

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ СТРАТЕГИИ РАСШИРЕНИЯ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

А.В. Раменская (Оренбург)

Методы имитационного моделирования получили широкое распространение для анализа динамических стохастических систем. Этот подход хорошо зарекомендовал себя для анализа и оптимизации производственных, логистических и управленческих процессов предприятий различных сфер [2, 4, 5]. Продемонстрируем использование метода имитационного моделирования на примере малого предприятия, занимающегося продажей пластиковых конструкций и их комплектующих в г. Оренбурге.

Руководителями планируется в будущем году расширение бизнеса. В связи с этим возникала необходимость пересмотреть организацию процесса хранения материалов и продукции. Регулировка этого процесса может привести к потерям времени и средств, поэтому, чтобы знать заранее, при каких условиях работа склада будет наиболее эффективной, построили имитационную модель.

Для проведения имитационного моделирования работы будущего склада выбрано программное средство GPSS World [1, 3]. Это хороша зарекомендовавшая себя система имитационного моделирования. Отметим, что в основном предприятия малого и даже среднего бизнеса не могут позволить себе закупку современных профессиональных систем имитационного моделирования, таких как AnyLogic, Arena и др.

Опишем предложенную модель. Ставится задача проанализировать загруженность будущего склада для 3 вариантов (сценариев) вместимости, которые предложены менеджером. В качестве единицы измерения продукции будем рассматривать пластиковые конструкции (окна и двери, шт.). Комплектующие занимают небольшой объем на складе (не более 5–7% общей площади), поэтому ими можем пренебречь при анализе. В качестве единицы измерения времени выбран день.

Для моделирования работы склада необходимо сформировать входной поток заказов пластиковых конструкций на склад, затем определить спрос материалов со склада. Предполагаем, что на момент открытия склада (начало моделирования) запас пластиковых конструкций на складе равен его вместимости.

Рассматриваемое предприятие не производит самостоятельно пластиковые конструкции, поэтому сроки поставки на склад определяются контрактами с поставщиками. В настоящий момент на предприятии действует следующая схема: поставка на склад осуществляется с периодичностью 5 дней. Объем поставки равен требуемому количеству. При этом, если запаса на складе достаточно (больше заданного менеджером минимума в 35 ед.), необходимости в поставке нет.

Ежедневный спрос материала колеблется в интервале от 4 до 10 ед. (распределен по равномерному закону). Время моделирования определено как 1 год.

Блок-схема имитационной модели работы склада на языке GPSS [1] представлена на рис. 1.

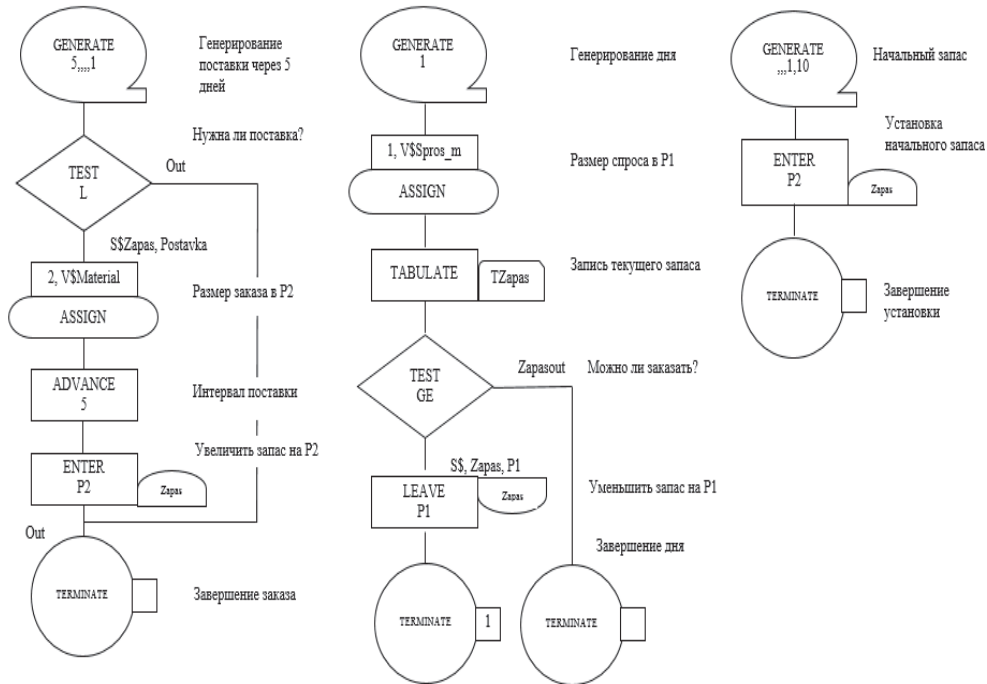


Рис. 1. Блок-схема модели работы склада в GPSS World

Первый сценарий: вместимость склада пластиковых конструкций составляет 50 ед. продукции (пластиковые окна и двери, шт.).

Построим гистограмму текущего запаса на складе вместимостью 50 ед. продукции (рис. 2). Гистограмма показывает, что распределение уровня запаса пластиковых конструкций на складе близко к равномерному.

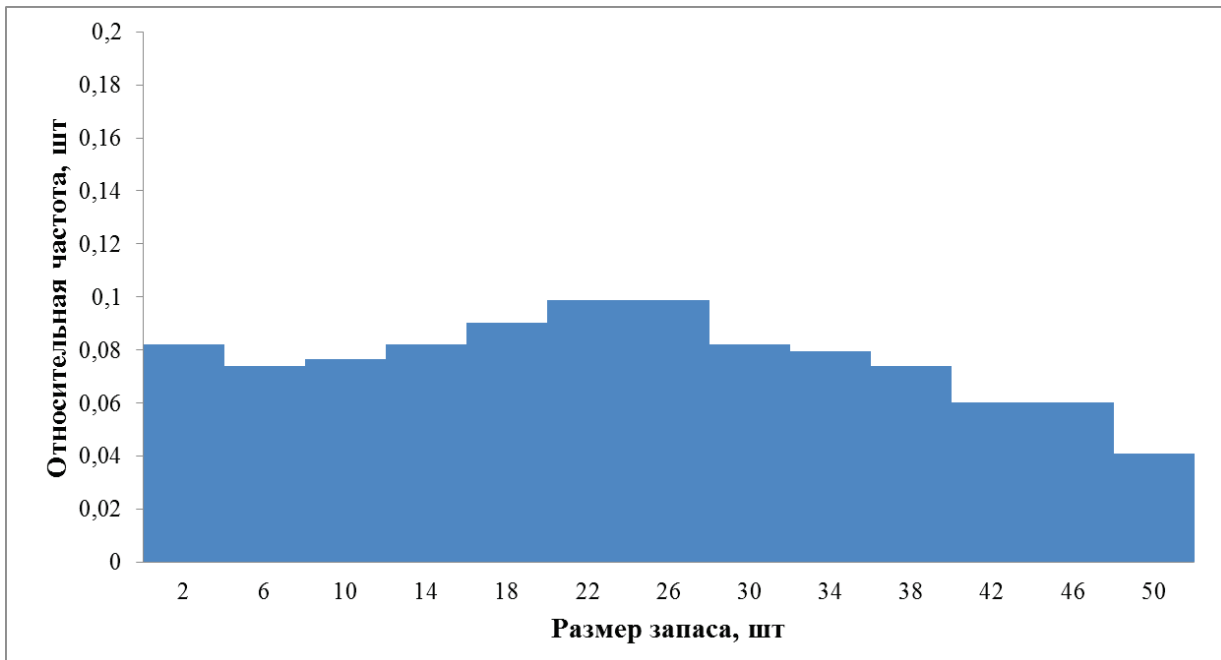


Рис. 2. Гистограмма распределения текущего запаса на складе с вместимостью 50 ед. продукции

В табл. 1 представлены значения искомым характеристик работы склада вместимостью 50 ед. продукции.

Таблица 1  
Значения искомым характеристик для склада с вместимостью 50 ед. продукции (период 1 год)

Название показателя	Значение
Стоимость аренды склада, тыс. руб.	120
Количество поставок, шт.	56
Вместимость на конец моделирования, шт.	11
Максимальное содержимое склада, шт.	50
Среднее содержимое склада, шт.	19
Коэффициент использования, %	38,8
Количество дней с неудовлетворенным спросом	87
Затраты на доставку, тыс. руб.	125,2

Согласно табл. 1, в течение почти трех месяцев в году наблюдалась нехватка продукции на складе (оценка вероятности неудовлетворенности спроса составляет 0,23).

Рассмотрим следующие два возможных сценария с вместимостью 70 и 90 ед. продукции соответственно. Сведем результаты имитационного моделирования работы склада в общую таблицу (табл. 2).

Таблица 2  
Значения искомым характеристик работы склада с вместимостью 70 и 90 ед. продукции (период 1 год)

Название показателя	Вместимость склада, шт.	
	70	90
Стоимость аренды склада, тыс. руб.	159,6	162
Количество поставок, шт.	41	33
Вместимость на конец моделирования, шт.	35	7
Максимальное содержимое склада, шт.	70	90
Среднее содержимое склада, шт.	30	41
Коэффициент использования, %	42,2	45,7
Количество дней с неудовлетворенным спросом	73	51
Затраты на доставку, тыс. руб.	99,07	81,6

Из предложенных вариантов менеджерам рекомендуется выбирать склад с большей вместимостью (90 ед.). Это наиболее рациональный вариант использования площади, при котором период дефицита минимальный (оценка вероятности неудовлетворенности спроса составляет 0,13) и наибольшей коэффициент использования. Для этого варианта характерны также самые низкие затраты на доставку и максимальная стоимость аренды склада.

На рис. 3 приведен график изменения уровня запаса на складе.

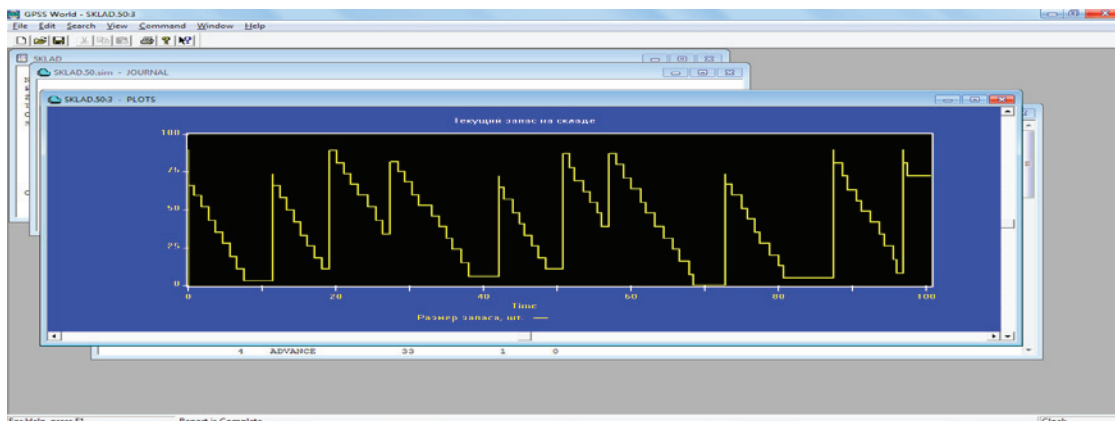


Рис. 3. График текущего запаса на складе вместимостью 90 ед. продукции в первом квартале

В случае окончательного принятия решения о расширении бизнеса и приобретении или аренде складского помещения компании необходимо исследовать рынок цен нежилых помещений и выделить необходимые средства из бюджета фирмы. Предприятия малого бизнеса чувствительны к изменению конъюнктуры рынка, поэтому для выбранной стратегии расширения склада проанализируем ситуацию снижения спроса на 30% (от 3 до 7 ед. продукции день). Результаты моделирования представлены в табл. 3.

Таблица 3  
Значения искомых характеристик для склада с вместимостью 90 ед. продукции в случае пониженного спроса

Название показателя	Значение
Количество поставок, шт.	24
Вместимость на конец моделирования, шт.	42
Максимальное содержимое склада, шт.	90
Среднее содержимое склада, шт.	45
Коэффициент использования, %	50,3
Количество дней с неудовлетворенным спросом	16
Затраты на доставку, тыс.руб.	72,25

Согласно табл. 3, снижение спроса приведет к уменьшению общего количества поставок, увеличению показателя использования склада, а также снижению вероятности неудовлетворенности спроса (0,04).

Таким образом, в результате имитационного моделирования работы будущего склада для предприятия по продаже пластиковых конструкций определена наилучшая вместимость склада с учетом стохастического спроса на продукцию предприятий малого бизнеса.

Использование метода имитационного моделирования позволяет рассмотреть различные ситуации функционирования предприятия и его подразделений, что значительно расширяет возможности традиционного сценарного анализа.

### Литература

1. **Кудрявцев Е.М.** GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М.: ДМК Пресс, 2004. 320 с.
2. **Раменская А.В., Негорожина Т.П.** Анализ эффективности инвестиционного проекта создания комбикормового предприятия методом Монте-Карло // Институциональные и инфраструктурные аспекты развития различных экономических систем. Сб. статей международной научно-практической конференции: в 2 частях. Казань. 2017. С. 89–92.
3. Системы имитационного моделирования GPSS World Student Version. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gpss.ru/>.
4. **Яркова О.Н.** Имитационное моделирование системы обслуживания пассажиров вылетающих рейсов на примере аэропорта «Оренбург» // Прикладная информатика. 2016. Том 11. № 4(64). С. 103–114.
5. **Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В.** Моделирование сложных систем в среде имитационного моделирования GPSS World с расширенным редактором // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 4. С. 298–303.