

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 519.711.3

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОБЫТИЙНЫХ ДИАГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ

**Бабкин Евгений Александрович, к.т.н., профессор кафедры ПОиАИС,  
Ращупкина Валерия Витальевна, ассистент кафедры ПОиАИС,  
Курский государственный университет,**

Babkin Evgeny Alexandrovich, PhD, Professor of the POiAIS Department, eababkin@gmail.com  
Raschupkina Valeria Vitalievna, Assistant of the POiAIS Department, [ArckhipovaLera@yandex.ru](mailto:ArckhipovaLera@yandex.ru)  
Kursk State University

*Рассматривается представление процессов в виде событийных диаграмм на основе унификации нотации событийных графов.*

**Ключевые слова:** *событийный граф, язык UML, системы массового обслуживания.*

В процессе проектирования и анализа информационных систем с использованием объектно-ориентированного подхода используются различные модели для представления систем на разных этапах и уровнях представления систем, используемые для решения разнообразных задач. Для представления бизнес-процессов и информационных процессов широко используются диаграммы языка UML.

UML – унифицированный язык моделирования – это совокупность моделей, которую можно применять для объектно-ориентированного анализа и проектирования [1]. Его можно использовать для визуализации, спецификации, моделирования, проектирования и документирования программных систем. К диаграммам UML относят диаграммы вариантов использования, диаграммы деятельности, диаграммы последовательности, диаграммы состояний и другие. Однако ни одна из них не рассматривает процесс с точки зрения происходящих в нем событий, только в диаграммах состояний события используются как элемент описания переходов между состояниями, то есть как неосновной элемент модели. При использовании имитационного моделирования для анализа проектируемой информационной системы средств диаграмм деятельности и диаграмм состояний недостаточно для полного детализированного отображения процессов обслуживания. В этих диаграммах дисциплины обслуживания могут быть заданы только параметрически, что ограничивает возможности описания особенностей процессов обслуживания, сводит их к стандартным, упрощает и ухудшает точность имитационного моделирования. Более того, созданная модель может получиться даже неадекватной, то есть не соответствовать реальной системе.

Для описания процессов обслуживания удобными инструментами являются структурно-функциональные модели СМО [2] и событийные графы [3 - 5]. Для представления модели системы, когда исходное неформализованное описание имеет событийный характер, используют событийные графы, отражающие процесс функционирования системы в терминах событий и причинно-следственных связей между ними. В изображении событийного графа могут присутствовать три типа вершин и три типа дуг [5]. Чтобы унифицировать подобное представление с диаграммами, входящими в состав UML, необходимо ввести одинаковые обозначения элементов моделей. В связи с этим предлагается ввести следующие обозначения вершин и дуг для построения событийных диаграмм (табл.).

Таблица – Основные элементы диаграммы событий

Графическое изображение	Название и пояснения
	Событие $e_i$ – изменение состояния объекта дискретной системы (ДС). Входов может быть $0..M$ , выходов – $0..1$ .
	Решение $P_i$ – проверка условия $P_i$ , то есть альтернативный выбор следования событий на основе вычисления логических выражений $f_0$ и $f_1$ , причем $f_0 \& f_1 = 0$ . В зависимости от результата вычисления $f_0$ и $f_1$ выбирается для осуществления только одна причинно-следственная связь, для которой $f_i = 1$ . Входов и выходов может быть $1..M$ .
	Начало параллельных потоков (вершина синхронизации). После этой вершины начинается одновременное выполнение в процессе сразу нескольких потоков (подпроцессов) по нескольким направлениям следования событий. Выходные дуги могут быть помечены условиями следования событий $f_i$ – тогда реализуется условное распараллеливание процессов. В вершину входит одна дуга, а выходит – не менее двух.
	Окончание параллельного выполнения процесса. В этой вершине вычисляется логическое выражение окончания распараллеливания, в зависимости от истинности которого начинается выполнение основного процесса (происходит переход к следующей вершине событийного графа).
	Мгновенное следование событий. Эта дуга отображает причинно-следственную связь между событиями с задержкой во времени $T = 0$ .
	Следование событий с задержкой. Эта дуга отображает причинно-следственную связь между событиями с задержкой во времени $T_{iv} \geq 0$ .
	Мгновенная отмена события. Эта дуга отображает причинно-следственную связь отмены события $e_v$ после события $e_i$ без задержки во времени.
	Отмена события с задержкой. Эта дуга отображает причинно-следственную связь отмены события $e_v$ после события $e_i$ с задержкой во времени $T_{iv} \geq 0$ .

Рассмотрим представление модели процесса обслуживания с использованием предложенной системы обозначений. На рисунке 1 приведен пример простейшей модели дискретной системы в виде системы массового обслуживания (СМО), состоящей из конечного накопителя  $H$  и канала  $K$ . Источник  $I$  генерирует входной поток заявок на обслуживание  $N_1$ ,  $N_2$  – выходной поток обслуженных заявок,  $N_3$  – выходной поток заявок, получивших отказ в обслуживании в связи с конечностью очереди накопителя.

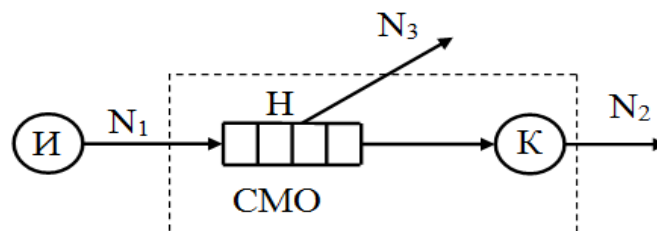


Рисунок 1. – Система массового обслуживания

Рассмотрим имитационную модель процесса обслуживания заявки в СМО. Заявки в систему поступают из источника И. При поступлении заявки в СМО выполняется анализ занятости канала К. Если канал на момент поступления заявки свободен, то заявка поступает в канал, если же занят, заявка должна встать в очередь накопителя Н. Так как очередь ограничена, то заявка может занять её только в том случае, если количество ожидающих заявок в ней не превышает максимального значения, то есть если очередь не полна. В противном случае, заявка покидает систему (поток  $N_3$ ). После освобождения канала, если очередь не пуста, то в него поступает первая заявка из накопителя Н, в противном случае канал продолжает ожидать поступления заявки в очередь, оставаясь не занятым. Система будет работать до того момента, как не обслужит определенное количество  $R$  заявок.

В данной модели присутствуют статические объекты: канал К отождествляется со средством  $Sr$ , а накопитель  $N$  – с очередью  $Q$ . Динамическими объектами являются следующие: обслуживание в канале – активность  $A$ , обслуживание заявки в СМО – процесс обслуживания  $\Pi$ . Кроме того, в имитационной модели процесса добавляется главный процесс моделирования  $\Pi_m$ , внутри которого генерируются экземпляры процессов обслуживания  $\Pi$ .

Каждому из этих объектов соответствуют события изменения состояний статических и динамических объектов:  $e_{3S}$  – событие занятия средства  $Sr$ ;  $e_{oS}$  – событие освобождения средства  $Sr$ ;  $e_{3Q}$  – событие занятия заявкой места в накопителе  $Q$ ;  $e_{oQ}$  – событие освобождения заявкой места в накопителе  $Q$ ;  $e_{на}$  – событие начала активности обслуживания  $A$ ;  $e_{ка}$  – событие окончания активности обслуживания  $A$ ;  $e_{нп}$  – событие начала процесса обслуживания  $\Pi$ ;  $e_{кпN2}$  – событие окончания процесса обслуживания  $\Pi$  (выходной поток  $N2$ );  $e_{кпN3}$  – событие окончания процесса обслуживания  $\Pi$  (выходной поток  $N3$ );  $e_{нпм}$  – событие начала процесса моделирования  $\Pi_m$ ;  $e_{кпм}$  – событие окончания процесса моделирования  $\Pi_m$ .

Тогда событийная диаграмма, описывающая процессы обслуживания в СМО, выглядит так, как показано на рисунке 2. На данной диаграмме присутствуют следующие вершины:  $A_1$  – одновременное планирование события поступления новой заявки  $e_{нп}$  и выполнения процесса обработки поступившей заявки;  $A_2$  – одновременное выполнение процессов завершения обслуживания заявки в системе ( $e_{кпN2}$ ) и выбора для обслуживания следующей заявки из очереди ( $e_{oQ}$ ), если очередь не пуста;  $P_1$  – анализ состояния средства  $Sr$ : свободно ( $Cв$ ) – занято ( $Зан$ );  $P_2$  – анализ состояния очереди  $Q$ : неполна ( $Нплн$ ) – полна ( $Пплн$ );  $P_3$  – анализ состояния очереди  $Q$ : непуста ( $Нпст$ ) – пуста ( $Пст$ );  $P_4$  – анализ количества заявок обслуженных системой  $i$ : ( $i < R$ ) или ( $i = R$ ), где  $R$  – заданное число обслуженных заявок.

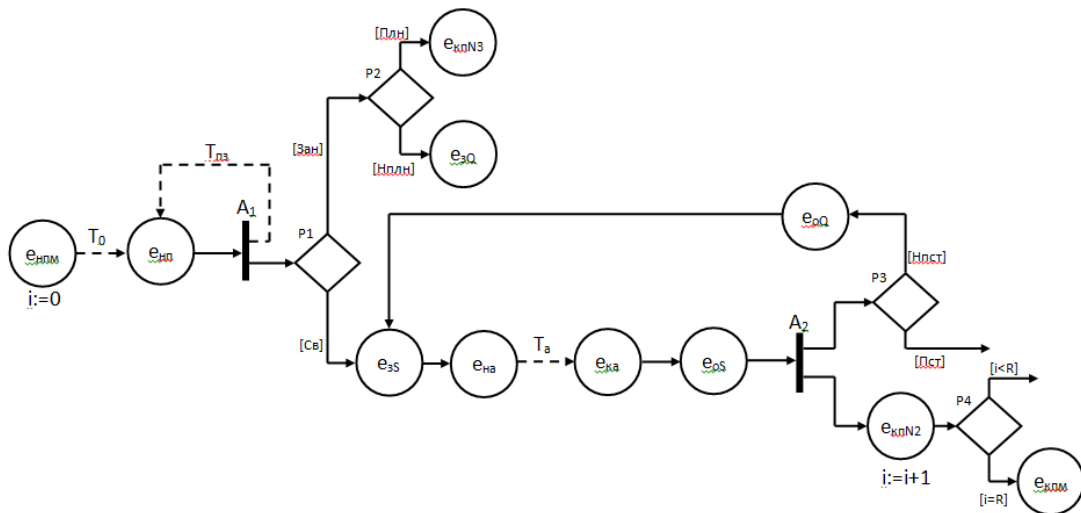


Рисунок 2. – Событийная диаграмма имитационной модели СМО

Также на диаграмме использованы следующие переменные:  $T_0$  – время поступления первой заявки после начала процесса моделирования;  $T_{пз}$  – интервал времени поступления заявок в систему;  $T_а$  – время активности обслуживания в заявке в средстве.

Событийные диаграммы позволяют представлять процессы обслуживания любой сложности.

Причем их достоинством является удобное представление в явном виде асинхронных взаимодействующих процессов и временных параметров процессов.

Таким образом, в данной работе предлагается нотация событийной диаграммы на основе унификации нотации событийного графа с учётом требований нотации UML для реализации единого подхода к описанию всех аспектов функционирования системы. Это позволит расширить возможности языка UML, так как появится возможность описать порядок и условия выполнения событий при работе модели. Событийные диаграммы позволяют дополнить язык UML средствами описания событийных асинхронных параллельно-выполняемых процессов и процессов обслуживания.

#### **Список использованных источников**

1. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML: руководство пользователя. –2-е изд. стер. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер,2004. – 432 с.
2. Бабкин Е.А., Бабкина О.М., Володина Н.В., Торубарова Е.А. Учебная система имитационного моделирования сетей массового обслуживания. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». № 6 (16), 2008. – Москва-Курск: Издательство Курского государственного университета, 2008. – С. 15-19.
3. Schruben L.W. Simulation Modeling with Event Graphs // Communications of the ACM. – 1983. – Vol. 26, Num. 11. – P. 957 – 963.
4. Бабкин Е.А. Методические указания по моделированию вычислительных систем на событийно-ориентированном языке. – Курск: КПИ, 1988. – 36 с.
5. Бабкин Е.А. Событийные модели дискретных систем. – Курск. гос. ун-т. Курск, 2005. – 18 с. Деп. в ВИНТИ 14.01.05, № 30-В2005.