

УДК 658. 012. 2

ОСНОВЫ СИНТЕЗА КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Т.Е. Сметанникова, магистрант гр. МРм-141, I курс

Научный руководитель: В.А. Полетаев, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Задача синтеза структур КИП формулируется как задача дискретного математического программирования. Все этапы синтеза в конечном итоге преследуют цель достижения экстремума целевой функции оптимизации. Функционирование больших технических систем (БТС) рассматривается как процесс, к которому относятся КИП, и как элемент интегрированного производства, на который действуют разнообразные технические критерии, а задачи оптимизации имеют явно выраженный многокритериальный характер [2, 3]. По мере подъема по ступеням структурной иерархии уровень автоматизации уступает место экономическим критериям. Таким образом, с ростом ранга системы неизбежно растет и ранг целевой функции ее оптимизации. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев оценки эффективности БТС (в том числе КИП) используют однокритериальный экономический подход. Системная концепция структурного и параметрического синтеза КИП подчинена задаче обеспечения максимального экономического эффекта в каждом конкретном случае, т.е.

$$\mathcal{E} \rightarrow \max,$$

где \mathcal{E} – суммарный по годам расчетного периода экономический эффект производства, в составе которого используется проектируемая КИП [2, 3].

При устойчивых технико-экономических показателях по годам расчетного периода (номенклатура, годовые программы выпуска и показатели качества деталей (изделий), результаты и затраты производства в стоимостном выражении) экономический эффект определяется по формуле

$$\dot{Y} = \frac{\Delta P - \Delta C}{p + E_{\text{ип}}},$$

где ΔP , ΔC – изменение стоимостных оценок соответственно хозяйственных результатов и затрат, характеризующих данное мероприятие за расчетный период; P – норма реновации основных фондов; $p = E_{\text{ип}} / (1 + E_{\text{ип}})^{t_{\text{сл}}} - 1$; $E_{\text{ип}}$ – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный

нормативу эффективности капитальных вложений; $t_{\text{сл}}$ – срок службы оборудования.

В общем, процесс создания КИП можно представить как последовательность действий:

1. Этап решения задачи идентификации системы (систематизация и обработка исходной информации и определение на ее основе показателей назначения);

2. Этап синтеза делится на два уровня, каждый из которых состоит из нескольких рабочих фаз:

– на первом уровне, на основании исходной информации, нормативных данных и экологических показателей осуществляется а) структурный и б) параметрический синтез КИП;

– на втором уровне производится структурный и параметрический синтез ОТС:

а) синтез КС;

б) синтез обслуживающих транспортных устройств (ОТУ) и их параметры;

в) синтез ИУС;

г) параметрический синтез ОУС.

Таким образом, на втором этапе устанавливаются проектные показатели КИП, на основании которых осуществляется проектная оценка технико-экономических показателей выбранного структурного варианта КИП.

3. Этап формирования имитационной модели производственного процесса ИТСМ.

Системное проектирование КИП предусматривает выполнение следующих основных взаимосвязанных этапов:

– формирование целевой функции создания КИП;

– определение номенклатуры обрабатываемых деталей и производственных программ выпуска;

– выбор технологических методов обработки;

– определение технических характеристик физических элементов КИП;

– составление расписаний работы;

– разработка системы динамического контроля (оперативного управления производством) на ЭВМ;

– разработка обобщенной модели системы и ее исследование на ЭВМ.

Анализ и синтез КИП в системном анализе называют задачами оптимального распределения ресурсов.

Синтез ПТС на этапах ЖЦИ проектирование и использование – назовем прямой задачей объемного планирования, т.е. это определение оптимального качественного и количественного состава оборудования, в большинстве случаев в сочетании с совокупностью технологических маршрутов.

Под обратной задачей объемного планирования, решаемой на этапах использования и восстановления, будем понимать задачу анализа, т.е. оптимального распределения обрабатываемых деталей по оборудованию.

Обе группы задач относятся к задачам целочисленного линейного программирования (ЦЛП) или еще к более широкому классу комбинаторных задач дискретной оптимизации [3].

Особенности задач ЦЛП заключаются в дискретном характере переменных, конечности множества вариантов, наличии условий, приводящих к изменению вида функций и (или) ограничений. В результате решения этих задач находят оптимальные значения целевой функции, а также соответствующие этому оптимальному решению значения переменных основных и дополнительных. Значения основных переменных характеризуют номенклатуру и число определяемых объектов (станков, деталей), при выборе которых будет достигнут максимальный эффект. Значения дополнительных переменных показывают резервы по учитываемым видам ограниченных ресурсов, позволяют выявить избыточные и дефицитные ресурсы и т.д.

Решение задач анализа и синтеза обеспечивают повышение экономической эффективности КИП.

Проведем классификацию математических моделей загрузки оборудования:

1. Модель выбора ПС с полной взаимозаменяемостью станков (модель синтеза).

Критерий – минимум затрат.

2. Модель выбора ПС с частичной взаимозаменяемостью станков (модель синтеза).

Критерий – минимум затрат.

3. Модель выбора ПТС с взаимозаменяемостью технологических маршрутов обработки (модель синтеза).

Критерий – минимум затрат.

4. Модель объемного планирования производства по деталям (модель анализа).

Критерий – максимум прибыли от производства, максимум выпуска, максимум использования оборудования.

5. Модель объемного планирования производства по деталям и операциям (модель синтеза).

Критерий – максимум прибыли, максимум выпуска, максимум использования оборудования.

Анализ приведенных моделей показывает, что первая является частным случаем второй, а вторая частным случаем третьей. Однако вторая модель разворачивается в третью перебором всех возможных вариантов сочетаний станков по отдельным операциям. Таким образом, и с теоретической и с практической точек зрения основной является третья модель.

Эта модель имеет более широкое применение и пригодна для выбора структуры любого специального технологического комплекта оборудования в серийном производстве.

Для решения задач дискретной оптимизации используют как точные, так и приближенные методы решения [3].

В работе [3] рассмотрены модели определения состава оборудования проектируемых участков и цехов машиностроительных заводов. Модели описываются следующими условиями: при заданных вариантах выполнения на различных станках операций обработки деталей, закрепленных за цехом, необходимо выбрать такие станки и в таком количестве и так распределить операции обработки по этим станкам, чтобы при выполнении заданных ограничений затратная целевая функция приняла бы наименьшее значение. Модель представлена как задача ЦЛП, в которой часть переменных являются булевыми, а часть может принимать значения любых целевых неотрицательных чисел.

В работах [2, 3] предложен эвристический метод, разбитый на два этапа: на первом получают условно – оптимальное решение, на втором предусматривают улучшение полученного начального решения путем пошаговой направленной оптимизации. Представленные модели являются частными случаями модели выбора ПС ГПС с частичной взаимозаменяемостью станков, если разрешить использование станков на j -х операциях.

Все экономико-математические задачи анализа (задачи 4, 5) являются разновидностями основной задачи производственного планирования Л.В. Канторовича [3]. Их можно определить как задачи обратные задачам № 1 и № 2 (задачи синтеза) и разделить соответственно на модели объемного планирования производства по деталям и по деталиеоперациям, а также по видам критерия оптимальности.

Таким образом, под синтезом структуры понимают определение элементного состава системы, свойств элементов и связей между ними. Соответственно синтез ПТС состоит в определении оптимальной совокупности реализуемых технологических маршрутов для установленных технологических групп или типов деталей и комплектов (номенклатуры и количества) основного технологического оборудования.

Задача синтеза ПТС серийного производства рассматривается в системном аспекте. Это предполагает:

- 1) определение набора маршрутных технологических процессов;
- 2) определение комплекта оборудования для реализации технологических процессов;
- 3) согласование работы механообрабатывающего и сборочного цехов при равномерном распределении годовой программы выпуска изделий;
- 4) выбор размеров партий запуска деталей и циклов поставки их сборочному цеху;
- 5) определение условий устойчивости производственного процесса при минимальной длительности цикла механической обработки (т.е. расчет межоперационных и межцеховых запасов).

Список литературы

1. Полетаев В. А. Автоматизированная поддержка производственного цикла создания изделия машиностроения // Вестник КузГТУ, 2009. – № 5. – С. 40-44.
2. Полетаев В. А. Интегрированная система управления качеством изделий машиностроения / В. А. Полетаев, И. В. Чичерин. – Москва: Машиностроение, 2010. – 307 с.
3. Полетаев В. А. Проектирование компьютерно-интегрированных производственных систем / В. А. Полетаев, В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов, И. В. Чичерин. – Москва: Машиностроение, 2011. – 324 с.