

**Халявин Андрей Сергеевич**

Магистрант

**Направление:** Менеджмент

**Магистерская программа:** Информационный менеджмент

**Разработка архитектуры системы для управления гибкими  
производственными системами**

**Аннотация.** В статье рассмотрено содержание и структура гибких производственных систем, и представлена структура архитектуры системы автоматизированного программирования управления.

В заключении определен принцип работы автоматизированной системы программирования и ее составных подсистем, где на основе полученных значений выполняется технологический процесс, проверяются активные элементы с помощью тестовых программ.

**Ключевые слова:** гибкая производственная система, система управления, автоматизированная программируемая система, производственная система, принятие решения.

Стремление повысить эффективность многономенклатурного единичного и мелкосерийного производства привело к пониманию того, что в современных многономенклатурных технологических комплексах должны обеспечиваться интенсификация и автоматизация технологических операций, компьютеризация технологического процесса и их согласование с операциями транспортирования, складирования и управления. Это привело к появлению новых принципов организации и управления технологическими процессами, которые называются гибкими производственными системами (ГПС).

Производство продукции различного объема и различного назначения является основной целью современных гибких производственных систем. С каждым днем они все активнее применяются в производствах и технологических процессах. Для

повышения гибкости производства широко используются различные интеллектуальные средства, в том числе интеллектуальные и мобильные роботы, манипуляторы, технические системы визуализации, современные компьютеры, обладающие высокой способностью обработки информации, и другие устройства.

Как указывают Т. Халяпов и Н. Староверова в целях повышения рациональности и устойчивости производственного процесса, а также для сокращения времени, затрачиваемого на переход с производства одного вида продукции на другой, необходимо обеспечивать гибкость в системах управления ГПС [4]. Это одна из главных задач, стоящих перед специалистами.

Для организации систем управления ГПС имеются различные пути. Используя традиционные системы управления, нельзя решить проблему координации современных устройств с широкими возможностями в рамках одного производства или технологического процесса. Поэтому, как указывает Е.А. Гаврилюк, необходимо обеспечивать гибкость самих систем управления технологических процессов так, чтобы они адаптировались в соответствии с состоянием управляемых устройств, а схема управления выбиралась бы в соответствии с состоянием технологических процессов. Это позволит управлять данными процессами, несмотря на любые изменения [1].

Для решения данной проблемы крайне необходима автоматизация самих систем управления, то есть автоматизация создания программ управления в соответствии с существующим положением технологического процесса. Автоматизированной разработке программ для управления станками с числовым программным управлением посвящены многочисленные работы. Нами были изучены вопросы разработки систем автоматизированного программирования систем управления ГПС и построена архитектура системы автоматизированного программирования для систем управления ГПС [3].

На рисунке 1 изображена архитектура системы автоматизированного программирования системы управления ГПС (САП СУ). В архитектуру включены подсистемы обработки информации, экспертная система, подсистема анализа ситуаций, подсистема принятия решения и интеллектуальный интерфейс.

Как видно из подсистемы, система организована в соответствии с принципом модульности, что дает возможность осуществлять информационный обмен между различными модулями (подсистемами). Подсистема обработки информации принимает данные от рабочих органов, являющихся составной частью гибкой производственной системы, в том числе от активных элементов, роботов и манипуляторов, транспортных систем, нестандартных устройств и др. [2].

Принятые данные собираются и анализируются, их непротиворечивость проверяется специальными алгоритмами. Подсистема обработки информации также на основании проанализированных сведений полностью или по отдельности изучает состояние различных устройств участка гибкого производства и определяет реальные условия производства и технологического процесса. То есть выявляет, какая была выполнена работа, и в результате анализа определяет рабочую способность технологического процесса и различных устройств, различные недостатки, проблемы в технологическом процессе и другие вопросы, связанные с ю производством продукции.

В результате обработки данных оцениваются основные параметры управления устройствами и общего технологического процесса в соответствии с реальными условиями. Данные параметры являются параметрами управления, на основании их значений осуществляется управление технологическим процессом, выполняется проверка устройств, проверяются тестовые программы, на экране монитора создаются имитации и графические изображения технологического процесса и отдельных устройств [2].

Как указывают М.В. Волков и Р.Н. Филиппов одним из основных компонентов, входящих в архитектуру САП, является экспертная система [3]. Основной целью экспертной системы является формирование базы данных о составляющих управление ГПС и входящих в него активных элементах. Экспертные системы, организованные для управления ГПС, в основном оперируют данными производственно-изобразительной модели.

Данные высококвалифицированных специалистов, хорошо знающих систему управления ГПС, формируются в виде продукции и вводятся в экспертную систему.

Введение названия продукции, условий и результата в систему является одной из важных задач.



Рисунок 1. Архитектура системы автоматизированного программирования управления

Виды продукции отражают различные ситуации в системе управления. Все виды продукции и параметры, необходимые для управления ГПС, и отношения между ними заранее изучаются и уточняются в пределах возможностей эксперта. Заполнение экспертной системы видами продукции, исправления, в том числе редактирование, включение новых видов в базу, удаление из базы морально устаревших видов продукции и другие подобные работы выполняются с помощью специальных программ экспертной системы.

Другим основным компонентом, входящим в экспертную систему, является база эталонных ситуаций. Сведения, входящие в данную базу, имеют несколько иной характер. База эталонных ситуаций является обобщенной формой знаний на основании изучения множества видов продукции. С ее помощью также

осуществляется управление в соответствии с реальностью, предусмотренной заранее, технической системой, технологическим процессом и по отдельности активными элементами.

Данную базу можно считать базой альтернативных решений. Информация о множестве видов продукции, относящихся к каждому варианту управления, хранится в данной базе или выбирается и регулируется последовательностью, согласно составу из базы данных о продукции, в соответствии со структурой (составом) управления. Последовательность регулированных знаний, хранимых в базе эталонных ситуаций, и принятие решений играют важную роль в процессе производства.

Сведения в базе данных могут быть изображены в структуре, имеющей иерархические уровни. В таком случае на самом низком уровне размещаются данные, необходимые для управления только одним активным элементом, на высших уровнях – сведения, используемые для управления узлами из активных элементов или частями, выполняющими отдельные работы технологического процесса, или информация о продукции, обеспечивающая полное управление ГПС. Организация базы данных о видах продукции с иерархической структурой облегчает разработку анализа технологических процессов [2].

После обработки информации, принятой от рабочих органов, активных элементов, определяется реальное состояние технической системы и активных элементов, являющихся ее отдельными составными частями. Определяется последовательность управления на основании реального положения.

Данная последовательность сравнивается с вариантами в базе эталонных ситуаций. Из базы эталонных ситуаций выбирается один из вариантов, соответствующий реальному положению. Затем делается выбор из базы данных одного из видов продукции, соответствующего данному варианту управления.

В соответствии с процессом экспертного управления автоматизированное выполнение определения последовательности производства продукции может быть признано автоматизированным программированием системы управления. Значения параметров видов продукции передаются для управления элементами ГПС на основании установленной или принятой последовательности.

Одной из основных подсистем САП ИС является подсистема принятия решений. В результате работ, выполненных данной системой, управляются устройства и технологический процесс ГПС. Необходимо отметить, что в некоторых случаях структура управления системы в соответствии с реальным положением может отсутствовать в базе эталонных ситуаций. В таком случае могут рассматриваться различные модификации структур эталонного управления, размещенных в базе, либо разрабатывается новая структура управления. При этом необходимо использовать экспертные знания.

Переработанная структура вводится в базу эталонных ситуаций. Как видно, выбрать вариант для управления ГПС довольно сложно, так как необходимо избежать возникновения противоречий в процессе управления. Для этого нужно оценить выбранные варианты, а это является одной из основных функций подсистемы принятия решений. Оценка выбранных вариантов выполняется на основе данных о весовых функциях параметров и критериев производительности, включенных в данные варианты. Во всех случаях выполняется компьютерное моделирование конечного результата.

Изображение технологического процесса, технологических устройств и последовательность выполняемой ими работы моделируются на экране с помощью графических элементов. С помощью имитационных моделей наблюдается управление технологическим процессом на основании выбранного варианта, изучаются недостатки в работе технологических устройств и решаются вопросы синхронизации и координации с помощью компьютерного моделирования. Применение компьютерного моделирования в процессе принятия решений обеспечивает надежное управление ГПС и его отдельными устройствами.

Одним из основных средств, входящих в САП, является интеллектуальный интерфейс, который обеспечивает коммуникацию между подсистемами, обращение к базам, общение с пользователями и др. Как видно, автоматизированная система программирования управления предназначена для выполнения разных функций в разных условиях.

Работа данной системы осуществляется в ниже перечисленных режимах:

- организация процесса занесения сведений о видах продукции в базу;
- удаление устаревшей информации из базы данных;
- изменение любых сведений о видах продукции или их групп в базе данных;
- организация гибкой производственной системы, включающей гибкий производственный модуль, управление активными элементами и для этой цели – соответствующего управления выбором видов продукции из базы данных;
- выбор видов продукции из базы данных с целью настройки (проверки) гибкой производственной системы и ее отдельных элементов;
- организация симуляций и графического моделирования объектов управления на экране монитора;
- проверка того, что сведения о видах продукции, размещенные в базе данных или отобранные из базы для любых целей, не противоречат друг другу;
- прием и анализ информации по реальным условиям технологического процесса;
- режим процесса принятия решений и отправка на объекты управления полученного в результате управленческого решения для управления технологическими процессами.

При занесении производственного правила в базу знаний кроме основной части производственного правила «ЕСЛИ... ТО...» указывается порядковый номер производственного правила, номер иерархического уровня, на котором находится производственное правило, значение, характеризующее прикладное пространство продукции, идентификатор продукции, производственное условие, описывающее процедуру, которую необходимо выполнить после того, как продукция будет произведена, и т. д. Внесение перечисленных сведений в базу данных помогает организовать процесс выбора из нее производственных правил.

Таким образом, разработана архитектура автоматизированной системы программирования на основе базы данных производственного типа и определены ее компоненты систем. Определен принцип работы автоматизированной системы программирования и ее составных подсистем, где на основе полученных значений выполняется технологический процесс, проверяются активные элементы с помощью

тестовых программ. Созданы базы данных на основе экспертных сведений с описанием видов продукции по эталонным ситуациям, откуда отправляется управляющая команда и дается оценка с помощью подсистемы принятия решений.

### Литература

1. Гаврилюк Е.А., Манцеров С.А. Управление техническим состоянием сложных систем на основе нечеткой модели // Автоматизация процессов управления, 2018. – № 1 (51). – С. 91.

2. Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г., Манафова Х.И. Разработка средства автоматизации моделирования интеллектуальной системы управления гибкой производственной системой // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, 2019. – № 2 (108). – С. 104–110.

3. Волков М.В., Филиппов Р.Н. Анализ основных характеристик, определяющих эффективность автоматизированных систем управления и методов их оценки // Вестник ВГТУ, 2019. – № 3. – С. 15–19.

4. Халяпов Т., Староверова Н. Разработка управляемого робота «ХТР-М» // Вестник ЮрГУ. Сер.: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, 2019. – Т. 16, – № 2. – С. 142–144.