

---

## Информатика

---

УДК 518.873

### Принципы формализации вычислительного процесса в ЛВС

О.М. Демиденко

Рассматриваются вопросы исследования и адаптации вычислительного процесса под реальную рабочую нагрузку на локальную вычислительную сеть (ЛВС). Выдвигается ряд предложений по формализации вычислительного процесса в ЛВС.

**Ключевые слова:** локальная вычислительная сеть, формализация вычислительного процесса.

Issues of research and adaptation of calculating process in real operating load of a local area network are considered. A range of suggestions concerning formalization of a calculating process in local area network are presented.

**Keywords:** local area network, formalization of calculating process.

Исследование вычислительного процесса в локальных вычислительных сетях (ЛВС) возможно как с точки зрения проектировщиков, так и с точки зрения разработчиков персональных компьютеров (ПК) и программного обеспечения [1]. Если вторых интересует влияние тех или иных структурных или функциональных изменений в ЛВС на ее общую эффективность и производительность, то первые рассматривают ЛВС в ее взаимодействии с другими компонентами сети [2].

При этом для проектировщиков сетей важны времена выполнения задач на рабочих станциях и серверах, а также объемы потоков информации между ними [3].

Обычно создаются модели ЛВС для первой и второй групп пользователей на одинаковых принципах. В этом случае сеть по отношению к рабочей станции представляется в виде одного из ее устройств, что обусловлено особенностями сбора статистики в современных ЛВС, имеющих в качестве операционной системы Windows XX (регистрируются лишь функции обращения к сети, что дает право собирать статистику о нагрузке в сети, так же как и о других элементах вычислительной системы). Принципы формализации самого персонального компьютера включают в себя следующие шаги.

1. Представление вычислительного процесса в персональном компьютере с высокой степенью детализации.

2. Декомпозицию персонального компьютера (рабочей станции) на компоненты, соответствующие его аппаратным частям. Персональный компьютер представляется состоящим из следующих компонент: процессор (CPU), жесткий диск (HDD), видеоконтроллер (Video), сетевой адаптер (NET), оперативное запоминающее устройство (Mem). Все они считаются внутренними ресурсами персонального компьютера.

Такой подход, с одной стороны, упрощает декомпозицию объекта моделирования, а с другой стороны, позволяет реализовать неразрывную связь аппаратуры и программного обеспечения.

3. Объединение компонент персонального компьютера на базе процессов операционной системы. Все процессы выполняются в контексте этой системы (так как ОС «виртуализирует» все ресурсы). Поэтому можно говорить, что моделирование работы операционной системы – это моделирование взаимодействия компонентов вычислительной системы.

4. Отражение в модели внутреннего параллелизма в персональном компьютере. Производительность вычислительной системы определяется в большинстве случаев степенью распараллеливания процессов обработки информации внутри нее.

В модели должна быть учтена возможность указанного распараллеливания процессов. Параллелизм представлен в виде конкуренции процессора (в модели функционирование процессов представляется с помощью транзактов) за ресурсы ЛВС и прерывания функционирования процесса на основе квантования (выделение кванта времени на монопольное владение ресурса процесса), что очень близко к реальной схеме функционирования операционной системы. Таким образом, путем введения некоторых допущений можно имитировать реальную операционную обстановку в локальной вычислительной сети.

5. Моделирование вычислительного процесса в ЛВС при воздействии на персональный компьютер конкретных функциональных задач неразрывно связано с характером выполняемых на нем задач. Функциональная задача (ФЗ) в имитационной модели задается набором параметров. Причем существует связь между параметрами функциональной задачи и параметрами самого персонального компьютера. Такое положение является следствием тесной связи между характеристиками программного обеспечения и аппаратуры.

Например, функционирование баз данных в режиме ввода данных и расчета годовой сметы затрат различается по многим параметрам. Модель функциональной задачи можно отнести к параметрическим моделям для случаев, когда она представляется без учета семантики их алгоритмов, а задается только в виде смеси команд, характеризующихся теми же параметрами, что и реальные функциональные задачи. В этом случае упор делается на характеристики функциональных задач, которые порождают процессы обмена информацией внутри персонального компьютера. Статистики же моделирования собираются отдельно по каждому типу функциональной задачи [4].

Представление времени выполнения функциональной задачи на персональном компьютере можно представить как сложную функцию, зависящей от значений расчетных параметров и результатов моделирования. Сама модель описывается множеством переменных, полученных при статистической обработке результатов натурального эксперимента на персональном компьютере. Таким образом, время выполнения функциональной задачи является сложной случайной функцией. Для определения его среднего значения и поиска закона распределения более всего подходит метод статистических испытаний [5].

Рассмотренные принципы формализации позволяют рассматривать вычислительный процесс как совокупность компонентов ЛВС (процессы, ресурсы, операционная система) и взаимодействий этих компонент друг с другом под воздействием рабочей нагрузки на сеть.

В качестве базовой системы моделирования автором была выбрана система моделирования (СМ) MICIS, как наиболее приспособленная для моделирования сложных систем с высокой степенью детализации. В свою очередь, она предполагает применение исследователем следующих принципов конструирования.

1. Объединение в одном тексте имитационной модели декларативного и алгоритмического способов описания компонент модели. В качестве базовых элементарных единиц построения моделей используются приборы систем массового обслуживания (СМО) с управлением. Состав этих приборов, связи между ними с помощью системы очередей, наличие различных дисциплин поступления и способов извлечения из них транзактов составляют декларативную часть описания модели. В то же время функционирование приборов не только моделируется задержкой их на некоторое время обработки, как это происходит в обычных системах массового обслуживания, но и сопровождается реализацией некоторого сложного алгоритма. Алгоритмы функционирования приборов содержат следующие операторы: планирования длительности обработки, изменения параметров и состояния компонент, расчета статистик моделирования и алгоритмических примитивов общего назначения (ветвления, циклы, выбор).

2. Объединение трех способов формализации (процессного, транз-актного, агрегатного) в одном описании имитационной модели. Использование приборов систем массового обслу-

живания в качестве базовых единиц модели органически предполагает транзактный способ формализации объекта моделирования. В то же время, функционирование каждого отдельного прибора по некоторому алгоритму можно рассматривать как процесс. Наличие ряда возможных состояний устройств и связей между ними по управлению позволяет рассматривать устройство как кусочно-линейный агрегат. Таким образом, МІСІС-формализация позволяет сохранить достоинства всех трех способов формализации ЛВС и реализовывать алгоритмы и связи компонент системы практически любой степени сложности.

3. Сочетание возможностей языка программирования высокого уровня и декларативного языка моделирования. Язык моделирования МІСІС представляет собой расширение языка программирования высокого уровня с помощью библиотеки функций моделирования. Разработчик модели может использовать все возможности языка высокого уровня, соблюдая при этом определенную дисциплину программирования, используя функции моделирования из библиотеки для преобразования списка событий, доступа к компонентам имитационной модели и их параметрам, выбора маршрута транзакта, изменения структуры имитационной модели, генерации случайных чисел с различными законами распределения и т. д.

4. Реализация алгоритмов функционирования устройств с помощью графа активностей. Сложный алгоритм функционирования вычислительного устройства может быть представлен с помощью графа активностей, который позволяет организовать выбор, ветвление и циклы активностей любой степени вложенности. Для реализации такого графа каждая активность может представляться функцией языка программирования, в теле которой имеется указание на следующую активность, которая должна быть инициализирована. При этом выбор следующей активности реализуется специальным алгоритмом.

5. Организация связи между компонентами модели по управлению. Взаимодействие между компонентами модели осуществляется не только передачей выходных транзактов одних устройств во входные очереди других, но и помощью специальных управляющих сигналов, способных изменять состояния устройств и транзактов. Для устройств и транзактов существует набор возможных состояний. Так, например, устройство может быть в состоянии «активно», когда функционирует процесс или оно готово к обслуживанию транзактов, и в состоянии «пассивно», если устройство не реализует свой алгоритм функционирования. Обслуживающее устройство может быть также «открыто», если ему разрешено выбирать и обслуживать транзакты из входной очереди, и «закрыто», если транзакты не проходят на обслуживание на устройство, скапливаясь во входной очереди. Транзакт, обслуживающийся на устройстве, может быть переведен в состояние «задержан», когда приостанавливается выполнение активностей обслуживания данного транзакта на данном устройстве. Перевод устройств и транзактов из состояния в состояние осуществляется специальными функциями из библиотеки моделирования МІСІС.

6. Параметризованность и размножение компонент модели. Каждый транзакт и каждое устройство могут иметь набор параметров, которые отделены от тела компоненты. При генерации конфигурации модели, а также в процессе моделирования могут создаваться и уничтожаться версии компонент, которые одинаковы по составу параметров, но различаются значениями этих параметров. Этим обеспечивается возможность задания нужной конфигурации модели, особенно в случае использования нескольких одинаковых по принципу функционирования устройств. Параметризованность транзактов позволяет управлять процессом обслуживания этих транзактов, а также дает возможность собирать информацию о длительности их жизненного цикла, маршруте движения по модели, времени пребывания в очередях и т. п.

7. Многоканальная обработка транзактов на устройствах. Для каждого обслуживающего устройства в языке МІСІС можно задать любое количество каналов обслуживания, которые соответствуют числу транзактов, имеющих возможность одновременно обслуживаться на устройстве. Кроме того, на одном устройстве могут обслуживаться разные классы транзактов. Программы обслуживания в этом случае могут быть различными, но могут и совпадать.

### Литература

1. Демиденко, О.М. Разработка методов и средств анализа процессов функционирования информационно-вычислительных сетей на базе ЛВС : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.13 / О.М. Демиденко. – М., 1991. – 246 с.
2. Авен, О.И. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем / О.И. Авен, Н.Н. Турин, Я.А. Коган. – М. : Наука, 1982. – 464 с.
3. Аксенов, А.С. Планирование рабочей нагрузки ЕС ЭВМ в пакетном режиме / А.С. Аксенов, И.В. Максимей // Электронная техника. Сер. 9. Экономика и системы управления. – 1984. – № 3 (52) – С. 46–50.
4. Демиденко, О.М. Проектное моделирование вычислительного процесса в локальных вычислительных сетях / О.М. Демиденко, И.В. Максимей. – Мн. : Бел. наука, 2001. – 252 с.
5. Компьютерные сети+: Уч. курс: Официальное пособие Microsoft для самостоятельной подготовки ; Пер. с англ. – М. : Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2000. – 552 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 25.09.2017