

Григорьевская Т.Ю., Михайлова Е.М., Филиппов Р.Н., Фомин М.С. Дискретно-событийная модель системы обеспечения изделий запасными элементами в программном комплексе ZIP Progress. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 87-91.

УДК 004

ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЗАПАСНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ZIP PROGRESS

Т.Ю. Григорьевская, Е.М. Михайлова, Р.Н. Филиппов, М.С. Фомин

DISCRETE-EVENT MODEL OF SYSTEM INTENDED TO PROVIDE PRODUCTS WITH SPARE ELEMENTS IN SOFTWARE PACKAGE ZIP PROGRESS

T.Yu. Grigoryevskaya, E.M. Mikhaylova, R.N. Filippov, M.S. Fomin

Аннотация. В рамках статьи рассмотрена дискретно-событийная модель системы обеспечения изделий запасными элементами. Представлена структура данной модели и описаны ее составляющие элементы. Показаны преимущества использования дискретно-событийной модели в программном комплексе ZIP Progress.

Ключевые слова: комплект ЗИП, запасной элемент, дискретно-событийное моделирование.

Abstract. The article reviews discrete-event model of system intended to provide products with spare elements. The structure of the model is shown in this article and its constituent elements are described. The conclusion about the benefits of using discrete-event model in software package ZIP Progress is made.

Keywords: SPTA kit, spare element, discrete-event simulation.

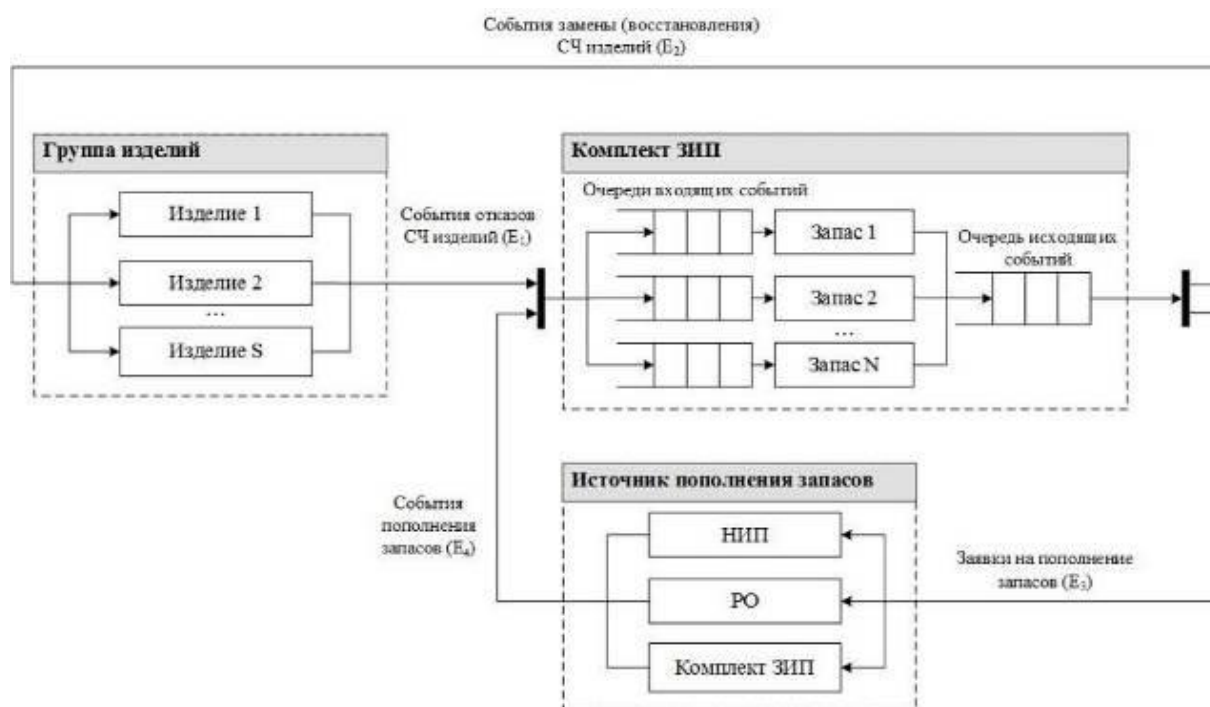
Для выполнения расчетов запасов в проектируемых комплектах ЗИП различной структуры авторами разработан программный комплекс ZIP Progress. Программный комплекс позволяет производить расчёт запасов, обеспечивающих заданный уровень показателя достаточности комплекта ЗИП при минимальных суммарных затратах на запасные элементы (ЗЭ), а также расчет запасов, удовлетворяющих заданному ограничению по суммарным затратам на запасные элементы при максимально достижимом уровне показателя достаточности комплекта ЗИП. Расчёт может производиться по любому из двух показателей достаточности запасов (коэффициенту готовности или среднему времени задержки в удовлетворении заявки на ЗЭ комплектом ЗИП) и с использованием применяемых на практике стратегий пополнения запасов [1, 2].

Расчет показателей достаточности запасов в комплекте ЗИП может быть выполнен в ZIP Progress как с использованием аналитических методик, так и с использованием методик, основанных на методе имитационного моделирования.

Далее рассмотрена дискретно-событийная модель системы обеспечения изделий запасными элементами (ЗЭ), предложенная авторами в процессе реализации имитационных методик в программном комплексе ZIP Progress.

Использование дискретно-событийного моделирования обусловлено тем, что основной исходной информацией для функционирования модели ЗИП являются моменты отказов составных частей (СЧ).

Структура дискретно-событийной модели системы обеспечения изделий запасными элементами (ЗЭ) приведена на рисунке.



*Структура дискретно-событийной модели
системы обеспечения изделий ЗЭ*

В составе рассматриваемой дискретно-событийной модели можно выделить три основных имитационных модели, взаимодействующих между собой при помощи обработки событий:

1. Модель «Группа изделий».
2. Модель «Комплект ЗИП».
3. Модель «Источник пополнения запасов».

Модельное время прирастает от события к событию, а для обеспечения хронологического порядка наступления событий используется механизм очередей с приоритетом. Приоритетом события является время его возникновения (события с меньшим временем возникновения будут располагаться ближе к началу очереди, т. е. будут обслужены раньше остальных). Все возможные типы событий приведены в таблице.

Типы событий в имитационной модели

Тип события	Описание
E_1	отказ СЧ изделия (запрос на замену отказавшей СЧ)
E_2	восстановление (замена) отказавшей СЧ изделия
E_3	заявка на пополнение (восстановление) запасов
E_4	пополнение запасов в комплекте ЗИП
E_5	окончание моделирования

Рассмотрим более подробно логику работы каждой модели. Модель «Группа изделий» предназначена для генерации событий отказов СЧ изделий (исхо-

дящие события модели) и обработки событий замены отказавших элементов от комплектов ЗИП (входящие события модели). Моменты отказов СЧ изделия генерируются датчиками случайных чисел (ДСЧ) с различными законами распределения времени работы СЧ до отказа. При этом розыгрыш случайной величины производится в два этапа. На первом этапе генерируется случайная величина, которая распределена по равномерному закону, а на втором этапе происходит ее преобразование в случайную величину с заданным законом распределения вероятностей [3]. Например, для экспоненциального закона преобразование можно выполнить с использованием метода обратной функции:

$$M = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln(R), \quad (1)$$

где M – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону; λ – интенсивность отказов СЧ; R – случайная величина, распределенная по равномерному закону.

Таким образом, для каждого изделия группы формируются события отказов СЧ, которые поступают в соответствующий комплект ЗИП. Если изделие не содержит резервированных групп элементов, то после каждого отказа оно будет простаивать до тех пор, пока комплект ЗИП не удовлетворит заявку на замену отказавшей СЧ. В модели данный факт выражается отсутствием возможности генерировать события до тех пор, пока не будет получено событие восстановления (замены) СЧ. При этом возникновение события замены СЧ в модели приводит к вычислению для нее нового момента отказа с помощью ДСЧ. В случае применения в изделии резервирования события отказов могут генерироваться резервированными группами элементов.

Для каждого запаса в комплекте ЗИП может быть задана своя стратегия пополнения запасов. С этой точки зрения модель «Комплект ЗИП» можно рассматривать как совокупность подмоделей запасов, реализующих специфичную для разных типов стратегий логику поведения. Каждая подмодель имеет свою очередь входящих событий, а модель «Комплект ЗИП» выполняет функции диспетчеризации событий между ними. Очередь исходящих событий является единой для всех подмоделей.

Модель «Источник пополнения» предназначена для обслуживания заявок на пополнение от комплектов ЗИП и формирования событий пополнения запасов. В качестве источника пополнения запаса может выступать:

- неисчерпаемый источник пополнения, всегда удовлетворяющий все заявки на пополнение;
- ремонтный орган (РО), осуществляющий ремонт неисправных элементов;
- комплект ЗИП, использующийся в качестве источника ЗЭ для пополнения нижестоящих комплектов в многоуровневых системах ЗИП.

Использование рассмотренной дискретно-событийной модели при реализации имитационных методик в программном комплексе ZIP Progress сделало более наглядным и наиболее приближенным к реальности процесс расчета запасов в комплектах ЗИП. В сравнении с ранее разработанными программами [4, 5], дискретно-событийная модель позволила реализовать в ZIP Progress такие возможности, как учет изделий, имеющих в своей структуре резервированные группы элементов, пополнение комплектов ЗИП за счет РО, включая приоритетную дисциплину обслуживания заявок.

Библиографический список

1. Григорьевская Т.Ю., Михайлова Е.М., Филиппов Р.Н., Фомин М.С. Программный комплекс ZIP Progress для расчета комплектов ЗИП // Сборник статей IV Междунар. науч.-практ. конф. "Информационные ресурсы и системы в экономике, науке и образовании". – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014. – С. 19–22.
2. ГОСТ РВ 27.3.03-2005. Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. – М.: Стандартинформ, 2005. – 37 с.
3. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
4. Филиппов Р.Н., Фомин М.С. Программный комплекс для расчета и оптимизации запасов в комплектах ЗИП // Сборник статей XXX Междунар. науч.-техн. конф. "Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании". – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 29–31.
5. Филиппов Р.Н., Фомин М.С. Программа ZIP Calculator для расчета и оптимизации в комплектах ЗИП // Сборник научных трудов магистров и аспирантов. – Вып. 3. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – С. 28–31.

Григорьевская Татьяна Юрьевна
Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: tatasuper@mail.ru

Grigoryevskaya Tatiana Yurievna
Tver State Technical University,
Tver, Russia

Михайлова Евгения Михайловна
Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: mihasilk69@gmail.com

Mikhailova Evgenia Mikhailovna
Tver State Technical University,
Tver, Russia

Филиппов Роман Николаевич
Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: amonram@mail.ru

Filippov Roman Nikolaevich
Tver State Technical University,
Tver, Russia

Фомин Михаил Сергеевич
Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: nuclear_mike@mail.ru

Fomin Mikhail Sergeevich
Tver State Technical University,
Tver, Russia