

ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М. И. Коротин, С. А. Турлачев (Саранск)

Современные информационно-вычислительные и управляющие системы относятся, как правило, к классу распределенных вычислительно-управляющих систем (РВУС). Сегодня они стали неотъемлемой составляющей ответственных технических комплексов: без такой системы функционирование комплекса вообще невозможно, вследствие чего внезапный выход ее из строя приводит в лучшем случае к полной остановке управляемого объекта, а в худшем – к авариям с катастрофическими последствиями. Требование чрезвычайно высокой надежности РВУС является очевидным, но не легко достижимым. Однако, повышение надежности элементной базы хотя и играет важную роль, но вследствие чрезвычайно быстрого роста сложности РВУС, не может полностью решить проблему их надежности, если структура систем такова, что отказ единственного элемента приводит к отказу всей системы.

Решение этой проблемы лежит на пути создания РВУС, обладающих свойством отказоустойчивости (живучести), т. е. систем, способных выполнять свои функции, возможно с допустимой потерей качества, при отказах определенного числа элементов. Требуемого свойства можно достигнуть, следуя количественному или интеллектуальному подходу к проектированию. Количественный подход предполагает увеличение пропускной способности всех сетевых элементов и создание резерва как вычислительной мощности и объема ресурсов РВУС, так и полосы пропускания каналов связи по отношению к объему обслуживаемого трафика. Методы, использующие данный подход, достаточно широко освещены в литературе, они совершенствуются и используются.

Однако, существует ряд причин, заставляющих основываться при проектировании сетей на интеллектуальном подходе, предполагающем использование таких методов выбора параметров РВУС и алгоритмов управления трафиком транспортных сетей, которые гарантировали бы обеспечение качества работы системы при минимальных затратах на создание сети.

Сложность и высокая стоимость современных и перспективных распределенных систем не позволяют основывать работу по формированию их архитектуры, выбору основных конструктивных параметров и оценке характеристик лишь на инженерной интуиции. При разработке перспективных или модернизации существующих систем требуется предварительный объективный анализ для обоснования рассматриваемых проектов и предложений с точки зрения их технико-экономических показателей.

Основным современным методом исследования сложных информационных систем на всех стадиях их разработки, проверки и модернизации является моделирование. Методами моделирования решаются важнейшие задачи анализа и синтеза любой системы и РВУС, в частности. Моделирование дает возможность разработчику системы экспериментировать с системой (существующей или предполагаемой) в тех случаях, когда делать это на реальном объекте нецелесообразно или невозможно. По результатам моделирования могут быть построены исчерпывающие зависимости между параметрами РВУС и функционалами, характеризующими ее свойства; исследованы качественные закономерности, определяющие области устойчивости значений этих функционалов; решены задачи, связанные с выбором оптимальных параметров и построения рациональной стратегии управления и т. п.

Целью моделирования является прогнозирование поведения процесса в системе. К сожалению, очень трудно воссоздать модель, отвечающую всем характеристикам объекта, поэтому при моделировании РВУС абсолютное подобие необязательно. Не всегда возможно создание материальных моделей, воспроизводящих физические и функциональные характеристики изучаемого объекта, поэтому гораздо эффективней использовать абстрактное моделирование. Реальный объект системы можно представить в виде математической модели. В настоящее время широко применяется два вида математического моделирования: аналитическое и имитационное. Аналитическое моделирование позволяет получать более точное решение, формируя математические законы, связывающие объекты системы, записанные в виде некоторых функциональных соотношений. Задачей аналитического моделирования является решение уравнений для получения теоретических результатов и сопоставление этих результатов с практикой. Чтобы использовать аналитический метод, необходимо существенно упростить первоначальную модель, чтобы иметь возможность изучить общие свойства системы.

Более сложные задачи можно решать методом имитационного моделирования. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать случайные воздействия и другие факторы, которые создают трудности при аналитическом исследовании. Данная модель в принципе позволяет воспроизвести весь процесс функционирования РВУС с сохранением логической структуры, связи между явлениями и последовательность протекания их во времени, а также позволяет проводить эксперименты, меняя при этом условия протекания процесса, и в конечном счете определить такие условия, при которых результат удовлетворяет требованиям. Данный метод позволяет понять поведение РВУС и выбрать стратегию, обеспечивающую наиболее эффективное ее функционирование.

Имитационное моделирование позволяет учесть большое количество реальных деталей функционирования моделируемого объекта и является незаменимым на финальных стадиях создания системы, когда все стратегические вопросы уже решены, и речь идет лишь об отборе одного из конкретных вариантов реализации РВУС, причем описание этих вариантов должно быть весьма детальным. Стоит отметить, что имитационное моделирование предназначено для решения задач расчета системных характеристик. Количество вариантов, подлежащих оценке, должно быть относительно небольшим, поскольку осуществление имитационного моделирования для каждого варианта построения РВУС требует значительных вычислительных ресурсов. Дело в том, что принципиальной особенностью имитационного моделирования является тот факт, что для получения содержательных результатов необходимо использовать статистические методы. Данный подход требует многократного повторения имитируемого процесса при изменяющихся значениях случайных факторов с последующим статистическим усреднением результатов отдельных однократных расчетов. Применение статистических методов, неизбежное при имитационном моделировании, требует больших затрат машинного времени и вычислительных ресурсов.

Несмотря на рост популярности и перспективность использования моделирования на практике, имеются существенные трудности в его практической реализации. Проблемы разработки моделей и оценки их адекватности хорошо освещены в соответствующей литературе. Другой проблемой, сопровождающей любую задачу моделирования, является объяснение результатов моделирования, поскольку моделирование не дает практического решения, а лишь позволяет получить последовательность фактов во времени и выработать некоторые предложения.

Интерпретация фактов и получение выводов на ее основе лежит вне сферы задач моделирования. Тем не менее, интерпретация и получение выводов критически важны для проектировщика РВУС. Эту проблему осложняет возникающая в ряде случаев по-

требность привлечения экспертов для интерпретации результатов моделирования. Отсутствие экспертов требуемой квалификации или высокая стоимость экспертизы результатов моделирования могут создать серьезные препятствия и даже нивелировать преимущества моделирования как инструмента планирования и управления.

Таким образом, актуальной задачей является разработка специальных программных сред, ориентированных на проведение консультаций и объяснения результатов имитационного моделирования РВУС. Современное программное и аппаратное обеспечение позволяет реализовывать мощные и удобные в использовании средства для моделирования систем и решения различных сетевых задач. Новый уровень в технологиях программирования предоставляет для этого хорошие возможности. Объектно-ориентированные методы программирования позволяют создавать большие и гибкие системы, которые легко наращивать и модифицировать. Современные компиляторы и средства визуального программирования облегчают процесс написания и отладки программ. Стандарты на пользовательские интерфейсы делают процесс работы конечного пользователя с современными системами легким в освоении и применении.

В свете всего вышесказанного, можно сделать вывод, что имитационное моделирование является одним из самых необходимых и востребованных методов при модернизации существующей или проектировании новой распределенной вычислительно-управляющей системы. Причем, наибольшего успеха можно достигнуть при комбинировании чистого имитационного моделирования с аналитическим моделированием и эвристическими алгоритмами.

Литература

1. **Колбанёв М.О.** Концептуальная модель информационной системы реального времени. – Телекоммуникационные технологии. 2000. № 1. С. 27–28
2. **Колбанёв М.О., Яковлев С.А.** Модели и методы оценки характеристик обработки информации в интеллектуальных сетях связи. – СПб: Изд. Гос. Ун-та, 2002
3. Надежность технических систем: Справочник. **Под ред. И.А.Ушакова.** – М.: Радио и связь, 1985.
4. **Расказов А.В.** Методы моделирования логистических систем и принципы их построения. МГИЭМ.
5. **Соколов И.А., Антонов С.В., Шоргин С.Я.** Моделирование современных телекоммуникационных систем.
6. Теория систем. Математические методы и моделирование. Сб. статей **под ред. А.Колмогорова, С.Новикова.** М.: «Мир», 1989
7. **Турута Е.Н.** Конспект лекций по дисциплине «Распределенные вычислительные системы и сетевые технологии», Раздел «Отказоустойчивость распределенных вычислительных систем», М.: 2001.