

Васильков А.В.

студент института инженерных и цифровых технологий

Научный руководители: Гахова Н.Н., к.т.н., доцент,

Белгородский государственный университет

Белгород, Россия

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВЕБ-СЕРВЕРА И
БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ ПОСЕЩЕНИИ САЙТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ В
СРЕДЕ GPSS WORLD**

Аннотация: В статье описана разработанная дискретно-событийная модель работы веб-сервера и базы данных, реализованная в GPSS World, с учетом сетевых задержек, выбора пользователя и вероятности попадания в кэш. Модель позволяет исследовать сложные технические системы при различных сценариях в процессе их проектирования и функционирования.

Ключевые слова: GPSS, имитационное моделирование, веб-серверы, базы данных

Vasilkov A.V.

student of the Institute of Engineering and Digital Technologies

Research advisor: Gakhova N.N., Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor

Belgorod State University

Belgorod, Russia

**SIMULATION MODELING OF WEB SERVER AND DATABASE
OPERATION DURING A USER'S WEBSITE VISIT IN GPSS WORLD**

Annotation: In the article, a discrete-event model of web server and database operation is presented. The model was implemented in GPSS World and takes into account network delays, user choice, and the probability of a cache hit. The model makes it possible to study complex technical systems under various scenarios during their design and operation.

Keywords: GPSS, simulation modeling, web servers, databases

В современных условиях растёт нагрузка на веб-сервисы и необходимо заранее оценивать производительность связки «веб-сервер – база данных». Имитационное моделирование в среде GPSS World позволяет безопасно и сравнительно быстро проверять разные сценарии и выявлять «узкие места» в обслуживании запросов без вмешательства в реальную систему [1-2]. Это снижает риски неверных архитектурных решений и помогает обосновать меры по оптимизации ресурсов.

В статье описана разработанная в GPSS/World модель, симулирующая работу веб-серверов и серверов базы данных с посетителями разрабатываемого сайта «Деловой профиль страны».

Модель предполагает, что пользователи будут приходить на сайт каждую секунду, а задержка отправки и получения данных на сервер составляет примерно 50 миллисекунд. После того, как пользователь зашёл на сайт, серверу надо предоставить ему доступ. Для этого пользователь помещается в очередь, которую он покидает после того, как веб-сервер предоставляет ему доступ к сайту (обычно это занимает 30 миллисекунд). Далее пользователь выбирает страну и раздел в среднем 6 сек. Затем в зависимости от того, был ли этот запрос закэширован или нет, происходит ветвление: с вероятностью в 60% отчёт уже был сгенерирован, и тогда стоит просто его предоставить пользователю. Если отчёт не был найден в кэше, то сначала пользователь попадает в очередь к серверу базы данных, и выходит из него, когда информация была найдена (поиск составляет 100 миллисекунд). В конце генерируется отчёт и отправляется пользователю.

На рисунке 1 представлен результат симуляции модели после обслуживания 100 пользователей.

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	107	0	0	0
	2	ADVANCE	107	0	0	0
	3	QUEUE	107	0	0	0
	4	ENTER	107	0	0	0
	5	DEPART	107	0	0	0
	6	ADVANCE	107	0	0	0
	7	LEAVE	107	0	0	0
	8	ADVANCE	107	0	0	0
	9	ADVANCE	107	7	0	0
	10	ADVANCE	100	0	0	0
	11	TRANSFER	100	0	0	0
DB_WORK	12	QUEUE	35	0	0	0
	13	ENTER	35	0	0	0
	14	DEPART	35	0	0	0
	15	ADVANCE	35	0	0	0
	16	LEAVE	35	0	0	0
	17	ADVANCE	35	0	0	0
	18	TRANSFER	35	0	0	0
CACHE_HIT	19	ADVANCE	65	0	0	0
	20	TRANSFER	65	0	0	0
AFTER_LOOKUP	21	ADVANCE	100	0	0	0
	22	TERMINATE	100	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
Q_SITE	1	0	107	107	0.000	0.000	0.000	0
Q_DB	1	0	35	35	0.000	0.000	0.000	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
WEB_SERVERS	1	1	0	1	107	1	0.032	0.032	0	0
DB_SERVERS	1	1	0	1	35	1	0.035	0.035	0	0

Рисунок 1 – Результат симуляции модели на 100 пользователей

Исходя из анализа полученного статистического отчёта, 35 пользователям были доставлены «свежие» отчёты, а 65 – заэкшированные. В очередях серверов никто не находился, это следует из столбцов AVE.TIME (среднее время) и AVE.CONT (среднее количество занятых каналов). Процент использования устройства веб-сервера равен 0.032%, а сервера базы данных – 0.035%. При этом 7 пользователей ещё находились в процессе выбора страны и раздела [3].

Предположим, что сайт стал ещё популярнее, и пользователи стали заходить примерно каждые 0.25 секунды. На рисунке 2 представлен результат симуляции модели после обслуживания 150 пользователей.

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
Q_SITE	1	0	174	174	0.000	0.000	0.000	0
Q_DB	1	0	63	52	0.013	0.009	0.053	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
WEB_SERVERS	1	1	0	1	174	1	0.115	0.115	0	0
DB_SERVERS	1	1	0	1	63	1	0.140	0.140	0	0

Рисунок 2 – Результат симуляции модели на 150 пользователей

Из этого отчёта следует, что 63 пользователям были доставлены «свежие» отчёты, а 87 – закэшированные. В очереди для веб-сервера никто не находился, а в очереди для сервера базы данных пользователи задерживались, но находились они там недолго (среднее время нахождения – 9 миллисекунд). Процент использования устройства веб-сервера равен 0.115%, а сервера базы данных – 0.140%, использование обоих устройств повысилось в 4 раза.

Из описанных выше данных можно утверждать, что система выдержала увеличение нагрузки в 4 раза.

Таким образом, в статье описана разработанная и реализованная в среде GPSS World дискретно-событийная имитационная модель процесса посещения сайта пользователем, включающая этапы обслуживания на веб-сервере и обращение к базе данных с учетом сетевых задержек и очередей. Также были выполнены прогоны модели для заданной нагрузки и получены показатели времени обслуживания и пребывания заявок в системе, что позволило оценить влияние кэширования и ограниченных ресурсов серверов на общую производительность.

Использованные источники:

1. Учебное руководство по системе GPSS World // Minuteman Software. URL: https://primat.org/_ld/3/383_gpss_world_tuto.pdf (дата обращения: 27.11.2025).
2. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М. : ДМК Пресс, 2004. 320 с. (Серия «Проектирование»).

3. Маликов Р.Ф., Усманова А.Р. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в среде GPSS-Studio : практикум. Уфа : Изд-во БГПУ, 2021. 395с.