

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛВС, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

О.М.Демиденко, А.В.Воруев, В.А.Никишаев, М.В.Потрашкова, О.В.Быченко
Беларусь, Гомель

Обосновывается актуальность применения описываемого программно-технологического комплекса для проектирования ЛВС, предназначенных для оперативной реакции при предупреждении чрезвычайных ситуаций. Приводятся основы формализации комплекса, его структура, методика использования и данные апробации.

Введение

Разработка специализированных программно-технологических комплексов (ПТК) для оперативного принятия решений имеет особое значение при решении проблем предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Этот вопрос связан со спецификой рассматриваемых проблем и объемом информационных потоков, которые необходимо передавать по каналам связи, анализировать и принимать на основе анализа оперативные решения.

Оперативное принятие единственно верного решения в минимальные сроки может предотвратить последствия назревающей ЧС. И наоборот, запаздывание при принятии данного решения может обернуться существенными затратами для народного хозяйства как при локализации ЧС, так и при ликвидации ее последствий. События в г.Ленске (Россия) весной 2001 года подтверждают этот факт.

Для того чтобы выработать комплекс мер по предотвращению ЧС, центр принятия решений (ЦПР) должен обладать всей полнотой информации. При этом информация может быть поделена на две большие части: статически устойчивая информация, касающаяся неизменных объектов, например данные геологических разведок, и информация об оперативной обстановке, поступающая в режиме реального времени, например данные о состоянии водозаграждающих плотин.

«Запаздывание» информации об оперативной обстановке в данных обстоятельствах недопустимо, поскольку может быть упущено необходимое на выработку комплекса мер время, либо, что еще хуже, комплекс мер по предотвращению ЧС может быть принят на основании неактуальных данных, что может только увеличить ущерб от возникновения ЧС.

Исходя из вышеизложенного актуальным является применение при проектировании ЛВС, применяемых при решении данных проблем, ПТК для разработки оптимальной структуры сети.

1. Формализация вычислительного процесса реального времени

Для проектировщиков сетей важны времена выполнения задач на

рабочих станциях и серверах, а также объемы потоков связующей информации между ними. В этом случае сеть по отношению к ПК представляется в виде одного из её устройств, что обусловлено особенностями сбора статистики в современных ЛВС, имеющих в качестве ОС Windows XXXX (регистрируются лишь функции обращения к сети, что дает право собирать статистику о поведении сети, также как и о других элементах ВС). Принципы формализации самого ПК включают в себя:

1. Декомпозицию ПК на компоненты, соответствующие его аппаратным частям. ПК представляется состоящим из следующих компонент: процессора (CPU), жесткого диска (HDD), видеоконтроллера (Video), сетевого адаптера (NET), ОЗУ (Mem). Все они считаются ресурсами ПК. ПО ПК (процессы) находит свое отражение в алгоритмах функционирования компонент.

2. Объединение компонент ПК на основе процессов ОС. Все процессы выполняются в контексте ОС (так как ОС «виртуализирует» все ресурсы). Поэтому можно говорить, что моделирование работы ОС есть моделирование взаимодействия компонентов ВС.

3. Отражение в модели внутреннего параллелизма в ПК. Производительность ВС определяется в значительной мере степенью распараллеливания процессов обработки информации внутри нее. В модели должна быть учтена возможность указанного распараллеливания процессов.

4. Моделирование ВП в ЛВС при воздействии на ПК конкретных функциональных задач. Функционирование ПК неразрывно связано с характером выполняемых на нем задач. Моделирование ВП в ПК также выполняется на конкретных функциональных задачах.

5. Представление времени выполнения функциональной задачи на ПК как сложной функции, зависящей от значений расчетных параметров и результатов моделирования. Сама модель описывается множеством переменных, полученных при статистической обработке результатов натурального эксперимента на ПК.

Рассмотренные принципы формализации позволяют рассматривать ВП как совокупность компонент ЛВС (процессы, ресурсы, ОС) и взаимодействий этих компонент друг с другом под воздействием рабочей нагрузки (РН) на ЛВС.

2. Структура комплекса

Для автоматизации исследований параметров ВП и РН на ЛВС в ходе НЭ и ИЭ был разработан программно-технологический комплекс исследований (ПТКИ), который включает в себя: базовое программное обеспечение (БПО), проблемно-ориентированное технологическое обеспечение (ПОТО), программное обеспечение исследования ВП (ПОИ). Структура ПТКИ представлена на рис. 1. БПО включает в себя: систему автоматизации моделирования MISC, пакет программ статистической обработки данных STATISTIKA, набор процедур обработки данных в среде MS Excel. В ПОТО входят библиотеки параметризованных имитационных моделей ВП и РН («МОДЕЛИ»), компонент описания оборудования и программного обеспечения узла ЛВС («КОМПОНЕНТЫ»), процедур испытания и исследования свойств ИМ («ИСПЫТАНИЯ»). ПОИ включает в себя три подсистемы: мониторинга параметров ВП и РН на ЛВС

(«SYSMON»), постановки управляемого натурального эксперимента («MODELTEST»), обработки анализа и отображения журналов статистики ВП («LOGVIEW»).

Процедуры испытания и исследования свойств ИМ объединены в виде библиотеки CM MICIS открытого типа. Они позволяют исследователю получить количественные оценки: степени адекватности ИМ реальному объекту; погрешности имитации из-за использования генераторов псевдослучайных чисел; устойчивости откликов ИМ при изменении их параметров; чувствительности результатов имитации к изменению параметров ИМ. В состав этой библиотеки входят также процедуры пересчета функциональных характеристик ИМ узла сети и обобщенной ИМ сети ЭВМ, предложенные в работе, и позволяющие изменять параметры ИМ узла по данным ИЭ с помощью ИМ сети ЭВМ и, наоборот, менять параметры обобщенных элементов ИМ сети ЭВМ по данным ИЭ на ИМ узла сети ЭВМ. В эту библиотеку входят также процедуры обработки протоколов отказов и восстановления работоспособности устройств, позволяющие вычислять надежностные характеристики компонентов узлов в ИМ АИС ЛВС по данным ИЭ.

3. Методика использования комплекса при выборе рациональной структуры ЛВС

Адаптация ВП под РН на узлах ЛВС с помощью серии ИЭ проводилась согласно следующей методике. Целью исследований является выбор рационального варианта ИЭ; при каждой серии F_l , $l=1,3$. При этом предполагается, что задан вектор вероятностей проведения серий F_l : $(P_1(F_1), P_2(F_2), P_3(F_3))$. Методика реализовалась следующей последовательностью шагов.

Шаг 1. Для каждой серии F_l ($l=1,3$) проводится серия ИЭ; ($i=1,15$), в ходе которой модифицируются компоненты вектора ресурсов $(V_{ИЭД}, \vartheta_{CPU})$. Параметры ИМ менялись на нескольких уровнях. $V_{ИЭД}$ менялся на трех уровнях: малом (М), среднем (С), большом (Б). ϑ_{CPU} также менялся на пяти уровнях его значений (1,5; 1,0; 0,5; 0,25; 0,15). Для каждого ИЭ; фиксировался аналогичный вектор откликов:

$$Y_{il} = (\eta_{CPUil}, \eta_{ВНПil}, T_{ЖДil}, T_{ЖФil}, T_{ЖТil}),$$

где l – номера комбинаций вектора интенсивностей (F_l).

Шаг 2. Осреднение компонент векторов откликов Y_{il} по трем сериям изменения векторов интенсивности, которое реализуется по следующим формулам:

$$\eta_{CPUi0} = \sum_{l=1}^3 q_l \eta_{CPUil}; \quad \eta_{ВНПi0} = \sum_{l=1}^3 q_l \eta_{ВНПil};$$

$$T_{ЖФi0} = \sum_{l=1}^3 q_l T_{ЖФil}; \quad T_{ЖДi0} = \sum_{l=1}^3 q_l T_{ЖДil};$$

$$T_{ЖТi0} = \sum_{l=1}^3 q_l T_{ЖТil},$$

где q_l – вероятности появления комбинаций F_l .

БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	СМ МІСІС	
	Пакет «СТАТОБРАБОТКА»	
	Программное обеспечение обработки результатов имитации, разработанное в среде MS Excel	
ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	Подсистема «ИСПЫТАНИЯ»	Библиотека процедур испытания ИМ СМ МІСІС (LIB ISPIM)
		Библиотека процедур принятия решений (RESMN)
		Библиотека процедур обработки отказов и восстановлений СМ МІСІС (LIB.COMP)
	Подсистема «КОМПОНЕНТЫ»	Библиотека описаний компонентов узла ЛВС
		Библиотека описаний распределенной ИБД и рабочей нагрузки (LIB.PMP)
		Библиотека описаний элементов отказа и восстановлений компонентов узла
	Подсистема «МОДЕЛИ»	Параметризованная ИМ АИС узла ЛВС (LIB.LVS)
		Параметризованная ИМ АИС ЛВС с распределенной ИБД
	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВП	Система обработки, анализа и отображения журналов статистики «LOGVIEW»
Система постановки управляемого натурального эксперимента «MODELTEST»		
Система мониторинга ВП и РН «SYSMON»		

Рис. 1. Состав и структура программно-технологического комплекса исследования ЛВС

В ходе исследований предполагалось, что вероятности q_i имеют одинаковые значения. В результате вектора откликов вариантов имитации будут иметь вид

$$Y_{i0} = (\eta_{\text{ср}i0}, \eta_{\text{вн}i0}, T_{\text{жд}i0}, T_{\text{жф}i0}, T_{\text{жт}i0}).$$

Шаг 3. Переход к одинаковой системе оценки компонент вектора откликов Y_{i0} . Вначале формируются обратные величины для второй группы компонент вектора откликов Y_{i0} :

$$\varphi_{i\text{ф}0} = 1/T_{\text{жф}i0}; \quad \varphi_{i\text{д}0} = 1/T_{\text{жд}i0}; \quad \varphi_{i\text{т}0} = 1/T_{\text{жт}i0}.$$

Затем осуществляется переход к безразмерным величинам, изменяющимся на интервале $[0, 1]$ по формулам:

$$\rho_{i\text{ф}0} = \varphi_{i\text{ф}0} / \varphi_{\text{ф}0\text{max}}; \quad \rho_{i\text{д}0} = \varphi_{i\text{д}0} / \varphi_{\text{д}0\text{max}}; \quad \rho_{i\text{т}0} = \varphi_{i\text{т}0} / \varphi_{\text{т}0\text{max}};$$

$$\varphi_{\text{ф}0\text{max}}, \varphi_{\text{д}0\text{max}}, \varphi_{\text{т}0\text{max}}$$

где $\varphi_{i\text{ф}0\text{max}}, \varphi_{i\text{д}0\text{max}}, \varphi_{i\text{т}0\text{max}}$ – максимальные значения по всем вариантам F_i -й серии ИЭ.

Шаг 4. Формирование матрицы откликов для всех трех серий откликов. Это означает, что проводилось три серии ИЭ с моделью ВП и РН на узлы ЛВС, каждая из которых составляла 15 вариантов. Столбцам этой матрицы соответствуют номера серий $F_i, i=1, 3$, а строкам – варианты i -й комбинации ресурсов узла ЛВС ($i=1, 15$).

Шаг 5. Расчет обобщенного критерия для k -й стратегии свертки компонент векторов Y_{0il} к скаляру ε_{ikl} ($i=1, 15, l=1, 3, k=1, 6$) по способу весовых коэффициентов ($\delta_r, r=1, 5, \sum_{r=1}^5 \delta_r = 1$). Разные комбинации вектора ($\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$) определяют разные стратегии важности для исследователя значений откликов.

Шаг 6. По матрице МОТ с помощью тех же 5 критериев оптимизации, которые использовались при УНЭ, находится рациональное значение отклика (ε_{ikh}) при k -й стратегии свертки вектора откликов согласно h -го критерия оптимизации. Используя МОТ, формируют матрицу $M_h = \|\varepsilon_{0kh}\|$, в которой строкам соответствуют номера вариантов сочетаний ресурсов узла ЛВС (i), а столбцам – критерии оптимизации.

4. Результаты апробации комплекса

Согласно шага 1 методики адаптации ВП под РН на узлы ЛВС были проведены 3 серии по 15 вариантов модификации вектора ресурсов ЛВС ($V_{\text{ИЭД}}, \vartheta_{\text{ср}U}$) и вектора интенсивностей запросов пользователей ($\lambda_{\text{ф}}, \lambda_{\text{д}}, \lambda_{\text{т}}$). Далее было выполнено осреднение значений компонент векторов откликов Y_{i0} по алгоритмам расчета шагов 2 и 3. По алгоритмам шага 4 и шага 5 перешли к обобщенным откликам ε_{ikl} . Анализ обобщенных откликов ε_{ikl} позволяет сделать следующие выводы:

Рациональным вариантом можно считать вариант 11 (при сочетании ресурсов $V_{\text{ИЭД}}=Б, \vartheta_{\text{ср}U}=1,5$). По-видимому, система была недогружена и

поэтому хватило скорости CPU при максимальном объеме ИБД. Видна одинаковая тенденция снижения обобщенного показателя для всех размеров $V_{ИБД}$. Критерий 5 (Севиджа) имеет противоположную тенденцию изменения обобщенного критерия оптимизации (рост сожалений от потерь ϵ_{0lh} при росте скорости CPU).

Рациональным вариантом также остается вариант 11 с тем же сочетанием ресурсов. Это означает, что серия F2 аналогичным образом воздействует на ВП в ЛВС. По-видимому, система также недогружена, что определило выбор 11 варианта сочетания ресурсов. Диаграмма изменений ϵ_{0lh} с ростом номеров вариантов имеет аналогичный вид.

Выявлено наличие существенной зависимости выбора рационального варианта от типа критериев. Так, например, по критериям 1, 2 и 3 рациональным является вариант 2. По критерию 4 рациональным остается все тот же вариант 11, а по критерию 5 рациональным оказался вариант 1. Таким образом, только критерий 4 дает одинаковые результаты выбора рационального варианта ЛВС при всех сериях изменения вектора интенсивностей (λ_{ϕ} , $\lambda_{д}$, $\lambda_{т}$). Диаграмма изменений ϵ_{0lh} с ростом номеров вариантов, также имеет аналогичный вид.

Анализ влияния критериев оптимизации на обобщенный показатель качества ЛВС. Критерии оптимизации 3 и 4 имеют высокую чувствительность. Поэтому их и можно рекомендовать к применению для решения перечисленных выше задач исследования и адаптации ВП к РН на узлы ЛВС. Критерий 2 имеет максимальную чувствительность к вариациям вариантов ЛВС. Поэтому его не имеет смысла использовать в практике исследований и адаптации ВП к РН на узлах ЛВС.

Литература

1. Демиденко О.М., Максимей И.В. Имитационное моделирование взаимодействия процессов в вычислительных системах. - Минск: Беларуская навука, 2000.
2. Демиденко О.М., Максимей И.В. Проектное моделирование вычислительного процесса в локальных вычислительных сетях. - Минск: Беларуская навука, 2001.
3. Максимей И.В., Демиденко О.М., Агеенко И.В., Сукач Е.И. Имитационное моделирование вычислительного процесса в узлах локальной сети // Управляющие машины и системы. - №5/6. - Киев: Ин-т кибернетики НАН Украины, 2001. - С. 101-107.
4. Максимей И.В., Демиденко О.М. Исследование ВП в ЛВС с распределенной ИБД при наличии отказов и восстановлений работоспособности оборудования // Математические машины и системы. - Киев: Ин-т программных систем и машин НАН Украины, 2001. - С. 106-112.
5. Демиденко О.М., Воруев А.В., Ёикишаев В.А., Быченко О.В. Методика и средства мониторинга распределения ресурсов в ЛВС для проектного моделирования организации обработки информации // Computer data analysis and modeling. Robustness and Computer Intensive Methods. Proceedings of the Sixth International Conference. - Volume 3 (на английском языке). - Минск: БГУ, 2001. - Р. 22-33.