

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КОРМОУБОРОЧНОЙ И ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

**А.В.Петухов**

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Важнейшими направлениями научных исследований при решении проблемы повышения эффективности проектирования новой кормоуборочной и зерноуборочной техники являются разработка методов повышения качества решений принимаемых на стадии ТПП и создание методов повышения производительности труда проектировщика.

Первое направление связано с оптимизацией процесса ТПП, а второе – с разработкой методов сокращения сроков проектирования.

Ввиду того, что при выполнении ТПП опытных образцов реализуются несколько функций, детальное описание альтернатив выполнения каждой из них представляет собой достаточно объемную задачу, поэтому ограничимся рассмотрением наиболее значимой задачи, а именно задачи проектирования технологических процессов.

При автоматизированном проектировании технологических процессов изготовления опытных образцов в качестве альтернативных могут использоваться следующие методы:

1. Синтеза технологического процесса ( $\Omega_1$ );
2. Повторного использования единичных технологических процессов ( $\Omega_2$ );
3. Унифицированного технологического процесса ( $\Omega_3$ );
4. Графотехнологии ( $\Omega_4$ ).

Метод синтеза технологического процесса (прямого проектирования) используется в тех случаях, когда в архиве отсутствует процесс-аналог. Процесс проектирования является циклическим и отражает принципы размещения информации в маршрутной карте (МК). При формировании МК различаются циклы формирования операций, а внутри операций – циклы формирования переходов. В основу проектирования положен принцип автоматического поиска порции информации и выбор технологом одного или нескольких элементов из данной порции. Метод позволяет решить задачи выбора заготовки, операции, оборудования, переходов и оснастки.

Метод повторного использования (заимствования) применяется в том случае, когда в архиве уже существует технологический процесс на рассматриваемую деталь или процесс-аналог. При этом формирование поискового описания производится технологом путем последовательного ввода следующих характеристик детали:

- наименование детали;
- технологическая последовательность обработки;
- конструкторские характеристики детали.

Метод унифицированного технологического процесса заключается в создании типовых или групповых технологических процессов, содержащих готовые технологические решения, которые принимались при разработке технологии для конкретных деталей, включенных в группу.

Метод графотехнологии базируется на использовании CLS (Continuos Acquisition Life Cycle Support)–технологии, основанной на архитектуре международных стандартов поддержки жизненного цикла изделия. Метод представляет собой выполнение ряда этапов проектирования технологии на базе трехмерной твердотельной модели.

Задача сводится к выделению из множества методов автоматизации проектирования некоторого подмножества на основе представления о качестве вариантов, характеризующимся принципом оптимальности. При этом задачей принятия решений назовем пару  $\langle \Omega, \text{ОП} \rangle$ , где  $\Omega$  – множество вариантов, ОП – принцип оптимальности. Решением задачи  $\langle \Omega, \text{ОП} \rangle$  будем называть множество  $\Omega_{\text{оп}} \subseteq \Omega$ , полученное с помощью принципа оптимальности ОП.

Математическим выражением принципа оптимальности ОП служит функция выбора  $C_{\text{оп}}$ . Она сопоставляет любому подмножеству  $X \subseteq \Omega$  его часть  $C_{\text{оп}}(X)$ . Решением  $\Omega_{\text{оп}}$  исходной задачи является множество  $C_{\text{оп}}(\Omega)$ .

Задачи принятия решений различают в зависимости от имеющейся информации о множестве  $\Omega$  и принципе оптимальности ОП. Ввиду того, что в рассматриваемой задаче множество альтернатив известно, то она может быть отнесена к задаче выбора. Таким образом, задача выбора является частным случаем общей задачи принятия решений. Особенность развиваемого здесь подхода к решению задачи выбора состоит в том, что он в общем случае не требует полного восстановления принципа оптимальности, а позволяет ограничиться только информацией, достаточной для выделения  $\Omega_{\text{оп}}$ . Общая задача оптимизации может не предполагать максимизации одной или нескольких числовых функций. Ее смысл состоит в выделении множества лучших элементов, т. е. в вычислении значения  $C_{\text{оп}}(\Omega)$  при заданных  $\Omega$  и  $C_{\text{оп}}$ . Если  $C_{\text{оп}}$  – скалярная функция выбора на множестве  $\Omega$ , то получаем обычную оптимизационную задачу.

Рассмотренные альтернативы обладают многими свойствами, оказывающими влияние на решение. Укрупнено эти свойства могут быть классифицированы в следующие множества:

1.  $M'$  – повышение эффективности ТПП опытных образцов;
2.  $M''$  – повышение эффективности производственной сферы;
3.  $M'''$  – улучшение эксплуатационных характеристик опытных образцов.

Детализация указанных множеств, показывает, что каждое из них образовано несколькими свойствами. Например,  $M' \{m_1', m_2'\}$ , где  $m_1'$  – снижение трудоемкости проектирования;  $m_2'$  – повышение унификации проектных решений. Аналогично,  $M'' \{m_1'', m_2'', m_3''\}$ , где  $m_1''$  – ускорение перехода на выпуск новой кормоуборочной и зерноуборочной техники;  $m_2''$  – снижение себестоимости опытных образцов;  $m_3''$  – снижение брака вследствие улучшения качества технологической документации.

Каждое из указанных свойств выражается числом, т.е. существует отображение  $\varphi: \Omega \rightarrow E_1$ . Следовательно, экономия от снижения трудоемкости проектирования является в рассматриваемой задаче критерием, а число  $\varphi(x)$  – оценкой альтернативы  $x$  по критерию. Одновременный учет отдельных свойств может быть затруднительным. При этом выделяют группы свойств, которые агрегируют в виде аспектов. Аспект представляет собой сложное свойство альтернатив, которое одновременно учитывает все свойства, входящие в соответствующую группу. В частном случае аспект может являться критерием. Например, при рассмотрении свойств, составляющих множество  $M'$ , в качестве критерия может использоваться экономия при подготовке производства от внедрения каждого из рассматриваемых методов.

Следовательно, все свойства  $m_1', m_2', \dots, m_n''''$ , учитываемые при решении задачи  $\langle \Omega, \text{ОП} \rangle$ , являются критериями. Поставим в соответствие критерию  $m_j$   $j$ -ую ось  $E_n$  ( $j = \overline{1, n}$ ). Отобразим множество  $\Omega$  в  $E_n$ , сопоставив каждой альтернативе  $x \in \Omega$  точку  $\varphi(x) = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x)\} \in E_n$ , где  $\varphi_j(x)$  – оценка  $x$  по критерию  $m_j$  ( $j = \overline{1, n}$ ).

Критериальным пространством называют пространство, координаты точек которого рассматриваются как оценки по соответствующим критериям.

Расчет оценок  $\varphi_j(x)$  каждой  $\Omega_j$ -ой альтернативы по всему множеству свойств позволяет определить показатель общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$ . Для этого необходимо классифицировать оценки по свойствам, подлежащим максимизации и минимизации.

Цель данной классификации заключается в том, чтобы при расчете показателя общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$ , правильно (в смысле знака) учесть величины мер эффективности по свойствам, подлежащим минимизации.

Действительно, исходя из физического смысла данной классификации, желательно, чтобы оценки по свойствам, подлежащим минимизации  $\varphi_j^{(\min)}(x)$ , были минимальными (например, расходы, связанные с закупкой средств вычислительной техники), а по свойствам, подлежащим максимизации  $\varphi_j^{(\max)}(x)$ , – максимальными. В этом случае расчет показателя общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$   $\Omega_j$ -ой альтернативы проектирования производится по формуле

$$E_{\Omega_j}M_i = \sum_M \varphi_j^{(\max)} M_i - \sum_M \varphi_j^{(\min)} M_i$$

где  $\sum_M \varphi_j^{(\max)} M_i$ ,  $\sum_M \varphi_j^{(\min)} M_i$  – соответственно суммы мер эффективности по свойствам, подлежащим максимизации и минимизаций.

После указанных расчетов определяются доверительные интервалы показателя  $E_{\Omega_j}M_i$ .

Заключительным этапом выбора методов автоматизации является принятие решений на основе анализа рассчитанных оценок  $\varphi_j(x)$  и показателя общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$ .

Альтернатива проектирования, имеющая наибольшую величину показателя общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$ , может рассматриваться как оптимальная на рассматриваемом множестве альтернатив методов проектирования  $\Omega$ . Поэтому если показатель общей эффективности  $E_{\Omega_j}M_i$  альтернативы проектирования является наибольшим по величине с учетом знака на всем множестве альтернатив проектирования, то  $\Omega_j$ -ая альтернатива является оптимальной.

Однако вполне логичным является принятие решений по шагам.

1. Альтернатива, обладающая наибольшим показателем общей эффективности  $\max E_{\Omega_j}M_i$ , принимается в качестве, узловой альтернативы.

2. Анализируя оценки  $\varphi_j(x)$  каждой альтернативы по всем целям, строим упорядоченное множество альтернатив  $\Omega$  в соответствии с величинами  $\varphi_j(x)$ .

3. В каждом упорядоченном по степени важности множестве оценок  $\alpha_i = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x)\}$  определяется место узловой альтернативы проектирования  $\Omega_{\text{узл}}$  и определяются пути ее оптимизации:

а) если  $\alpha_i$ -ое множество построено для цели, подлежащей максимизации, то  $\Omega_{\text{узл}}$  может быть оптимизирована за счет альтернатив проектирования, расположенных слева от нее в множестве  $\Omega$ ;

б)  $\Omega_{\text{узл}}$  оптимизируется за счет альтернатив, расположенных справа от нее во множестве  $\Omega$ , если данное множество построено для свойства, подлежащей минимизации.

При этом определяются возможные пути оптимизации узловой альтернативы  $\Omega_{\text{узл}}$ . Возможность их практического выполнения рассматривается на последующих стадиях инженерного анализа и связана с разрешением задач совместимости и реализуемости.