

компоновки, удовлетворяющей требованиям [1].

Для ограничения числа вариантов компоновок изделий строят граф системы модулей, вершины которого обозначают модули. Если два модуля могут быть механически собраны, то соответствующие им вершины связываются ребрами.

Задача проектирования средств измерения решается нетривиальными приемами работы с графами [2]:

- методы представления графов;
- построение минимальных покрывающих деревьев;
- кратчайшие пути из одной вершины.

Так, базовый алгоритм нахождения вариантов компоновок, удовлетворяющих технологическим и компоновочным требованиям, может выглядеть следующим образом:

- анализ и выбор начальных и конечных вершин (концевых модулей);
- построение минимальных покрывающих деревьев, используемых для компоновки модулей, на основе выбранных начальных и конечных вершин;
- выбор минимального покрывающего дерева, удовлетворяющего параметрам конечного прибора, таким, например, как точность, допустимое число модулей, составляющих конечный прибор и т.д.

#### Литература

1. Аверьянов О.И. Развитие модульного принципа построения многооперационных станков с ЧПУ для обработки корпусных деталей. М.: НИИмаш, 1981. – 55 с.

2. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. Алгоритмы: построение и анализ. М.: МЦНМО, 2000. – 960 с., 263 ил.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕАЛИЗАЦИИ УСЛУГ НА ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ СВЯЗИ

*В.В. Старченко*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Д. Левчук*  
*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины*

Почтовая связь оказывает более 40 видов почтовых услуг (ПУ<sub>*i*</sub>). Однако структурообразующими являются некоторые из них. Поэтому мы выделяем семь типов ПУ<sub>*i*</sub>. Для имитационного моделирования каждой ПУ<sub>*i*</sub> ( $i = \overline{1,7}$ ) определяются группы параметров, переменных, статистик и откликов модели, которые детально обсуждаются в докладе.

Множество задаваемых характеристик поведения пользователей каждого почтового отделения связи (ПОС) включает в себя различные матрицы функций распределения вероятностей: подписки клиентами *l*-го типа на периодические издания *f*-го типа, размеров выплат пенсий абонентам *l*-го типа; оплаты абонентами *l*-го типа платежей *f*-го типа; использования индивидуального ресурса *m*-го типа при обслуживании запросов пользователей *l*-го типа и т.д. Множество задаваемых характеристик состава и структуры технологии ПУ<sub>*i*</sub> в ПОС<sub>*k*</sub> включает в себя: расписание функционирования технологических операций (ТХО<sub>*ij*</sub>); матрицу нормативных затрат ПУ<sub>*i*</sub> на реализацию ТХО<sub>*ij*</sub>; матрицу средних времен операций транспортировки для *i*-й услуги в ПОС<sub>*k*</sub>; нормативные характеристики процента дохода ПОС<sub>*k*</sub> от реализации ТХО<sub>*ij*</sub>; матрицу функций распределения длительности обслуживания запросов пользователей на ТХО<sub>*ij*</sub> в *k*-м ПОС и т.д.

В качестве управляемых параметров, модифицирующих поведение пользователей на входе ПОС<sub>*k*</sub>, используется матрица распределений длительностей между поступлениями запросов пользователей *l*-го типа на ПУ<sub>*i*</sub> в ПОС<sub>*k*</sub>. Таким образом, с помощью расписания работы ПОС и последней матрицы регулируется интенсивность поступления запросов *l*-го типа пользователей на ПУ<sub>*i*</sub>. Управление режимами ТППУ в ПОС<sub>*k*</sub> осуществляется с помощью графа структуры, который задается следующими параметрами: матрицей связей между обслуживаемыми устройствами (ОУС) и ТХО<sub>*ij*</sub> по управлению; матрицей связей ТХО<sub>*ij*</sub> и ОУС<sub>*ij*</sub> по информации; суммарным объемом ресурсов общего пользования, выделенных в

распоряжение ПУ  $i$ -го типа в каждом ПОС; суммарным суточным размером материалов, расходуемых при реализации ПУ $_i$  в ПОС $_k$  при обслуживании запросов пользователей.

В ходе имитации  $k$ -го варианта ПУ фиксируется вектор статистик имитации, верификации, адекватности и множество состояний процессов. Интегральными откликами имитационных моделей (ИМ) ПУ являются средние значения  $\{\overline{\eta_{kij}}, \overline{T_{okli}}, \overline{Q_{okli}}\}$  (коэффициенты загрузки, времена и доход) за время постановки имитационного эксперимента (ИЭ). Кроме того, в ходе ИЭ  $k$ -х вариантов ПУ фиксируются графики ежедневного изменения следующих откликов моделирования: доход ПОС $_k$  ( $Q_{0kts}$ ), затраты на реализацию ПУ $_i$  в ОПС $_k$  ( $Z_{0kts}$ ), эффективность работы ОПС $_k$  ( $E_{0kts}$ ), средненеделной размер выплат пенсий ( $\Sigma C_{0kts}$ ).

Целевой функцией имитационного моделирования и выбора вариантов организации ПОС $_k$  выбран обобщенный вектор  $Y_{ok}$ , компонентами которого являются:

$$Y_{ok} = \{ \overline{\eta_{kij}}, \overline{T_{okij}}, \overline{Q_{okl}}, \overline{Z_{ok}}, \overline{E_{ok}} \}; i=1,7, j=1,10.$$

У вектора  $Y_{ok}$  часть компонентов требует максимизации их значений ( $\overline{\eta_{kij}}, \overline{Q_{okl}}, \overline{E_{ok}}$ ), а для другой части компонентов необходима минимизация их значений ( $\overline{T_{okij}}, \overline{Z_{ok}}$ ). Поэтому эти компоненты необходимо привести к одному типу (например, требуется только максимизация всех компонент путем вычисления обратных величин у  $\overline{T_{okij}}$  и  $\overline{Z_{ok}}$ ), и к одному масштабу (путем нормировки всех значений откликов вариантов ИМ ПУ максимальным значением из всех вариантов, что позволит представить все компоненты  $Y_{ok}$  в виде относительных величин, изменяющихся на интервале  $[0, 1]$ ).

## ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ПОКАЗАТЕЛЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

*В.Д. Гришко*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.М. Булойчик*

*Военная академия Республики Беларусь*

В настоящее время компьютерное моделирование является основным методом анализа сложных технических систем проводимого с целью обоснования рассматриваемых проектов и предложений. При исследовании эффективности сложных технических систем особое внимание уделяется выбору интегрального показателя эффективности (ИПЭ), который должен отразить сложную взаимозависимость многочисленных факторов, влияющих на качество функционирования системы.

При выполнении требования строгой условной независимости частных показателей (ЧПЭ), характеризующих влияние соответствующих факторов [1], ИПЭ имеет либо аддитивный, либо мультипликативный вид, причем ЧПЭ имеют различные веса, отражающие степень их влияния на функционирование системы в целом:

$$Q = \sum_{i=1}^n k_i Q_i(x_i), \quad \text{при } \sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad \text{или} \quad Q = \prod_{i=1}^n (1 + k_i Q_i(x_i)) \quad \text{при } \sum_{i=1}^n k_i \neq 1,$$

где  $k_i$ -весовые коэффициенты,  $Q_i(x_i)$ - ЧПЭ  $x_i$ -го критерия.

При сравнении нескольких вариантов построения систем (например  $a$  и  $b$ ) наиболее предпочтительным считается тот вариант, значение ИПЭ которого выше (ниже), т.е.  $b > a$  при  $Q^{(b)} > Q^{(a)}$ ,  $Q^{(a)}$  и  $Q^{(b)}$  – значения ИПЭ при альтернативах  $a$  и  $b$  соответственно.

Первоначальные значения весовых коэффициентов могут быть получены методом синтеза дерева «целей и задач» функционирования системы [1]. Однако из-за изменения параметров системы или характеристик внешней среды значимость каждого критерия может изменяться. Кроме того, нельзя однозначно говорить о правильном определении начальных значений этих коэффициентов. Поэтому существует объективная необходимость динамической корректировки вектора весовых коэффициентов, т.е. его оптимизации.

Необходимость оптимизации вектора весовых коэффициентов может возникнуть только