

## Имитационное моделирование распределенной обработки информации в ЛВС

О.М. Демиденко, И.В. МАКСИМЕЙ, С. Ф. МАСЛОВИЧ, В.И. СЕЛИЦКИЙ

**Введение.** Имитационное моделирование ЛВС представляет собой использование двух типов ИМ ЛВС и РН, реализованных на основе транзактно-процессного способа имитации при высоком уровне детализации вычислительного процесса в узлах ЛВС. Наличие заданий РН в узлах ЛВС с непредсказуемостью характера использования их ресурсов, имеющими произвольные функции распределения запросов этих ресурсов затрудняет использование аналитических математических моделей для изучения динамики использования ресурсов ЛВС в ходе реализации ВП. Поэтому только с помощью имитационного моделирования можно наблюдать за использованием ресурсов узлов ЛВС множеством запросов РН. Использование имитации при выборе организации обработки информации в ЛВС не является новым. Однако, во всех этих исследованиях [1] обычно рассматривались влияние потоков запросов на характеристики оборудования элементов ЛВС и слабо принимались во внимание особенности внутренней структуры запросов. Кроме того, в данной статье предлагается рассмотреть динамику использования ресурсов ЛВС, которая может быть задействована при распределенной обработке информации (РОИ) при наличии сервера с высокой скоростью обработки информации, что позволяет использовать режим диалогового взаимодействия узлов ЛВС с пользователями ( $DR_i$ ) и режим отложенного счета ( $ZOC_i$ ) модулей задач, также при наличии РОИ в ЛВС.

**Организация динамики взаимодействия компонентов ЛВС и модели.** Динамика взаимодействия компонентов ЛВС во всех указанных режимах использования ресурсов ЛВС согласно предлагаемому методу имитации исследуется с помощью двух типов ИМ. Первая ИМ отображает расход запросами РН  $i$ -го типа ресурсов оборудования  $j$ -го ЛВС (ИМ  $OBOR_j$ ) (здесь  $i$ -номер типа РН, а  $j$ -номер узла ЛВС). Схема узла ЛВС и типы поступающих на него задач РН представлены на рисунке 1.

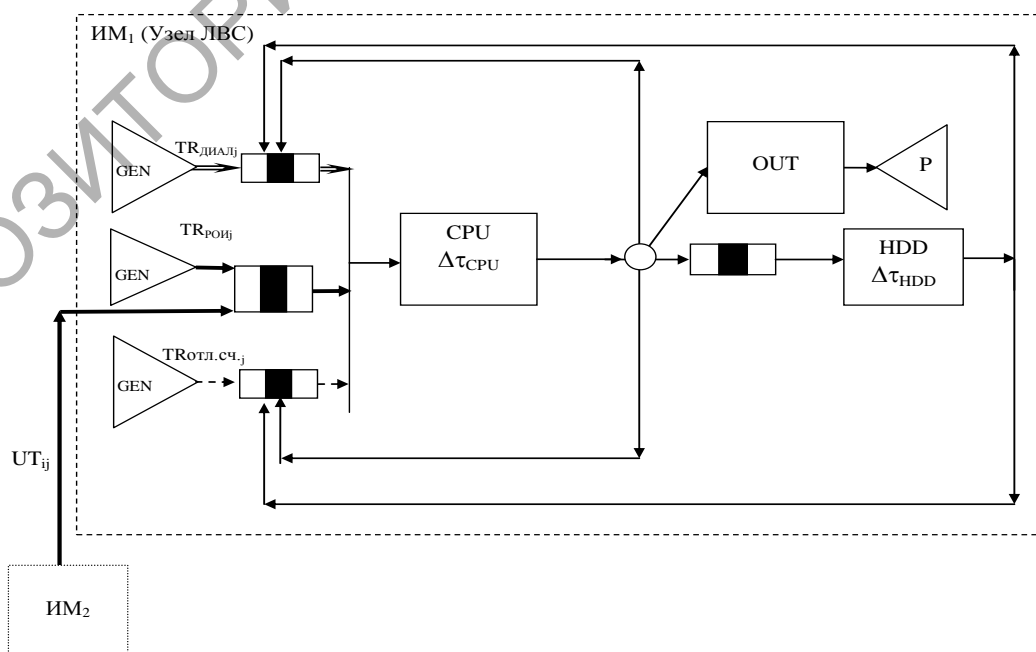
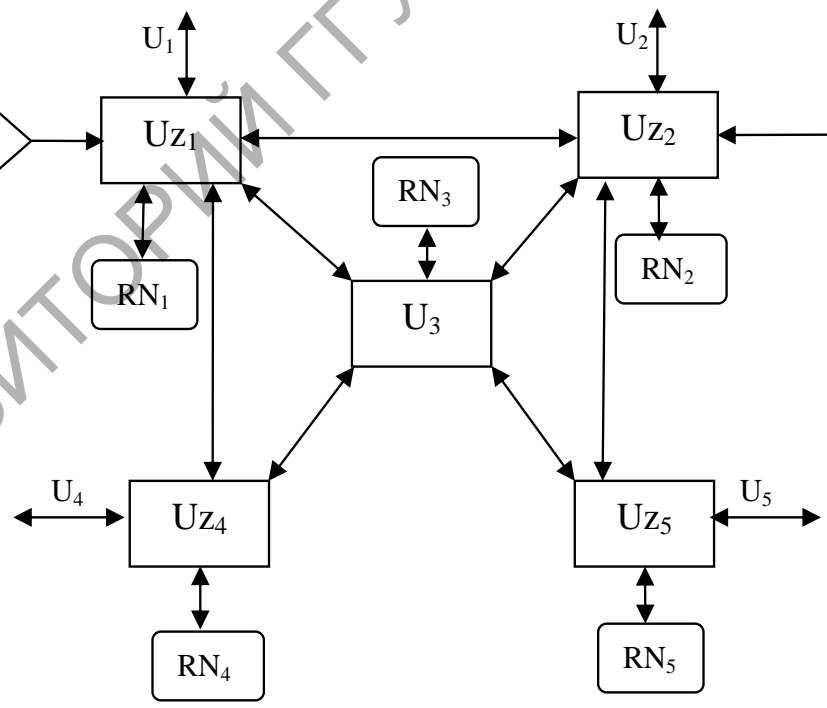
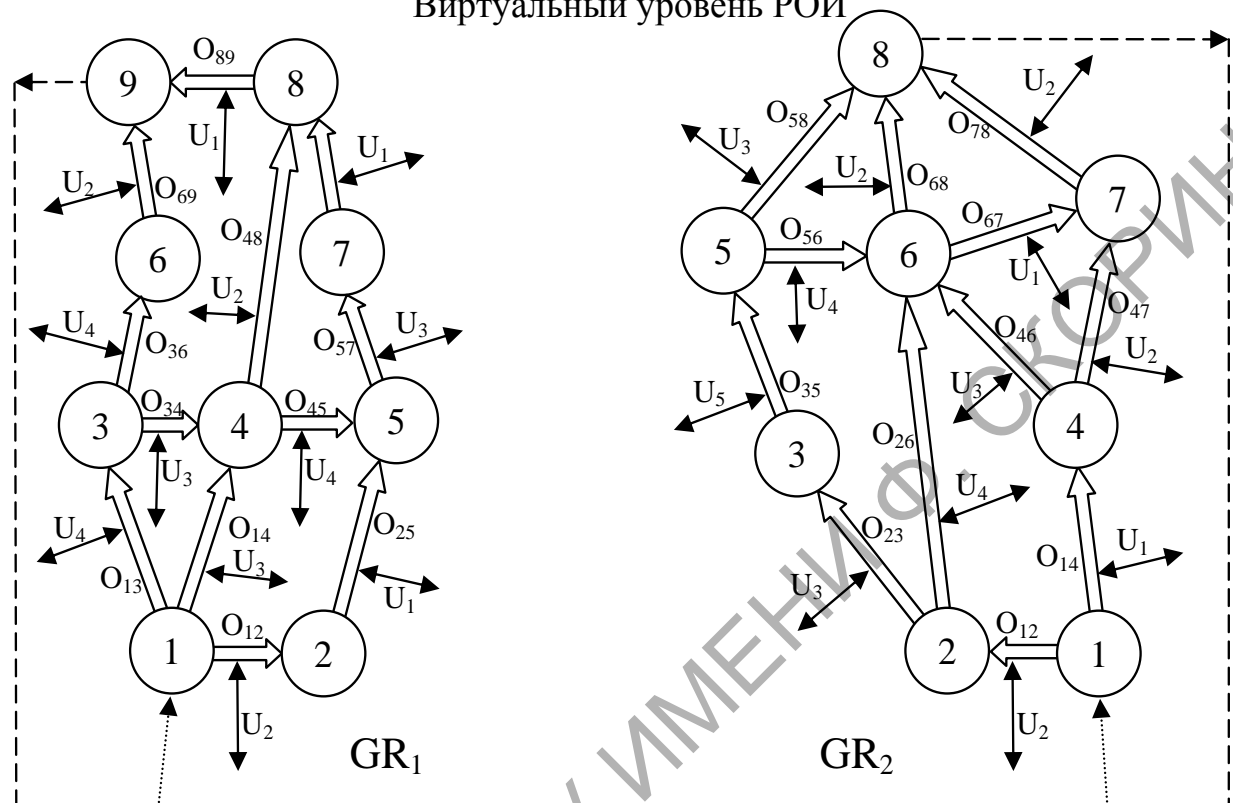


Рисунок 1 – Схема модели имитационной модели узла ЛВС (ИМ  $OBOR$ )

Вторая ИМ отображает во времени последовательность  $i$ -го типа запросов РН на ресурсы  $j$ -го узла ЛВС. Уровень отображения расходов ресурсов  $j$ -го узла назовем физическим уровнем обработки информации в ЛВС, а отображение структуры  $i$ -го типа РН во времени - виртуальным уровнем представления РН на узлах ЛВС. Структура второго типа имитационной модели представлена на рисунке 2.

Виртуальный уровень РОИ



Физический уровень реализации РОИ на ЛВС

Рисунок 2 – Схема модели имитационной модели распределенной обработки информации на ЛВС

Таким образом, в ЛВС используются три режима ( $DR_i$ ,  $ZOC_i$ ,  $POI_i$ ). ИМ  $OBOR_j$  является универсальной для обоих типов ИМ и состоит из следующих процессов: расхода ресурсов центрального процессора  $j$ -го узла ЛВС ( $PR.CPU_j$ ); расхода ресурсов внешней памяти ( $PR.HDD_j$ ); устройства связи узлов ЛВС ( $PR.SPD$ ); устройства вывода информации ( $PR.OUT_j$ ). Эти процессы отображают алгоритмы расхода ресурсов узла ЛВС запросами РН каждого типа, которые обслуживаются процессами согласно следующих приоритетов. Наиболее высокий приоритет имеют запросы режима  $DR_i$ , а самый низкий – запросы режима  $POI_i$ . Выделение ресурсов в процессе  $PR.CPU$  осуществляется квантами времени использования CPU длительности  $\Delta t_{cpu}$ . Появление более приоритетного запроса приводит к прерыванию выделения ресурса менее приоритетному запросу. Остальные типы ресурсов выделяются запросами РН полностью без прерываний. ИМ  $OBOR_j$  является универсальной и не требует программирования на этапах эксплуатации со стороны руководства ЛВС. Из-за того, что программы процессов ИМ  $OBOR_j$  являются реентерабельными, исследователям для задания структуры и состава узлов ЛВС достаточно указать только количественный состав ЛВС.

ИМ рабочей нагрузки также является универсальной для обоих типов ЛВС и состоит из следующих типов процессов: генератор запросов диалоговых задач ( $GENDIAL_i$ ); генератор запросов задач отложенного счета ( $GENZOC_k$ ); генератор запросов на распределенную обработку информации ( $GENPOI_q$ ). Для задания состава и структуры РН на узлах ЛВС руководству достаточно задать число процессов-генераторов транзактов сложной структуры каждого типа ( $I, K, Q$ ). Все эти генераторы имеют стандартный алгоритм имитации вероятностных запросов ресурсов узлов ЛВС, что позволяет реализовать их в виде реентерабельных программ. В информационной базе данных (ИБД) ИМ ЛВС для каждой версии генераторов отведено место для хранения рабочей информации и сбора статистики имитации. В итоге ИМ рабочей нагрузки состоит из трех реентерабельных программ-генераторов запросов ресурсов узлов ЛВС, которые в своей работе используют индивидуальные рабочие места в ИБД (соответственно по одной области в ИБД для каждой версии генераторов). Каждый  $i$ -ый генератор, используя рабочие места в ИБД по адресу  $\alpha_i$  формирует транзакт сложной структуры ( $TRSS_i$ ) стандартного типа, а в одну из очередей оборудования ЛВС посылает триаду ( $i, \pi_i, \alpha_i$ ). Здесь  $i$ -номер запроса ресурсов;  $\pi_i$  – приоритет запроса;  $\alpha_i$  – адрес информационной части запросов  $i$ -го типа.

$GENDIAL_i$  с интенсивностью  $\alpha_i$  формирует «подкрашенный» транзакт вида  $TRSS1_i=(i, \pi_i, \alpha_i)$ , у которого в информационной части находятся запросы ресурсов  $CPU_i$  и  $HDD_i$ , разыгранные по соответствующим функциям распределения, сформированным до имитационного эксперимента (ИЭ) по данным мониторинга поведения диалоговых запросов.

$GENZOC_k$  в моменты окончания выделения ресурсов для предыдущей стадии решения задач отложенного счета формирует «подкрашенный» транзакт вида  $TRSS2_k=(k, \pi_k, \alpha_k)$ , у которого в информационной части находятся запросы ресурсов  $CPU_k$  и  $HDD_k$ , также разыгранные по соответствующим функциям распределения, сформированным до ИЭ по данным мониторинга выполнения задач на прототипах ЛВС.

$GENPOI_q$  с интенсивностью  $\alpha_q$  формирует «подкрашенный» транзакт вида  $TRSS3_i=(q, \pi_q, \alpha_q)$ , у которого в информационной части находятся запросы ресурсов  $CPU_q$  и  $HDD_q$ , разыгранные по соответствующим функциям распределения по данным мониторинга поведения РОИ. Важным отличием информационной части этого транзакта является описание структуры РОИ, которая представляет собой вероятностный сетевой график (ВСГР). Узлами ВСГР является свершение события в ВСГР, а ветвями являются запросы на ресурсы  $q$ -го узла ЛВС, необходимые для выполнения  $S_q$ -го модуля задачи управления объектами реального времени. Таким образом, в транзакте 3-го типа  $TRSS3_q$  указывается адрес возврата на  $S_q$ -ый модуль выполнения ВСГР после имитации счета этого модуля на  $q$ -ом узле ЛВС. Из-за вероятностного характера запросов ресурсов узлов ЛВС РОИ  $q$ -го узла используется процедура Монте-Карло. В ходе  $l$ -ой реализации РОИ  $q$ -го узла ЛВС по соответствующим функциям формируются  $CPU_{ql}$   $HDD_{ql}$ , что позволяет при имитации  $l$ -ой реализации ВСГР считать эти запросы детерминированными величинами. Поэтому  $GENPOI_q$ , используя из-

вестный алгоритм [2], рассчитывает моменты свершения событий, начиная от начального события ВСГР<sub>1</sub> и заканчивая завершающим событием ВСГР<sub>1</sub>. На событиях ВСГР<sub>1</sub> осуществляется синхронизация их свершения, и по завершении самого позднего момента выделения ресурсов ЛВС активизируются все модули РОИ, начинающиеся в только что завершеном событии. В моменты завершения 1-ой реализации ВСГР<sub>1</sub> фиксируется в ИБД статистика свершения всех событий в информационном поле транзакта TRSS3<sub>q</sub> по адресу  $\alpha_q$ . При этом ведется контроль за окончанием числа реализаций процедуры Монте-Карло для РОИ q-го узла ЛВС. Когда  $l > N_m$  (где  $N_m$  – количество реализаций процедуры Монте-Карло), эта статистика усредняется, то и является статистиками и откликами имитации РОИ в ЛВС. По завершении  $N_m$  реализаций ИМ ЛВС статистика имитации усредняется и определяются усредненные значения откликов ИМ ЛВС и при конкретном наборе параметров имитационного моделирования  $\{X_s\}$  получаются множества откликов имитации  $\{Y_h\}$  и статистик имитации  $\{ST_r\}$  (здесь s-номера компонентов параметров моделирования; h и r – номера компонентов откликов и статистик моделирования).

**Выводы.** Как видим, все генераторы РН на ЛВС используют транзакты сложной структуры, что обеспечивает очень высокий уровень детализации ВП в ЛВС для всех режимов совместного использования запросами трех типов ресурсов узлов ЛВС. Этим существенно отличается данный метод имитационного моделирования ЛВС или ЛВС от известных из рассмотренных нами в п.1.2, описывающих существующие методы исследования ВП в ЛВС и ЛВС. Вторым важным отличием от известных попыток имитации ЛВС предлагаемого метода имитации ЛВС является использование транзактно-процессного способа имитации, реализуемого системой моделирования MICIC4 [3], выбранной в качестве базовой системы моделирования для реализации метода. Третьим важным отличием метода является отсутствие программирования ИМ ЛВС или ИМ ЛВС на этапах эксплуатации этих ИМ. Все основные процессы-имитаторы реализованы в виде реентерабельных программ. Из-за стандартного алгоритма отображения ВП в узлах ЛВС они разработаны нами и не требуют модификации и программирования. Свойство реентерабельности программ процессор-имитаторов позволяет автоматически одновременно в модельном времени обслуживать любое число копий этих процессов, поскольку каждая копия имеет свое информационное поле в ИБД ЛВС, расположено по адресам  $\alpha_i, \alpha_k, \alpha_q$ .

**Abstract.** The problems of simulation modeling of distributed information processing in LANs are considered in the paper.

### Литература

1. Шварц, М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ / М. Шварц: в 2-х ч. Ч.1: Пер. с англ. – М.: Наука, 1992.
2. Жогаль, С.И. Задачи и модели исследования операций. Ч.1. Аналитические модели исследования операций / С.И. Жогаль, И.В. Максимей: учебное пособие. – Гомель: БелГут, 1999.
3. Левчук, В.Д. Программно-технологические комплексы имитации сложных дискретных систем / В.Д. Левчук, И.В. Максимей.: М-во образов. РБ, Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины. – Гомель: ГГУ им. Скорины, 2006.