

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕЧАТНОГО САЛОНА**

**А.В. Раменская, Л.М. Туктамышева (Оренбург)**

Сложившаяся сфера современной полиграфической деятельности сильно сегментирована, и в каждом сегменте наблюдаются собственные тенденции развития производства. Так в издательской полиграфии (печать книг, выпуск журналов и газет) наблюдается кризис из-за снижения читательского спроса и активного замещения печатной продукции электронными источниками и средствами коммуникации. Однако, в сегменте печати упаковки, рекламной продукции, цифровой тонерной, струйной и широкоформатной печати разнообразной продукции малыми тиражами, спрос стабилен. Поэтому сфера оказания типографических услуг физическим и юридическим лицам является привлекательной для предприятий малого бизнеса (мини типографиям и печатным салонам). Характерными особенностями оказания печатных услуг являются требования высокого качества печати, малые тиражи и высокая оперативность. Для поддержания конкурентных преимуществ на рынке печатным салонам необходимо контролировать свои издержки и уделять внимание процессам обслуживания клиентов.

Вопросами анализа процесса обслуживания клиентов как системы массового обслуживания (СМО) в различных отраслях народного хозяйства занимались Л. Клейнрок, А.Н. Колмогоров, А.Я. Хинчин, А.И. Ляхов и многие другие. Однако, на практике Марковские СМО в чистом виде встречаются достаточно редко. Анализ немарковских СМО методами имитационного моделирования представлены в работах Ярковой О.Н. [7], Влацкой В.И. [3] и других [2, 6].

Среди научных работ можно найти достаточное количество публикаций, посвященных построению математических моделей деятельности полиграфических предприятий. В работе А.Ю. Филипповича [6] рассматривается комплекс взаимосвязанных моделей, в том числе имитационных, для описания полиграфических систем. Однако, требуется адаптация моделей к современным условиям малого бизнеса. В работе И.В. Романишеной и Т.А. Колесниковой [4] предлагается имитационная модель виртуального издательско-полиграфического предприятия и проводится анализ эффективности его работы. На наш взгляд при анализе эффективности деятельности мини типографий и печатных салонов необходимо учитывать также нестационарность спроса на услуги.

Таким образом, целью исследования являлось построение имитационной модели для анализа деятельности печатного салона.

Объектом исследования является печатный салон «Цифра» в г. Оренбурге. Основными видами услуг являются: черно-белая и цветная печать, в том числе и широкоформатная; печать фотографий различного формата; печать на текстильных изделиях; изготовление полиграфической продукции (визитки, блокноты, календари, конверты, открытки, приглашения и др.); изготовление сувенирной продукции и тампопечать (брелоки, кружки, тарелки, магниты на холодильник, значки, фотопазлы); дизайнерские услуги (изготовление макетов, ретушь, верстка); постпечатная обработка (резка, фигурная высечка, ламинирование, бигование, скругление углов, переплетно-брошюровочные работы, перфорация). Это типичный перечень услуг для предприятий такого вида. Местонахождение печатного салона вблизи крупного университета, обуславливает специфику спроса на его услуги. Так среди клиентов – физических лиц востребованы услуги цветной и черно-белой печати и постпечатной обработки (переплетно-брошюровочные работы, перфорация, ламинирование), на них приходится в сумме около 90 % всех заказов. Смоделируем работу отдела печатного салона «Цифра» по обслуживанию физических лиц.

Для построения имитационной модели выдвинем ряд предположений:

1. Поток клиентов подчинен Пуассоновскому закону распределения, параметр меняется в зависимости от периода.
2. Время обслуживания одного клиента зависит от размера заказа.
3. Размер заказа – случайная величина, принимающая значение от 3 до 100 листов.

### Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

4. Работают n сотрудников с физическими лицами (каналы обслуживания), ими оказываются услуги по печати документов, и один сотрудник осуществляет постпечатную обработку (по необходимости).
5. При выполнении заказа сотрудник, работающий с физическими лицами, занимает один из ресурсов (принтер).
6. Всего ресурсов (принтеров) 4 единицы.
7. При поступлении заказа сотрудник, работающий с физическими лицами, занят до конца выполнения заказа или пока клиент не перейдет к работнику постпечатной обработки.
8. Время, затрачиваемое на принятие заказа, подчинено равномерному закону и зависит от сотрудника.
9. Время, затрачиваемое на оплату готового заказа, подчинено экспоненциальному закону.

Таким образом, процесс обслуживания клиентов разбивается на 3 стадии: время на принятие заказа у клиента, время выполнения заказа (непосредственное оказание услуги с использованием оборудования), время оплаты заказа клиентом.

Построим имитационную модель и проведем на её основе сценарный анализ в обычном режиме и ситуации повышенного спроса (периоды сессии студентов, 2 раза в год). В модели использованы следующие переменные, представленные в таблице 1.

Таблица 1– Переменные имитационной модели

Наименование	Значение	Содержание, ед. измерения
N_listov	$R \cdot 47 + 3$ (R случайное число, $R \in [0, 1]$ )	Размер заказа, листов
VR_Obsl	$N\_listov \cdot 0.05$	Время выполнения заказа, мин.
PRIBL	Прибыль + стоимость заказа	Прибыль, руб.

Стоимость заказа определяется согласно тарифам на основные услуги и стоимости дополнительной услуги:

$$\bullet \text{ cost} = p_{\text{print}} \cdot N\_listov + p_{\text{add}} \cdot p, \quad (1)$$

- где  $p_{\text{print}}$  – цена за 1 печатный лист;
- $p_{\text{add}}$  – стоимость дополнительной услуги (таблица 2);
- $p$  – вероятность, что потребуются дополнительные услуги.

По услугам постпечатной обработки известны следующие статистические данные, представленные в таблице 2.

Таблица 2– характеристики спроса на услуги постпечатной обработки

Наименование услуги	Относительная частота, доли	Стоимость, руб
Биговка	0,15	2
Дырокол	0,35	10
Переплетение работ	0,25	50
Ламинирование	0,1	18
Обрезка широкоформатных плакатов, чертежей	0,15	20

Для построения модели использовалась система имитационного моделирования GPSS. Это программный пакет реализуется подход дискретно-событийного моделирования и зарекомендовал себя во многих исследованиях.

### Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Рассмотрим ситуацию количество каналов обслуживания  $n=2$ . Результаты имитационного моделирования для двух периодов приведены в таблицах: информация о каналах обслуживания (сотрудниках) и статистика об очереди в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3. Результаты имитационного моделирования, характеризующие каналы обслуживания (сотрудников)

Сотрудник	Коэффициент занятости, доля		Среднее время обслуживания, минут		Количество заявок на конец рабочего дня, штук	
	Текущий спрос	Повышенный спрос	Текущий спрос	Повышенный спрос	Текущий спрос	Повышенный спрос
1 (основное услуги)	0,505	0.872	7,19	7.09	0	0
2 (основные услуги)	0,463	0.792	6,35	6.35	0	0
3(дополнительные услуги)	0,441	0.776	7,92	8.13	0	2

Проанализировав таблицу 3 можно сделать следующие выводы:

1) в ситуации обычного спроса каналы обслуживания простаивают около половины всего рабочего времени (сотрудники свободны от обслуживания), имеет смысл рассмотреть возможность оставить одного сотрудника выполнять основные заказы, а сотруднику, отвечающему за дополнительные услуги, оказывать так же и основные в этот период;

2) в период повышенного спроса все сотрудники имеют высокий уровень занятости (80% и более);

3) среднее время обслуживания заявки не зависит от периода спроса, наибольшее время обслуживания у сотрудника, оказывающего дополнительные услуги, это связано с неоднородностью поступаемых заказов.

Таблица 4 – Информация об очередях по результатам имитационного моделирования

Характеристики очереди	1 сотрудник		2 сотрудник		3 сотрудник (дополнительная обработка)	
	Текущий спрос	Повышенный спрос	Текущий спрос	Повышенный спрос	Текущий спрос	Повышенный спрос
Максимальное количество заявок в очереди, штук	3	10	3	12	7	25
Средняя длина очереди, штук	0,11	1,83	0,09	1,24	0,296	3,61
Среднее время нахождения заявки в очереди, минут	1,57	7,09	1,21	6,35	5,31	8,13

Согласно таблице 4 видно, что наиболее длинная очередь у третьего сотрудника, занимающегося дополнительными услугами. В период повышенного спроса время ожидания в очереди увеличивается приблизительно в 5 раз. Это может негативно сказаться на репутации печатного салона.

Печатный салон имеет четыре единицы ресурса – принтера для оказания основных услуг. Очереди к оборудованию не возникает. Отметим, что даже в период повышенного спроса коэффициент использования оборудования (отношение время, в которое оборудование было

### Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

занято, к общему рабочему времени) не превышает 10%, то есть наблюдается простой оборудования. При этом специфика оборудования (принтеров) связана с оказываемыми услугами (черно-белая печать, цветная печать, широкоформатная) и, несмотря на низкий коэффициент использования, печатному салону не целесообразно уменьшать его количество.

Так же можно сказать, что в период повышенного спроса на услуги печатного салона (период сессии) ежедневная прибыль печатного салона, от оказания услуг, физическим лицам увеличивается на 73%.

Среднее время нахождения клиента в печатном салоне в период повышенного спроса составляет 20,4 минуты, а в период текущего спроса – 16,5 минуты. На рисунке 1 приведены гистограммы распределения общего времени пребывания клиентов в печатном салоне.

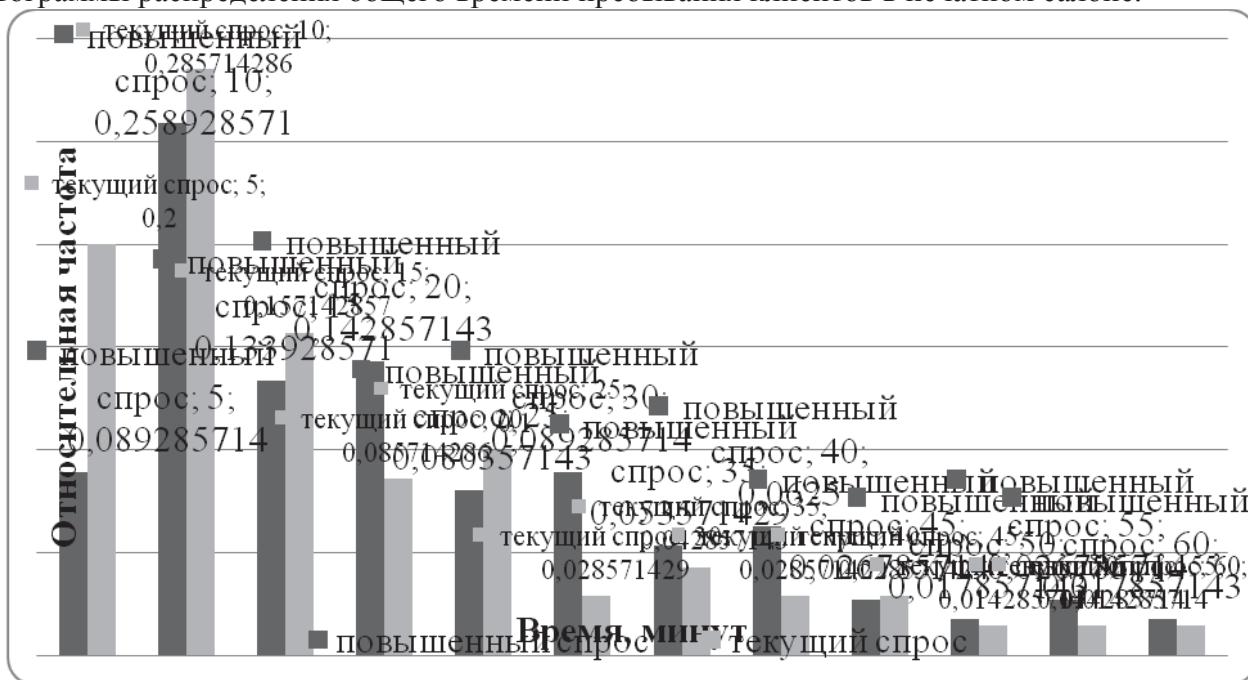


Рис. 1. Гистограмма распределения времени нахождения заявки в системе

В целом печатному салону рекомендуется увеличить и сделать комфортной зону ожидания для клиентов физических лиц, так как в период сессии наблюдается увеличение времени ожидания и наблюдаются очереди. С целью совершенствования процесса обслуживания рекомендуется предусмотреть прием заявки через сайт печатного салона, в этом случае любой из сотрудников может выполнить заказ, а клиент сможет забрать заказ вне очереди и потратить время только на оплату заказа.

В статье на основе разработанной имитационной модели деятельности печатного салона проанализирована работа отдела по оказанию печатных услуг населению. Предложены направления совершенствования деятельности печатного салона.

#### Литература

1. Безбородникова, Р. М. Моделирование работы службы такси / Р.М. Безбородникова // Вестник ВГУИТ, 2016. – № 4. – С. 322-329.
2. Боев, Д.В. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSSWorld и AnyLogic / В.Д. Боев // Прикладная информатика. – 2011. – № 4 (34). – С. 30-40.
3. Влацкая, И.В. Применение методов имитационного моделирования в реинжиниринге бизнес процессов / И.В. Влацкая, О.А. Татжибаева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 9 (115). – С. 98-103.
4. Романишена, И.В. Разработка имитационной модели виртуального издательско-полиграфического предприятия / И.В. Романишена, Т.А. Колесникова // Системы обработки информации. – 2016. – № 2(139). – С. 169-173.

### **Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования**

---

5. Сафиуллин, А.Р. Подход к разработке эффективной системы обслуживания на основе имитационного моделирования бизнес-процессов / А.Р. Сафиуллин, Т.В. Девятков, Э.А. Закирова // Казанский экономический вестник. – 2015. – № 6 (20). – С. 94-101.
6. Филиппович, А.Ю. Интеграция систем ситуационного, имитационного и экспертного моделирования. – М.: Изд-во ООО Эликс+, 2003. – 310 с.
7. Яркова, О. Н. Имитационное моделирование системы обслуживания пассажиров вылетающих рейсов на примере аэропорта "Оренбург" / Яркова О. Н. // Прикладная информатика, 2016. – Т. 11, № 4(64). – С. 103-114.
8. Renner, A. G. Approach to modeling capital of commercial banks in the dynamics / A. G. Renner, O. N. Yarkova, Ch. V. Pivovarova // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками : материалы V Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., 9-12 нояб. 2016 г. Саратов / Саратов. нац. исследоват. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского; Центральный банк Российской Федерации; Нац. исследоват. ун-т "Высшая школа экономики". - Саратов: Научная книга, 2016. - С. 133-142.