

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ANYLOGIC 7

В.И. Баран, Е.П. Баран

Рассмотрены задачи прогнозирования надежности элементов информационных систем. Приведены схемы применения дискретно-событийного моделирования, системной динамики и агентного моделирования для прогнозирования надежности элементов информационных систем.

Ключевые слова: имитационное моделирование; дискретно-событийное моделирование; системная динамика; агентное моделирование; надежность; информационные системы.

V.I. Baran, E.P. Baran. FORECASTING THE RELIABILITY OF ELEMENTS OF INFORMATION SYSTEMS USING ANYLOGIC 7 TOOLS

The article considers problems of forecasting the reliability of elements of information systems and provides schemes of applying discrete-event simulation, system dynamics and agent-based modeling for forecasting the reliability of elements of information systems.

Keywords: simulation modeling; discrete-event simulation; system dynamics; agent-based modeling; reliability; information systems.

Применение современных информационных технологий предъявляет повышенные требования к надежности их использования. В связи с этим в процессе управления информационными системами возрастает роль новых инструментов и методов решений, одним из которых является имитационное моделирование [1-6]. В настоящее время на рынке информационных технологий фигурирует более сотни программных продуктов для разработки имитационных моделей. Ведущее место среди них занимает программное обеспечение AnyLogic 7, разработанное российской компанией The AnyLogic Company. С помощью инструментальных средств AnyLogic 7 можно использовать концепции из нескольких классических областей имитационного моделирования:

- дискретно-событийного моделирования,
- системной динамики,
- агентного моделирования.

Рассмотрим по отдельности применение каждого из этих подходов при анализе надежности информационных систем.

1. *Дискретно-событийное моделирование* базируется на разработке транзактов, с помощью которых представляются динамические объекты моделирования (заявки), и блоков, служащих для обработки этих заявок.

Рассмотрим схему построения модели AnyLogic 7 для системы, состоящей из сервера и трех автоматизированных рабочих мест (далее – АРМ). Под действием случайных факторов каждый из компонентов может выйти из

строения. Будем считать, что известны функции распределения поступления отказов, а также времени, которое потребуется для восстановления каждого из объектов. Система является работоспособной в произвольный момент времени, если в этот момент функционирует сервер и не менее двух АРМ. Требуется за заданный промежуток времени определить долю времени, когда система окажется работоспособной.

Для построения модели воспользуемся следующими блоками системы AnyLogic 7:

Source – служит для генерирования заявок на обслуживание. Генерирование заявок чаще всего задается с помощью интенсивности (т.е. количества заявок в единицу времени) либо времени между поступлениями заявок;

Queue – представляет собой очередь заявок на обслуживание;

SelectOutput5 – распределяет заявки в зависимости от выполнения заданных условий в один из пяти выходных портов;

Delay – задерживает заявки на заданный период времени;

Sink – используется в качестве конечного пункта потока заявок.

С помощью средств визуального проектирования построим модель (рис. 1).

Элементы server, aRM1, aRM2, aRM3 являются агентами модели и служат для задания параметров и свойств соответственно сервера и каждого из АРМ. С помощью блоков source, source1, source2, source3 генерируются заявки на обслуживание сервера и АРМ. Блоки delay,

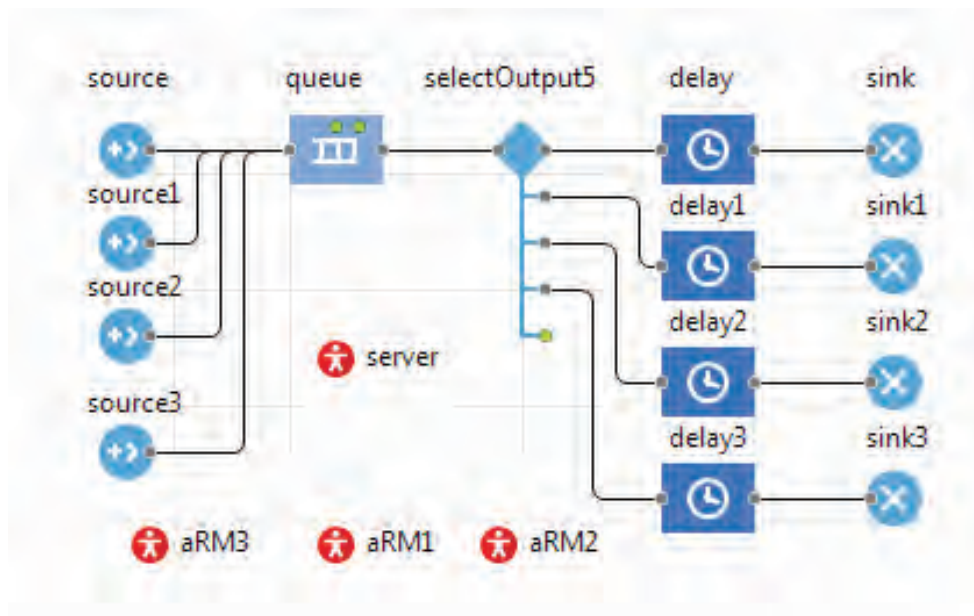


Рис. 1. Дискретно-событийная модель

delay1, delay2, delay3 служат для длительности интервалов времени восстановления сервера и АРМ.

2. Системная динамика служит для моделирования поведения во времени сложных систем. Имитационное моделирование начинается с построения математической модели, которая обычно представляется в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка.

Рассмотрим задачу об оценке вероятности работы одного из элементов информационной системы. Будем предполагать, что этот элемент в случайный момент времени может выйти из строя. Время между двумя последовательными отказами элемента, а также продолжительность его восстановления являются случайными величинами. Взаимосвязь между состояниями данного элемента можно представить в виде графа (рис.2), где

S_0 – рабочее состояние элемента,
 S_1 – состояние, в котором этот элемент восстанавливается.

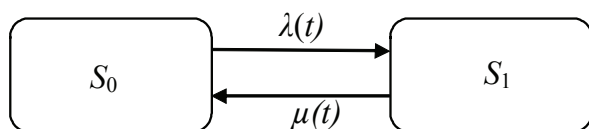


Рис. 2. Взаимосвязь между состояниями S_0 и S_1

Переходы из состояния S_0 в S_1 и наоборот обозначаются стрелками; функции $\lambda(t)$ и $\mu(t)$ представляют соответственно интенсивности потоков отказов и восстановлений.

Обозначим через $p_0(t)$ вероятность того, что в момент времени t элемент будет находиться в

рабочем состоянии, а через $p_1(t)$ – вероятность того, что в момент t элемент будет восстанавливаться.

Нетрудно показать, что эти вероятности удовлетворяют уравнениям:

$$\begin{cases} \frac{dp}{dt_0} = -\lambda(t) p_0(t) + \mu(t) p_1(t) \\ \frac{dp}{dt_1} = \lambda(t) p_0(t) - \mu(t) p_1(t) \end{cases} \quad (1)$$

Считая, что в начальный момент времени элемент находился в рабочем состоянии, запишем начальные условия:

$$p_0(0)=1, p_1(0) = 0.$$

Имитационная модель, соответствующая системе дифференциальных уравнений (1), представлена на рис. 3.

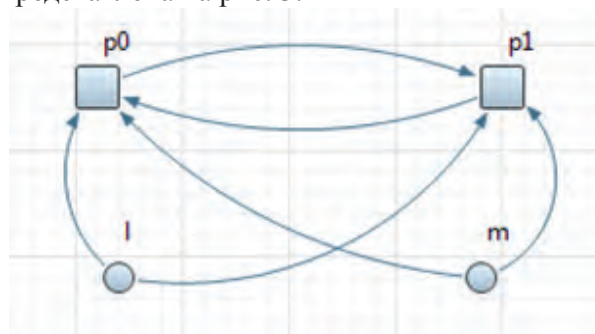


Рис. 3. Модель системной динамики

На этой модели:

- накопители: p_0 и p_1 – служат для представления вероятностей $p_0(t)$ и $p_1(t)$;
- динамические переменные: l и m – представляют соответственно функции $\lambda(t)$ и $\mu(t)$

$\mu(t)$, задающие интенсивности потоков отказов и восстановлений;

– стрелками отражаются связи между элементами системы.

Результаты моделирования для случая, когда

$$\lambda(t) = \frac{0,1}{1+t}, \quad \mu(t) = 0,4,$$

представлены на рис. 4.

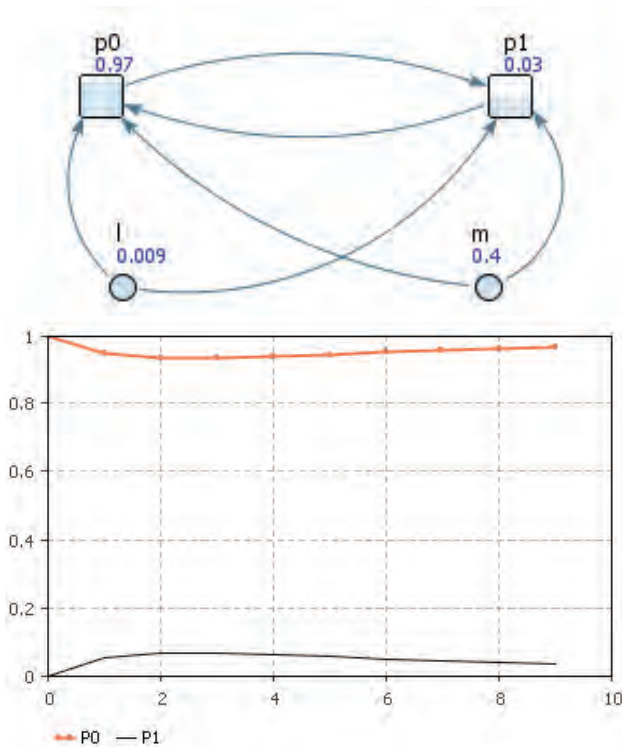


Рис. 4. Результаты моделирования

3. *Агентное моделирование* применяется в том случае, если модель удобно представить в виде совокупности отдельных объектов (агентов). Для каждого агента можно задать его расположение в пространстве, набор параметров и правила взаимодействия друг с другом и со средой, в которой они находятся. При построении

моделей для исследования надежности ИС в качестве агентов можно выбрать: элементы технического обеспечения, программные продукты, компьютерные вирусы, антивирусные программы и т.п. Изменение состояний каждого из этих элементов можно представить как случайный процесс, который можно воспроизвести с помощью средств AnyLogic. Используя агентное моделирование, определяют поведение агентов на индивидуальном уровне, объединяя их вместе, получают возможность отслеживать глобальные зависимости.

Таким образом, каждый из трех подходов – дискретно-событийное моделирование, системная динамика и агентное моделирование – может успешно применяться для прогнозирования надежности информационных систем.

Список литературы

1. Баран В.И., Баран Е.П. Имитационное моделирование системы управления качеством продукции // Вестник Российского университета кооперации. 2013. № 1 (11). С. 122-127.
2. Баран В.И., Баран Е.П. Прогнозирование рыночной ниши товаров бытовой техники и электроники // Информационные и коммуникационные технологии в экономике, управлении и образовании: сб. материалов Междунар. заоч. науч.-практ. конф. 2015. С. 22-27.
3. Боев В.Д., Кирик Д.И., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования. СПб.: ВАС, 2011. 348 с.
4. Горбунов А.Р., Лычкина Н.Н. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования). Бизнес-информатика. 2007. № 2. С. 60-66.
5. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб.: Питер, 2004. 846 с.
6. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 704 с.

БАРАН Виктор Иванович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики. Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации. Россия. Чебоксары. E-mail: cheb@rucoop.ru

БАРАН Елена Прокопьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики. Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации. Россия. Чебоксары. E-mail: cheb@rucoop.ru

BARAN, Victor Ivanovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Mathematics. Cheboksary Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation. Russia. Cheboksary. E-mail: cheb@rucoop.ru

BARAN, Elena Prokopyevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Mathematics. Cheboksary Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation. Russia. Cheboksary. E-mail: cheb@rucoop.ru