

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

УДК 681.142.1.001.57

Е.В. Худякова, доктор экон. наук
Н.А. Блаkitная

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC КАК МЕТОД СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ АПК

Эффективность работы предприятия, в том числе и предприятия АПК, во многом определяется рациональной организацией в нем бизнес-процессов. Современные математические подходы и инструментальные средства позволяют оптимизировать структуру бизнес-процессов, в частности с помощью инструментария систем массового обслуживания. Большинство социально-экономических процессов, в том числе производственные процессы, можно описать с помощью инструментария системы массового обслуживания: поток заявок, очередей обслуживаемых устройств и из узлов. Имитационная модель, реализуемая методом дискретно-событийного моделирования позволяет получать подробную статистику о различных аспектах функционирования системы в зависимости от входных данных. Относительно СМО это — коэффициенты загрузки обслуживаемых устройств, максимальная и средняя длина очереди на обслуживание, среднее время нахождения транзакта в устройстве и др.

Имитационное моделирование процессов позволяет осуществлять программы, поддерживающие дискретно-событийную концепцию моделирования. К таким программам, в частности, относится программа AnyLogic. Данная система является од-

ной из довольно гибких и относительно доступных систем имитационного моделирования, поддерживающая на единой платформе все существующие подходы к имитационному моделированию — дискретно-событийное моделирование, а также метод системной динамики. AnyLogic имеет развитый базовый язык дискретного и смешанного дискретно-непрерывного моделирования (Java). Система позволяет графически представить моделируемую систему и оптимизировать ее структуру.

Имитационная модель, разработанная авторами, описывает структуру и воспроизводит этапы производственного процесса, происходящего в цехе по переработке молока ОАО «Никольский маслозавод», находящегося в Пензенской области.

В настоящее время маслозавод производит такие виды продукции, как масло коровье, спреды высокожирные, молоко сухое обезжиренное, молоко питьевое пастеризованное, молоко фляжное, фасованное, пахта свежая пастеризованная, сметана, кефир, бифидок, ряженка, творог, напиток кисломолочный «Снежок», творог обезжиренный. Основную долю объема производства (около 70 %) составляет молоко 3,2 % фляжное и фасованное и масло «Крестьянское». В 2011 году их производство составило 236 и 188 т соответственно. Стои-

Таблица 1

Основные характеристики оптимально организованной СМО

Характеристика СМО	Варианты		
	1	2	3 (оптимальный)
Средняя длина очереди	Очередь длинная	Очередь недлинная	Очередь недлинная
Коэффициент загрузки узла	Высокий	Низкий	Высокий

мость валовой продукции за последние три года колеблется от 5 до 10 млн р.

Моделировался процесс производства масла и творога. В цехе по их производству молоко проходит следующие стадии переработки. На первом этапе молоко привозят на завод на грузовых машинах. Затем оно поступает в сепаратор, разделяющий его на обрат и сливки. Сливки проходят дальнейшую сепарацию, разделяясь на пахту и жирные сливки. Пахта затем направляется на нормализацию творога, а из жирных сливок в промышленном миксере изготавливается масло, которое затем фасуется и поступает на склад. Из обрат после его обработки в трубчатом сепараторе образуется творог, который затем смешивается с пахтой, охлаждается и сливается в мешки. Через определенное время содержимое мешков фасуется в специальные формы, производится взвешивание и продукция поступает на склад.

Данный бизнес-процесс можно выразить с помощью инструментария СМО. Моделирование проводилось для выявления «узких» мест в производственном процессе цеха (наличие очередей сырья к оборудованию, степени загруженности узлов сети) и оценки эффективности использования оборудования цеха. Оптимально организованным является процесс, в котором выполняются следующие условия: очередь небольшая и коэффициент загрузки устройства высокий (табл. 1).

Экономические последствия нерационально организованного процесса в СМО проявляются в виде завышенной себестоимости продукции (в случае недозагруженности оборудования) или недополучения выручки и прибыли из-за экономических потерь от пребывания транзактов в очереди (в случае высокой длины очереди к обслуживающему устройству). С помощью этой системы разработана имитационная модель работы заводского цеха молочных продуктов, работа которого представляет собой систему массового обслуживания. Концептуальная модель процесса приведена на рис. 1.

Данный процесс был смоделирован авторами в системе AnyLogic. Программа позволяет

моделировать с помощью встроенного визуализатора (рис. 2).

Здесь отражены в последовательной цепи процессы сепарирования молока, сепарирования сливок, охлаждения, фасовки, пастеризации обрат, получения творога, его нормализации, фасовки и поступления на склад.

Каждый объект на схеме изображен в виде специального, предусмотренного программой символа. Каждому объекту присвоены определенные свойства, для чего использовался язык программирования Java. Например, работа сепаратора имеет следующие характеристики: 1) время обработки (сепарирования) сырья, представленная в данном случае треугольным распределением с минимальным, средним и максимальным временем — 15, 20 и 24 мин соответственно и вместимостью 1 партия (рис. 3). Индивидуальные свойства присвоены каждому объекту модели.

Преимуществом системы AnyLogic является возможность визуализации бизнес-процесса. Для этого авторы запрограммировали анимацию работы основных элементов системы очереди или устройств. На рис. 3 (в нижней части) отражены индикаторы работы системы:

- коэффициент загрузки сепаратора будет отражаться во время работы фиолетовым индикатором (имя индикатора — *ATM Separator*, коэффициент его загрузки составляет 0,942).
- коэффициент загрузки миксера — зеленым индикатором (имя индикатора — *ATM Mixer*, коэффициент его загрузки составляет 0,655);
- коэффициент загрузки сепаратора для сливок — голубым (имя индикатора — *ATM Separator1*, коэффициент его загрузки составляет 0,916);
- коэффициент загрузки трубчатого пастеризатора — розовым (*ATM TrubPasterizator*, коэффициент его загрузки составляет 0,167);

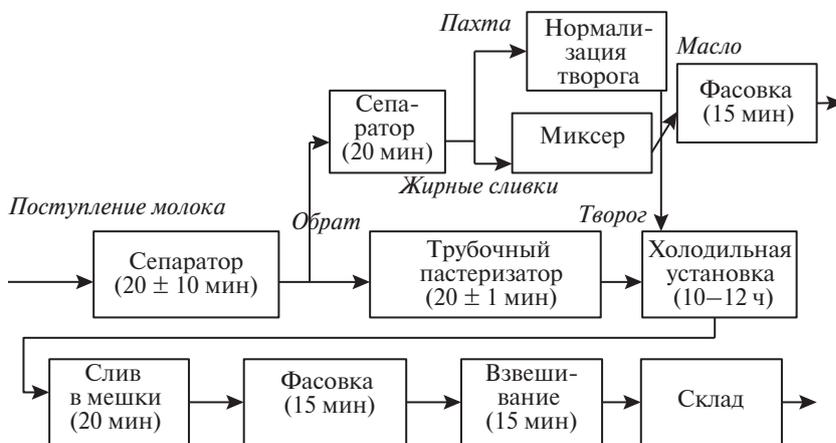


Рис. 1. Концептуальная схема процесса переработки молока

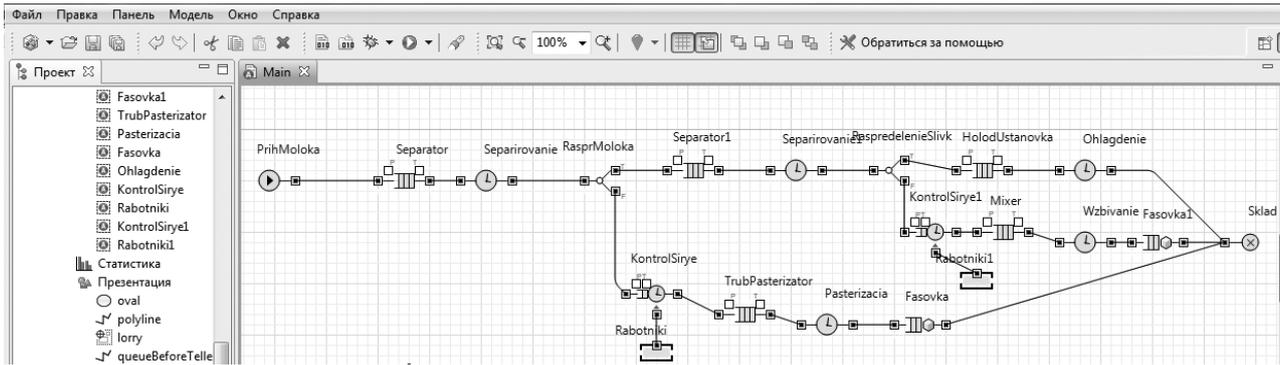


Рис. 2. Схема модели в окне построения модели системы AnyLogic

- коэффициент загрузки холодильной установки — красным (*ATM HolodUstanovka*, коэффициент его загрузки составляет 0,138) (рис. 4).

Эффективная и слаженная работа СМО обеспечивается тогда, когда при небольшой очереди коэффициенты загрузки всех узлов сети примерно равны и близки к 1. При запуске модели визуализация процесса позволит наглядно увидеть «узкие места» в сети и запланировать мероприятия по их устранению. Прогон модели показал, что коэффициент загрузки сепаратора близок к единице. Это положительный момент, но к нему образуется большая очередь транзактов, что является отрицательным моментом. Коэффициент загрузки пастеризатора также высокий, а у миксера недостаточный, при этом образуется большая очередь автомобилей на слив молока.

Таким образом, имитационное моделирование позволяет увидеть узкие места в сети и в данном случае на его основе авторы рекомендуют предприятию дополнительную покупку сепаратора для

Свойства		Консоль	
Separirovanie1 - Delay			
Основные	Задержка задается	<input checked="" type="radio"/> Явно	<input type="radio"/> Как длина пути/скорость
Параметры	Время задержки ^D	triangular(15, 20, 24)	
Статистика	Вместимость	1	
Описание			

Рис. 3. Свойства объекта *Sepарator*

того, чтобы бизнес-процесс был организован более эффективно. Дополнительно в модель был введен объект *Sepарator* и осуществлен прогон модели. Были получены следующие характеристики процесса (табл. 2).

После прогона модель была остановлена по истечении 480 ед. модельного времени (480 мин), при этом коэффициент загрузки сепаратора равен 0,907. Это положительный момент, но к нему выстраивается большая очередь транзактов (табл. 2). Коэффициент загрузки трубчатого пастеризатора также высокий, а у миксера недостаточный — 0,478,

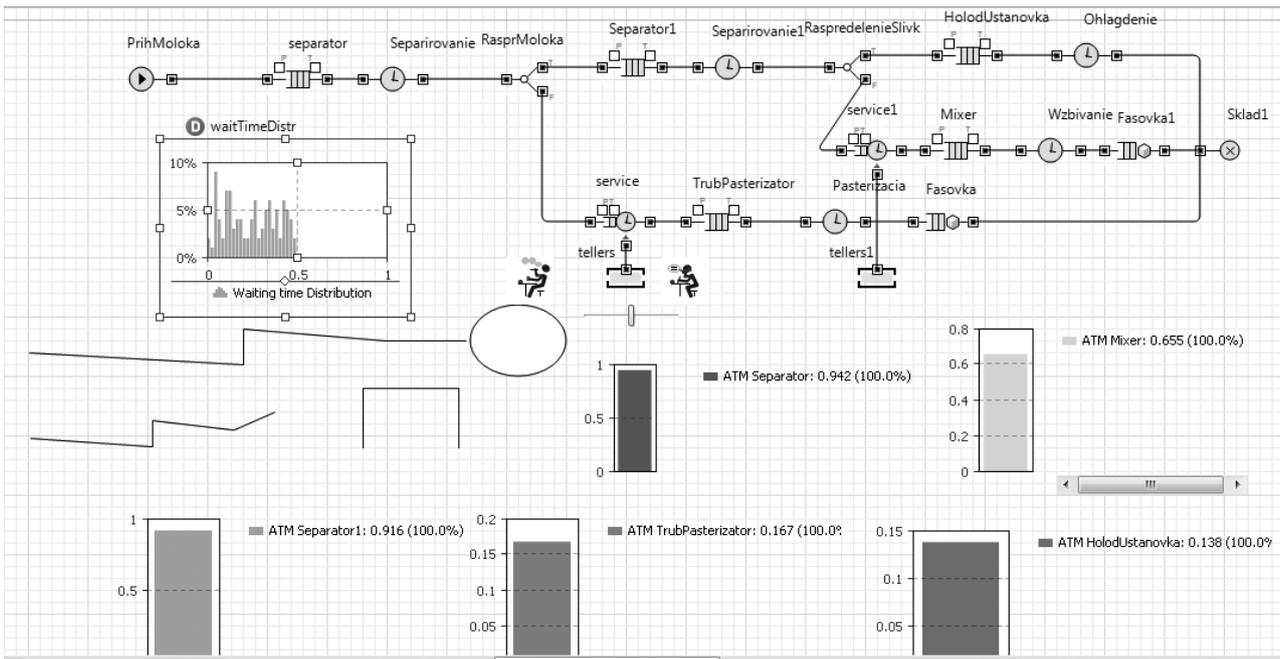


Рис. 4. Фрагмент анимации имитационной модели с индикаторами загрузки устройств и длины очереди

Основные показатели моделируемого процесса переработки молока на ОАО «Никольский маслозавод»

Показатель	Вид оборудования									
	Сепаратор (обрат и сливки)		Трубочный пастеризатор		Миксер		Холодильная установка		Сепаратор (пахта и жирные сливки)	
	До покупки сепаратора	После покупки сепаратора	До покупки сепаратора	После покупки сепаратора	До покупки сепаратора	После покупки сепаратора	До покупки сепаратора	После покупки сепаратора	До покупки сепаратора	После покупки сепаратора
Коэффициент загрузки	0,907	0,876	0,948	0,854	0,478	0,789	0,55*	0,801	0,256	0,742
Среднее время нахождения партии сырья в очереди, мин	3,3	3,0	5,8	5,5	9,1	8,9	7,6	7,3	4,2	3,9

Таблица 3

Расчет годового экономического эффекта

Показатели	Базовый вариант	Проектный вариант
Капиталовложения, тыс. р.	3450	3590
Эксплуатационные затраты, тыс. р.	64560	67770
Годовой объем производства, т	5475	5840
Нормативный коэффициент E_n	0,2	0,2
Годовой экономический эффект, тыс. р.	X	584

при этом образуется большая очередь автомобилей на слив молока. Но после покупки дополнительного оборудования коэффициенты загрузки всех установок почти равны и близки к 1. Это также считается положительным моментом для производства, так как при недозагруженности оборудования происходит его простой и из этого следует, что амортизация основных средств растет, и соответственно, повышается себестоимость.

Средняя продолжительность пребывания в системе складывается из среднего времени пребывания в очереди и среднего времени обслуживания. Из табл. 2 видно, что до покупки сепаратора среднее время молоковоза в очереди было велико, а после покупки дополнительного оборудования пошло

к снижению. Анализ представленных результатов показывает, что разгрузка узкого места позволила выровнять загрузку узлов сети и увеличить ее пропускную способность.

Это предложение было оценено экономически путем расчета экономии от снижения эксплуатационных затрат (табл. 3).

Величина годового эффекта реинжиниринга бизнес-процесса составит 584 тыс. р.

Итак, имитационное моделирование является одним из мощнейших и эффективных методов анализа экономических систем и оптимизации ее характеристик. Имитационное моделирование дает возможность оценить эффект конструкторских решений в сложных системах реального мира.

Список литературы

1. Моделирование систем в среде AnyLogic 6.4.1: учеб. пособие. — Ч. 2 / Под ред. А.Б. Николаева. — М.: МАДИ, 2011. — 104 с.
2. Боев В.Д. Исследование адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийных процессов: монография. — СПб.: ВАС, 2011. — 404 с.

УДК 338.49

*А.М. Гатаулин, чл.-корр. РАСХН, доктор экон. наук
Н.В. Карпузова*

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

СИСТЕМА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Информатизация агропромышленного комплекса (АПК) является одной из приоритетных задач управления его развитием, согласно «Концепции формирования информационного общества

в России» от 28 мая 1999 года № 32, Федеральному закону от 29.12.2006 № 264-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «О развитии сельского хозяйства»; Государственной программе развития сельского хозяйства и регули-