

1. Основы моделирования

1. Советов Б.Я., Яковлев С.Я. Моделирование систем – М.: Высш. шк., 2001.
2. Лоу, Аверилл М. Имитационное моделирование : [пер. с англ.] / А. М. Лоу, В. Д. Кельтон .— 3-е изд .— Москва [и др.] : Питер, 2004 .— 846 с
3. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теории и технологии. – СПб.: КОРОНА принт; Альтекс-А, 2004.— 384 с.

2. Имитационное моделирование

4. Советов Б.Я., Яковлев С.Я. Моделирование систем. Лабораторный практикум – М.: Высш. шк., 1999.
5. Власов Л.В., Черносвитов Р. Исследование систем массового обслуживания. Язык моделирования GPSS: – Спб, СпбГТУ, 1996. – 110 с.
6. Колесников Д.Н., Сиднев А.Г., Юрганов А.А. Моделирование случайных факторов в задачах автоматики и вычислительной техники: Учеб. пособие – СПб.: СПбГТУ, 1994
7. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем.- М.: ДМК Пресс, 2004.
8. www.gpss.ru– сайт специалистов в области моделирования с использованием GPSS
9. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS.- М.:Бестселлер, 2003.

3. Теория массового обслуживания

10. Системный анализ и принятие решений. Учебное пособие./ Под ред. д.т.н. Д.Н. Колесникова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 470
11. Вентцель Е.С. Исследование операций М: Сов. радио, 1972. – 552 с.
12. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. СПб: Питер, 2001 – 384 с.
13. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями М., 1979
14. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ. М. 1988

4. Сети Петри и их расширения

14. Гордеев А.В., Молчанов А.Ю. Применение сетей Петри для анализа вычислительных процессов и проектирования вычислительных систем.: Учеб.пособие – СПб.: ГААП, 1993 (электронный вариант пособия включён в пакет T-Net)
15. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М. Мир, 1984
16. Ачасова С.М., Бандман О.Л., Корректность параллельных вычислительных процессов. Новосибирск, 1990
17. MODELLING WITH GENERALISED STOCHASTIC PETRI NETS. Università degli Studi di Torino dipartimento d'Informatica
18. Peter J. Haas. Stochastic Petri Nets: Modelling, Stability, Simulation. Springer. 2002

5. Моделирование бизнес-процессов

17. Маклаков С.В. BPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999 – 256с.
18. С.В. Черемных и др. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. М.: Финансы и статистика, 2002. – 192 с.
19. Материалы на сайте www.interface.ru

6. Теория машинных экспериментов

21. Ю. П. Адлер и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. Наука. 1976

22. ANOVA – Дисперсионный анализ

7. Материалы по пакетам имитационного моделирования

23. MobiusManual.pdf.

<https://www.mobius.illinois.edu/papers.html>

24. CPN Tools. <http://www.daimi.au.dk/CHNTools>

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

7

Модель – описание объекта, характеризующее определенную группу его свойств

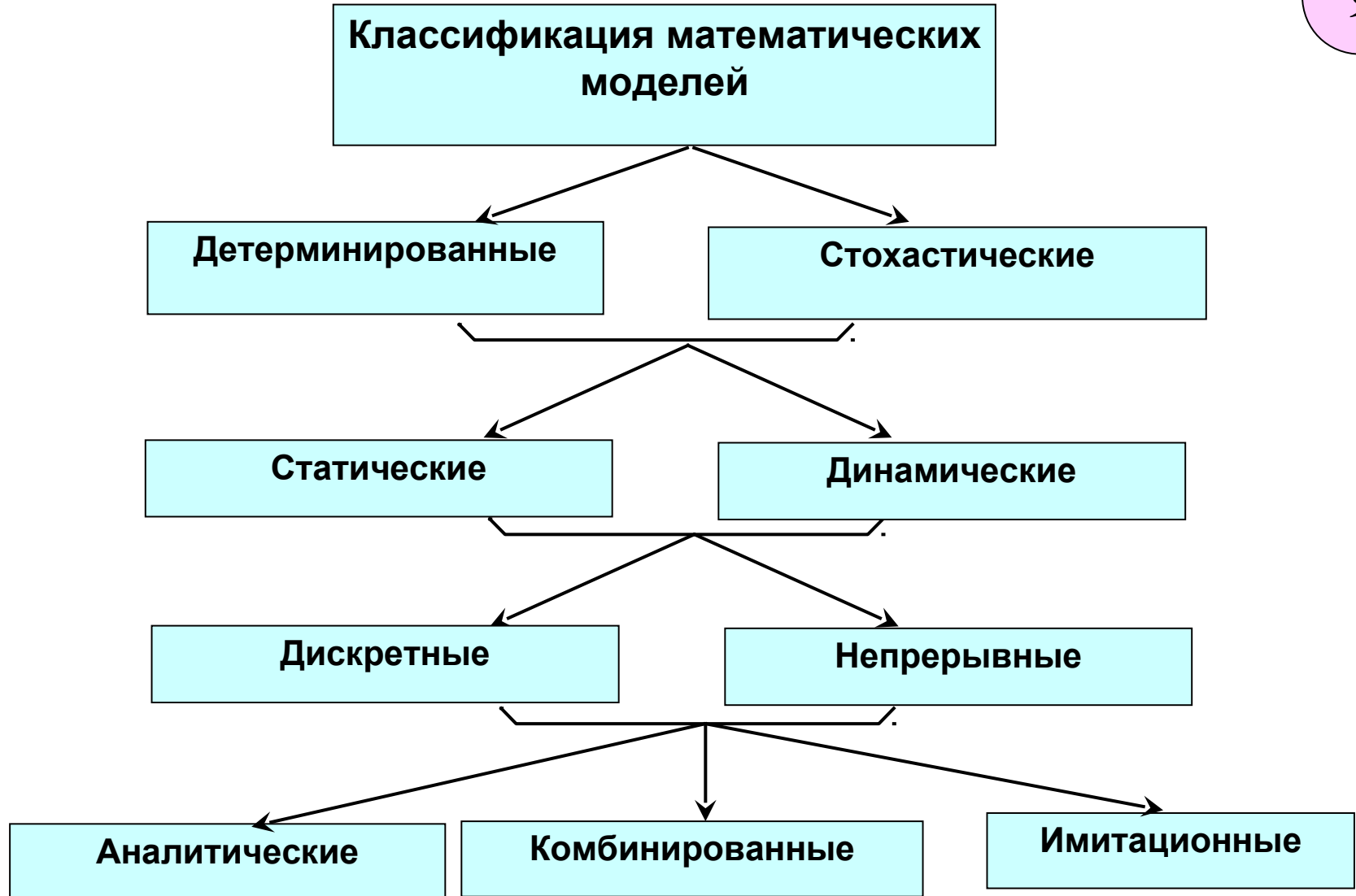
Моделирование - замещение реального объекта моделью с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала

Возможности моделирования

- 1. Возможность исследования объектов любой сложности**
- 2. Возможность произвольного и неограниченного изменения свойств объекта**
- 3. Оценка свойств проектируемых объектов**

Достоинства Моделирования

- 1. Не требуется воздействовать на реальный объект**
- 2. Проверка систем, не требующая затрат ресурсов**
- 3. Проверка гипотез на модели**
- 4. Манипуляции с временем моделирования – сжатие-растяжение времени**
- 5. Выявление скрытых зависимостей между переменными**
- 6. Выявление узких мест**
- 7. “What if” – анализ объектов моделирования**



Аналитические модели vs имитационные модели

Аналитическая модель – предполагает описание процесса функционирования системы в виде некоторых функциональных соотношений

10

Имитационная (алгоритмическая) модель – описание алгоритма, воспроизводящего процесс функционирования системы. Модель имитирует поведение реального объекта в процессе его функционирования. Информация об исследуемом объекте, добывается в результате обработки статистических данных, полученных в результате имитационных экспериментов над моделью.

Типы математических схем

Модели исследования операций (линейное, нелинейное, дискретное программирование)

Модели массового обслуживания

Модели надежности

Игровые модели

Модели распознавания образов

Графовые модели

Логико-алгебраические модели

Автоматно-лингвистические модели

Модели систем искусственного интеллекта

Этапы моделирования

12

Формулировка проблемы

Формулировка цели моделирования

Сбор данных

Построение концептуальной модели

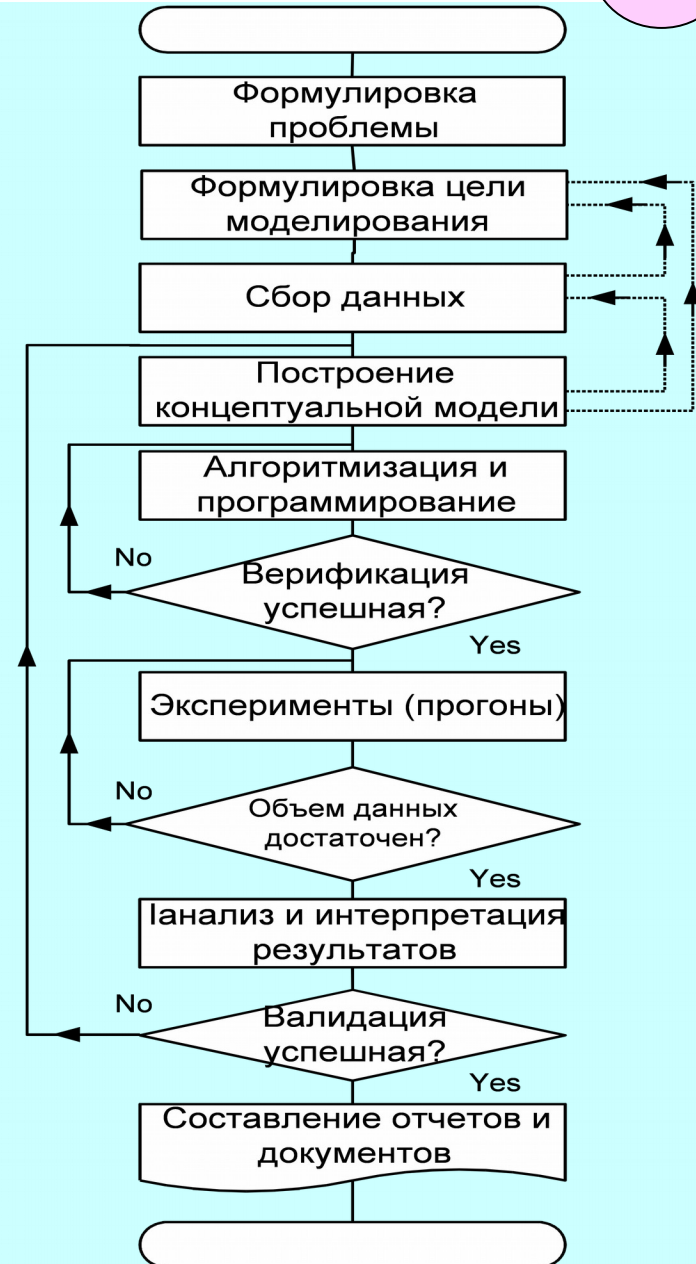
Алгоритмизация и программирование

Верификация модели

Машинные эксперименты с моделью

Анализ и интерпретация результатов

Документирование модели



Верификация и валидация модели

Верификация — установление факта соответствия модели представлениям исследователя о ней. Устранение логических и иных ошибок в процессе тестирования модели.

Валидация — установление факта соответствия модели объекту

Построение концептуальной модели

Концептуальная модель – абстрактная содержательная модель, определяющая состав и структуру моделируемой системы, свойства элементов и причинно-следственные связи, присущие исследуемой системе и существенные для достижения цели моделирования.

Имитационное моделирование

Предпосылки имитационного моделирования

- 1. Ограниченные возможности компьютера (память и быстродействие)**
- 2. Представление параллельных процессов реального объекта в форме последовательных во времени действий – «одно действие в каждый момент астрономического времени». Это значит, что несколько действий моделирующего алгоритма может относиться к одному моменту модельного времени.**

Имитационное моделирование

Типы времени в ИМ:

1. t_p – *реальное* время системы S , функционирование которой имитируется;
2. $t_{\text{маш}}$ – *машинное* время имитации, отражающее затраты ресурса времени ЭВМ на организацию имитационного моделирования.
2. $t_{\text{сист}}$ – *системное (модельное)* время, к которому привязаны события, происходящие в модели

Имитационное моделирование

2 способа формирования моментом системного времени:

Принцип « Δt » (*time slicing*) заключается в изменении МВ с дискретным шагом Δt .

Принцип « Δx » (*event scheduling*) заключается в изменении МВ при скачкообразном изменении вектора состояний x системы S .

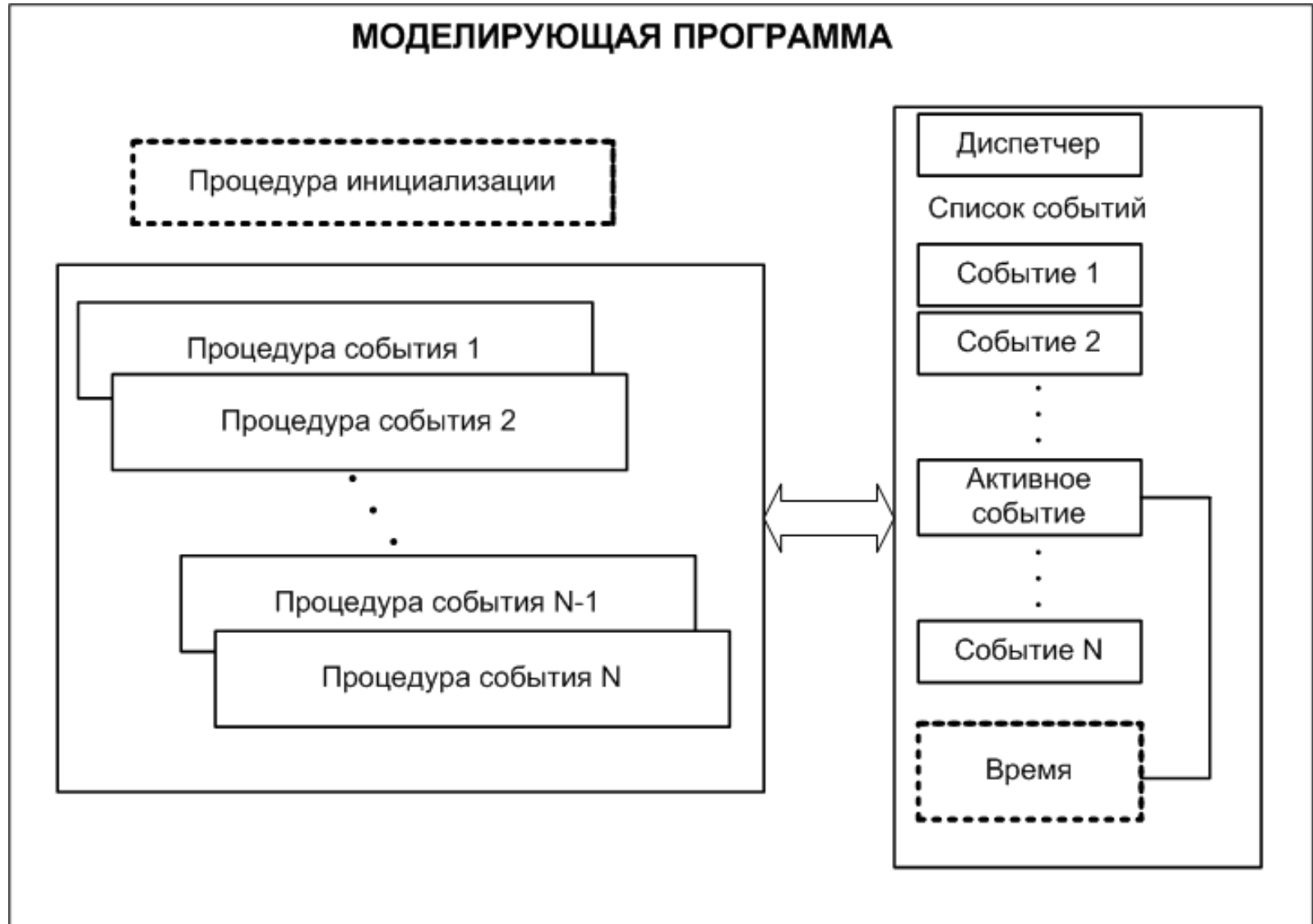
Имитационное моделирование

Активность – единица работы, характеризующаяся условиями начала и временем выполнения.

Событие – мгновенное изменение состояния системы вследствие внешних или внутренних причин.

Процесс – логически взаимосвязанная временная последовательность событий.

Имитационное моделирование



Имитационное моделирование

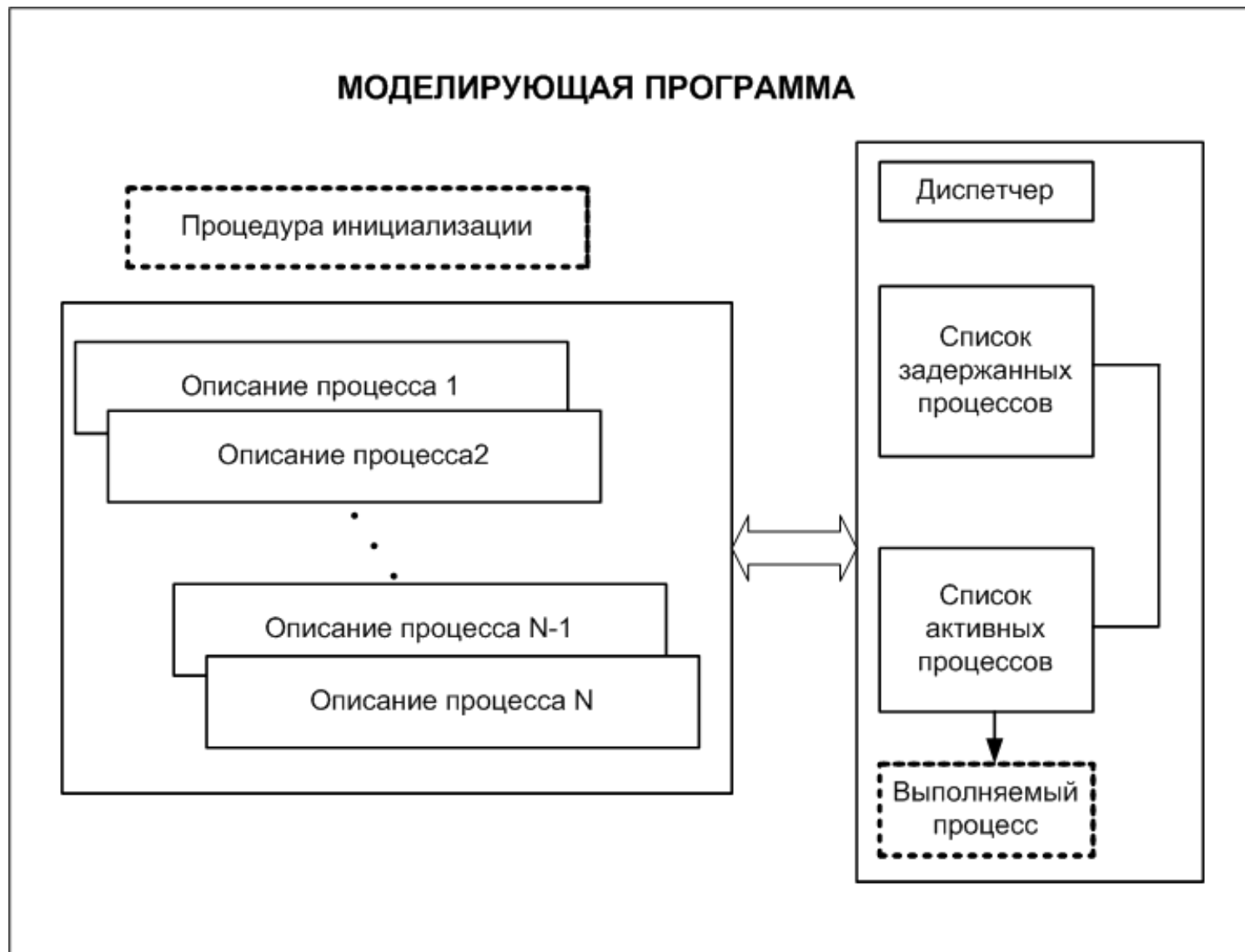


Схема событий. Моделирующий алгоритм

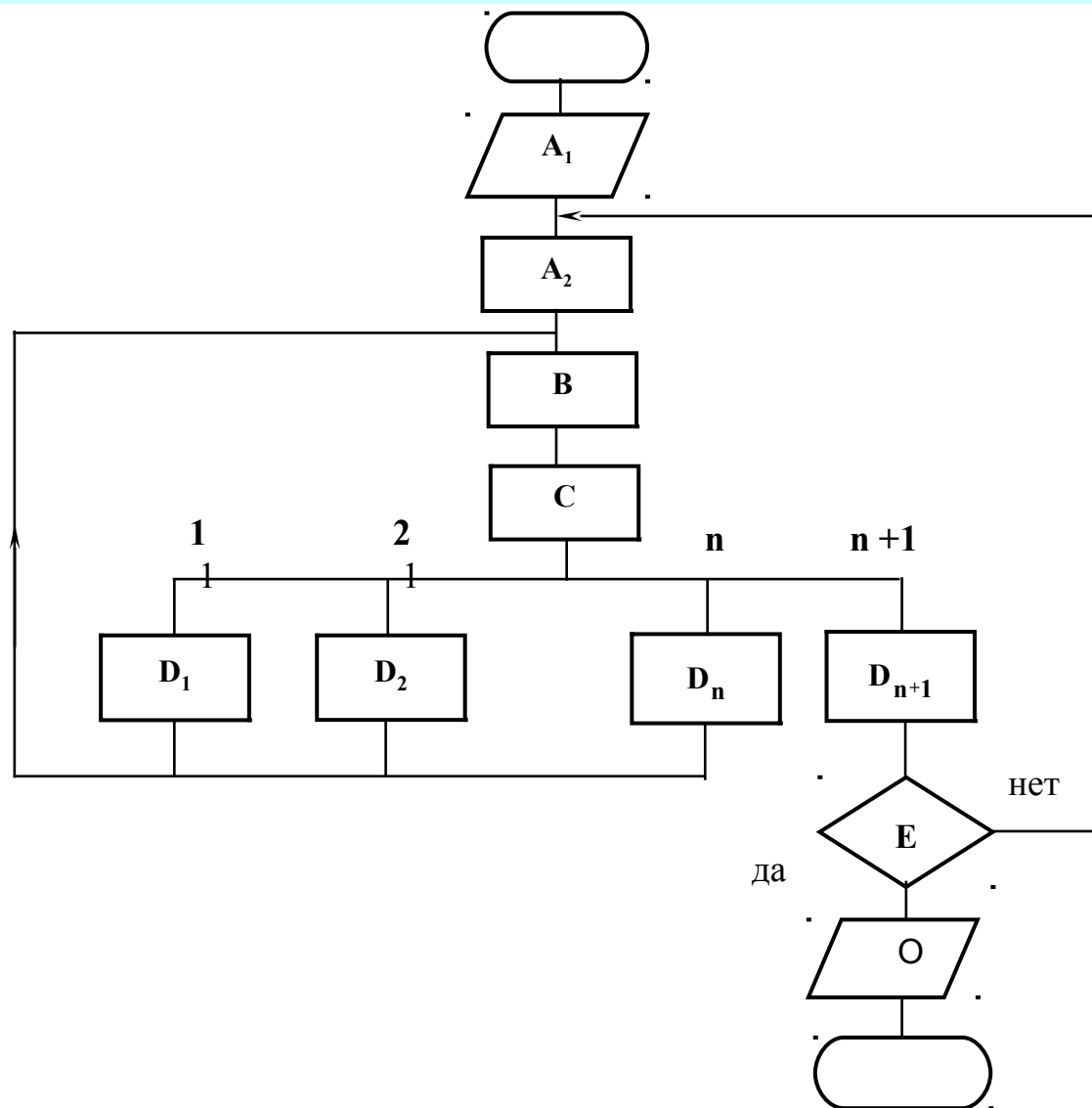


Схема событий. Система G/G/1/m

22

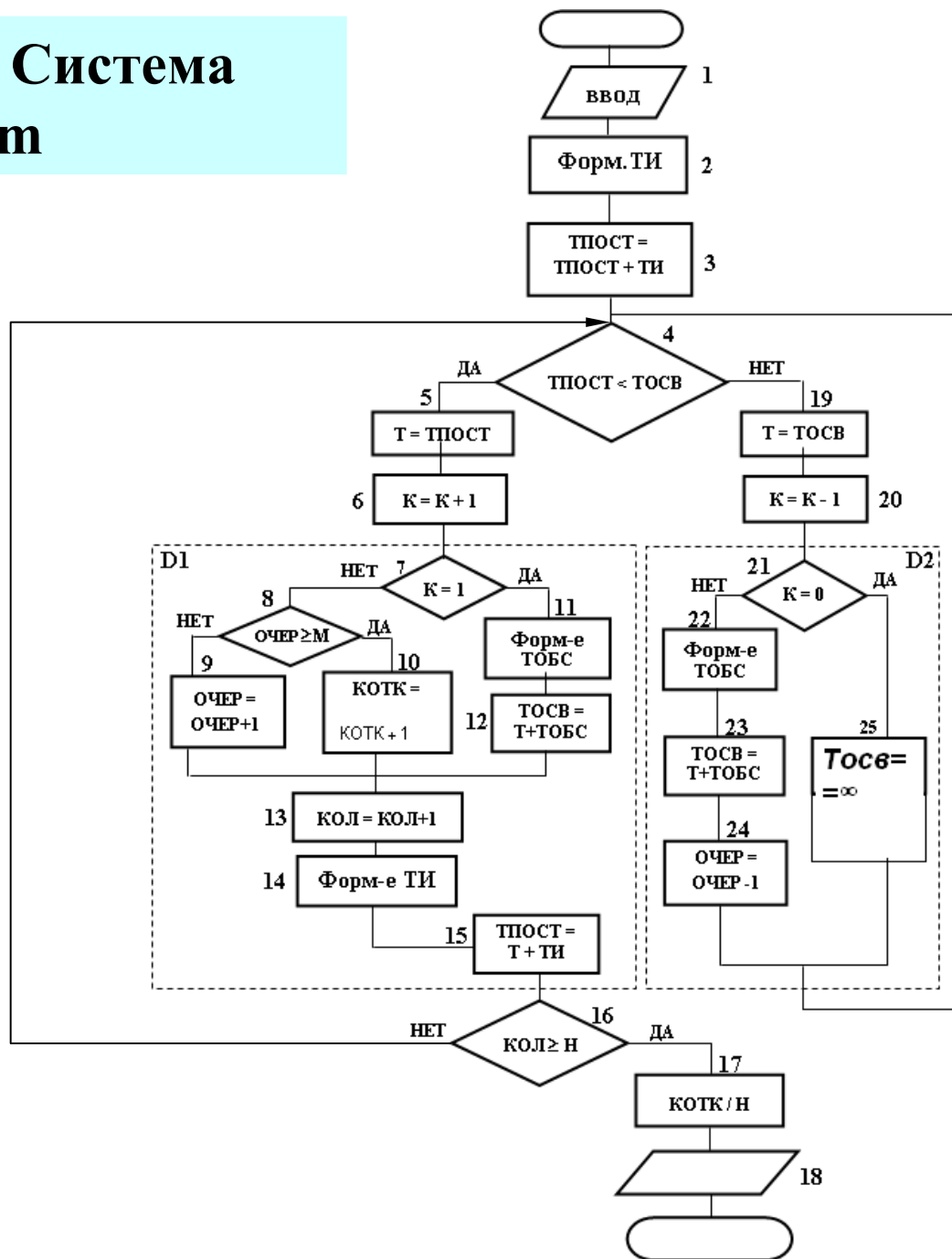


Рис. 6.5