

*Мазуров Никита Юрьевич*

студент

*Струков Иван Александрович*

студент

*Пучков Андрей Юрьевич*

канд. техн. наук, доцент, преподаватель

Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ» в г. Смоленске

г. Смоленск, Смоленская область

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СКЛАДОВ**

*Аннотация:* в работе раскрывается причина выбора авторами модельного подхода. Методика исследования заключается в многократном моделировании объекта. Результатом работы является смоделированная система передачи данных.

*Ключевые слова:* имитационное моделирование, моделирование, оценка качества модели, метод массово обслуживания, производство.

Производственные процессы ориентированы на выпуск разнообразной продукции или изделий, которые могут изготавливаться в дискретном или непрерывном поточном режиме. Такие операции, как разделение на группы, объединение групп, сборка, разборка, монтаж, контроль качества и устранение брака представляют собой типичные функции, реализованные дискретными производственными процессами.

Для того чтобы точно промоделировать эти функции, модель должна отслеживать информацию об отдельных объектах потока, а также их атрибуты. Кроме того, в процессе создания модели важно учитывать правила построения очередей, последовательность выполнения операций, моделирование простоя.

Моделирование производственного процесса позволяет рассмотреть все варианты функционирования системы и определить наиболее выгодный из них, не

изменяя ничего в реальном цеху. После тщательного анализа результатов можно внедрить предлагаемые изменения в существующее производство. Одним из наиболее эффективных и распространённых языков моделирования сложных дискретных систем является в настоящее время язык GPSS (General Purpose System Simulator). Наиболее удобно в системе GPSS описываются модели систем массового обслуживания, для которых характерны относительно простые правила функционирования составляющих их элементов.

Моделирование осуществляется с 100000 комплектов для того чтобы результаты, получаемые в результате моделирования, были более достоверными. Затем необходимо задать закон поступления комплектов, которые поступают по нормальному закону распределения. С начала задаются исходные данные, а именно: стоимость хранения 1 комплекта за 1 минуту, штраф за задержку поставки 1 комплекта за 1 единицу времени, время формирования запроса на пополнение запасов цехового склада, максимальная ёмкость комплектов на складе, количество комплектов на складе, при которых делать заказ на центральный склад, начальный штраф, время хранения и цена хранения.

С помощью блока generate зададим поток потребностей в деталях на цеховой склад  $60 \pm 10$  минут.

Блок mark 1 записывает в первый параметр (p1) время входа запроса на склад. Цена за хранение комплектов на складе рассчитывается как (время прошедшее с выхода последней заявки) \* (количество комплектов) \* (цена хранения 1 комплекта) и сохраняется с помощью savevalue цена\_хран+, ((p1-x\$time\_хранeh)#x\$kompl#ss1), где time\_хранeh – время хранения (изначально равно единице), x\$kompl#ss1 – цена за хранение.

Затем необходимо проверить, есть ли на складе комплекты ( $> = 1$ ), если нет, то ожидаем. С помощью команды savevalue wtraf+, (mp1#ss2) оформляем +штраф который вычисляется как (время текущее – время входа запроса) \* (штрафная стоимость за минуту). Забираем 1 комплект с цехового склада командой savevalue kompl-,1.

Далее необходимо проверить, остались ли пакеты на цеховом складе, если нет ( $=0$ ) – то заявка идёт ниже по коду, иначе – проверка достигнут ли критический уровень  $k$ . Продолжаем обслуживание последнего запроса на последний комплект на складе с помощью команды `transfer, prodoljenie`.

Следующим шагом будет являться проверка количества комплектов, если комплектов на складе стало  $= k$  то заявка идёт ниже и формируется запрос на пополнение `prov test e (x$kompl + 1), kkk, prodoljenie`.

Запрос деталей формируется блоком команд `advance sss` – формируется запрос на пополнение комплектов в течение времени `sss`, `advance 80,20` – комплектуются детали  $80 \pm 20$  минут, `advance 70,10` – доставляются в цеховой склад  $70 \pm 10$  минут, `savevalue kompl, nnn` – цеховой склад пополнился комплектами до уровня  $n$  ( $x$kompl = n$ ).

Время хранения – делаем отметку времени, когда вышла последняя заявка – для расчёта цены хранения  $x$kompl$  деталей – когда приходит новая заявка (см. После `generate`) – `prodoljenie savevalue time_xraheh,ac1`. Сохраняем общие затраты которые высчитываются как цена хранения + штрафы – `savevalue obwie_zatrati,(x$cena_xran+x$wtraf)`. Уменьшаем счетчик моделирования `start` на 1 командой `terminate 1`. Осуществляем моделирование 100000 комплектов (`start 100000`) со склада, для того чтобы получить усреднённые результаты. Проведя моделирование при отметке пополнения склада, а именно при  $n = 4$  и  $k = 4$  имеем: очень хороший результат. Доля штрафов значительно мала и составляет менее 10%, а именно 140572796,294. Таким образом, Максимальная экономическая эффективность достигается, когда значения коэффициентов  $k$  и  $n$  равны 4.

Проверка качества показала, что система работает правильно, все параметры являются схожими с реальными. Модель можно признать точной. Точность модели оценена сравнением расчётных и экспериментальных статистических характеристик исследуемых распределений. Но все же модель является приближенным аналогом, в ходе работы системы могут возникать отклонения от условий, заданных в имитационной модели.

### ***Список литературы***

1. Моделирование систем. Практикум: Учеб. Пособие для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 2012. – 295 с.
2. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2013. – 426 с.