

УДК 621: 634

**Г. Н. Иванов**, к.т.н., доц., МГТУ "СТАНКИН", **Ю. Н. Тимошенко**, к.т.н.,  
нач. цеха, ООО "СКАЙЛОК"

## **Применение ипи-технологий для проектирования многофункциональных гибких производственных систем (гпс)**

*Рассмотрены структурные и информационные связи в ГПС, влияние ИПИ технологий на производственные связи, технология формирования КИП.*

**Ключевые слова:** ИПИ технологии, ГПС, КИП, ГПЯ, ГПМ, производство, ГАУ, ГАЛ.

**G. N. Ivanov, Y. N. Tymoshenko**

## **The Use of Ias-Technologies for the Design of Multifunctional Flexible Manufacturing Systems (FMS)**

*The structural and information links in the SBS, the impact of FDI on manufacturing technologies, technology of the TRC.*

**Keywords:** GPS technology, FPI KIP, FMU, GMP production, GOW, GAL.

Изучение современного производства, разработок и проектов показывает, что спектр решений гибких производственных систем простирается от производственных модулей на базе одного станка с ЧПУ до объединенных компьютером производственных участков и цехов.

В соответствии с ГОСТ 26228-90 гибкая производственная система (ГПС) представляет собой управляемую средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящего из разных сочетаний гибких производственных модулей (ГПМ) и (или) гибких производственных ячеек (ГПЯ), автоматизированной системы технологической подготовки производства и системы обеспечения функционирования, обладающую свойством автоматизированной переналадки при изменении программы производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования.

Под гибкой производственной ячейкой (ГПЯ) понимают управляемую средствами вычислительной техники совокупность нескольких ГПМ и системы обеспечения функционирования, осуществляющую комплекс технологических операций, способную работать автономно и в составе ГПС при изготовлении изделий в пределах подготовленного запаса заготовок и инструмента.

Под гибким производственным модулем (ГПМ) понимают единицу технологического оборудования, автоматически осуществляющую технологические операции в пределах его технических характеристик, способную работать автономно и в составе ГПС или ГПЯ.

Относительная автономность производственных единиц – ГПМ, обеспечивается координацией как единое целое многоуровневой системой управления, обеспечивающей изменение программы функционирования подсистем ГПС и тем самым – быструю перенастройку технологии изготовления при смене объектов производства.

Каждый ГПМ имеет автономное программное управление. В свою очередь, линии, цеха и участки ГПС, которые комплектуются из ГПМ, также имеют соответствующее программное управление.

По организационной структуре различают следующие виды ГПС: гибкие автоматизированные линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные цеха (ГАЦ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ) [1,2,8].

ГАЛ – ГПС, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

ГАУ – ГПС, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрены возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

ГАЦ – ГПС, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных и роботизированных технологических линий и участков для изготовления изделий заданной номенклатуры.

Роботизированная технологическая линия представляет собой совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими ПР для выполнения операций в принятой технологической последовательности.

Роботизированный технологический участок представляет собой совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими ПР, в которой предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

Принципиальной особенностью ГПС являлось наличие новой компоненты - компьютерной системы управления, обеспечивающей возможность увязки отдельных процессов, функций и задач в единую систему.

Дальнейшее развитие работ в данном направлении в конце 80-х - начале 90-х годов привело к появлению понятия компьютеризированного интегрированного производства (КИП). Концепция КИП подразумевала новый подход к организации и управлению производством, новизна

которого заключалась не только в применении компьютерных технологий для автоматизации технологических процессов и операций, но в создании интегрированной информационной системы предприятия. Информационная интеграция процессов достигалась путем использования общих баз данных, позволяющих более эффективно решать вопросы разработки и проектирования изделий, подготовки производства, планирования и управления производством, решения задач материально-технического обеспечения, охватывая все процессы предприятия.

В концепции КИП роль интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) стала еще более значительной. На ИАСУ были возложены не только функции автоматизации процессов проектирования и производства изделий, но и совершенно новые задачи, связанные с обеспечением информационной интеграции процессов. Эта интеграция должна была осуществляться за счет совместного использования одной и той же информации (в электронном виде) для решения разных задач.

В составе ИАСУ было принято выделять автоматизированную систему управления (АСУ) предприятием (АСУП), АСУ конструкторско-технологической подготовки производства (АСКТПП), АСУ гибкими производственными участками (АСУ ГАУ), АСУ транспортно-складской системой (АСУ АТСС), АСУ инструментального обеспечения (АСИО), а также АСУ научными исследований (АСНИ).

Практика показала, что из всех задач ИАСУ наиболее типизируемыми оказались задачи автоматизации проектирования и подготовки производства, а также задачи уровня управления предприятием (АСУП).

В конце 80-х - начале 90-х годов, на рынке появились самостоятельные программно-технические решения, пригодные для использования на предприятиях с различным уровнем автоматизации, в том числе и вне КИП в его классическом понимании. Возникли новые устойчивые понятия: CAD/CAM/CAE и MRP (MRP II) [3].

Первое понятие - CAD (ComputerAidedDesign)/ CAM (ComputerAidedManufacturing) /CAE (ComputerAidedEngineering) - обозначало комплекс программных средств компьютерного проектирования, подготовки производства и инженерных расчетов. Второе - MRP (Materials Requirement Planning - планирование потребностей в материалах), а позднее MRP II (Manufacturing Resource Planning - управление производственными ресурсами) - стало общепринятым обозначением комплекса задач управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятия: планирования производства, материально-технического снабжения, управления финансовыми ресурсами, и других [3,4,7].

В начале 90-х г.г. консалтинговой фирмой Gartner Group (США) была предложена концепция ERP (Enterprise Resource Planning - управление

ресурсами предприятия). Сегодня термины MRP II и ERP практически полностью вытеснили термин АСУП и стали привычным для специалистов обозначением класса интегрированных информационных систем, предназначенных для управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия.

В соответствии с ISO /IEC 2382-24:1995 системы класса MRP должны выполнять следующие функции:

- управления финансовыми ресурсами (Financial Management);
- управления персоналом (Human Resources);
- ведения портфеля заказов (Customer Orders);
- управления запасами (Inventory Management);
- управления складами (Warehouse Management);
- управления закупками (Purchasing); · управления продажами (Sales);
- управления сервисным обслуживанием (Service);
- прогнозирования объема реализации и продаж (Forecasting);
- объемного планирования (Master Production Scheduling);
- расчета потребностей в материалах (Materials Requirement Planning);
- оперативно-производственного планирования (Finite Scheduling);
- оперативного управления производством (Production Activity Control);
- управление техническим обслуживанием оборудования (Equipment Maintenance);
- расчета себестоимости продукции и затрат (Cost Accounting);
- управление транспортировкой готовой продукции (Transportation).

Концепция КИП явилась важным этапом развития промышленных информационных технологий. На этой стадии развития возник и был частично апробирован целый ряд фундаментальных идей, принципов и технологий [1,2,3,4,5,7]:

1. Сформировался класс систем автоматизации инженерного труда в процессах разработки изделия и подготовки производства. На первых этапах это были задачи автоматизации создания традиционной (бумажной) конструкторской документации. При помощи автоматизированных систем проектирования (CAD) создавался электронный чертеж - плоская геометрическая модель изделия. Впоследствии началось использование поверхностных и твердотельных объемных моделей компонентов изделия. Необходимость обеспечения совместимости таких геометрических моделей, разрабатываемых при помощи различных программных систем, явилась толчком к стандартизации форматов данных.

2. На основе конструкторских геометрических моделей изделия при помощи автоматизированных систем технологической подготовки производства (CAM) разрабатывались программы для станков с ЧПУ.

Обмен геометрическими данными в электронном виде между CAD и CAM системами явился одним из первых реальных примеров информационной интеграции процессов.

3. Возникновение систем класса MRP II, обладающих определенным набором функций и взаимосвязей между функциями, создало основу для формирования некоего функционального стандарта, регламентирующего общепринятую управленческую технологию, реализуемую с использованием компьютерных систем. Характерной чертой этой технологии явилось совместное использование общих баз данных в интересах различных процессов.

4. В КИП впервые не только решались задачи автоматизации отдельных производственных процессов, но и начали частично реализовываться принципы информационной интеграции.

Анализ развития информационных технологий в производственных задачах показывает, что основной тенденцией является все более полный охват стадий жизненного цикла продукции. Гибкие производственные системы решают задачи, касающиеся исключительно производства изделий. В компьютеризированном интегрированном производстве круг задач значительно расширился и включил в себя разработку, проектирование и изготовление, материально-техническое обеспечение и другие задачи предприятия. Тем не менее, остались нерешенными задачи: взаимодействия с заказчиком, взаимодействия с партнерами-поставщиками, послепродажного сопровождения изделия и многие другие.

Впервые работы по созданию интегрированных систем, поддерживающих жизненный цикл продукции, были начаты в 80-х годах в оборонном комплексе США. Новая концепция была востребована жизнью как инструмент совершенствования управления материально-техническим обеспечением армии США. Предполагалось, что реализации новой концепции, получившей обозначение CALS (Computer Aided Logistic Support — компьютерная поддержка процесса поставок), позволит сократить затраты на организацию информационного взаимодействия государственных учреждений с частными фирмами в процессах формализации требований, заказа, поставок и эксплуатации военной техники (ВТ). Появилась реальная потребность в организации ИИС, обеспечивающей обмен данными между заказчиком, производителями и потребителями ВТ, а также повышение управляемости, сокращение бумажного документооборота и связанных с ним затрат. Доказав свою эффективность, концепция последовательно совершенствовалась, дополнялась и, сохранив существующую аббревиатуру (CALS), получила более широкую трактовку — Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка поставки и жизненного цикла продукции [1,2,4,5,6,7].

Первая часть — Continuous Acquisition [Support] (непрерывная поддержка поставки) означает непрерывность информационного взаимодействия с заказчиком в ходе формализации его потребностей, формирования заказа, процесса поставки и т.д. Вторая часть — Life Cycle Support (поддержка ЖЦ изделия) — означает системность подхода к информационной поддержке всех процессов ЖЦ изделия, в первую очередь, процессов эксплуатации, обслуживания, ремонта и утилизации и т.д. Русскоязычное наименование этой концепции и стратегии — **ИПИ** (**И**нформационная **П**оддержка **ж**изненного **ц**икла **И**зделий).

В период 1990-2000гг. в мире был выполнен ряд проектов, направленных на апробацию и внедрение принципов CALS в различных отраслях промышленности.

Поскольку термин CALS всегда носил военный оттенок, в гражданской сфере широкое распространение получили термины Product Life Cycle Support (PLCS) или Product Life Management (PLM) — "поддержка жизненного цикла изделия" или "управление жизненным циклом изделия".

Проблеме PLM посвящено огромное количество работ преимущественно зарубежных исследователей. Отечественные работы носят преимущественно обзорный характер. Присутствуют две оценки: широкая и узкая. Сторонники широкой оценки относят к PLM практически все средства и системы автоматизации: конструкторские и технологические САПР (CAD/CAM/CAE, CAPP), системы ERP (MRP), средства управления взаимодействием с клиентами (CRM), цепочками поставок (SCM), техническим обслуживанием (сервисом) и т.д. Сюда же относятся PDM-системы, которым отводится ключевая роль в организации информационного взаимодействия всех участников ЖЦ изделия через ИИС. Сторонники узкой оценки склонны, по сути, отождествлять PLM и PDM, считая прочие средства и системы "внешними" по отношению к PLM [3].

#### Список литературы

1. **Меткин Н.П., Лапин М.С., Клейменов С.А., Критский В.М.** Гибкие производственные системы. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 309с.
2. **Харченко А.О.** Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов. – К.: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
3. **Роботизированные** технологические комплексы/ Г. И. Костюк, О. О. Баранов, И.Г. Левченко, В. А. Фадеев – Учеб. Пособие. – Харьков. Нац. аэрокосмический университет «ХАИ», 2003. – 214с.

4. **Алексеев П.И., Меткин Н.П., Лапин М.С.** Технологическое проектирование ГПС. – Л.: ЛДНТП, 1984. – 36с.

5. **Проектирование** металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник в 3-х т. Т. 3: Проектирование станочных систем /Под общей ред. А.С. Проникова - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана; Изд-во МГТУ «Станкин», 2000. - 584 с.

6.**Морозов В.П., Дымарский Я.С.** Элементы теории управления ГАП. – Л.: Машиностроение, 1984. – 364с.

7.**Широков А.Г.** Склады в ГПС. – М.: Машиностроение, 1988. – 216с.

8.**ГОСТ 26228-90 СПГ.** Термины и определения (системы производственные гибкие).,М: Издательство стандартов. 1990 г.