

УДК 681.5.004.94

Высочина О. С.¹, Данич В. Н.², Пархоменко В. П.³

¹Канд. техн. наук, доцент Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля

²Д-р эконом. наук, декан Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля

³Канд. государственного управления, доцент Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ARENA

В статье представлена имитационная модель производственного процесса промышленного предприятия по производству автомобильных клапанов. Приведено описание процесса построения модели и полученных результатов моделирования.

Ключевые слова: Arena, дискретно-событийный подход, имитационное моделирование, моделирование производственных систем.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современный этап развития экономики Украины характеризуется изменением условий хозяйственной деятельности. Для новых, рыночных условий функционирования промышленных предприятий характерны жесткая конкуренция, недостаточные инвестиции в производство, а также многочисленные факторы неопределенности внутренней и внешней среды. В сочетании со сверхнормативным износом оборудования это приводит к появлению разнообразных видов рисков, ставящих под сомнение возможность стабильной работы предприятий. Используемые на предприятиях системы управления производством позволяют осуществлять контроль состояния и распределения ресурсов, диспетчеризацию производства, управление документами, сбор и хранение данных о технологических процессах. Однако указанных возможностей недостаточно для принятия эффективных управленческих решений. В связи с этим

возникает необходимость разработки единой модели производства, позволяющей осуществлять комплексный анализ и прогноз развития предприятия, позволяя при этом оценить возможные риски реализации тех или иных проектов, а также их взаимное влияние. Разработка единой аналитической модели производства на современном этапе развития науки остается неразрешимой задачей, что в совокупности со стремительным прогрессом информационных технологий создает предпосылки к широкому применению средств имитационного моделирования в решении управленческих задач. Поэтому разработка эффективной и гибкой имитационной модели производственных процессов промышленного предприятия является чрезвычайно актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Имитационное моделирование является средством решения задач анализа, планирования и реконструкции произ-

водственных и логистических систем. В настоящее время существует три базовых подхода к созданию имитационных моделей, отображающих процессы в системах такого типа: агентный подход, непрерывный подход в форме системной динамики по Форрестеру и дискретно-событийный подход.

Агентный подход используется для исследования децентрализованных систем, когда глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Цель агентных моделей – получение представлений о глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении ее отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе [1]. Системно-динамический подход представляет собой мощный инструмент для исследования динамических процессов, направленный на изучение сложных систем и позволяющий выявить причинно-следственные связи между объектами и явлениями [2]. Дискретно-событийный подход предполагает абстрагирование от природы событий и рассматривает только основные события моделируемой системы, такие как: «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие. В отличие от системно-динамического подхода для управления системным временем используется принцип особых состояний, когда текущее начальное состояние изменяется на величину, определяемую значением ближайшего момента наступления события, что является удобным при описании технологических процессов, когда возникает необходимость отображения в модели таких событий, как «поломка станка», «окончание обработки детали» и т. д. [3]. В работе [4] проведен сравнительный анализ систем имитационного моделирования и сделан вывод о том, что для моделирования производственных процессов на предприятии одним из наиболее эффективных является использование системы имитационного моделирования Arena в рамках дискретно-событийного подхода.

Целью статьи является разработка имитационной модели производственных процессов Луганского предприятия по производству автомобильных клапанов, которая позволит рассчитывать основные экономические показатели работы предприятия и оценивать мероприятия, направленные на повышение эффективности его функционирования.

МАТЕРИАЛЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Процесс работы Луганского предприятия по производству автомобильных клапанов можно представить как множество определенным образом организованных материальных, финансовых и информационных потоков. Концептуальная модель представлена на рис. 1, где $\Rightarrow$ – материальный поток, --- – информационный поток, $\rightarrow$ – финансовый поток.

Для разработки имитационной модели производственных процессов на предприятии рассматривалось движение материальных потоков. Под материальными потоками понимались как сырье и материалы, так и полуфабрикаты, и готовые изделия, в процессе приложения к ним различных логистических операций и отнесенные к определенному временному интервалу. Под логистическими операциями понимались «отгрузка», «транспортировка», «разгрузка», «комплектация», «складирование», «упаковка», а также другие вспомогательные операции. Движение материальных потоков зависит от содержания информационных потоков, так как в основе процесса управления материальными потоками лежит обработка информации. Информационный поток – совокупность сообщений, циркулирующих как внутри предприятия, так и между предприятием и внешней средой. На базе этих сообщений организуется управление производственными и логистическими процессами на предприятии. Совокупность движения денежных средств во времени, сгруппированных по какому-либо признаку и представленных в виде функции времени, представлена в качестве финансового потока. Материальные потоки на своем пути проходят несколько этапов преобразования. В ходе логистического процесса сырье поступает на предприятие от поставщиков, затем на производственных участках организуется его рациональное использование, на последнем этапе готовая продукция (автомобильные клапаны) поставляется потребителям в соответствии с принятыми от них заказами.

Для генерации поступления сырья при построении имитационной модели производственных процессов Луганского предприятия по производству автомобильных клапанов в системе имитационного моделирования Arena использовался блок 'CREATE'. Интервал времени

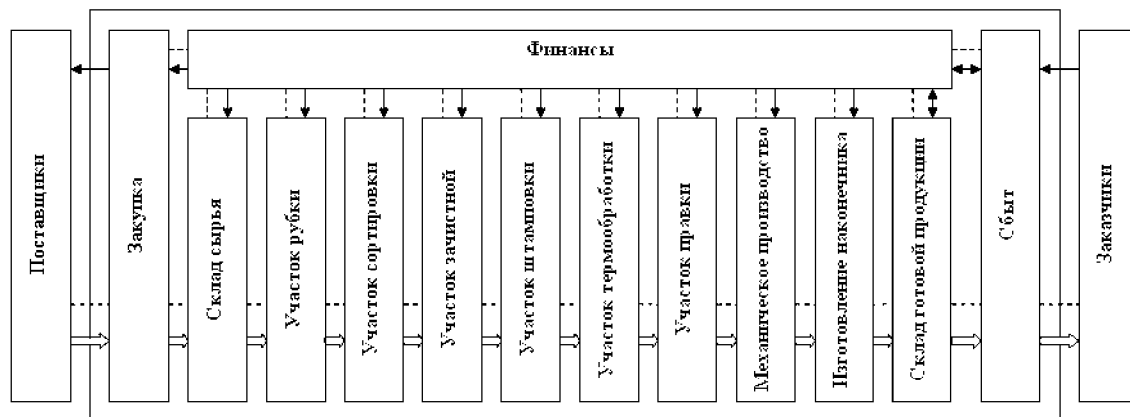


Рис. 1. Концептуальная модель предприятия по производству автомобильных клапанов

между появлением требований составлял 0,169 часов, что соответствует реальной интенсивности поступления прутка из клапанной стали на данный участок предприятия. Блок 'ASSIGN' использовался для задания времени обработки детали на станке. Для хорошей визуализации модели данный блок представлен для каждого станка, которые объявлены в элементе 'ATTRIBUTES'. Блок 'QUEUE' использовался для удержания требований до тех пор, пока станок не станет доступным. В элементе 'QUEUES' задавались характеристики очередей. При помощи блока 'SEIZE' за деталью закреплялся определенный ресурс. Блоки 'CREATE', 'ASSIGN', 'QUEUE' и 'SEIZE' представлены на рис. 2.

Для имитации вероятностных и детерминированных решений использовался блок 'BRANCH' (см. рис. 3).

Элемент 'RESOURCES' содержит всю информацию, необходимую для полного задания роли прибора обслуживания (станка) в модели. Для имитации обработки каждой детали на станке использовался блок 'DELAY'. При помощи блока 'RELEASE' деталь освобождает станок.

Для изменения мощности ресурсов, а именно для составления расписания работы станков, использовался элемент 'SCHEDULES' (см. рис. 4).

Для подсчета количества требований, проходящих через определенные точки в модели, совместно с элементом 'COUNTERS' использовался блок 'COUNT'. Для сбора статистических данных об отдельных наблюдени-

ях в сочетании с элементом 'TALLIES' использовался блок 'TALLY' (см. рис. 5).

При помощи блока 'DISPOSE' моделировался уход требований из системы. Элемент 'REPLICATE' применялся для задания множественных прогонов с различными параметрами. Для проверки логики модели использовались средства анимации.

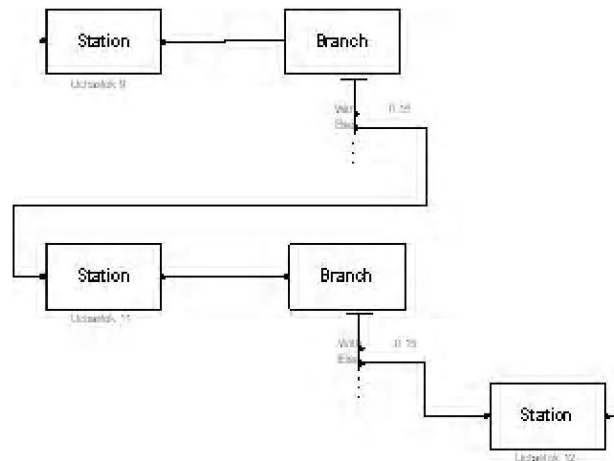


Рис. 3. Использование элемента 'BRANCH' в модели производства автомобильных клапанов в системе имитационного моделирования Arena

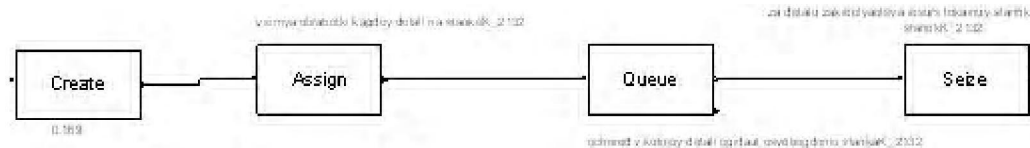


Рис. 2. Использование блоков 'CREATE', 'ASSIGN', 'QUEUE' и 'SEIZE' в модели производства автомобильных клапанов в системе имитационного моделирования Arena

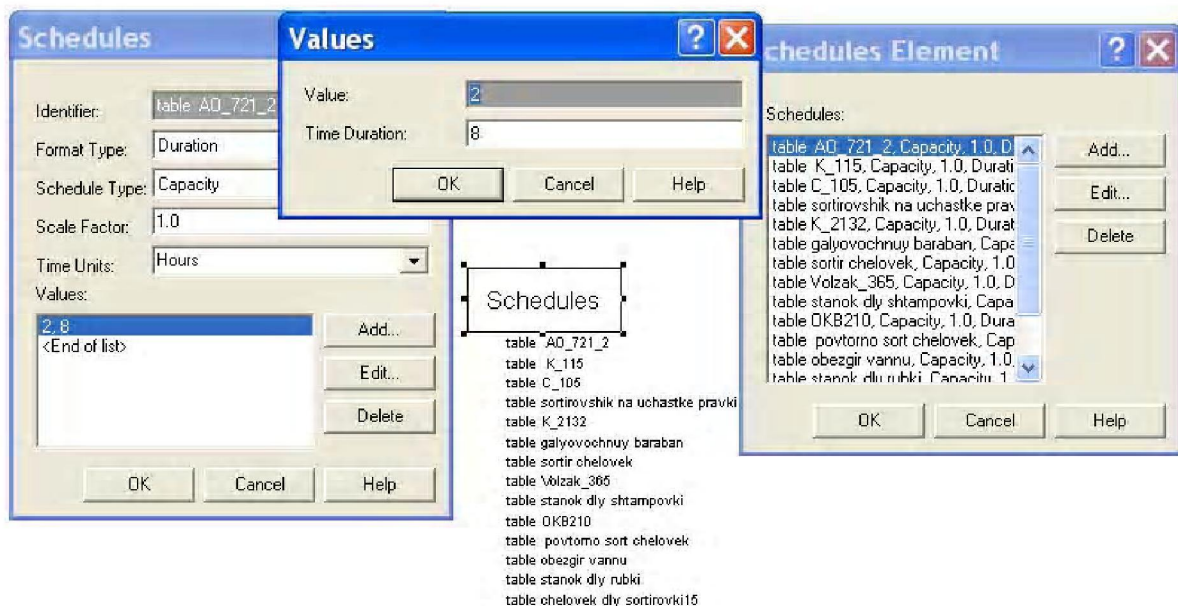


Рис. 4. Использование элемента 'SCHEDULES' в модели производства автомобильных клапанов в системе имитационного моделирования Arena

Для оценки адекватности разработанной модели проведено сравнение характеристик, полученных при помощи операционного анализа сетей систем массового обслуживания [5], с характеристиками, полученными при моделировании. На основании полученных результатов сделан вывод о том, что имитационная модель производственных процессов Луганского предприятия по производству автомобильных клапанов является адекватной.

По результатам имитационного моделирования выявлено, что одним из наиболее проблемных является участок штамповки. За один рабочий день в очереди на обслуживание скапливается 2136 заготовок. Стоимость преса для штамповки клапанов составляет 1800000 грн. Полная стоимость одной единицы клапана составляет 47,66 грн. Себестоимость одной единицы клапана составляет 30,50 грн. Если предприятие приобретет еще один станок, то очередь, в которой детали ожидают освобождения станка, уменьшится в 89 раз (см. рис. 6), производительность предприятия увеличится на 700 единиц в день. Срок окупаемости оборудования составит 7 с половиной месяцев (7,494295), после чего предприятие будет получать чистую прибыль в месяц на 240182,7 грн. больше, чем до покупки оборудования.

ВЫВОДЫ

В рамках дискретно-событийного подхода при помощи системы моделирования Arena разработана имитационная модель производственных процессов Луганского предприятия по производству автомобильных кла-

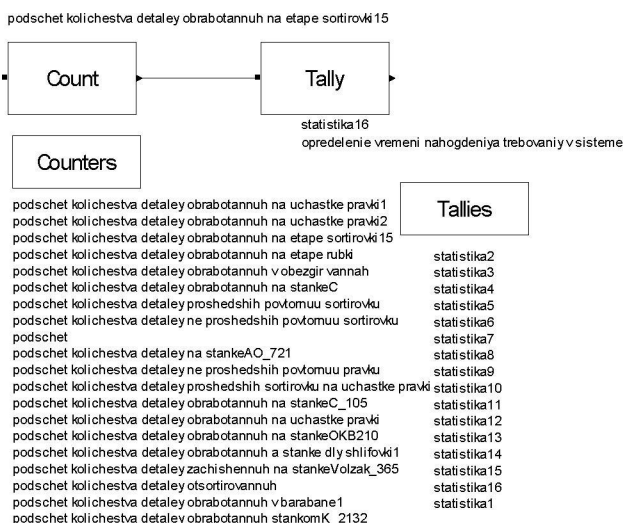


Рис. 5. Сбор статистических данных в модели производства автомобильных клапанов в системе имитационного моделирования Arena

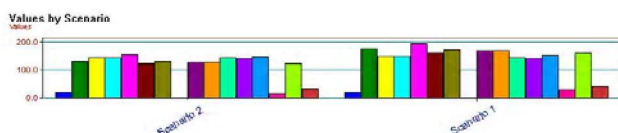


Рис. 6. Сравнительная диаграмма производительности ресурсов, полученная в результате анализа данных при помощи инструмента Process Analyzer (Scenario 1 – состояние очередей в модели до оптимизации, Scenario 2 – состояние очередей в модели после оптимизации)

панов. Рассмотрены основные экономические показатели работы предприятия, на основе анализа полученных результатов выявлено, что наиболее проблемным участком в процессе производства автомобильных клапанов является участок штамповки. Для повышения эффективности функционирования предприятия предложено купить дополнительный пресс для штамповки, тогда по результатам моделирования очередь, в которой детали ожидают освобождения станка для штамповки, уменьшится в 89 раз, производительность предприятия увеличится на 700 единиц в день, срок окупаемости оборудования составит 7 с половиной месяцев, после чего прибыль увеличится на 240182,7 грн. в месяц.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанная имитационная модель является мощным научно-прикладным средством для решения задач с целью повышения эффективности работы предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данич, В. Н. Моделирование быстрых и лавинообразных процессов / В. Н. Данич. – Луганск : ВНУ, 2010. – № 3 (145). – С. 86–101.
2. Международное общество системной динамики [Электронный ресурс] = System Dynamics Society : представляет собой профессиональную ассоциацию специалистов в области системной динамики – профессоров ВУЗов, практиков-консультантов и преподавателей со всего мира. – Электрон. дан. – [199-?]. – Режим доступа: <http://www.systemdynamics.org>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
3. Дигрис, А. В. Дискретно-событийное моделирование / А. В. Дигрис. – Минск : БГУ, 2011. – 201 с.
4. Высочина, О. С. Сравнительный анализ систем имитационного моделирования для решения задачи оптимизации производственных процессов промышленного предприятия / О. С. Высочина, В. Н. Данич., М. К. Демин // Вестник Восточноукр. национ. ун-та им. В. Даля – Луганск : ВНУ им. В.Даля, 2012. – № 8 (179), ч. 1. – С. 47–51.
5. Лоу Аверилл, М. Имитационное моделирование / Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон С. Пб. : Питер, 2004. – 848 с.

Статья надійшла до редакції 17.02.2012.

Височина О. С., Данич В. М., Пархоменко В. П.
МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА
ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ
СИСТЕМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ARENA

У статті представлено імітаційну модель виробничого процесу промислового підприємства з виробництва автомобільних клапанів. Наведено опис процесу побудови моделі та отриманих результатів моделювання.

Ключові слова: Arena, дискретно-подієвий підхід, імітаційне моделювання, моделювання виробничих систем.

Vysochyna O. S. Danich V. N., Parkhomenko V. P.
MANUFACTURING PROCESSES MODELING OF
INDUSTRIAL ENTERPRISES BY MEANS OF ARENA
SYSTEM SIMULATION

The article presents a manufacturing processes simulation model of industrial car valves production enterprises. A description of the model building and simulation results were considered.

Key words: Arena, discrete-event approach, simulation modelling, simulation of manufacturing systems.