

УДК 004

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Емельянченко Н.С.

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», г. Гомель

На любом предприятии или организации используется оборудование, которое находится в постоянной эксплуатации. На производстве выгодно, чтобы было обработано наибольшее количество сырья, но без простоя оборудования и без его перегрузки, в результате которого оборудование может выйти из строя. Поэтому актуальным вопросом является определения наилучшего использования ресурсов автоматизированного технологического процесса с учетом интереса производства.

Предмет моделирования – функционирование автоматизированного участка обработки деталей, состоящего из входного конвейера, транспортного робота и двух станков для обработки деталей. Транспортный робот выполняет весь цикл переноски деталей двух типов на два различных станка. Каждая деталь в зависимости от типа переносится разное количество времени, т.к. обслуживающие их станки находятся на разном расстоянии от входного конвейера. Детали могут образовывать очереди как перед перевозкой на транспортном роботе, так и перед обработкой на станках. После перевозки и обработки детали поступают на выходной конвейер (рисунок 1).

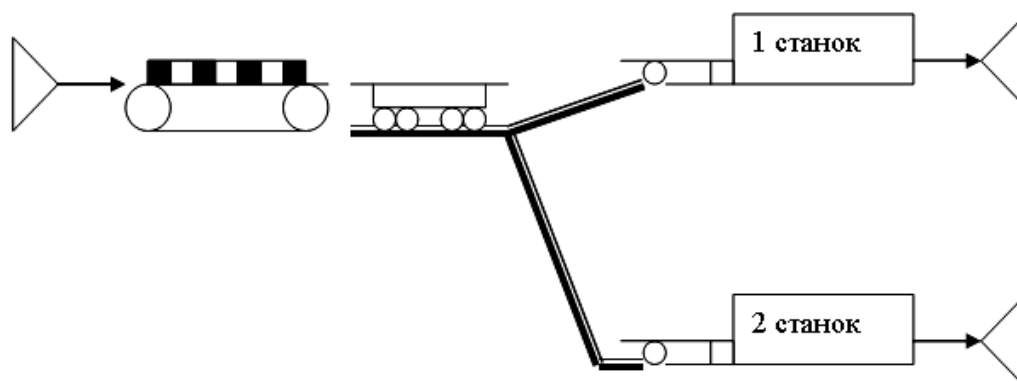


Рисунок 1 – Структурная схема объекта моделирования

Цель моделирования: изучение влияния интенсивности поступления деталей на загрузку транспортного робота и станков обработки деталей позволит:

- определить наиболее благоприятные параметры обработки сырья;
- избежать перегрузки и простоя оборудования;
- использовать ресурсы с учетом интереса производства.

Воспользуемся принципом декомпозиции: отдельными элементами модели будут очереди, транспортный робот, станки (в дальнейшем этапы обработки).

Параметры системы - интенсивность поступления деталей на транспортировку и обработку на станках (λ_i) ($i = 1..3$).

Переменными модели системы являются функции распределения длительности перевозки или обработки детали на i -том этапе $F_i(o)$.

Статистики моделирования: коэффициенты загрузки этапов обработки (z_i); количество обработанных деталей на участке (v); размер очереди к каждому этапу обработки (l_i); общее время обработки деталей на i -ом участке обработки (T_i).

Уточнение критериев эффективности. В качестве критериев эффективности могут выступать коэффициент загруженности этапов обработки (η_i) и среднее значение времён обработки деталей (T_i). В результате моделирования нужно найти следующие функциональные зависимости: $\eta_i = \varphi_i(\lambda_i)$ и $T_i = \Psi_i(\lambda_i)$.

Аппроксимация реальных процессов математическими величинами. При задании функций распределения $F_i(o)$ длительность обработки детали на i -ом этапе обработки достаточна аппроксимация дискретными функциями.

Принимаемые гипотезы: φ_i и Ψ_i имеют вид полиномов, порядок и значение коэффициентов которых необходимо будет определить.

Установление основной структуры моделирования. Необходимо прогнозировать характеристики загрузки этапов обработки (z_i) и времена обработки деталей на этапе обработки (T_i) в зависимости от изменяющихся характеристик входного потока деталей (λ_i) при заданных $F_i(o)$.

Исследование осуществляется с помощью имитационного моделирования. Имитационная модель представляет собой набор активностей AK_{ij} , каждая из которых после выполнения на ЭВМ возвращает управление управляющей программе моделирования. Формализация осуществляется поэтапно:

1. Осуществляется поиск места для поступающей детали: это либо новая строка, либо место ушедшей детали. Также происходит генерация детали, которая зависит от параметров табличного распределения и определяется тип детали, зависящий от значения параметра равномерного распределения.

2. Производится процесс перевозки детали роботом к различным станкам в зависимости от типа деталей, обрабатываемых ими, и осуществляется пополнение очередей деталей к станкам и отправка робота к входному конвейеру.

3. Осуществляется перевод робота из состояния «активен» в состояние «свободен» и подготовка его к перевозке следующей детали, обслуживание деталей на станках и завершения обслуживания. Также определяется среднее время пребывания детали в системе. Происходит завершение процесса обслуживания деталей и остановка всей системы.

Согласно принятым предложениям было разработано соответствующее ПО и проведена его верификация, в ходе которой определили, что достоверные результаты моделирования можно получить при модельном времени более 200 минут.

Для построения имитационной модели процесса, проверки ее адекватности и для оценки влияния на процесс каждого учитываемого технологического фактора использовался регрессионный анализ. Для получения регрессионных зависимостей был реализован В-план второго порядка [1]. Уровни и интервалы варьирования факторов представлены на рисунке 1. Контролируемыми факторами эксперимента были выбраны коэффициент загрузки робота КЗР, коэффициент загрузки 1 станка и коэффициент загрузки 2 станка.

Наименование фактора	Обозначения		Интервал варьирования фактора	Уровень варьирования фактора		
	Натур.	Норм.		Нижний (-)	Основной (0)	Верхний (+)
Количество деталей, K	K	X_1	5	295	300	305
Время в системе, T	T	X_2	2,4	37,62	40,02	42,42
Длина очереди, L	L	X_3	1,8	18	19,8	21,6

Рисунок 2 – Основные факторы и уровни их варьирования

В результате реализации схемы регрессионного анализа и оценки степени влияния каждого входного технологического фактора на выходную величину была получена следующая регрессионная модель:

$$\hat{E}\zeta D = 0,9658 + 0,0001\hat{E} + 0,0003\hat{O} + 0,0004L + 0,0000024K^2 + 0,0007T^2 + L^2 + 0,00045K_T + 0,034T_L + 0,00045K_L \quad (1)$$

Проанализируем по полученной модели влияние на отклик факторов К и Т и взаимодействия КТ. Зафиксировав фактор L с ростом значений количества деталей, величина времени в системе также увеличивается. При этом с увеличением значений фактора Т – времени в системе увеличивается практически линейно. Отсюда следует, что при больших значениях времени продолжительность обработки будет оказывать более сильное влияние на коэффициент загрузки.

Аналогично рассмотрим влияние факторов К и L и их взаимодействия. Влияние фактора К – количества деталей – сохраняет свой вид, но чем больше значения фактора L – длины очереди, тем более возрастает влияние количества деталей на значения коэффициента загрузки. Также очевидно, что и при больших значениях количества деталей влияние как времени в системе, так и длины очереди на коэффициент загрузки возрастает.

Проанализируем и взаимодействие факторов Т и L. Очевидно, что как с увеличением значений фактора Т влияние длины (L) на коэффициент загрузки усиливается, так и при увеличении значений фактора L усиливается влияние времени в системе на коэффициент загрузки.

На заключительном этапе была решена задача о поиске времени перевозки деталей роботом, при котором средняя длина очереди перед станками будет больше нуля и меньше наперед заданной конкретной величины (рис. 3 - 4). Решение данной задачи даст возможность избежать перегрузки оборудования.

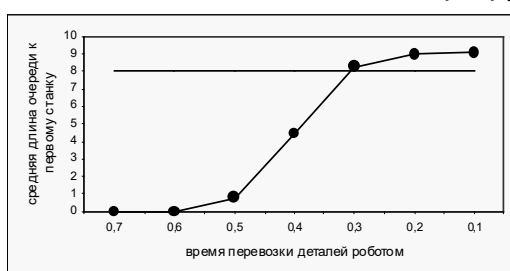
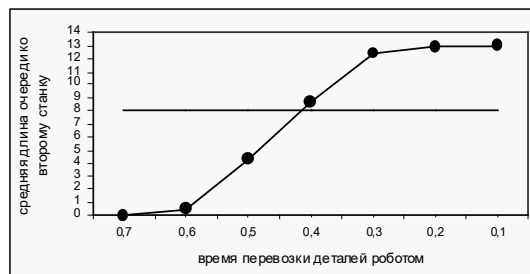


Рисунок 3 – Зависимость изменения средней длины очереди к первому станку от изменения времени перевозок деталей роботом

Рисунок 4 – Зависимость изменения средней длины очереди ко второму станку от изменения времени перевозок деталей роботом



Из рисунка 3 видно, что критическое значение длины очереди к первому станку достигается при времени перевозки детали первого типа роботом равном 0.315, а нулевое – при 0.6. Рисунок 4 показывает, что критическое значение длины очереди ко второму станку достигается при времени перевозки детали второго типа роботом равном 0.43, а нулевое – при 0.7.

Выводы:

1. При увеличении количества прогонов величина доверительного интервала постепенно уменьшается и стремится к нулю.
2. При оценке чувствительности имитационной модели выявили, что отклик чувствителен к изменениям переменной на интервале ее варьирования, т.к. коэффициент корреляции R^2 между значениями коэффициента загрузки робота и временного интервала перевозки им деталей составил 0,9337, что очень близко к единице.
3. В результате постановки имитационного эксперимента по сравнению альтернатив можно сформулировать выводы о наилучшем использовании ресурсов автоматизированного участка обработки деталей с учетом интересов производства. Анализ полученной математической модели позволит определить параметры оборудования для обработки деталей с целью наименьшего износа оборудования.

Литература

1. Лоу, А.М. Имитационное моделирование / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон. СПб.: Издательский дом ПИТЕР, 2004. - 848 с.

УДК: 004.652.5

ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ**Лысюк А.Н***УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест*

Разработка любой информационной системы основана на построении модели данных. Базовыми понятиями в модели данных являются объекты и отношения между ними. Спроектированная модель ложится в основу базы данных (включается в концептуальный и внешний уровни ее архитектуры). Качество проектирования модели данных непосредственно влияет на качество работы с конкретной базой данных.

В настоящее время широко распространена реляционная модель данных. Основной структурой данных в реляционной модели является отношение, как подмножество декартова произведения, представимое в виде таблицы. Каждая строка этой таблицы представляет запись (кортеж), а каждый столбец соответствует атрибуту отношения из заданного домена. В таблице не может быть двух одинаковых записей. Таким образом, реляционная модель данных представляется множеством таблиц-отношений.

Иерархические связи между отношениями поддерживаются неявным образом. В каждой связи одно отношение - основное, а другое – подчиненное. Таким образом, один кортеж основного отношения может быть связан с несколькими кортежами подчиненного отношения. Для поддержки этих связей оба отношения должны содержать набор атрибутов, по которым они связаны. В основном отношении это первичный ключ (primary key), в подчиненном отношении это внешний ключ (foreign key). Над множеством отношений определен ряд операций. В алгебре Кодда определены 8 операций, которые делятся на две группы: теоретико-множественные и специализированные операции.

Основными достоинствами реляционной модели данных является: полная независимость данных, строгий математический аппарат. Недостатками этой модели являются трудность понимания структуры данных, низкая скорость доступа, большой объем внешней памяти. Кроме того, не всегда предметную область можно представить в виде совокупности таблиц.