

О ПОДХОДАХ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Д. В. Щеников

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. С. Мурашко

В настоящее время в производстве одной из трудоемких задач является расчет времени на различные операции и переходы технологических процессов производства деталей, в результате чего требуется внедрение специализированных средств программного обеспечения, осуществляющих информационную поддержку принятия решений, повышающих эффективность работы технологов, приводящих к более

оптимальным решениям расчета времени. Современное производство часто требует решать нетривиальные проблемы, для того чтобы спрогнозировать новую ситуацию или найти новое оптимальное решение. Математическое моделирование – процесс создания математической модели и оперирования ее с целью получения сведений о реальном объекте исследования. И прогноз, и оптимизация решений могут быть выполнены обоснованно и с наименьшими затратами материальных и трудовых ресурсов, если существует математическая модель, адекватно описывающая объект исследования [1], [2].

Цель данной работы – автоматизировать построение математической модели затрат времени на перемещение вручную деталей различной массы из зоны обработки к месту промежуточного хранения с тремя варьируемыми факторами:

- S – расстояние перемещения, с заданной областью изменения;
- m – масса детали, с заданной областью изменения;
- Sp – способ перемещения детали с двумя разновидностями – перемещение в приблизительное место и перемещение к упору.

Первоначальной задачей исследования является построение линейной математической модели. С этой целью проводится полный факторный эксперимент по следующему алгоритму:

1. Построение матрицы планирования эксперимента [3].
2. Построение матрицы с результатами проведения эксперимента.
3. Расчет коэффициентов регрессии:

b_0 – свободный член математической модели определяется:

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j}{N};$$

b_i – коэффициент регрессии i -го фактора (линейный эффект) определяется по формуле

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j X_{ij}}{N};$$

b_{im} – коэффициент регрессии, характеризующий совместное влияние факторов i -го и m -го (эффект первого взаимодействия факторов X_i и X_m), определяется по формуле

$$b_{im} = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j X_{ij} X_{mj}}{N},$$

где Y_j – средняя оценка функции отклика в j -м опыте; X_{ij} – кодированный уровень i -го фактора в j -м опыте; N – количество опытов эксперимента.

4. Определение значимости коэффициентов регрессии. Рассчитывается доверительный интервал Δb [3], одинаковый для всех коэффициентов. Коэффициент регрессии можно считать значимым, если его абсолютная величина превышает величину доверительного интервала.

5. Проверка «нуль-гипотезы» об адекватности полученной математической модели. Если модуль разности между свободным членом b_0 и средней оценкой функции отклика в центре эксперимента \bar{Y}_0 [2], [3] не превышает доверительного интервала Δb [3], то гипотеза об адекватности линейной математической модели не отвергается.

6. Проверка адекватности математической модели по критерию Фишера. Условие принятия гипотезы об адекватности математической модели по критерию Фишера: $Fp \leq Ft$, где Fp – расчетное значение критерия Фишера [3], а Ft – табличное значение критерия Фишера для выбранного уровня значимости α и чисел степеней свободы f_1 и f_2 .

7. Перевод математической модели из кодированных значений факторов в натуральные [3].

Если в результате проведения линейного факторного эксперимента гипотеза об адекватности полученной модели не подтвердится, то необходимо достроить линейный план до плана второго порядка, чтобы получить новую, более адекватную математическую модель, с применением ротатабельного планирования второго порядка. Ядром ротатабельного планирования будет служить полный план, построенный для линейного факторного планирования с добавлением «звездных» и нулевых точек.

Последовательность действий построения математической модели второго порядка сходна с описанным выше алгоритмом, однако каждый шаг выполняется по своим правилам [3].

Для программной реализации алгоритмов построения линейной и ротатабельной математической модели зависимости затрат времени на перемещение деталей был использован язык VBA в Excel. Интерфейс программы на VBA, работающей в среде Excel, включает следующие элементы:

- запуск процедур с помощью команд меню пользователя;
- управление работой программы, ввод и вывод данных с помощью пользовательских диалоговых окон.

Программа исключает случайные ошибки, которые может допустить человек. Использовать предлагаемую программу могут студенты в курсовых и дипломных работах, а также пользователи-технологи.

Л и т е р а т у р а

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
2. Вознесенский, М. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / М. А. Вознесенский. – М. : Статистика, 1974. – 192 с.
3. Пучков, А. А. Применение теории планирования эксперимента для математического моделирования элементов технологических процессов / А. А. Пучков, С. А. Щербаков. – Гомель : ГПИ, 1993. – 72 с.