

Д.В. Бейлекчи, А.Н. Коноплев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Разработка алгоритма для определения оценки выполнения производственного плана в отведенные производственные сроки

Производственное расписание является идеализацией технологического процесса. В реальных условиях существует большая вероятность появления отклонений, таких как случайный отказ технологического оборудования, точечное отклонение от технологии производства, перебои в снабжении материальными ресурсами, брак каких-либо изделий и т.д. Поэтому возникает необходимость вносить изменения в расписание работы. Обычно разработчики систем оперативно-календарного планирования строят расписание без учета факторов выхода из строя технологического оборудования и в разрабатываемом плане используют резервирование времени, ранжирование деталей по срочности и т.д. Использование этих методов ухудшают область допустимого решения, и сводит к нулю все преимущества оптимизации при сокращении непроизводительного времени. Поэтому разработанный алгоритм позволяет проводить анализ вероятности отказов специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий. Данный алгоритм, основываясь на данных по прогнозам, может дать оценку выполнения производственного плана в отведенные сроки, определить состав наиболее надежного технологического оборудования, вычислить оптимальное необходимое число бригад наладчиков для своевременного устранения неисправностей и восстановления системы.

Разработка данного алгоритма основывалась на математической модели рассматриваемой авторами в [1] и результатам исследований вероятностных параметров из [2].

На реализации работы алгоритма выполняется определение значений следующих коэффициентов:

- количество единиц специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий (N), задается в зависимости от конкретного производства;
- количество бригад наладчиков (R), которые занимаются обслуживанием и наладкой станций (необходимое условие $N > R$);
- станции по производству радиоэлектронных изделий (k), которые стоят в очереди и нуждаются в обслуживании, или станции которые обслуживаются в данный момент;
- интенсивности появления отказов (λ), данное значение определяется с помощью прогнозирования непланового технологического обслуживания станций, которое формируется путем обработки статических данных о количестве отказов станций
- интенсивность потока обслуживания (μ).

Следующим этапом алгоритма происходит оценивание количества состояний системы [1] и автоматизированное формирование уравнений Колмогорова. Для автоматизации формирования уравнений Колмогорова необходимо выполнить следующие. Происходит формирование матрицы, которая показывает переходы по графу, представленному в [1]. Столбцы и строки в матрице показывают осуществления перехода, поэтому и имеют размер 2^{N+R} . Элементы матрицы M заполняются следующим образом: M_{ij} элемент присваивается «0» если переход не возможен (вызывается интенсивностью появления отказов λ). Если переход возможен, то элементу M_{ij} присваивается «1», а также элементу M_{ji} присваивается «-1». Как известно, слева в каждом i -м уравнении Колмогорова стоит вероятность данного состояния p_i , умноженная на суммарную интенсивность всех потоков, ведущих из данного состояния, а справа – сумма произведений интенсивностей всех потоков, входящих в i -е состояние, на вероятности тех состояний, из которых эти потоки исходят.

В каждой строке и каждом столбце матрицы имеем $(N+R)$ ненулевых элементов. По строкам матрицы M составляется левая часть уравнений, а по столбцам - правая часть. В итоге получим систему 2^{N+R} уравнений, которую можно решить, если воспользоваться нормировочным условием:

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

$\sum_{k=0}^{N+R} P_k = 1$, где P_k вероятность отказа для k -ой станции. При этом, как известно, одно любое из уравнений отбрасывается, поскольку оно вытекает как следствие из остальных. Таким образом, происходит автоматизация формирования системы алгебраических уравнений Колмогорова с целью определения вероятностей P_k для каждой станции.

На следующим этапе алгоритма происходит расчет вероятностей для каждой станции P_k . Для определения достоверности построенного расписания сначала рассматривается станции, которое имеет наибольшую финальную вероятность отказа P_k . Согласно формуле из [1]: $T_k^{\text{неп}} = P_k * \phi_k$, где $T_k^{\text{неп}}$ показывает, какое время k -ая станция будет находиться на обслуживании. Поскольку точное время поступления заявки на обслуживания для k -ой станции неизвестно, то для анализа необходимо рассматривать самые неблагоприятные интервалы времени, те интервалы времени, когда k -ая станция занята обработкой партий изделий (для мелкосерийного производства).

Выход из строя k -ой станции приведет к тому, что обработку партий изделий в расписании работ придется сместить по оси времени вправо на время, равное $T_k^{\text{неп}}$.

На финальном этапе алгоритма проверяется условие типа $T_k^{\text{неп}} < T_N^{\text{HB}}$, где T_N^{HB} – неиспользованное время в конце горизонта планирования. Данное условие показывает, что после обслуживания k -ой станции расписание работы выйдет за пределы горизонта планирования. Если же условие $T_k^{\text{неп}} > T_N^{\text{HB}}$ не выполняется, тогда возникает ситуация, когда отказ станции приведет к невозможности выполнения всего расписания на отведенном горизонте планирования. В данном случае, анализируя данную ситуацию, если значение вероятности P_k является таким, что при любой поступившей заявки будет приводить к сдвигу расписания за пределы горизонта планирования.

Тогда разумно во избежание данной ситуации или вводить дублирующее оборудование, или увеличивать время T_N^{HB} . В данной ситуации перед разработчиком производственного плана стоит вопрос о принятии наиболее выгодных критериев обхода сложившейся ситуации, либо экономических (внедрение в обработку дополнительного дублирующего оборудования), либо временных (увеличения дополнительного времени T_N^{HB}). Однако, если разработчик выбирает временной критерий, то необходимо проводить проверку, которая покажет что при смещении на горизонта планирования приводит к нарушению времени выполнения всего заказа и тогда для решения данной проблемы разработчику необходимо только внедрение в обработку дополнительного дублирующего оборудования.

Разработанный алгоритм системы позволяет проводить анализ вероятности отказов специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий. Используя данную модель [2] и алгоритм [1], и основываясь на данных по прогнозам, можно дать оценку выполнения производственного плана в отведенные сроки, определить состав наиболее надежного технологического оборудования, вычислить оптимальное необходимое число бригад наладчиков для своевременного устранения неисправностей и восстановления системы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-07-31064.

Литература

1. Коноплев А.Н., Кропотов Ю.А., Алгоритм оперативно-календарного планирования мелкосерийного производства // Автоматизация в промышленности, 2013- №11.- с. 52-55.
2. Коноплев А.Н., Суворова Г.П., Математическая модель диагностики и восстановления технологического оборудования в мелкосерийном производстве // Информационные системы и технологии, 2013- №3 (77).- с. 30-36.