

УДК 004.94: 519.688: 658: 636

**Лаврушина Елена Геннадьевна**

ФГБОУ ВПО Владивостокский государственный университет экономики и сервиса  
Россия, Владивосток<sup>1</sup>

Старший преподаватель кафедры информационных систем и прикладной информатики  
E-Mail: [l\\_e\\_g@mail.ru](mailto:l_e_g@mail.ru)

**Гаевой Сергей Сергеевич**

ФГБОУ ВПО Владивостокский государственный университет экономики и сервиса  
Россия, Владивосток

Студент  
E-Mail: [sergey\\_gaevoy@hotmail.com](mailto:sergey_gaevoy@hotmail.com)

## **Построение имитационной модели оптимизации количества сотрудников склада при отгрузке готовой продукции птицефабрики**

**Аннотация.** Использование имитационного моделирования расширяет диапазон решаемых задач, связанных как с разработкой и принятием решений в условиях неопределенности, недостатка информации, так и с условиями невозможности проведения экспериментов на реальных объектах, необходимостью имитировать работу системы во времени. В данной работе приведены следующие результаты этапов проводимого исследования: анализ деятельности склада по отгрузке готовой продукции предприятия на основе выявленных тенденций поступления готовой продукции птицефабрики и имеющихся заявок на неё от заказчиков; определение основных параметров модели; концептуальная модель реализации продукции со склада; структурная схема имитационной модели и описание ее функционирования; программная реализация работы модели в среде GPSS World; оценка адекватности построенной модели после ее реализации в среде моделирования; организация экспериментов с моделью по выявлению оптимального с точки зрения минимизации затрат, количества сотрудников на складе, необходимого для отгрузки готовой продукции. Итогом исследования стало практическое решение вопросов оперативного управления, связанных с определением количества сотрудников склада, птицефабрики, необходимых для отгрузки готовой продукции, на базе построенной авторами имитационной модели, а также рассмотрение перспектив ее дальнейшего использования и совершенствования при решении задач оперативного управления производством на предприятии промышленного птицеводства.

**Ключевые слова:** птицефабрика; склад; продукция; концептуальная модель; блок-схема; модель; имитационная модель; моделирование; адекватность; имитационное моделирование; среда моделирования GPSS World.

Идентификационный номер статьи в журнале 56EVN314

---

<sup>1</sup> 690091, Октябрьская, д.2, кв.70

**Введение.** Имитационное моделирование является наиболее универсальным методом исследования систем и количественной оценки характеристик их функционирования [3, 8, 9]. При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми в абстрактной модели, но с соблюдением таких же соотношений длительностей и временных последовательностей отдельных операций [4, 5, 6, 8, 9, 10]. Поэтому метод имитационного моделирования мог бы называться алгоритмическим или операционным. В процессе имитации, как при эксперименте с оригиналом, фиксируют определенные события и состояния или измеряют выходные воздействия, по которым вычисляют характеристики качества функционирования системы [6, 9, 10].

Имитационное моделирование позволяет рассматривать процессы, происходящие в системе, практически на любом уровне детализации [3, 8, 9, 10]. Используя алгоритмические возможности компьютера, в имитационной модели можно реализовать любой алгоритм управления или функционирования системы. Модели, которые допускают исследование аналитическими методами, также могут анализироваться имитационными методами [10]. Все это является причиной того, что имитационные методы моделирования становятся основными методами исследования сложных систем [4, 5, 6, 10, 13].

**Цель моделирования.** Анализ режима работы склада как производственного подразделения птицефабрики и определение наиболее оптимального, с точки зрения минимизации затрат, количества сотрудников на складе, необходимого для отгрузки готовой продукции.

**Постановка задачи.** Производственное подразделение птицефабрики выпускает набор различной продукции. Номенклатурная линейка насчитывает  $n$  (17) различных позиций, выпуск продукции каждого вида производится параллельно в течение рабочей смены длительностью в  $k$  (10) часов. Объем каждого вида продукции, производимого за одну рабочую смену, представлен в таблице 1. Весь объем производится с равномерной интенсивностью в течение всей рабочей смены.

Готовая продукция поступает на склад, откуда вывозится грузовым транспортом. Весь используемый автопарк представляется собой набор одинаковых по грузоподъемности машин (которая составляет  $g$  (5) тонн) и базируется вне производственного комплекса. Для отгрузки продукции машины приезжают каждые  $h$  ( $67 \pm 22$ ) минут, при этом требуемая для отгрузки продукция определяется заявкой, сопровождающей каждую машину. Всего за рабочую смену подается  $j$  (8) заявок. Заявка представляет собой список необходимой к отгрузке продукции и ее объем. Все позиции (их объем) в заявке формируются согласно равномерному распределению и значениям, представленным в таблице 1.

**Таблица 1**

**Объемы выпуска продукции и размеры их заявок**  
(составлено авторами)

№ п/п	Номенклатура	Объем выпуска продукции за смену, кг	Объем заявки, кг
1	Фарш	1 200	140 ± 11
2	Колбаса	750	90 ± 7
3	Тушка	3 200	370 ± 56
4	Окорок	5 050	570 ± 57
5	Голень	1 850	210 ± 21
6	Бедро	3 250	370 ± 56
7	Грудка	4 150	470 ± 47
8	Филе	2 250	260 ± 39
9	Гр./кость	2 050	235 ± 12
10	Крыло	2 600	295 ± 24
11	НДПБ	2 500	280 ± 14
12	НДТ	1 450	170 ± 9
13	Лапы	1 650	185 ± 9
14	Сердце/Печень	850	100 ± 8
15	Желудок	700	80 ± 6
16	Шея	620	70 ± 4
17	Голова	880	105 ± 5

Прибывший за продукцией транспорт встает под погрузку в док, в случае если док занят, транспорт ожидает освобождения дока. Погрузку продукции со склада в транспорт осуществляет группа сотрудников склада, производительность каждого из которых составляет 1 (500±150) кг продукции в час. Содержание сотрудника обходится в с (20) единиц стоимости в час, вне зависимости занимался ли он отгрузкой продукции, либо простаивал. Загрузка транспорта продолжается до тех пор, пока не будет обслужен весь прибывающий автотранспорт, в случае, если рабочая смена окончена, и выпуск продукции прекращен, отгрузка продукции продолжается.

Транспорт считается обслуженным, если выполнены требования по всем позициям заявки (вся продукция отгружена). Если на складе отсутствует заявленная на отгрузку товарная позиция и ее производство уже закончено, то данная позиция считается закрытой (выполненной). Излишки продукции, оставшиеся после выполнения всех заявок, продолжают храниться на складе.

Время, начиная с момента прибытия транспорта на фабрику, и до отбытия его с продукцией считается как время простоя (при этом не важно, ожидал ли транспорт освобождения дока, либо стоял под погрузкой). Затраты за время простоя транспорта составляют  $v$  (100) единиц стоимости.

Необходимо проанализировать режим работы производственного подразделения и определить наиболее оптимальное, с точки зрения минимизации затрат, количество сотрудников на складе, необходимое для отгрузки продукции.

Значения приведенных параметров представлены в таблице 2.

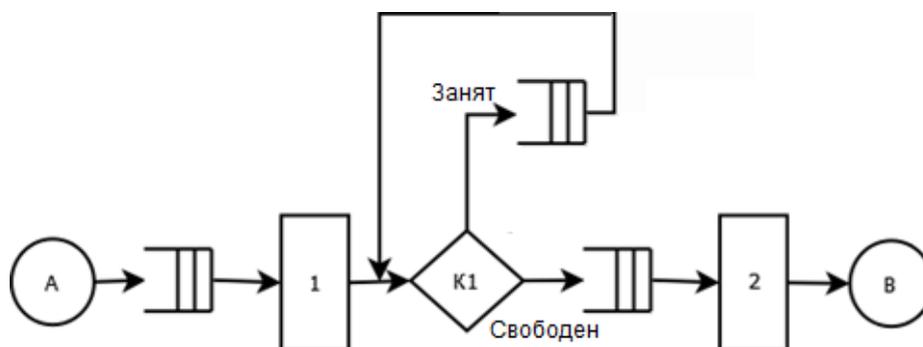
**Таблица 2**

**Значения параметров системы**  
*(составлено авторами)*

Параметр	Описание параметра	Значение	Распределение
n	Количество номенклатурных позиций в товарной линейке	17	-
k	Длительность рабочей смены, часов	10	-
g	Грузоподъемность одной машины транспортного автопарка, тонн	5	-
h	Время между прибытиями автотранспорта для отгрузки продукции, минут	$67 \pm 22$	Пуассоновское
j	Количество заявок за рабочую смену	8	-
l	Производительность складского сотрудника, кг/час	$500 \pm 150$	Нормальное
c	Стоимость часа содержания одного складского сотрудника, ед. стоимости/час	20	-
v	Стоимость часа простоя (ожидания и погрузки) одной единицы транспорта, ед. стоимости/час	100	-

Разработка концептуальной модели. Под концептуальной моделью будем понимать приближенное представление о рассматриваемом процессе, представленном в виде схемы, в которой фиксируются наиболее существенные параметры и связи между ними [7], а также их общее описание, необходимое для дальнейшей реализации модели с помощью среды имитационного моделирования.

На рисунке 1 представлена концептуальная схема модели, процесса отгрузки готовой продукции со склада предприятия.



**Рис. 1.** Концептуальная схема процесса работы склада по отгрузке продукции  
*(разработано авторами)*

На рисунке 1 элемент А – заявки на отгрузку продукции (машины приходят вместе с заявками); В – выполненные заявки; 1 – прием заявок; 2 – отгрузка продукции; К1 – проверка занятости погрузочного дока.

Входными параметрами системы являются: время поступления заявок; производительность сотрудников; время моделирования; объем заявок; объем выпуска.

Чтобы оценить загрузку сотрудников склада возьмем время моделирования равным длительности одной рабочей смены (10 часов).

Впоследствии будут изменяться количество сотрудников, осуществляющих погрузку продукции.

К выходным параметрам модели относятся: нагрузка сотрудников; среднее время обслуживания заявки; среднее время простоя машин в очереди; количество машин в очереди.

Целевой функцией системы является показатель затрат предприятия (1):

$$C_{\text{общ}} \rightarrow \min \quad (1)$$

Показатель затрат предприятия, вычисляется по формуле:

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{з/п}} + C_{\text{пр}}, \text{ где} \quad (2)$$

$C_{\text{з/п}}$  – затраты на оплату труда работников;  $C_{\text{пр}}$  – затраты, связанные с простоем транспорта.

В затраты, связанные с простоем транспорта, включаются затраты за простой машин в очереди на погрузку и затраты за простой машин под погрузкой. Затраты, связанные с простоем транспорта, вычисляются по формуле:

$$C_{\text{пр}} = \sum_1^8 (T_{\text{ож}} \times C_{\text{ож}} + T_{\text{оч}} \times C_{\text{оч}}), \text{ где} \quad (3)$$

$T_{\text{ож}}$  – время обслуживания одной машины;  $T_{\text{оч}}$  – время машины в очереди под погрузку;  $C_{\text{ож}}$  – затраты за простой машины под погрузкой;  $C_{\text{оч}}$  – затраты за простой машины в очереди на погрузку.

Затраты на оплату труда сотрудников склада рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{з/п}} = N \times C_p \times T_{\text{об}}, \text{ где} \quad (4)$$

$N$  – количество работников склада;  $C_p$  – зарплата сотрудника за час;  $T_{\text{об}}$  – общее время обслуживания всех машин.

В качестве программного средства для выполнения поставленной задачи была выбрана программа «GPSS World» [1, 13].

**Разработка структурной схемы имитационной модели и описание ее функционирования.** Для установления периода моделирования используется таймер. Отсчетной единицей модельного времени принимаем 1 минуту.

В таблице 3 представлены: транзакты, приборы, очереди, переменные, сохраняемые величины, функции.

Таблица 3

**Определения системы**  
(составлено авторами)

Элементы GPSS	Назначение
Транзакты: 1 сегмент 2 сегмент	Заявки Таймер
Приборы Dok	Погрузочный док
Очереди Och	Очередь заявок на обслуживание
Переменные Serv RCost ICost PCost	Время обслуживания одной машины Затраты на оплату труда работников Общие затраты предприятия Затраты за простой транспорта
Сохраняемые величины CostR CostI CostP NOM#	Затраты на оплату труда работников Общие затраты предприятия Затраты за простой транспорта # - номенклатурная позиция (1-17), количество товара на складе по каждой позиции
Функции RNOM# Perf PTime	# - номенклатурная позиция (1-17), функции распределения объема заявки по каждой позиции Функция распределения производительности складского работника Функция распределения времени прихода заявки

Время моделирования – рабочая смена (10 часов). Так как в модели единицей измерения времени была принята 1 минута, то соответственно время генерации транзакта таймера будет равно: 10 (часы) \* 60 (минуты) = 600.

Приведем краткое описание блоков, используемых при построении имитационной модели [11, 12]:

1.) GENERATE A, B, C, D, E – служит для ввода транзакта в модель

A - среднее значение интервала поступления;

B - величина разброса возможных значений относительно среднего значения;

C - момент времени, в который в блоке GENERATE должен появиться первый транзакт;

D - ограничитель общего числа транзактов, которое может войти в модель через данный блок GENERATE на протяжении времени моделирования;

E - уровень или класс приоритета каждого из транзактов (всего существует 128 разных уровней, которые задаются с помощью чисел от 0 до 127. Чем больше число, тем выше приоритет).

2.) TERMINATE A – служит для удаления транзакта из модели.

Операнд А является величиной уменьшения специального счетчика, который называется счетчиком завершения. Этот операнд задает величину, которая вычитается из счетчика каждый раз, когда транзакт входит в блок TERMINATE.

- 3.) TRANSFER A, B, C – служит для изменения направления движения транзактов согласно режиму A.
- 4.) SEIZE A – обозначает занятие одноканального устройства.  
A – имя устройства.
- 5.) ADVANCE A, B – организует реализацию задержки во времени  
A – среднее значение интервала поступления;  
B – величина разброса возможных значений относительно среднего значения.
- 6.) RELEASE A – обозначает освобождение одноканального устройства  
A – имя устройства.
- 7.) QUEUE A, B – обозначает занятие в очереди A B единиц.
- 8.) DEPART A, B – обеспечивает в очереди A освобождение B единиц.
- 9.) TRANSFER A, B, C – изменяет направление движения транзактов согласно режиму A.
- 10.) PRIORITY A – присваивает входящему транзакту приоритет A.
- 11.) MARK A – осуществляет отметку времени в параметре A.
- 12.) TABULATE A – выборочные значения попадают в таблицу в моменты вхождения транзактов в блок TABULATE, операнд A задает имя таблицы.

Блок-схема модели [2] представлена на рисунке 2.

Согласно представленной блок-схеме была составлена и реализована программа в среде GPSS World.

**Оценка адекватности модели.** Для оценки правильности программной реализации имитационной модели [3, 9,10] был проведен пробный эксперимент со следующими тестовыми данными:

- количество сотрудников склада – 13;
- время прихода заявок –  $67 \pm 22$  минут;
- грузоподъемность одной машины транспортного автопарка – 5000 кг;
- производительность складского работника –  $500 \pm 150$  кг/ч;
- стоимость часа содержания складского работника – 20 ед. стоимость/ч;
- стоимость часа простоя одной единицы транспорта, 100 – ед. стоимость/ч;
- количество заявок за рабочую смену – 8.

Далее для того чтобы оценить на сколько адекватно работает созданная имитационная модель, выполним расчет ожидаемых от модели результатов с помощью операционного анализа сетей систем массового обслуживания (СМО) [3].

Рассчитаем среднее время обслуживания машин по формуле:

$$\bar{T}_{об} = \frac{V}{\bar{P} \times N}, \text{ где} \quad (5)$$

$V$  – грузоподъемность одной машины транспортного автопарка, кг;  $\bar{P}$  – средняя производительность одного работника, кг/ч;  $N$  – количество работников.

Подставив значения в формулу (5), получаем:  $\bar{T}_{об} = \frac{5000}{500 \times 13} = 46,154$ .

Для оценки загруженности погрузочного дока рассчитаем показатель нагрузки на СМО (систему массового обслуживания) по формуле:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \text{ где} \quad (6)$$

$\lambda$  – интенсивность входящего потока;  $\mu$  – интенсивность потока обслуживания.

Для расчета показателя нагрузки на СМО необходимо также рассчитать интенсивность входящего потока – количество машин, поступающих за минуту модельного времени (формула 5):

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T}_{ож}}, \text{ где} \quad (7)$$

$\bar{T}_{ож}$  – среднее время ожидания прихода машин.

Также рассчитаем количество машин, обслуженных за минуту модельного времени:

$$\mu = \frac{1}{\bar{T}_{об}} \quad (8)$$

Подставив значения в формулу (7), получим:  $\lambda = \frac{1}{67} = 0,014925$ .

Подставив значения в формулу (8), получим:  $\mu = \frac{1}{46,154} = 0,021667$ .

Полученные выше значения подставим в формулу (6) и получим:

$$\rho = \frac{0,014925}{0,021667} = 0,689.$$

Имея количество заявок за рабочую смену и среднее время обслуживания машин можно получить общее время занятости сотрудников склада (9):

$$T_{общ} = \bar{T}_{об} \times 8. \quad (9)$$

В тестовом эксперименте машины обслуживаются быстрее, чем поступают новые, при этом сотрудники не распускаются, а рабочая смена продолжается. Таким образом, вместо среднего времени обслуживания при расчете общего времени занятости работников  $T_{общ}$ , используется среднее время поступления машин  $\bar{T}_{пост}$  (10):

$$T_{общ} = \bar{T}_{пост} \times 8 \quad (10)$$

Подставив значения в формулу (10), получим:  $T_{\text{общ}} = 67 \times 8 = 536$ .

Используя общее время занятости сотрудников склада, рассчитаем расходы на оплату труда по формуле (11):

$$\text{CostR} = \frac{T_{\text{общ}}}{60} \times N \times 20 \quad (11)$$

Подставив значения в формулу (11), получим:  $\text{CostR} = \frac{536}{60} \times 13 \times 20 = 2322,667$ .

Так как время обслуживания машины – это время машины под погрузкой, рассчитаем общее время простоя машин по формуле (12):

$$T_{\text{об.общ.}} = \bar{T}_{\text{об}} \times 8 \quad (12)$$

Подставив значения в формулу (12), получим:  $T_{\text{об.общ.}} = 46,153 \times 8 = 369,23$ .

Имея общее время простоя машин, можно рассчитать затраты за простой машин (13):

$$\text{CostP} = \frac{T_{\text{об.общ.}}}{60} \times 100 \quad (13)$$

Подставив значения в формулу (13), получим:  $\text{CostP} = \frac{369,23}{60} \times 100 = 615,384$ .

В таблице 3 приведены результаты вычислений показателей. Модельные значения, использованные в таблице, взяты из статистических данных, полученных в результате моделирования.

**Таблица 3**

**Значения для оценки адекватности модели**  
(составлено авторами)

Показатель	Расчетное значение	Модельное значение	Расхождение
Показатель нагрузки на СМО	0,689	0,673	2,38%
Среднее время обслуживания машины	46,153	49,906	7,52%
Оплата труда сотрудников	2322,667	2570,553	9,64%
Расходы за простой машин	615,385	666,647	7,69%

Анализируя значения, приведенные в таблице 3, можно сделать вывод, что модель адекватна, так как, сравнив характеристики, полученные при моделировании работы цехового склада и характеристики, полученные путем математических расчетов, расхождение составило не более 10% [8, 10, 13]. Такое расхождение получилось вследствие того, что при подсчете результатов путем математических уравнений брались средние значения для времени прихода машин и производительности складского работника.

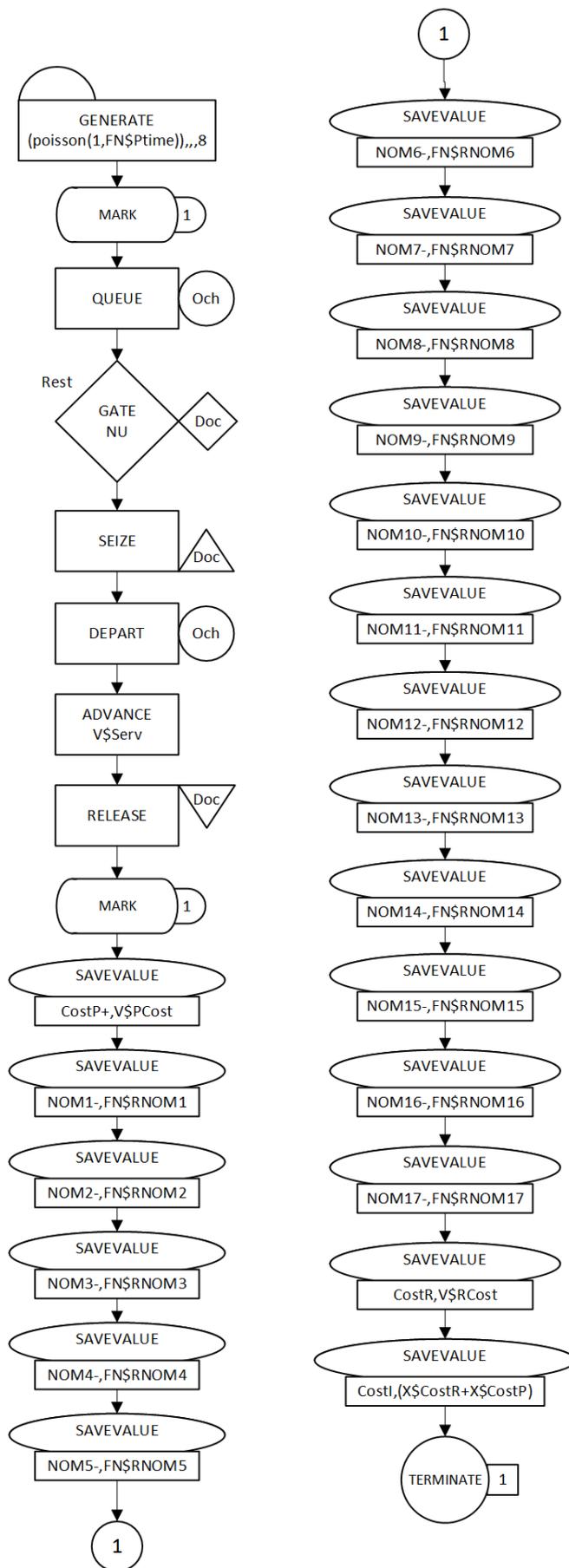


Рис. 2. Блок-схема модели (разработано авторами)

**Организация экспериментов с моделью.** В модели может варьироваться число сотрудников, осуществляющих погрузку продукции. Так как никаких ограничений на количество сотрудников склада не установлено, моделирование начнем с количества сотрудников равного одному и будем постепенно увеличивать штат на одного сотрудника за эксперимент, то есть в каждом последующем эксперименте будем на одного сотрудника больше чем в предыдущем.

В результате изменения количества сотрудников на складе, будет изменяться среднее время обслуживания заявки, количество машин в очереди и время их пребывания в ней. Эти изменения скажутся на затратах предприятия.

Все данные по затратам предприятия приведены в таблице 4.

**Таблица 4**

**Затраты предприятия в ед. стоимости**  
(составлено авторами)

№ эксперимента	Число сотрудников	Расходы за простой машин	Оплата труда сотрудников	Общие затраты
1	1	38817	1757	40574
2	2	17981	1787	19768
3	3	9877	1765	11642
4	4	7074	1870	8944
5	5	4751	1852	6603
6	6	2930	1715	4645
7	7	2194	1897	4091
8	8	2006	1888	3894
9	9	1589	1966	3556
10	10	1494	2186	3680
11	11	1092	2216	3308
12	12	850	2515	3365
<b>13</b>	<b>13</b>	<b>667</b>	<b>2571</b>	<b>3237</b>
14	14	724	2634	3358
15	15	659	2766	3424
16	16	604	2903	3507
17	17	526	3055	3581
18	18	496	3223	3719
19	19	470	3391	3861
20	20	447	3559	4006

Анализируя данные таблицы 4, можно заметить, что оптимальное с точки зрения минимизации затрат количество сотрудников на складе – 13 человек, так как далее в затратах предприятия наблюдается восходящая тенденция.

**Выводы и рекомендации.** В ходе работы была получена модель отгрузки товара со склада птицефабрики с целью минимизации затрат и нахождения оптимального количества сотрудников склада. В процессе моделирования было найдено количество сотрудников, позволяющее обслужить все заявки за рабочую смену при минимальных затратах.

В дальнейшем можно использовать данную модель, изменяя следующие параметры: время поступления заявок; время моделирования; объем заявок; объем выпуска. В этом случае изменится среднее время обслуживания заявки, среднее время простоя машин в очереди и количество машин в очереди, что повлияет на объем затрат предприятия.

Также после анализа статистических данных, полученных при моделировании, можно сделать вывод, что птицефабрика производит в среднем на 7,67% готовой продукции больше, чем отгружается контрагентам. Из этого следует, что через 13 дней объем остатков на складе составит 100%. Таким образом, предприятию рекомендовано либо найти дополнительные каналы сбыта товаров, либо сократить объемы производства. Однако последнее является неприемлемым вариантом для предприятия, так как ведет к нарушению общего ритма производственного процесса, помимо этого, в модели никак не исследована динамика спроса на продукцию в течении года которая имеет некоторую сезонность. Данные обстоятельства говорят о целесообразности продолжения изучения работы птицефабрики на базе всестороннего моделирования ее деятельности, в частности и с использованием средств имитационного моделирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Р. И. Лопатин Д. К. Об имитационном моделировании экономических процессов средствами специализированной программной среды // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 88-92.
2. Блок-диаграммы (блок-схемы) на GPSS [Электронный ресурс] / <http://codingrus.ru> /: CodingRUS – Электрон, дан. – Режим доступа: [http://codingrus.ru/readarticle.php?article\\_id=1842](http://codingrus.ru/readarticle.php?article_id=1842) – свободный – Яз. рус.
3. Кийкова Е.В. Лаврушина Е. Г. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» и другим специальностям/Е. В. Кийкова, Е. Г. Лаврушина; - Владивосток: ВГУЭС, 2007.
4. Кийкова Е.В. Управление системой закупок товаров, работ и услуг для нужд бюджетного образовательного учреждения на основе имитационного моделирования // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 302.
5. Лаврушина Е.Г. Применение имитационного моделирования для совершенствования производственных процессов промышленного птицеводства // Интернет-журнал «Науковедение», 2013 №6 (19) [Электронный ресурс]-М.: Науковедение, 2013 -.- Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/134EVN613.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.
6. Лаврушина Е.Г. Разработка имитационной модели работы убойного комплекса для совершенствования деятельности предприятия промышленного птицеводства // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 3 (40). С. 404-408.
7. Общеэкономический и экономико-математический объяснительный словарь. Словарь Лопатникова Л.И. [Электронный ресурс] / <http://slovar-lopantikov.ru/>
8. Рассказова М.Н. Имитационное моделирование систем: учебное пособие / М. Н. Рассказова. – Омск: Омский государственный институт сервиса, 2010. – 80 с.
9. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем (учебник). - М.: Высшая школа; (3-е изд.) 2008. - 343 с.
10. Томашевский В. Н., Жданова Е. Г., Жолдаков А. А. Решение практических задач методами компьютерного моделирования. - Киев: Изд-во "Корнійчук", 2003. - 268 с.
11. Язык и система моделирования GPSS [Электронный ресурс] / <http://all4study.ru/>: Образовательный блог – всё для учебы – Электрон, дан. – Режим доступа: <http://all4study.ru/gpss/yazyk-i-sistema-modelirovaniya-gpss.html> – свободный – Яз. рус.
12. GPSS [Электронный ресурс] / <http://all4study.ru/>: Образовательный блог – всё для учебы – Электрон, дан. – Режим доступа: <http://all4study.ru/gpss> – свободный – Яз. рус.
13. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. / авт.-сост. Кудрявцев Е.М. – Москва: Изд-во ДМК Пресс, 2004. – 318 с.

**Рецензент:** Кучерова Светлана Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и моделирования ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», [Svetlana.Kucherova@vvsu.ru](mailto:Svetlana.Kucherova@vvsu.ru)

**Elena Lavrushina**

Vladivostok State University Economics and Service  
Russia, Vladivostok  
E-Mail: [l\\_e\\_g@mail.ru](mailto:l_e_g@mail.ru)

**Sergey Gaevoy**

Vladivostok State University Economics and Service  
Russia, Vladivostok  
E-Mail: [sergey\\_gaevoy@hotmail.com](mailto:sergey_gaevoy@hotmail.com)

## **Building a simulation model of optimization number of employees at the warehouse shipment of finished products poultry plant**

**Abstract:** using simulation expands the range of tasks associated with both the development and decision-making under uncertainty, lack of information, and the terms of the impossibility of carrying out experiments on real objects, the need to simulate the system in time. This paper presents the results of the following phase of the study: analysis of the warehouse for shipping finished products company based on identified trends receipt of finished goods of poultry plant and available requests on it from the customers; definition of the main parameters of the model; conceptual model for the sale of products from the warehouse; block diagram of the simulation model and a description of its functioning; software implementation of the model in the environment of GPSS World; assessment of the adequacy of the constructed model after its implementation in the simulation environment; organization of experiments with model to identify optimal in terms of minimizing costs, the number of employees on the warehouse required for shipment of finished products. Result of the study was a practical solution to operational management issues associated with determining the amount of warehouse employees, poultry plant are required for shipment of finished products, based on a simulation model built by the authors, and consideration of the prospects of its further use and development in solving the tasks of operations management manufacturing in the enterprise of poultry industry.

**Keywords:** Poultry; warehouse; products; conceptual model; block diagram; model; simulation model; modeling; the adequacy; simulation modeling; simulation environment GPSS World.

Identification number of article 56EVN314

## REFERENCES

1. Bazhenov R. I. Lopatin D. K. Ob imitacionnom modelirovanii jekonomicheskikh processov sredstvami specializirovannoj programmnoj sredy // Molodoj uchenyj. 2014. № 4. S. 88-92.
2. Blok-diagrammy (blok-shemy) na GPSS [Jelektronnyj resurs] / <http://codingrus.ru> /: CodingRUS – Jelektron, dan. – Rezhim dostupa: [http://codingrus.ru/readarticle.php?article\\_id=1842](http://codingrus.ru/readarticle.php?article_id=1842) – svobodnyj – Jaz. rus.
3. Kijkova E.V. Lavrushina E. G. Imitacionnoe modelirovanie jekonomicheskikh processov. Uchebnoe posobie: uchebno-metodicheskoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchajushhihsja po special'nosti «Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim special'nostjam/E. V. Kijkova, E. G. Lavrushina; - Vladivostok: VGUJeS, 2007.
4. Kijkova E.V. Upravlenie sistemoy zakupok tovarov, rabot i uslug dlja nuzhd bjudzhetnogo obrazovatel'nogo uchrezhdenija na osnove imitacionnogo modelirovanija // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. № 1. S. 302.
5. Lavrushina E.G. Primenenie imitacionnogo modelirovanija dlja sovershenstvovanija proizvodstvennyh processov promyshlennogo pticevodstva // Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2013 №6 (19) [Jelektronnyj resurs]-M.: Naukovedenie, 2013 -.- Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/134EVN613.pdf>, svobodnyj. – Zagl. s jekrana. - Jaz. rus., angl.
6. Lavrushina E.G. Razrabotka imitacionnoj modeli raboty ubojnogo kompleksa dlja sovershenstvovanija dejatel'nosti predpriyatija promyshlennogo pticevodstva // Mir nauki, kul'tury, obrazovanija. 2013. № 3 (40). S. 404-408.
7. Obshhejekonomicheskij i jekonomiko-matematicheskij ob#jasnitel'nyj slovar'. Slovar' Lopatnikova L.I. [Jelektronnyj resurs] / <http://slovar-lopatnikov.ru/>
8. Rasskazova M.N. Imitacionnoe modelirovanie sistem: uchebnoe posobie / M. N. Rasskazova. – Omsk: Omskij gosudarstvennyj institut servisa, 2010. – 80 s.
9. Sovetov B. Ja., Jakovlev S. A. Modelirovanie sistem (uchebnik). - M.: Vysshaja shkola; (3-e izd.) 2008. - 343 s.
10. Tomashevskij V. N., Zhdanova E. G., Zholdakov A. A. Reshenie prakticheskikh zadach metodami komp'juternogo modelirovanija. - Kiev: Izd-vo "Kornijchuk", 2003. - 268 s.
11. Jazyk i sistema modelirovanija GPSS [Jelektronnyj resurs] / <http://all4study.ru> /: Obrazovatel'nyj blog – vsjo dlja ucheby – Jelektron, dan. – Rezhim dostupa: <http://all4study.ru/gpss/yazyk-i-sistema-modelirovaniya-gpss.html> – svobodnyj – Jaz. rus.
12. GPSS [Jelektronnyj resurs] / <http://all4study.ru> /: Obrazovatel'nyj blog – vsjo dlja ucheby – Jelektron, dan. – Rezhim dostupa: <http://all4study.ru/gpss> – svobodnyj – Jaz. rus.
13. GPSS World. Osnovy imitacionnogo modelirovanija razlichnyh sistem. / avt.-sost. Kudrjavcev E.M. – Moskva: Izd-vo DMK Press, 2004. – 318 s.