

УДК 621.981



В.С. Гусарев,

доцент,
Одеський
національний
політехнічний
університет

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ТП) И СТРУКТУР МАШИН (СМ)

В.С. Гусарев. Критерії оцінки моделей технологічних процесів (ТП) і структур машин (СМ). Розглянуто критерії оцінки різних структур процесів і структур машин. Узагальненим критерієм є кількість рухів.

V.S Gusarev. Criteria otsenki models tehnolohycheskyh processes (TP) structures and machines (SM). The criteria of evaluation of various structures of processes and structures of machines. Generalized criterion is the number of movements.

Введение. Для поиска решения задачи по оценке моделей технологических процессов рассмотрим терминологию:

1. Критерий — (греч. criterion) - признак, на основании которого формируется оценка объекта, процесса, мера оценки, создает базис (основание, правило) для принятия решения о соответствии предъявленным требованиям

2. Показатель — обобщённая характеристика какого-либо объекта, системы, процесса или его результата.

3. Модель ([лат. modulus](#) — «аналог, образец») — это абстрактное представление реальности в какой-либо форме (математической, физической, **символической**, **графической** или дескриптивной), предназначенное для представления определенных аспектов этой реальности и позволяющее получить ответы на изучаемые вопросы.

Для оценки ТП и СМ использованы такие показатели:

E - число ячеек (позиций),

F- число потоков,

G- число операторов (механизмов),

H - число операционных действий (движений),

τ_c - цикл выпуска.

Приведенные критерии, как показатели, характеризуют модели технологического процесса обработки или сборки и их (схемную) реализацию в структуре технологической машины. В зависимости от необходимого выпуска изделий, сложности и количества технологических операций может быть предложено *конечное множество*, хотя и достаточно большое, вариантов решений. Существуют пределы, в которые укладываются варианты решения. Нижний предел состоит из структуры с одной ячейкой, в которой должны выполняться все технологические операции (концентрация операций по Ф.С. Демьянюку) и все сопутствующие вспомогательные операции. Верхний предел определяется числом ячеек равным количеству технологических операций (дифференциация операций по А.П. Соколовскому) и им сопутствующим вспомогательных операций. В случае автоматизированной системы структура машины с одной ячейкой представляется многооперационным станком типа «обрабатывающий центр». Многоячеистые системы - это автоматические линии (АЛ), робототехнические комплексы (РТК), гибридные производственные системы (ГПС), в том числе автоматические роторные системы Л.Н.Кошкина. Оценка принятых модельных решений по предложенным критериям является объективным измерителем их эффективности. Ниже представлены варианты некоторых ТП и СМ для реализации на модельном уровне.

1. Модель, с одной ячейкой $E = 1$, которая соответствует единичной матрице технологических операций (ТОП), содержащей одну технологическую операцию (A_1), представляет собой структуру однооперационной машины. Для реализации процесса требуется единственный рабочий механизм $G = 1$. Этот механизм, выполняет одно рабочее действие $H = 1$. Общее число действий в ячейке с учетом ввода и вывода технологического объекта (ТО) в ячейку: $H = 1 + 2$.

2. Модель с одной ячейкой $E = 1$ и матрицей-столбцом ТОП, представляет собой машину с набором из (m) инструментов для последовательной обработки одноименных поверхностей. В этой машине реализация процесса обеспечивается двумя механизмами $G = 2$: рабочим A_1 и транспортным q . Последний представляет собой револьверную головку, производящую замену инструмента. В этой модели число действий H зависит от количества технологических (m) и транспортных ($m-1$) операций, а также двух операций ввода и вывода ТО, определяется по формуле: $H = m + (m-1) + 2$.

В примере $m = 3$.

3. Модель с одной ячейкой $E = 1$, представлена матрицей-строкой (n), то число операторов будет три $G = 3$. В этой машине реализация процесса обеспечивается тремя механизмами $G = 3$: одним - рабочим A_1

и двумя - транспортными q и p . Первый (q) -представляет собой револьверную головку, производящую замену инструмента, а второй (p)-механизм ориентации технологического объекта относительно рабочего механизма (инструмента).

Эти операторы выполняют рабочее действие A_1 - (n - раз), действие по замене инструментов q ($n-1$) - раз и изменению положения p ($n-1$) – раз, а с учетом действий по вводу и выводу технологического объекта из системы число действий H будет определяться следующей формулой:

$$H = n + (n-1) + (n-1) + 2 = n + 2(n-1) + 2.$$

Более сложным является вариант, если модель с одной ячейкой $E=1$ и тремя механизмами $G = 3$, должны реализовать процесс, описываемый матрицей-таблицей (mn). Здесь возможны два предельных варианта технологической реализации процесса, тогда с учетом этого число действий H будет определяться по формуле:

$$H = mn + (mn-1) + (n-1) + 2, \text{ в первом варианте.}$$

или по формуле:

$$H = mn + 2(mn-1) + 2 \text{ во втором.}$$

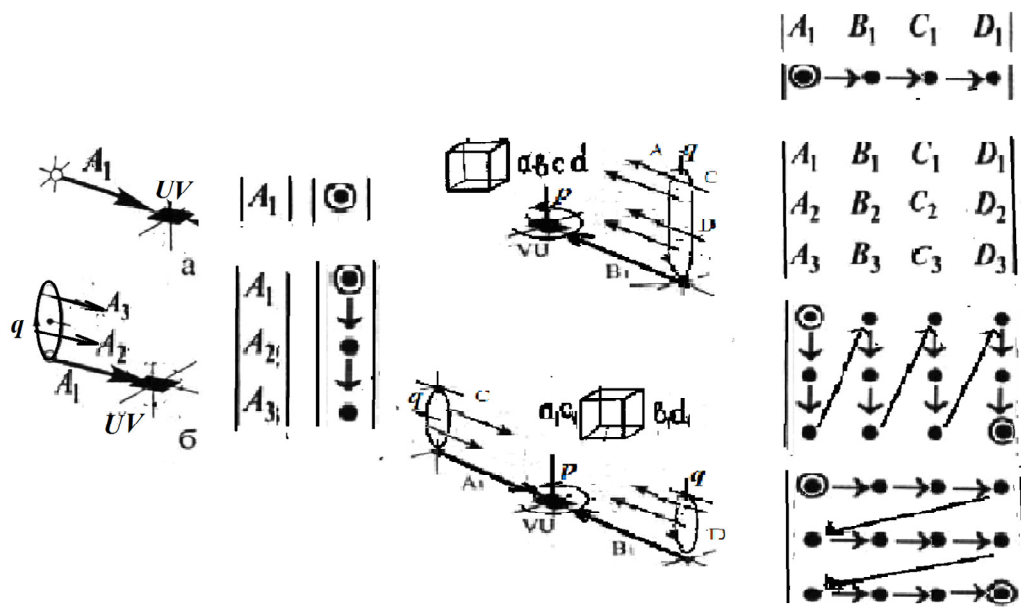


Рис. 1 Структурные модели машин с одной ячейкой и процесса с различными матрицами ТОП

Особенностью машин с одноячеечной структурой является последовательное выполнение всех операций. Машины с такой структурой в производстве носят название обрабатывающий центр (ОЦ).

Возможны модели с одной ячейкой, но одновременным инструментальным воздействием на разные элементы ТО. По упомянутому принципу возможно осуществить как (subtraction-вычитание) обрабатывающие, так и аддитивные (addetivction- сложение) сборочно-монтажные технологические процессы. Совершенно не технический пример: - медицинская операционная практика – одновременное воздействие (subtraction) на «объект» по нескольким его элементам. Возможно и выполнение нескольких сборочных (addetivction) операций на стапеле с помощью промышленных роботов. Принципиально сборочно-монтажный стапель - это одна ячейка в модели с многосторонним, одновременным воздействием (установкой деталей) на разные элементы объекта (базовой детали).

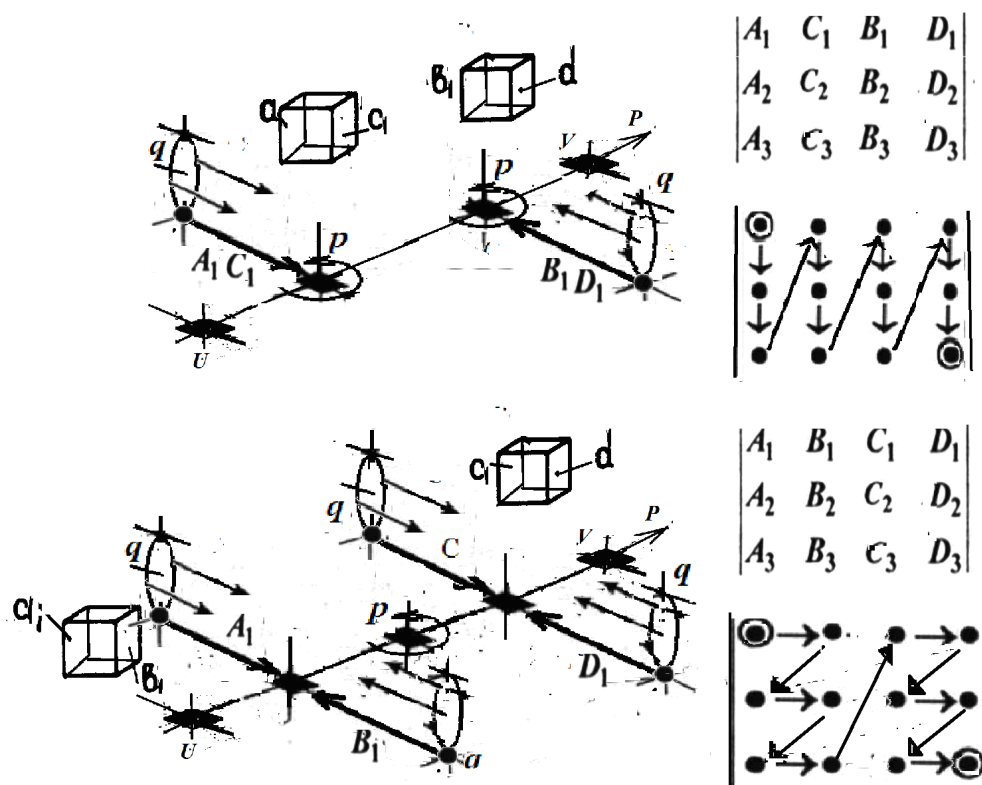


Рис. 2 Структурная модель машины (АЛ) с несколькими ячейками и револьверными головками для полной матрицы ТОП

Структурные решения с числом ячеек больше единицы $E>1$ представляют собой варианты многопозиционных машин, которые имеет

либо «жесткие связи» между собой с помощью транспортеров, либо «мягкие связи» с помощью роботов. Первые из них – это автоматические линии той или другой сложности, вторые - «гибридные робототехнические (гибкие) технологические системы». Для оценки первых достаточны критерии *E, F, G, H*, то для вторых, в дополнении к упомянутым, показатели «гибкости» первого $\Gamma(N)$ и второго $\Gamma(M)$ рода. В остальном нахождение критериальных показателей аналогично приведенному выше. В целом можно сделать дополнительный вывод о том, что изменение числа ячеек (позиций) в структурах приводит к изменению длительности цикла выпуска (τ_c).

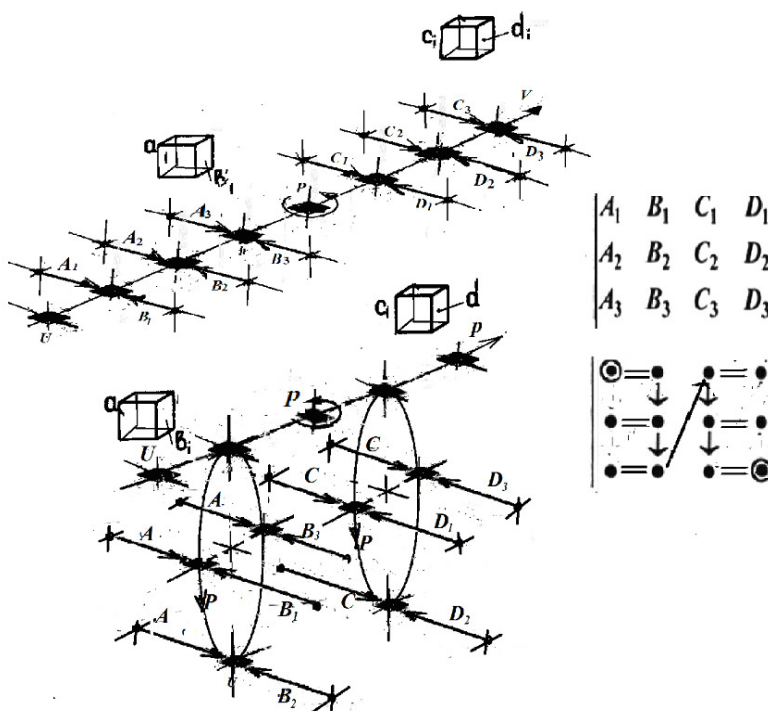


Рис. .3 Структурные модели технологических машин (автоматических линий) с устройствами без револьверных головок.

Общая формула для определения числа действий (движений) в структуре ОЦ, РТК и ГПС, с некоторой корректировкой, будет:

$$H = H(X) + H(q) + H(p) + H(UV) + H^{\circledast} + H(A),$$

где $H(X) = n$, или $= m$, или $= mn$ - число действий рабочих операторов обработки или сборки определяется матрицей ТОП,

$H(q) = (m-1)n$, - число действий револьверной головки или манипулятора замены (рабочего оператора) инструмента,

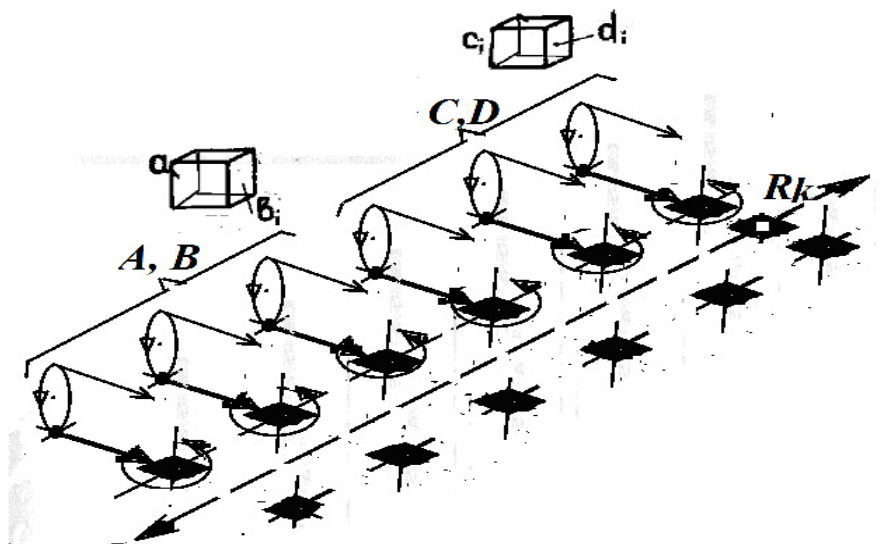


Рис. 4 Структурная модель «гибридная робототехническая (гибкая) технологическая система». – станки A, B, C, D с револьверными головками q и транспортным обслуживанием с помощью промышленного робота-тележки Rk .

$H(p) = 2(n-1)$, или $=2(mn-1)$; - число действий транспортного оператора по перемещению или ориентации технологического объекта,

$H(UV) = 2$ – число действия по вводу и выводу технологического объекта в систему,

$H(R)$ - число действий робота по обслуживанию системы,

$H(A)$ – число действий в магазине –накопителе.

Общая формула для определения числа действий (движений) в структуре АС, АЛ будет

$H = H(X) + H(q) + H(p) + H(UV)$, где $H(X) = mn$ -число действий рабочих операторов обработки или сборки, $H(q) = (m-1)n$ - число действий револьверной головки или манипулятора замены рабочего оператора (инструмента),

$H(p) = (mn/k-1)$ или $=2(mn-1)$ - число действий транспортного оператора по перемещению или ориентации технологического объекта,

$H(UV) = 2$ – число действия по вводу и выводу технологического объекта в систему,

Общая формула для определения числа действий (движений) в структуре роторных АЛ и роторно-конвейерных систем будет:

$$H = H(X) + H(q) + H(p) + H(UV),$$

где $H(X) = mn$ - число действий рабочих операторов обработки или сборки,

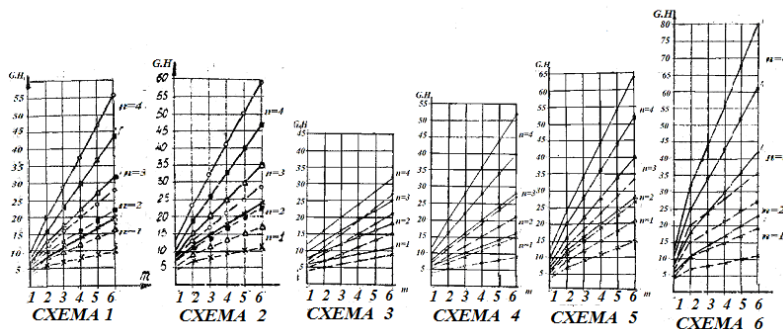
$H(q) = mn/k$ - число действий перемещения рабочего оператора (инструмента) совместно с ротором или конвейером,

$H(p) = (mn/k + n - 1)$ - число действий транспортного оператора по перемещению и ориентации технологического объекта в РАЛ, РКС,

$H(UV) = 2$ - число действия по вводу и выводу технологического объекта в систему.

Ниже приведены критерии G, H для некоторых структурных схем с различным числом технологических операций m и n .

Схема 1 соответствует «обрабатывающему центру с одной рабочей позицией, схема 2 - система из агрегатных станков с револьверными головками, схема 3 - автоматические линии с глубокой концентрацией операций в позициях, схема 4 - гибкая производственная система из многооперационных станков, схема 5 - гибридная производственная система с роботами, схема 6 - интегрированная система с роботами-перегрузчиками, манипуляторами и автоматическими складами, с многим многооперационным и многопозиционным оборудованием.



Литература

1. Гусарев В.С. О структурных схемах автоматов и их некоторых показателях.// Научные записки. Том 47. «Вопросы технологии изготовления деталей машин». Одесса.ОПИ.1962. с.19-30
2. Гусарев В.С. , Ковальчук Е.Н. Модульное построение сборочно-монтажного оборудования для машиностроения. 17 –я Международная научно-техническая конференция «Физические и компьютерные технологии», Харьков, 2012.-с. 34-39