

УДК 621.311:658.26

Г. Б. Бурдо, А. А. Исаев

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА В ГЕОФИЗИЧЕСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Дан анализ условий проведения технологической подготовки производства изделий в геофизическом приборостроении. Обоснована информационная модель технологических подразделений, обеспечивающая учет динамики производственной системы. Предложены принципы построения системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), позволяющие реализовать предлагаемую информационную модель технологических подразделений.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования технологических процессов, геофизическое приборостроение, искусственный интеллект, единое информационное пространство.

Введение

Подавляющее большинство научно-производственных фирм геофизического приборостроения (ГФП), исходя из номенклатуры и объемов выпуска изделий, можно с уверенностью отнести к предприятиям.

Известно, что особенности единичного и мелкосерийного производства, обусловленные сжатыми сроками на выполнение одновременно большого числа контрактов, предопределяют упрощенное проведение технологической подготовки производства (в том числе и наиболее важной и трудоемкой ее части – проектирование технологических процессов механической обработки) и, по существу, выполнение ее рабочими и мастерами. Поэтому качество спроектированных технологий, наряду с конструкцией изделий, определяющих конкурентоспособность продукции, оставляют желать лучшего. Принципиальные затруднения возникают и при внедрении оборудования с числовым программным управлением (чисто инженерная область деятельности), а также систем управления технологическими процессами (отсутствие точных данных по временам выполнения операций).

Следовательно, разрешение противоречия между качеством технологической подготовки производства и весьма ограниченными

временными периодами ее выполнения важно для динамичных производственных систем геофизического приборостроения.

Принципы проектирования технологических процессов в динамичных производственных системах

Одним из наиболее эффективных методов разрешения указанного выше противоречия является разработка и внедрение автоматизированных систем проектирования технологических процессов, построенных на определенных принципах [1].

Исходными данными для проектирования технологий в САПР ТП являются:

- 1) функция технологического процесса (ТПр) φ ($\varphi: C_O \rightarrow C_K$), где C_O, C_K – информационные описания заготовки и готовой детали);
- 2) программа выпуска N ;
- 3) календарные сроки выпуска детали и фактическое состояние ТП.

В функции φ известной является информационная модель готового изделия (детали) C_K [4, 8]. Известны и технические ограничения, накладываемые производственными системами (ПС) [4, 7, 8], а именно: методы получения заготовок, методы обработки поверхностей деталей, оборудование в ПС, средства технологического оснащения и т. д.

В то же время часто не учитывается то, что фактическое состояние и изменения в ПС должны находить отражение в видоизменении алгоритмов проектирования. К сожалению, большинством авторов учет фактического состояния в ПС сводится лишь к корректировке баз данных (малодинамичный параметр), и не учитываются организационные аспекты (высокодинамичный атрибут).

Это связано с тем, что задача проектирования технологий не трактовалась как *организационно-технологическая*, не рассматривалась возможность создания предпосылок эффективного управления ПС на этапе технологической подготовки производства.

Различие конструкторско-технологических характеристик деталей, изготавляемых на предприятиях ГФП, разнообразный состав оборудования средств технологического оснащения, непредсказуемые состояния ТП (по загрузке, фактической численности рабочих, появлению новых заказов и т. п.) приводят к пониманию того факта, что проектирование ТПр является малоформализованной, много-

вариантной организационно-технологической задачей, решаемой в условиях информационной неопределенности.

В настоящей работе на основе сформулированных ниже принципов показан подход к созданию САПР ТП, способных к перестройке алгоритмов на основе обобщения опыта проектирования и оценки текущей ситуации в ПС. Для оценки текущей ситуации необходимо в качестве параметров фактического состояния ПС ($ПС_{\phi}$) использовать загрузку оборудования по типам и группам.

Для реализации возможности обобщения опыта проектирования необходимо сравнение фактического состояния изделия $C_{k\phi}$ после реализации технологии с информационной моделью этого состояния изделия C_k . При неоднократном их совпадении это позволит применять в САПР ТП накопленные и обобщенные решения.

Важным является и учет в САПР ТП целевой функции (ЦФ) конкретного изготавливаемого заказа. В работах [4–8 и др.] считается, что целевой функцией должна являться минимальная технологическая себестоимость C_{min} . Такая точка зрения справедлива при устоявшейся номенклатуре выпуска, что нехарактерно для ГФП. Рассмотрим еще две ЦФ – максимальный выпуск изделий за единицу времени (Q_{max}) и минимум времени цикла выпуска партии деталей (T_{min}). Выбор Q_{max} целесообразен в случае срочного выпуска изделий при ТПр в 1–3 операции. Выбор целевой функции T_{min} следует осуществлять в случае срочного выпуска изделий, и ТПр – более трех операций. Различие между Q_{max} и T_{min} (второй критерий) учитывает временные потери всех видов, а не только подготовительно-заключительное время. При выборе одного из них C_{min} целесообразно в моделях перевести в технико-экономическое ограничение $C \leq C_3$.

При выборе в качестве целевой функции C_{min} следует дополнить модели технико-экономическими ограничениями $Q \geq Q_3$ или $T \leq T_3$, Q_3 и T_3 – заданные величины штучной производительности и времени цикла выпуска изделий.

Таким образом, технические ограничения (ТО), параметры фактического информационного состояния ПС ($ПС_{\phi}$) и изделия $C_{k\phi}$, технико-экономические ограничения (ТЭО) представляют собой предлагаемую модель технологических подразделений (M_{tp}), в рамках которой реализуется ТПр и обеспечивается организационно-технологическое проектирование:

$$M_{tp} = \{TO, ПС_{\phi}, C_{k\phi}, TEO\}. \quad (1)$$

Здесь ПС_ϕ – загрузка оборудования по типам (группам). Она определяется как отношение суммы станкоемкостей работ, запроектированных на данную группу (тип) оборудования в соответствии с календарным планом. В свою очередь

$$\text{TЭО} = \{(C \leq C_3) \vee (T \leq T_3) \vee (Q \geq Q_3)\}, \quad (2)$$

где \vee – знак строгой дизъюнкции.

Заключение

В ООО “Нефтегазгеофизика” при разработке программных средств САПР ТП используется приведенный в настоящей работе методологический подход, основанный на следующих принципах, обеспечивающих реализацию предлагаемой модели технологических подразделений:

- 1) учет изменения параметров, описывающих фактическое состояние в ПС;
- 2) накопление опыта проектирования (обучение);
- 3) реализация системного подхода, рассматривающего САПР ТП как многоагентную иерархическую систему;
- 4) интеграция в единое информационное пространство, то есть интеграция с системами управления ТПр.

Принципы 1 и 2 обеспечивают реализацию элементов искусственного интеллекта при создании САПР ТП.

Опыт эксплуатации программных средств [2, 3] показал возможность их быстрого реагирования на изменение производственной ситуации в обрабатывающих подразделениях, обеспечил на 60–80% сокращение времени разработки технологических процессов и управляющих программ для станков с ЧПУ и равномерную загрузку оборудования по времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдо Г. Б., Палюх Б. В. Теоретические основы комплексной автоматизированной системы проектирования и управления технологическими процессами в многономенклатурном производстве // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия “Технические науки”. 2010. № 4 (127). С. 44–54.

2. Бурдо Г. Б., Палюх Б. В., Баженов А. Н. Управление технологическими процессами: программа для ЭВМ // Патент РФ № 2011612834. Зарег. в реестре программ для ЭВМ 08.04.11.
3. Бурдо Г. Б., Палюх Б. В., Баженов А. Н. Моделирование размерной структуры технологического процесса: программа для ЭВМ // Патент РФ № 2010614613. Зарег. в реестре программ для ЭВМ 13.06.10.
4. Горанский Г. К., Владимиров Е. В., Ламбин Л. Н. Автоматизация технического нормирования работ на металлорежущих станках с помощью ЭВМ. М.: Машиностроение, 1970. 224 с.
5. Гаранский Г. К., Ракович А. Г., Губич Л. В. и др. Автоматизация проектирования технологических процессов и средств оснащения. Минск: ИТК АН Беларусь, 1997. 276 с.
6. Евгненев Г. Б. Интеллектуальные системы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 334 с.
7. Кондаков А. И. САПР технологических процессов. М.: Издательский центр "Академия", 2007. 272 с.
8. Цветков В. Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Минск: Наука и техника, 1979. 264 с.