

# **II Международная научная конференция по проблемам управления в технических системах (ПУТС 2017)**

## **Формирование и анализ альтернатив проектирования интегрированной системы электронного описания изделий**

Докладчик: Тушканов Евгений  
Васильевич

Санкт-Петербург  
2017

# Актуальность

Современное крупное промышленное предприятие характеризуется длительной историей становления и развития. Как следствие, широкой номенклатурой и большими объемами данных о выпускаемой продукции. Это обуславливает необходимость применения специализированных программных средств, которые представлены обширной номенклатурой систем управления производством, систем управления данными об изделии и систем управления ресурсами предприятия. Однако, для получения полного объема данных об изделии, необходимо было получить данные, хранящиеся в соответствующих системах; затем, конвертировать результаты в какой-либо удобный для обработки формат (например, Microsoft Excel); после чего, объединить полученную информацию в один комплексный отчет. Поэтому при автоматизации какого-либо процесса управления данными об изделии рассматриваются вопросы интеграции применяемых при этом систем.

# Формирование множества альтернатив проектирования изделия

Анализ вариантов проектирования интегрированных систем электронного описания изделий (ИСЭОИ) на отечественных предприятиях показывает, что результаты их реализации заключаются в построении компонентов электронного описания изделия – КЭОИ (*Component*). Выбор одного из них зависит, среди прочих, от предъявляемых требований, как к системе (*Request\_System*), так и самому процессу (*Request\_Process*), а также от функциональных возможностей системы (*System*).

# Формирование множества альтернатив проектирования изделия

Анализ вариантов проектирования интегрированных систем электронного описания изделий на отечественных предприятиях показывает, что результаты их реализации заключаются в построении компонентов электронного описания изделия – КЭОИ (*Component*):

- Характеристики изделия;
- 3D модель;
- Техническая документация;
- Конструкторская документация и т.д.

# Формирование множества альтернатив проектирования изделия

Выбор одного из вариантов организации зависит от предъявляемых требований к системе (*Request\_System*):

- PDM (система управления данными);
- ERP (планирование ресурсов предприятия);
- MES (управление производственными процессами) и др.

А также к процессу (*Request\_Process*):

- Ведение базы данных применяемых покупных комплектующих изделий;
- Формирование и изменение электронной структуры изделия;
- Управление внесением изменений;
- Ведение электронного технологического паспорта;
- Разработка, изменение и сдача в архив технологической документации.

# КОМПОНЕНТЫ

Компоненты (*Component*) представлены перечнем информации, которая должна быть сформирована по каждому из них, т.е.

$$\text{Component} = (C_1, C_2, \dots, C_A)$$

где

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m_1} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2m_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{A1} & C_{A2} & \dots & C_{Am_A} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_A \end{pmatrix} \quad (1)$$

где  $C_{11}, C_{12} \dots$  - компоненты,  $C_{11}, C_{21} \dots$  - характеристики компонентов

# Функциональные возможности систем

$$System = (S_1, S_2, \dots, S_S)$$

где

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1D_1} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2D_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{S1} & S_{S2} & \dots & S_{SD_S} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_S \end{pmatrix} \quad (2)$$

где  $S_{11}, S_{12}, \dots$  - используемые системы,  $S_{11}, S_{21}, \dots$  - функциональные возможности каждой из систем.

# Функциональные модули

$$M = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} & \dots & M_{1k_1} \\ M_{21} & M_{22} & \dots & M_{2k_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ M_{d1} & M_{d2} & \dots & M_{dk_d} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \dots \\ M_d \end{pmatrix} \quad (3)$$

где  $M_{11}, M_{12}, \dots$  - номера модулей,  $M_{11}, M_{21}, \dots$  - выполняемые процессы



# Множество альтернатив проектирования

$$P(C, S) = \begin{pmatrix} ACT_{11}(C, S) \dots ACT_{1m_1}(C, S) \\ ACT_{21}(C, S) \dots ACT_{2m_2}(C, S) \\ \dots \dots \\ ACT_{k1}(C, S) \dots ACT_{km_k}(C, S) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1(C, S) \\ P_2(C, S) \\ \dots \\ P_k(C, S) \end{pmatrix} \quad (4)$$

где  $ACT_{ij}(C, S)$  – перечень действий, образующих процессы формирования КЭОИ в функциональных модулях; таких, что  $i=1\dots k$  – общее число процессов формирования КЭОИ в функциональном модуле ИСЭОИ;  $j=1\dots m_k$  – число альтернатив процессов формирования КЭОИ, образующих процесс обобщенных по наибольшему значению

# Взаимодействие процессов формирования КЭОИ

$$VP = \begin{pmatrix} 0 & VP_{12}(P_1, P_2) & \dots & VP_{1k}(P_1, P_k) \\ VP_{21}(P_2, P_1) & 0 & \dots & VP_{2k}(P_2, P_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ VP_{k1}(P_k, P_1) & VP_{k2}(P_k, P_2) & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

где значение  $VP_{ij}(P_i, P_j)$  формируется по правилу на основании выражений (1) и (2)

$$VP_{ij}(P_i, P_j) = \begin{cases} 0, & in(P_i(C_i, S)) \neq out(P_j(C_j, S)) \\ 1, & in(P_i(C_i, S)) = out(P_j(C_j, S)) \end{cases}$$

# Анализ множества альтернатив проектирования ИСЭОИ

Заключается, прежде всего, в определении последовательности внедряемых процессов формирования КЭОИ, таких что

$$\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^k v_{ij} P_{ij}(C, S) \rightarrow \max \quad (6)$$
$$\sum_{j=1}^k w_{ij} P_{ij}(C, S) \leq W_i \quad i = \overline{1, d}$$

Поскольку анализируемый процесс является частью определенного функционального модуля ИСЭОИ; а необходимость его внедрения на предприятии задана перечнем требований *Request\_System*, то

$$P_{ij}(C, S) = \begin{cases} 0, & (P_{ij}(C, S) \not\subset Request\_System) \vee (P_{ij}(C, S) \not\subset M_i) \\ 1, & (P_{ij}(C, S) \subset Request\_System) \& (P_{ij}(C, S) \subset M_i) \end{cases}$$

# Выбор наилучшего варианта проектирования ИСЭОИ

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m v_{ij} ACT_{ij}(C, S) \rightarrow \max \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^m w_{ij} ACT_{ij}(C, S) \leq W_i \quad i = \overline{1, k}$$

Поскольку реализация отдельного действия, образующего анализируемый процесс формирования КЭОИ, на предприятии задана перечнем требований *Request\_Process*, то

$$ACT_{ij}(C, S) = \begin{cases} 0, & ACT_{ij}(C, S) \not\subset Request\_Process \\ 1, & ACT_{ij}(C, S) \subset Request\_Process \end{cases}$$

# Применение алгоритма, основанного на парадигме поведения пчелиной колонии

- 1. Выполняется формирование пространства поиска.** Оно заключается в определении последовательности внедряемых процессов формирования КЭОИ (3), удовлетворяющих целевой функции (6).
- 2. Производится поиск перспективных позиций.** Суть заключается в том, что для некоторого процесса формирования КЭОИ определяется множество его альтернативных решений.
- 3. Производится выбор лучших позиций,** т.е. в итеративном режиме из множества альтернатив отбираются решения, удовлетворяющие значению целевой функции (7).
- 4. Формируются окрестностей базовых позиций,** т.е. для найденных решений отбираются возможные варианты реализаций последующих решений.

# Заключение

Таким образом, сформулирована задача автоматизации проектирования ИСЭОИ. Приведены особенности и предложен способ ее решения. Полученные результаты позволят разработать алгоритм, основанный на парадигме поведения пчелиной колонии. А это, в свою очередь, – предложить методологическое обеспечение автоматизации проектирования ИСЭОИ, учитывающее требования конкретного предприятия.

# Спасибо за внимание!

## Контакты для связи и детальных вопросов:

тел.: +7-(951)-67-33-084

E-mail: [johntv@yandex.ru](mailto:johntv@yandex.ru)

Skype: johntv3