

Федеральное Государственное Образовательное Учреждение
Высшего Профессионального Образования
Ставропольский Государственный Аграрный Университет

Лекция 12

на тему

«Концепция и возможности объектно-ориентированной моделирующей системы»

по дисциплине

*«Имитационное моделирование
экономических процессов»*

Вопросы:


1. Основные объекты имитационной модели
2. Событийный и процессно-ориентированный подход к построению моделей
3. Моделирование работы с материальными ресурсами
4. Имитация информационных ресурсов
5. Денежные ресурсы
6. Многокритериальные целевые функции планирования объемов производства продукции, товаров или услуг

Контрольные вопросы.

1. Основные объекты имитационной модели

Основные функции моделирующей системы:

- предоставление средств для формализованного описания дискретных компонентов, дисциплин выполнения различных работ, для задания структуры графа и привязки объектов модели к координатной сетке общего информационного поля;
- осуществление координации событий, определение путей прохождения транзактов, изменение состояний узлов и передачу управления моделям непрерывных компонентов.



Шесть основных понятий, на которых базируется концепция моделирующей системы:

- 1. Граф модели** – это объект имитационной модели, представляющий направленный граф, объединяющий все процессы имитационной модели независимо от количества уровней структурного анализа. Все процессы независимо от количества уровней структурного анализа, объединяются в виде направленного графа (многослойный иерархический);
- 2. Транзакт** – это формальный запрос на какое-либо обслуживание. Транзакт в отличие от обычных заявок, которые рассматриваются при анализе моделей массового обслуживания, имеет набор динамически изменяющихся особых свойств и параметров. Пути движения транзактов по графу модели определяются логикой функционирования компонентов модели.



Транзакт является динамической единицей любой модели, работающей под управлением имитатора.

Транзакт может выполнять следующие действия:

- порождать группы (семейства) других транзактов;
- поглощать другие транзакты конкретного семейства;
- захватывать ресурсы и использовать их некоторое время, а затем освобождать;
- определять времена обслуживания, накапливать информацию о пройденном пути и иметь информацию о своем дальнейшем пути и о путях других транзактов.

Основные параметры транзактов:


- уникальный идентификатор транзакта;
- идентификатор (номер) семейства, к которому принадлежит транзакт;

- наборы различных ресурсов, которые транзакт может захватывать и использовать какое-то время;
- время жизни транзакта;
- приоритет – неотрицательное число;
- параметры обслуживания в каком-либо обслуживающем устройстве (включая вероятностные характеристики).

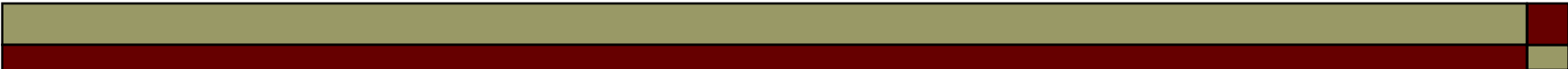
Примеры транзактов:

- телекоммуникационный пакет;
 - покупатель;
-
- заявка на товар;
 - автомобиль;
 - обрабатываемая деталь;
 - работник и т.д.

3. Узлы графа модели представляют собой центры обслуживания транзактов. В узлах транзакты могут задерживаться, обслуживаться, породить семейства новых транзактов, уничтожать другие транзакты. Транзакт всегда принадлежит одному из узлов графа модели и независимо от этого относится к определенной точке пространства или местности, координаты которой могут изменяться.

- 
4. **Событие** – факт входа из узла одного транзакта. Разработчик модели практически не может управлять событиями вручную. Функция управления событиями отдана специально управляющей программе –

координатору, автоматически внедряемому в состав модели.
 5. **Ресурс независимо** от его природы в процессе моделирования может характеризоваться тремя общими параметрами: мощностью, остатком и дефицитом. Мощность – это макс. число ресурсных единиц. Остаток ресурса – число незанятых на данный момент единиц. Дефицит ресурса – количество единиц ресурса в суммарном запросе транзактов, стоящих в очереди к данному ресурсу.
 6. **Пространство** – географическое, декартова плоскость. Узлы, транзакты и ресурсы могут быть привязаны к точкам пространства и мигрировать в нем.



Внутренняя реализация модели использует объектно-ориентированный способ представления процессов.


Транзакты, узлы, события и ресурсы – основные объекты имитационной модели.

В различных моделирующих системах имеются разные способы представления узлов графа. Это связано с отличительными свойствами таких систем. Например, в системе GPSS узлы называются блоками; причем количество различных типов блоков более сотни, что затрудняет восприятие графа модели.

В системе Pilgrim имеется всего 17 типов узлов, которые функционально перекрывают все возможности блоков GPSS и предоставляют дополнительные средства, которые в GPSS отсутствуют:

- возможность работы с непрерывными процессами;
- моделирование пространственной динамики;
- работу с ресурсами, представляющими собой деньги и материальные ценности, счета бухгалтерского учета, банковские счета.

Генератор транзактов (с бесконечной емкостью) – это тип узла-генератора имитационной модели. Они создают новые транзакты и передают их в другие узлы модели. Параметры генератора в случае необходимости можно изменить посредством информационного воздействия из другого узла с помощью сигнала (сигнал – это специальная функция, выполненная транзактом, находящимся в одном узле, в отношении другого узла).




Очередь (с относительными приоритетами или без приоритетов) - тип узла имитационной модели. Если приоритеты не учитываются, то транзакты

упорядочиваются в очереди в порядке поступления.

Когда приоритеты учитываются, транзакт попадает не в «хвост» очереди, а в конец своей приоритетной группы.


Приоритетные группы упорядочиваются от «головы» очереди к «хвосту» в порядке уменьшения приоритета.

Если транзакт попадает в очередь и не имеет своей приоритетной группы, то группа с таким приоритетом сразу возникнет: в ней будет один вновь поступивший транзакт.



Очередь с пространственно-зависимыми приоритетами - тип узла имитационной модели. Транзакты, попадающие в такую очередь, привязаны к точкам пространства.

Очередь обслуживается специальным узлом, работающим в режиме пространственных перемещений. Смысл обслуживания транзактов: необходимо посетить все точки пространства, с которыми связаны (или из которых поступили) транзакты. При поступлении каждого нового транзакта, если он не единственный в очереди, происходит переупорядочение очереди таким образом, чтобы суммарный путь посещения точек был минимальным.




В узле обслуживания с многими параллельными каналами обслуживание может быть в порядке поступления транзакта в освободившийся канал либо по правилу абсолютных приоритетов. Если такое правило задано и возникает ситуация, при которой в «голове» очереди на обслуживание находится транзакт с ненулевым приоритетом, все каналы заняты, причем в одном из каналов на обслуживании находится транзакт с более низким приоритетом, то выполняется следующее:

- обслуживание неприоритетного транзакта прерывается;
- неприоритетный транзакт удаляется из канала в стек временного хранения;
- канал занимает более приоритетный транзакт.

После освобождения канала прерванный транзакт возвращается в канал и до обслуживается столько времени, сколько оставалось на момент прерывания.

Реально возможны прерывания в прерываниях, когда на вход узла поступают все более приоритетные транзакты, а обслуживание происходит медленно. Поэтому глубина стека временного хранения не ограничена.

Терминатор - тип узла имитационной модели. Транзакт, поступающий в терминатор, уничтожается. В терминаторе фиксируется время жизни транзакта. Управляемый терминатор транзактов - тип узла имитационной модели. В нем уничтожается (или поглощается) заданное число транзактов, принадлежащих конкретному семейству. Требование на такое действие содержится в уничтожающем транзакте, поступающем на вход узла. Он ждет поступления в узел транзактов указанного семейства и уничтожает их. После поглощения уничтожающий транзакт покидает узел.



Различают два типа моделей: разомкнутые и замкнутые (так же, как и в теории стохастических сетей). Разомкнутые модели позволяют сравнительно легко реализовать исследование внутренних процессов в фирме, но они не учитывают взаимосвязи с объектами внешней среды: рынком, госбюджетом, населением и другими. Замкнутые модели выглядят сложнее (в смысле графа стохастической сети), но позволяют учесть влияние внешней среды и исследовать связь объекта экономики с другими объектами, финансово-кредитными учреждениями, рынком.

2. Событийный и процессно-ориентированный подход к построению моделей

Существуют два различных подхода к построению имитационных моделей, они связаны с определенными элементами абстракций, важнейшими из которых являются понятия события и процесса.

Событием называется последовательность логически связанных действий, происходящих в некоторый фиксированный момент модельного времени. Появление события связано с изменением состояния модельной среды. Примером события может служить генерация сообщений, передача сообщения по каналу связи, обработка сообщения узлом и т.п.

Событийный подход основан на формировании потока событий (рис. 1). Такой поток образует сгруппированные последовательности действий:

$$\{E_1, E_2, \dots, E_k\}, \{E_{k+1}, E_{k+2}, \dots, E_m\}, \dots, \{E_n, E_{n+1}, \dots, E_v\} \dots$$

Группы событий последовательно, происходящих в один и тот же момент времени, условно заключены в скобки.

События $\{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ образуют первую группу, события $\{E_{k+1}, E_{k+2}, \dots, E_m\}$ вторую, а $\{E_n, E_{n+1}, \dots, E_v\}$ - группу N.

Обозначим $T_i, i = 1, 2, \dots, N, \dots$, модельное время существования событий тогда для последовательности времен справедливо упорядочение

$$T_1 < T_2 < \dots T_N \dots$$

Цикл моделирования

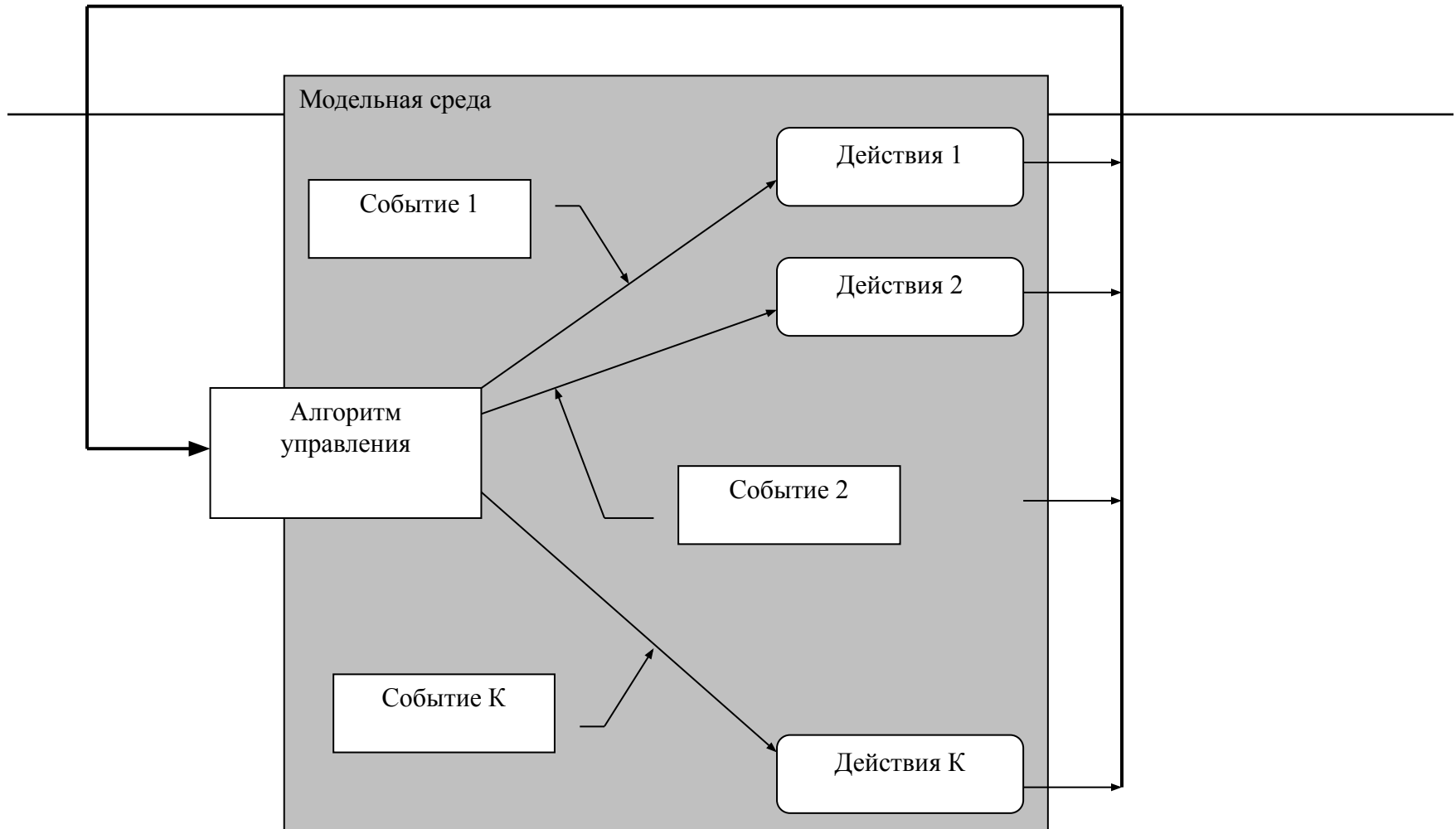




Рис. 1. Событийный подход



Несколько другая картина характерна для процессно-ориентированного подхода. Языки, реализующие процессно-ориентированный подход, имеют в своем составе блоки или операторы, позволяющие описать процесс продвижения компонентов через систему. В моделях, использующих подобную схему, описываются не события и условия их возникновения, а процесс, развивающийся в ней.

Для этого используются средства языка системы моделирования. Естественно, эти средства должны быть достаточно представительными для того, чтобы описывать широкий круг процессов. В частности, для процессного подхода необходимыми являются средства явного (или неявного) определения участков модели, на которых необходимо представление квазипараллельных процессов.



Оба подхода имеют как достоинства, так и недостатки. К достоинствам процессно-ориентированного представления моделей следует отнести компактность и наглядность (рис. 2). Здесь стрелками показано направление развития процессов. Событийные модели обладают большей гибкостью, но они уступают процессно-ориентированным системам в простоте и наглядности составления моделей.

3. Моделирование работы с материальными ресурсами

Материальные ресурсы подразделяются на две разновидности:

- неперемещаемые;
- перемещаемые.

Неперемещаемый ресурс выделяется в определенном месте (как в реальности, так и в модели). Например, мастер в парикмахерской - это один элемент ресурса, выделяемый клиенту для обслуживания (стрижки и бритья). Этот элемент не может перемещаться вместе с клиентом (транзактом). После обслуживания одного клиента он либо приступит к обслуживанию следующего, если есть очередь, либо будет отдыхать.

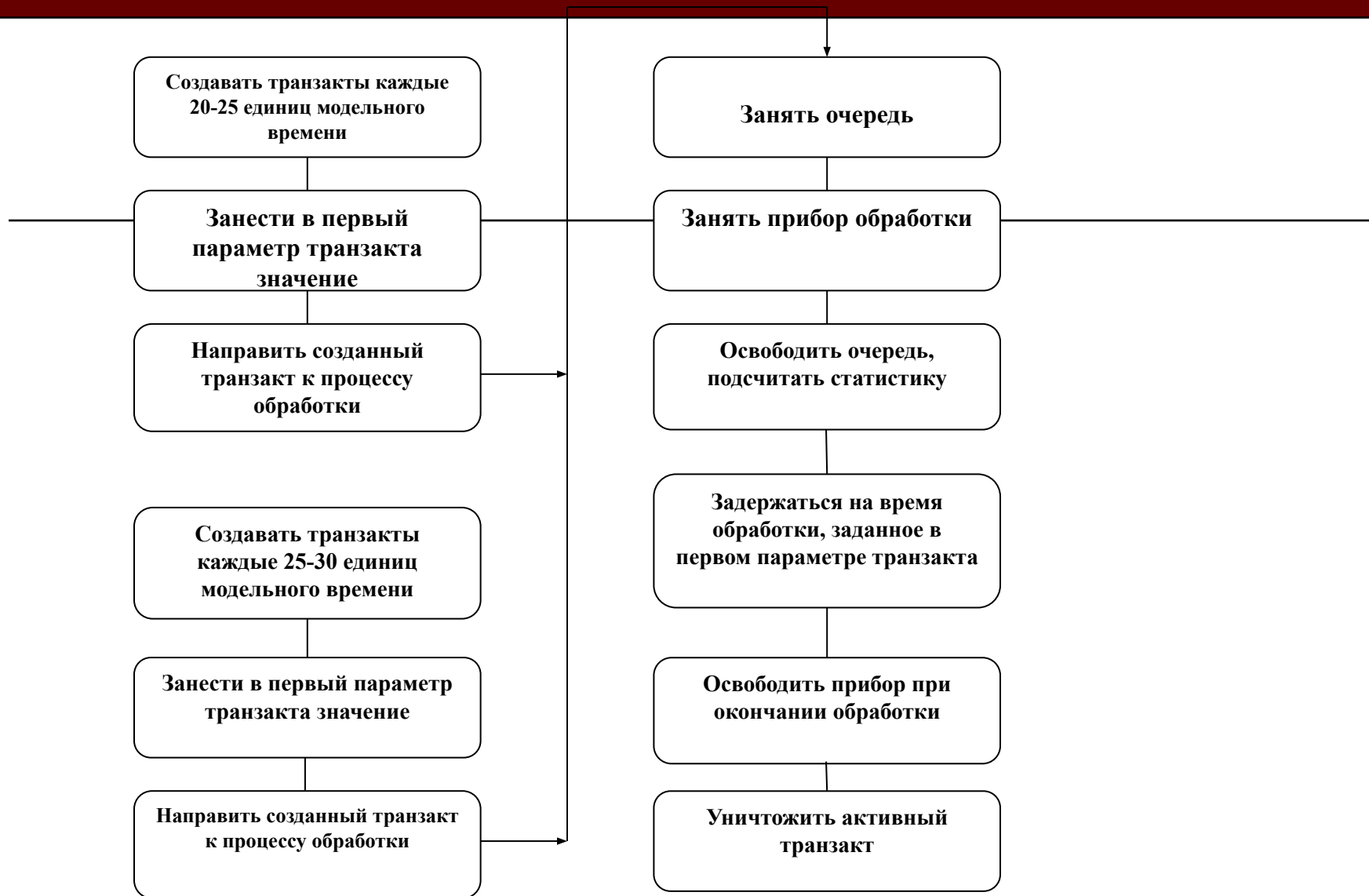




Рис. 2. Графическое представление примера процесса продвижения транзактов



Перемещаемый ресурс выделяется клиенту, после чего клиент использует его в других местах и возвращает только при отсутствии необходимости дальнейшего использования. Например, ресурс - это гараж; клиенту можно выделить три грузовика для использования в работах, проводимых в других местах (естественно, не в гараже).

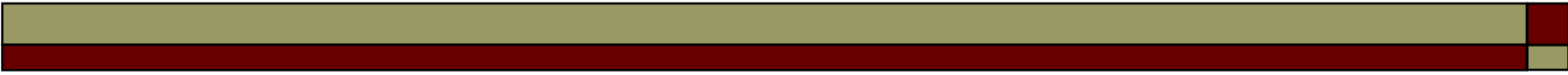
Неперемещаемый ресурс представляет собой "базу", на которой расположены (или к которой приписаны) какие-то ресурсные единицы; их можно использовать только на базе. Поток транзактов поступает в очередь к ресурсу.

Неперемещаемый ресурс имитируется в виде многоканального обслуживающего прибора (накопителя). Каждой ресурсной единице соответствует один канал обслуживания.



По истечении времени обслуживания канал (элемент ресурса) безусловно освобождается, а транзакт переходит в следующий узел. Очередь может быть как с приоритетами, так и без приоритетов. Каналы могут работать в режиме прерывания обслуживания менее приоритетных транзактов более приоритетными.

В моделях автоматически определяются задержка в очереди и загрузка непереключаемого ресурса. Число свободных каналов - это остаток ресурса, а количество транзактов в очереди к ресурсу - это дефицит ресурса. Мощность базированного ресурса N - величина постоянная.



Перемещаемый ресурс представляет собой "склад" единиц ресурса, количество которых известно. Число таких складов не регламентировано. Транзакт попадает в очередь к складу и требует выделения определенного числа единиц ресурса. Склад ресурсов может описываться в имитационной модели различными способами.


Обслуживание транзакта заключается в выделении ему требуемого числа единиц ресурса. Транзакт "путешествует" с захваченными единицами по графу модели до тех пор, пока в соответствии с определенными условиями он не вернет все (или часть) единицы ресурса. Транзакт может несколько раз становиться в очередь к одному и тому же ресурсу, получая дополнительные единицы.

Существует интересная особенность при работе с перемещаемыми ресурсами: транзакт может отдать какие-либо единицы ресурса не только на тот склад, на котором он их получил, но и на другой. При таком перераспределении (или "похищении") на этих двух складах произойдет изменение мощностей: на одном она уменьшится, а на другом - увеличится. Например, в GPSS перемещаемый ресурс может быть описан ячейками памяти, значения которых изменяются оператором SAVEVALUE: при захвате ресурса транзактом значение захваченного объема ресурса присваивается соответствующему параметру транзакта, а значение ячейки соответственно уменьшается на данную величину захваченного ресурса; при возврате ресурса параметр транзакта обнуляется, а значение ячейки памяти, определяющее общий объем свободного ресурса увеличивается на величину возвращенного ресурса.

4. Имитация информационных ресурсов

Информационные ресурсы - это необходимые сведения, оперативная информация (например, биржевая информация из сайтов Интернета), временно предоставляемые права на что-либо, документация и иные нематериальные ценности, без которых невозможно выполнение важной функции. Эти ресурсы подразделяются *на две разновидности*:

- *стартовый информационный ресурс*, без которого нельзя начинать выполнение функции (например, права или разрешение на ее выполнение, инструкция по сборке принципиально нового устройства);
- *оперативный информационный ресурс*, постоянно необходимый при выполнении функции (например, оперативная диспетчерская информация, отсутствие которой делает невозможной посадку самолета на аэродром).



Стартовый информационный ресурс дает возможность отправить заявку на выполнение какой-либо функции, т.е. поместить транзакт в очередь на обслуживание. В языках имитационного моделирования может быть реализован

различными способами, например, логическими переключателями (LOGIC R, LOGIC S, GATE LS).

Оперативный информационный ресурс может описываться также разными способами - одним из них является использование операторов захвата и освобождения прибора (В GPSS - PREEMPT, RETURN).

5. Денежные ресурсы

Денежный ресурс представляет собой «емкость», в которой содержится определенное количество ресурса, измеряемого числом с плавающей точкой. Обычно эту емкость отождествляют со счетом бухгалтерского или банковского учета. В узле, описывающем данный ресурс, образуется очередь транзактов, в которых содержится запрос на перевод денежных средств с данного счета на какой-либо другой. Эта очередь может быть организована по приоритетному принципу: чем меньше денег требует транзакт перевести с данного счета, тем он приоритетнее. Можно устанавливать приоритеты и по-другому, например по такой приоритетной таблице: сначала налоги, затем - зарплата, а после этого - все остальные платежи.

6. Многокритериальные целевые функции

планирования объемов производства продукции, товаров или услуг

Планирование производства, выпуска товаров или оказания услуг эффективно лишь тогда, когда выполнена установленная схема планирования. Существует как минимум две *основные методические схемы*:

- ресурсная;
- программно-целевая.

Ресурсная схема предполагает распределение ресурсов исходя в основном из экономической эффективности их использования. Долгосрочные последствия ресурсных планов или их политические, социальные и иные оценки остаются в головах плановых работников и в явном виде не подвергаются системному анализу (рис. 3).

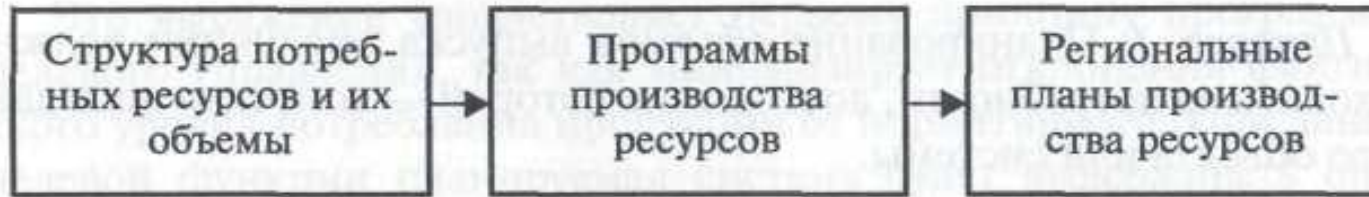



Рис. 3. Ресурсная схема планирования




Рис. 4. Программно-целевая схема планирования



Программно-целевая схема составления планов (рис. 4)

предполагает в качестве предварительного этапа формирование целей, стоящих перед объектом

планирования. Как правило, цели объекта формируются в виде дерева целей, которое в конечном счете задает целевые программы. Эти программы представляют собой системный анализ, отображающий оценки потребностей в продукции, товарах или услугах; альтернативные способы или направления их обеспечения и долгосрочные последствия выполнения вариантов планов. Целевые программы формируют структуру плановых показателей и их величину в числовой форме. Эти плановые показатели являются исходными при планировании потребных для их реализации ресурсов.




В ресурсной схеме планирования отсутствует выработка целей и построение целевых программ. Программно-целевая схема планирования считается более совершенной, поэтому рассмотрим методику формирования целевых функций для имитационной модели, воспроизводящей такую схему планирования.

Предположим, что необходимо спланировать выпуск продукции, товаров или услуг. Для краткости здесь и далее будем называть это планированием объемов выпуска продукции.

Контрольные вопросы:

- Какие основные функции выполняет моделирующая система?
- Чему в реальной действительности соответствует граф модели?
- Как определяется транзакт?
- Что такое событие?
- Какие бывают ресурсы (дать определение и указать разновидности)?
- Как связаны узлы модели с ее графом?
- Что такое пространственное моделирование?
- Чем отличается генератор транзактов с бесконечной емкостью от узлов других типов?

- Какой процесс можно назвать очередью (с приоритетами или без приоритетов)?
 - Как функционирует узел обслуживания с многими параллельными каналами?
-
- Какие две основные функции выполняет терминатор, убирующий транзакты из модели?
 - Какие различают типы моделей?
 - Какие существуют подходы к построению имитационных моделей?
 - Что называется событием?
 - Какой ресурс представляет собой склад перемещаемых ресурсов?
 - В чем заключается различие между перемещаемыми и неподвижными материальными ресурсами в имитационных моделях?

- 
- Что такое стартовый и оперативный информационные ресурсы?
 - Как моделируется работа с денежными ресурсами?
-
- Какие существуют основные методические схемы?
 - Что предполагает программно-целевая схема составления планов?
 - Что предполагает ресурсная схема планирования?