteq P \times T \cup T \times P$ - множество ориентированных дуг (отношение инцидентности);

$W: F \rightarrow \mathbb{N}$ - функция кратности дуг;

$M_0: P \rightarrow \mathbb{N}$ - начальная разметка (наличие условий для запуска переходов).

Другими словами:

- Сеть Петри состоит из *позиций* и *переходов*.
- Они связываются ориентированными *дугами*, которые могут передавать *метки (фишки)*.
- Количество меток, которое изымается или устанавливается в позиции, определяется *весом* дуги.
- Метка может находиться только в позициях, т.к. они интерпретируют состояния системы.
- Количество меток, которое содержится в позиции, называется *маркировкой*.
- *Предусловие* означает, что количество меток во входной позиции должно быть не меньше веса дуги, соединяющей эту позицию и переход.
- *Постусловие* означает, что выходная позиция может забрать такое количество меток, которое должно быть не меньше веса дуги, соединяющей переход и эту позицию.
- Когда все предусловия и постусловия выполнены, тогда и только тогда этот переход может *сработать* (метки от входных позиций перемещаются в выходные позиции).
- Таким образом, *события*, как изменение состояний системы, выражаются запуском переходов.

2.3. Расширение сетей Петри

Для того, чтобы использовать сети Петри для моделирования стохастических процессов, были осуществлены следующие расширения:

1. Использование времени (стохастические Сети Петри)

Для моделирования различных процессов необходимо количественно рассматривать время. В стандарте сетей Петри для этого нет механизмов. Стохастические сети Петри как расширение стандарта сетей Петри могут рассматривать время. В принципе любые элементы сети Петри можно объединить с компонентом времени. Так, время могло бы располагаться в позициях, метках, дугах и/или переходах. Для SimNet время устанавливается в переход (синхронизированные сети Петри). Таким образом, действия, поглощающие время, описываются переходами, поскольку состояния описываются позициями. Если метки некоторых позиций будут интерпретироваться как услуги, производящиеся за некоторое номинальное время, то такие позиции могут заменяться переходом. Кроме того, в этом случае метки таких переходов не задерживаются в нем в течение времени работы, но устанавливаются как недоступные (зарезервированные) в выходных позициях. Это помогает избежать ситуации, когда из-за параллельных процессов срабатывание перехода становится невозможным в течение времени услуги. Это должно требовать возврат меток на входные позиции, которые отражают реальные процессы и не приспособлены к однонаправленному понятию потока, используемому в стандарте сетей Петри. Поскольку для описания реальных процессов требуется не только фиксированное время, но также время, описываемое статистическими распределениями, то используются стохастические сети Петри в качестве специального типа времени, оценивающего работу сети Петри.

Когда переход получает возможность срабатывания, он срабатывает немедленно. Метки, взятые во входных позициях, устанавливаются в выходных позициях. Время услуги может описываться любым из следующих распределений:

- постоянное распределение;
- однородное распределение;
- экспоненциальное распределение;
- распределение Эрланга;
- пуассоновское распределение;
- нормальное распределение;
- распределение Вейбулла;
- бета-распределение;
- гамма-распределение;
- треугольное распределение (симметричное).

2. Окрашенные (цветные) сети Петри

Для многих задач моделирования необходимо различать разные типы информации и существенных потоков, которые встречаются в системе. В известной мере это может достигаться отдельными структурами сетей Петри для каждого из типов потока, которые синхронизируются только в переходах. Но с этим методом модель теряет свое сходство с исходной системой, где различные типы потоков часто используют одинаковые маршруты передачи. Дополнительные проблемы возникают, когда разным типам потоков нужно распространять ограниченные ресурсы. Чтобы модели различных потоков имели взаимозависимости, разделение типов потоков отдельными позициями и дугами невозможно. Поэтому желательно, чтобы однородные метки одного потока отличались от однородных меток другого потока. Это расширение стандарта сети Петри названо окрашенная или цветная сеть Петри.

3. Решение Конфликта.

Два перехода вступают в конфликт, если оба имеют возможность срабатывания, но после запуска одного перехода предусловие или постусловие другого перехода становится невыполнимыми. В этом случае переход, который действительно должен сработать, определяется одной из следующих стратегий:

- **приоритет:**

Приоритет перехода может находиться в промежутке значений [0, 255]. Величина 0 означает самый верхний, 255 - самый низкий приоритет. Если различные переходы могут сработать в одно и то же время, сначала срабатывает переход с самым верхним приоритетом, а затем, возможно, остальные переходы по мере уменьшения приоритетов, если условия их срабатывания все еще выполняются. Если действительно имел место конфликт переходов, с запуском перехода с самым верхним приоритетом возможность срабатывания перехода с нижним приоритетом исключается.

- **вероятность:**

Для каждого перехода может быть объявлена вероятность срабатывания. Если различные переходы одного и того же приоритета могут сработать в одно и то же время, сначала срабатывает тот переход, у которого вероятность срабатывания выше. Таким образом, кроме разрешения конфликта, также могут быть описаны вероятности для переходов.

4. Понятие Подмодели

С помощью этого структурного понятия модели становится возможным последующее использование библиотек подмоделей. Это приводит к увеличению четкости и улучшению обработки основной модели. Затраты на моделирование уменьшаются благодаря многократному использованию однажды разработанных подмоделей в рамках основной модели или в рамках других моделей. Подмодель и основная модель связываются общими позициями. Вызывая подмодель, контактные позиции подмодели заменяются соответствующими позициями основной модели, которые даны как параметры. Подмодель одного уровня может иметь подмодели более низкого уровня. Это позволяет строить неограниченные иерархические модели.

3. Описание работы с пакетом SIMNET

3.1. Синтаксис языка описания модели

Определение позиции

p <placename> <capacity> <дисциплина очереди> [x<x_pos> y<y_pos>],

где:

placename {имя позиции}, по умолчанию Pi;

capacity (возможность) {число} - максимальная длина очереди;

дисциплина очереди {символ} ::= f | l | r / FIFO | LIFO | Произвольный;

x_pos {байт} - x-координата графического представления;

y_pos {байт} - y-координата графического представления;

m <color> <number> [<color> <number>...] - цвет меток.

Определение перехода

t <name> <distribution> [<priority> [<probability>]] [x<x_pos> y<y_pos>],

где:

<name> - {имя перехода}, по умолчанию tj;

<distribution> (распределение) - время распределения услуги;

<priority> (приоритет) {число} - если параллельные переходы могут сработать, первым срабатывает переход с самым верхним приоритетом. 0 = высший приоритет, 255 = низший приоритет, по умолчанию = 1;

<probability> (вероятность) {[0,1]} - если параллельные переходы с одинаковым приоритетом могут сработать, первым работает переход с большим значением вероятности; по умолчанию = 1

x_pos {байт} - x-координата графического представления;

y_pos {байт} - y-координата графического представления.

Определение входящей дуги (от позиции к переходу)

v <placename> <distribution> <color> [<arctype>], где:

<placename> - позиция, из которой дуга выходит;

<distribution> (распределение) - распределение веса дуги;

<color> (цвет) - цвет зависит от цвета меток позиции, откуда выходит дуга (0 = любой цвет);

<arctype> {символ} - условие передачи сигнала, действия, которое может быть следующим:

- <= - вес не больше маркировки, метки не перемещаются;
- = - вес равен маркировке, метки не перемещаются;
- >= - вес не меньше маркировки, метки не перемещаются;
- - (по умолчанию) - метки перемещаются по правилам, описанным выше.
- *- withdrawal=вес. Задается вес дуги по какому-либо виду распределения.

Определение выходящей дуги (от перехода к позиции)

z <placename> <distribution> <color> [<arctype>], где:

<placename> - позиция, в которую входит дуга;

<distribution> (распределение) - распределение веса дуги;

<color> (цвет) - метки этого цвета устанавливаются в выходную позицию;

<arctype> {символ} - условие передачи сигнала или действия, которое может быть следующим:

- <= - никакой эмиссии;
- = - никакой эмиссии;
- >= - никакой эмиссии;
- - (по умолчанию) – блокировка;
- * - никаких условий, переполнение.

Определение текстового фрагмента.

В текстовом фрагменте может содержаться замечание, комментарий аннотация модели.

c <lines> [<charsize> [<frametype> [<f_width> <f_high>]]] [x<x_pos> y<y_pos>] line_1 line_2... line_n, где:

<lines> {байт} - количество текстовых строк;

<charsize> {real} - размер символа в % квадрата решетки (по умолчанию=20)

<frametype> {байт} - тип фрагмента, который может быть следующим:

0 = ничто (невыполнение);

1 = сплошная (_____);

2 = пунктирная (-----);

3 = центральная (____.____);

4 = точка-тире (-.-.-.-.-);

5 = сплошная толстая;

6 = пунктирная толстая;

7 = центральная толстая;

8 = точка-тире толстая;

<f_width> {real} - ширина фрагмента в квадратах решетки;

<f_hight> {real} - высота фрагмента в квадратах решетки;

<x_pos> {байт} - x-координата графического представления;

<y_pos> {байт} - y-координата графического представления.

3.2. Описание графического редактора

“ПОЗИЦИЯ” - Используется как способ для добавления позиций. Затем позицию можно добавить, нажимая левую кнопку мыши или нажимая Enter в пустой области решетки. Горячая клавиша - p.

“ПЕРЕХОД” - Используется как способ для добавления переходов. Затем переход можно добавить, нажимая левую кнопку мыши или нажимая Enter в пустой области решетки. Горячая клавиша - t.

“ДУГА” - Используется как способ для добавления дуг. Затем дугу можно добавить, перемещая указатель мыши от перехода к позиции или от позиции к переходу, пока левая кнопка мыши нажата. Горячая клавиша - a.

“МЕТКА” - Используется как способ для добавления меток. Затем метку можно добавить, нажимая левую кнопку мыши или нажимая Enter в требуемой позиции. Горячая клавиша - m.

“ТЕКСТ” - Используется как способ для добавления текстовых фрагментов. Затем текстовый фрагмент можно добавить, нажимая левую кнопку мыши или нажимая Enter в пустой области решетки. Поле для ввода текста может быть создано при перемещении указателя мыши с нажатой левой кнопкой. Текстовый элемент может содержать до 256 символов. Размер символа может быть определен (в % области решетки). Для редактирования, перемещения и удаления текстовый элемент может выбираться мышью в верхней левой области решетки.

“ОЧЕРЕДЬ” - экран очереди.

Содержит следующие пункты:

Name - Имя - название позиции, выбранной для отображения очереди.

Queue type - Тип (дисциплина) очереди - (FIFO /LIFO /ПРОИЗВОЛЬНЫЙ)

Capacity - Возможность - максимальное количество меток, которое может содержать позиция.

Reserved - Резервное количество меток, которое все еще недоступно.

Free - Количество свободного пространства позиции.

Marking - Количество меток в позиции.

Color - Изображение меток и их цветов в позиции.

“КАЛЕНДАРЬ” - экран календаря.

Содержит следующие пункты:

Events - количество активных переходов;

Name - имена - имена активных переходов, активизированных на последнем шаге, когда они выделяются с *;

Time - время - Время деактивизации переходов.

“ОБЛАСТЬ” - отображение моментальных величин вдоль оси времени. (Подобен осциллографу или логическому анализатору - сделано

автоматическое масштабирование, базировавшееся на экстремальных величинах.)

Исследуемый параметр модели отображается желтым цветом на переднем плане. Среднее значение параметра отображается зеленым цветом в фоне.

С помощью этой возможности может быть оценена стационарность реальных процессов, что делает определение экспериментальных величин более легким. Кроме того, можно наблюдать урегулирование процессов, что облегчает определение средних значений параметров.

Экран содержит следующие пункты:

Test-Value - тестовое значение - Выбор значения для отображения.

Test Point - точка теста - выбор элемента для измерения (позиция или переход).

X-ОСЬ - шкала измерений: измерения отображаются на том же расстоянии.

Шкала времени - измерения отображаются пропорционально времени. Для масштабирования времени должен быть определен размер видимого временного окна. Ввод может осуществляться в экспоненциальной форме (например, $-5.3e-10$)

“ВОССТАНОВЛЕНИЕ” (RESET) - устанавливает начальную маркировку позиций и восстанавливает все измеряемые величины. Горячая клавиша – r.

“ШАГ” (STEP) - выполняет пошаговое моделирование - шаг показывает дезактивацию всех переходов с тем же временем дезактивации (без новых пусковых) и результирующих активизаций переходов. Таким образом, может имитироваться вневременной стандарт Сети Петри, и становится видимым как параллельные, так и причинно-следственные связи.

Моделирование работает с запуском разрешенных переходов.

Если календарь или окно очереди открыты, они корректируются с каждым шагом.

Горячая клавиша - s.

“СЛУЧАЙ” (EVENT) - выполняет пошаговое моделирование. На каждом шаге отображается срабатывание переходов. При этом не показано перераспределение меток, а показывается активация и деактивация переходов.

Горячая клавиша - v.

“ВЫПОЛНЕНИЕ” (RUNSLOW) - моделирование работы сети Петри.

Если календарь или окно очереди открыты, они корректируются с каждым шагом.

Отказ с любым ключом - горячая клавиша - l.

“УСКОРЕННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ” (RUNFAST) - Моделирование работает без дисплея. Корректируются только время (Time), случай (Event) и шаг (Step).

Отказ с любым ключом - горячая клавиша - f.

TEST

- Preferences

- Random: ввод величины для генератора случайных чисел.

Генератор проинициализируется этим числом при выборе пунктов меню RESET, DISTRIBUTION SOLVE, MEAN VALUE SOLVE, EXPERIMENT SOLVE, загружая модель и после модификации модели. Допустимая область: 1...4294967295

- SETTLE: ввод числа единиц времени, после которого наступает конец фазы урегулирования, и начинаются измерения. Допустимая область: 0...9.2e18

- Places - экран статистических параметров позиций.

Есть возможность распечатки статистических параметров на принтере. Они могут быть сохранены в файле (по умолчанию - 'noname.tst'). Кроме того могут быть добавлены комментарии..

- TRANSITIONS - экран статистических параметров для переходов. Возможности те же, что и для позиций (см. Выше).
- Log File - Во время работы все активизации и деактивации могут записываться в файл.
 - Регистрационный файл может создаваться по желанию.
 - опция marking определяет путь выхода:
off: Event, Step and Time отображается 12 цифрами
on: Event, Step and Time отображается 5 цифрами, кроме этого устанавливается исходная маркировка. Если исходная маркировка превышает 80 колонок, строки формируются автоматически.
 - Регистрационный файл может отображаться, модифицироваться и печататься при выборе Edit и восстанавливаться при выборе Clear.
- BREAK POINT - Установка контрольной точки. Наблюдается любая моментальная величина любого элемента модели. Если нижеуказанная величина выходит за пределы допустимой области, выдается звуковой сигнал и моделирование останавливается.
Эти работы выполняются в режимах RUN, STEP, SCOPE и SOLVE.

SOLVE

- SOLVE DISTRIBUTION - вычисляются следующие параметры:
 - minimum value X_{min} - минимальная величина X_{min}
 - maximum value X_{max} - максимальная величина X_{max}
 - mean value - средняя величина
 - standard deviation - стандартное отклонение
 - probability density $f(x)$ - плотность вероятности
 - distribution function $F(x)$ - функция распределения $F(x)$

extreme values for $f(x)$ - предельные значения для $f(x)$

- DISTRIBUTION VALUE

- TEST-VALUE: выбирается, какие величины переходов и позиций можно измерить.

- BREAK POINT: выбор измеряемого элемента (переход или позиция)

- Probe: устанавливается объем выборки (100/200/500/1000 измерений)

- DISTRIBUTION SOLVE - запись примера. Отображаются кривые $f(x)$ и $F(x)$ и параметры примера:

- X-ось выделяется с левыми границами класса, и автомасштабированными - для $f(x)$

- Y-область автомасштабируется, базируется на предельных величинах - для $F(x)$

- Y-область устанавливается на 0... 1

- кривые $f(x)$ и $F(x)$ рисуются друг над другом, пока не выбрана новая величина или не произведена очистка. Максимально может быть изображено распределение 10 величин разным цветом.

- Моделирование можно остановить в любое время, нажав любую клавишу. Типы распределения, параметры распределения: constant, uniform, exponential, erlang-k, normal.

- Этот тест независимо определяет распределение и находит условия для аналитического решения. Таким образом, часть модели может, если величины статистически независимые, заменяться источником с определенным распределением.

- DISTRIBUTION PHOTO - Кривые сохраняются в PCX-формате 640 * 480 Пиксель * 2 цвета или 640 * 480 Пиксель * 16 цветов. В 2 цветном режиме фон (белый, серый, зеленый) становится белым, все другие цвета - черными. PCX-

ФАЙЛЫ могут быть импортированы например, в Word for Windows , и вставлены в текстовые документы.

- MEAN VALUES - Измерение средних величин. См. Описание для пункта меню SOLVE DISTRIBUTION
- REACHABILITY - Может быть сделан анализ графа достижимости. Будет создано дерево достижимости. Для анализа достижимости активизация и деактивация выполняется в пределах одного единственного случая. Эти работы выполняются только для невременных сетей. Маркировка измерена после деактивации. Результаты графа достижимости могут сохраняться в ASCII-формате (.ANA -ФАЙЛ).

4 Порядок выполнения работы

В качестве исходной информации к заданию выступает разработанная студентом на предыдущей лабораторной работе динамическая модель экономического процесса в стандарте IDEF/CPN.

4.1 Создание модели экономического процесса с использованием SimNet.

4.1.1 Преобразовать динамическую модель процесса, построенную в стандарте IDEF/CPN, в классическую сеть Петри;

4.1.2

4.1.3 Провести анализ данных, полученных в п. 4:

5. определить цели моделирования;
6. определить точку зрения на модель;
7. определить управляющие воздействия, механизмы исполнения работ, входную и выходную информацию;
8. определить основные этапы выполнения заданного процесса.

8.1.1 Построить модель экономического или производственного процесса на основе проведенного выше анализа, указать возможные пути оптимизации выполнения данного процесса.

8.1.2 Оценить экономическую эффективность заданного процесса, используя ABC- метод.

5 Контрольные вопросы

- 1 Обоснуйте необходимость использования CASE-средств для моделирования экономических и производственных процессов.
- 2 Что представляет собой модель системы в нотации IDEF0?
- 3 Назовите все возможные типы моделей, используемых при проектировании информационных систем.

Список литературы

1. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984. - 160 с.