

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАКАЗАМИ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ЧАСТЬ 1

Экспертная система управления заказами в логистической сети предприятия как система программной поддержки гибкого производства реализует архитектуру операционных систем. В работе описываются функции, требования к управлению и построению системы. Управление заказами включает одноразовые операции (состав заказов, набор операций, блок управления заказами, разбивка заказов по участкам/службам предприятия) и многократные операции (запуск, приостановка, блокирование, разблокирование заказов), а также планирование и взаимодействие заказов. В первой части рассматривается менеджмент заказов, программная поддержка процесса управления заказами, экспертная система управления заказами и ее функции.

1. Постановка задачи

Основная задача современной производственной стратегии заключается в поиске возможностей сочетать гибкость предприятия, выпускающего продукцию на заказ, со стоимостными преимуществами, характерными для сборочных линий и непрерывного производства. В настоящее время такое сочетание возможно только в условиях полной автоматизации производственной системы. С этой целью на современных предприятиях применяются системы гибкого автоматизированного производства. Чтобы обеспечить бесперебойную работу таких систем, в них используются сложнейшие системы автоматизированного управления [1]. Совершенствование и, одновременно, упрощение таких систем является актуальной научно-технической задачей. В настоящей работе представлена основа автоматизированной системы управления, использующая методы искусственного интеллекта и архитектуру операционных компьютерных систем.

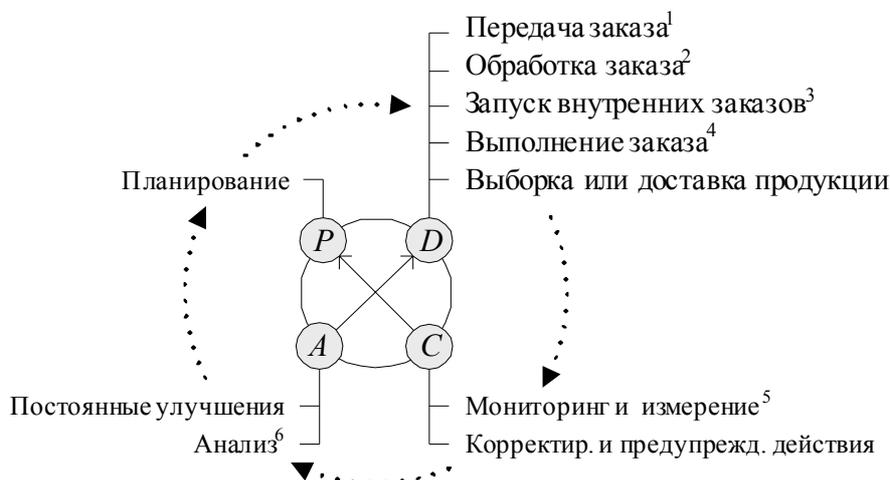
2. Менеджмент заказов

Процессы связи с потребителями, включающие, (см. ДСТУ ISO 9001): а) информацию о продукции; б) прохождение запросов, контракта (заказа), включая поправки; в) обратную связь с потребителями, являются объектами изучения в логистике. Управление заказами можно рассматривать как первую ключевую логистическую активность, так как с приема и обработки заказов начинается логистический менеджмент. Общий процесс управления заказами разделяют на два подпроцесса [2]: 1) управление заказами в логистической сети предприятия (т.е. внешних заказов, в дальнейшей терминологии *заказы-родители*); 2) управление внутренними заказами (в дальнейшей терминологии *заказы-дети*). Управление заказами в логистической сети предприятия не связано непосредственно с изготовлением готовой продукции, но способствует более эффективной реализации процедур выполнения заказов. Общую процедуру выполнения заказов представляют в виде функционального или логистического цикла, включающего несколько этапов (рисунок).

Результаты мониторинга используются для проверки соответствия целям долгосрочного планирования. Результаты анализа применяются для совершенствования выполнения заказов-родителей.

Логистический цикл характеризуется такими оперативными показателями: 1) скорость; 2) бесперебойность; 3) гибкость; 4) уровень брака / устранение недостатков [3]. *Скорость* прохождения логистического цикла измеряется временем от получения заказа до его исполнения (доставки потребителю). Хотя скорость обслуживания, несомненно, играет важную роль, но не меньшее, если не большее значение имеет бесперебойность операций. *Бесперебойность* означает способность предприятия придерживаться ожидаемых сроков исполнения заказа на протяжении многих логистических циклов, т.е. это – постоянное соблюдение условий поставок на протяжении длительного времени. Бесперебойность представляет собой ключевое качество логистики. *Гибкость* означает способность предприя-

тия удовлетворять исключительные запросы заказчиков. Компетентность предприятия в логистике непосредственно связана с тем, насколько успешно оно справляется с неожиданными обстоятельствами. Показатель (отношение) *уровень брака / устранение недостатков* предусматривает возможность срывов и недостатков, а следовательно, и особые действия, направленные на их исправление. Тем самым такие планы, разработанные с осознанием того факта, что ни один план не может полностью исключить сбоев в текущей деятельности, гарантируют высокий уровень сервиса.



Этапы логистического цикла выполнения заказов (*PDCA: Plan-Do-Check-Act*): ¹Ряд действий, которые осуществляются с момента, когда заказчик размещает (посылает) заказ, и до момента, когда поставщик его получает. ²Процедура приема заказа и трансформации требований заказчика применительно к условиям производителя. ³Заказы на закупку материалов, инструмента, на проектирование и изготовление технологической оснастки (если применимо); заказы изготовителям-смежникам для выполнения нужных работ. ⁴Время выполнения заказа включает время ожидания постановки заказа на выполнение и время его выполнения, складывающееся из технологического времени, времени межоперационных простоев. ⁵Постоянная прослеживаемость, измерение оценочных показателей процесса. Частота измерений показателей должна обеспечивать своевременную идентификацию изменений этих показателей. ⁶Деятельность, предпринимаемая для установления пригодности, адекватности, результативности процедуры выполнения заказов

3. Программная поддержка процесса управления заказами

Оказалось возможным соприкосновение стратегии производства «на заказ» с вычислительными алгоритмами. Стандарт *MRP II* (планирование ресурсов производства) позволил развить такую технологию, ориентированную на применение корпоративных информационных систем. Эта технология, в том числе, предоставляет возможность осуществлять моделирование в целях ответа на вопросы типа «что будет, если ...» [4]. Интерактивность систем на базе стандарта *MRP II* обеспечивается заложенным в него блоком моделирования. Другими словами, существует возможность проигрывания вероятных ситуаций на предмет исследования их влияния на результаты деятельности предприятия. Такая методология управления производством может быть отнесена к системам поддержки принятия решений, так как позволяет просчитывать последствия, хотя и не выдает никаких практических вариантов преодоления возникающих проблем.

Новые технологии, описываемые комплексом стандартов и рекомендаций *CSRP* (планирование ресурсов, синхронизированное с заказчиком), призваны удовлетворить индивидуальные нужды и ожидания, отвечать на эти нужды товарами, которые предоставляют уникальную ценность для каждого заказчика [5]. Концепция *CSRP* предусматривает запись специфических требований к продукту и преобразование их в детальные инструкции по производству и планированию. Создается список материалов и комплектующих для производства, автоматически определяются производственные маршруты, материалы планируются и заказываются и, наконец, создается рабочий заказ.

Однако в стратегии производства «на заказ» существуют процедуры, которые требуют реализации интеллектуальных функций человека (диспетчера), не описываемых алгоритмически. Это – удовлетворение исключительных запросов заказчиков, действия в условиях срывов и недостатков. Это также процедуры, характерные для универсального производства, в том числе, в следующих случаях:

- оптимальная переналадка технологического оборудования в целях его эффективного использования при производстве разнородной продукции;
- при одновременной обработке многих партий или даже единиц изделий необходимо контролировать исполнение и приоритет каждого конкретного заказа;
- оптимизация использования технологического оборудования при существенных различиях его загрузки по времени;
- координирование заказов и ресурсов (материал, персонал, оснастка).

К интеллектуальным задачам, возлагаемым на диспетчера, относят [6]: 1) распознавание ситуации; 2) подготовка решения в сложных ситуациях, например, в случае неожиданных обстоятельств или особых действий; 3) утверждение решений. Имеется возможность описания таких процессов, проходящих в неопределенных внешних условиях – в виде системы объектов и прерываний (заимствовано из методов программирования в компьютерной области [7]). В данном случае процесс можно рассматривать как ответные действия программы на события, определяемые человеком. В указанном подходе объектно-событийного описания процессов рассматриваются объекты, участвующие в процессе (заказы), и события, которые порождают действия, вносящие изменения в объекты. Этот метод полезен в тех случаях, когда известны действия (возможности) процесса, но не известно, какие именно действия и в какой последовательности необходимо будет совершить для получения ожидаемого результата.

Для программной поддержки процесса управления заказами, способной решать неформальные задачи, накапливать опыт, обучаться, надо создать базу знаний для экспертной системы. В работе [8] отмечается необходимость создания новых знаний (интеллектуальных активов), в которых нуждаются организации, чтобы выполнять индивидуальные, отличающиеся друг от друга заказы потребителей. Указан механизм создания интеллектуального капитала – наблюдение за работой своих уникальных специалистов и обобщение их опыта. Наблюдения за работой настоящих мастеров своего дела обобщаются в виде инструмента, делающего доступным их опыт сотруднику предприятия, который обладает средней квалификацией.

Таким инструментом может быть экспертная система. Экспертные системы содержат объекты, их свойства, правила, механизмы вывода. Рассматриваемая предметная область – логистика, управление заказами. Чтобы создать экспертную систему в предметной области, собираются свойства объектов (данные). Подвергнутые обработке и удобно представленные данные есть информация. Эта информация, характеризующая состояние объектов, заносится в базу знаний и ее можно использовать для интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению заказами.

Правила и механизм вывода вместе составляют механизм планирования выполнения заказов (МПВЗ). МПВЗ использует эвристические правила и его можно назвать эвристическим механизмом планирования. Главное отличие эвристических правил: они формулируются не на основании обычных, признанных знаний, а на основании практических знаний экспертов. Эвристика (эвристическое правило, эвристический метод) представляет собой некоторое произвольное правило, стратегию, хитрость, упрощение или любое другое средство, которое ограничивает объем поиска решений [9]. Большинство задач, с которыми успешно справляются экспертные системы, являются эвристическими по своей природе – они требуют использования эмпирических правил для получения приемлемого решения.

Экспертная система предполагает способность и готовность быстро снабжать потребителей точной информацией о текущей логистической деятельности и прочих обстоятельствах. Еще одним важным критерием качества обслуживания, которое может обеспечить экспертная система, является непрерывное совершенствование (в смысле достижения оперативных целей с наименьшим уровнем брака). Один из способов добиться этого –

учиться на допущенных ошибках и постоянно совершенствовать экспертную систему, чтобы избежать их повторения в будущем.

4. Экспертная система управления заказами (ЭСУЗ)

Существенные особенности ЭСУЗ как системы программной поддержки процесса управления заказами [10]:

– *Реализация защитных механизмов.* Заказы не должны иметь самостоятельного доступа к распределению ресурсов, т.е. не должны выполняться заказы, использующие ресурсы несанкционированно.

– *Наличие прерываний.* Внешние прерывания оповещают ЭСУЗ о том, что произошло асинхронное событие, связанное с выполнением другого заказа. Внутренние прерывания возникают, когда выполнение программы привело к исключительной ситуации, требующей вмешательства диспетчера, например, обращение к отсутствующим ресурсам: нет результатов химического анализа или входного контроля закупленного материала; нет расчета потребности в материалах, самого материала (не указана замена); нет необходимых станков (вышли из строя, не указаны другие возможности, например, внешний субподрядчик, способный выполнить нужную работу).

Исключительные ситуации можно разделить на исправимые и неисправимые. К исправимым (оперативные ошибки) относят такие исключительные ситуации, как отсутствие нужного расчета материала, данных химического контроля электролитического раствора и т.п. После устранения причины исправимой исключительной ситуации можно продолжить выполнение заказа. Возникновение в процессе работы ЭСУЗ исправимых исключительных ситуаций является нормальным явлением. Неисправимые исключительные ситуации обычно возникают в результате ошибок в планировании.

– *Интерфейс* между пользователями (диспетчер, начальники производственных цехов и участков¹, заказчики) в ЭСУЗ организован при помощи набора системных вызовов (кроме прерываний).

– *Организация очереди* из заказов – планирование.

– *Сохранение структуры данных.* Для переключения работы с одного заказа на другой возникает потребность в сохранении содержимого структуры данных, необходимых для выполнения заказа (для обеспечения правильности продолжения работы).

– *Стратегия управления ресурсами:* упорядочивание процедур покупки, замены и выборки материалов и комплектующих со складов; изменений в персонале, оборудовании. В целях чтения, создания и удаления записей о ресурсах (персонал, рабочие смены, материалы, оборудование, оснастка, др.) должны быть предусмотрены соответствующие системные вызовы для работы в интерактивном режиме с уполномоченными людьми. Ресурсы организуются в виде каталогов: основной (ресурсы предприятия), каталоги производственных участков, склада материалов и комплектующих изделий.

– *Удобство применения.* Возможность одновременной обработки многих заказов одной компьютерной системой (ЭСУЗ) должна обеспечивать пользователям – начальникам производственных участков легко и эффективно контролировать заказы в интерактивном режиме; диспетчеру – управлять всеми заказами предприятия; заказчикам – возможность «следить» за заказом, определять его фазу.

5. Функции ЭСУЗ

Необходимость в правильном функционировании в процессе управления заказами возникает потому, что в распоряжении диспетчера имеется несколько методов решения. Это администрирование должно быть таким, чтобы метод, являющийся (по некоторому эвристическому критерию) наиболее обещающим, использовался в первую очередь [9]. Термин «администрирование» говорит об иерархической структуре системы решения задач, которая в вычислительных машинах обеспечивается операционной системой. Поэтому экспертную систему управления заказами можно рассматривать как операционную систему, управляющую (в интерактивном режиме) основными действиями пользователей и обеспечивающую запуск заказов, а также взаимодействие с пользователями. В частности, ЭСУЗ выполняет следующие функции:

¹ Далее – участков

- управление памятью: создание банков данных, которые можно запрашивать с различными целевыми установками* ;
- управление запуском заказов (приоритетность, прерывания, блокирование);
- управление оборудованием и оснасткой (мониторинг наличия, работоспособного состояния, ремонта);
- учет использования сырьевых материалов;
- управление взаимодействием заказов;
- диспетчеризация доступа (ЭСУЗ посредничает при всех обращениях субъектов к объектам);
- диспетчеризация заказов (контроль графика выполнения работ на участках и своевременного выпуска продукции);
- диспетчеризация материально-технического обеспечения, в том числе, контроль выполнения планов снабжения и выдача рекомендаций для принятия мер в случае их нарушения;
- контроль за приемкой продукции.

Во всех перечисленных функциях эвристический метод управления полезен при установлении порядка, который, будучи не обязательно оптимальным, с большой вероятностью должен оказаться намного лучше, чем случайно выбранный порядок. В теории искусственного интеллекта известна основная эвристика обучения, которая формулируется так: в новой ситуации попытайтесь использовать методы, подобные тем, которые лучше всего работали в аналогичных уже известных ситуациях. Основная эвристика обучения кажется очевидной, однако ее применение связано с выбором подходящего объективного критерия подобия задач (а следовательно, и подобия ситуаций), а также подобия решений. Эта проблема далеко не тривиальна и решается, как правило, эвристически. Обучение – одна из существенных особенностей экспертной системы. Под обучением в контексте искусственного интеллекта понимается не столько накопление данных, сколько приобретение и накопление на опыте необходимых навыков пользователями ЭСУЗ.

Список литературы: 1. *Чейз Ричард Б.* Производственный и операционный менеджмент / Ричард Б. Чейз, Николас Дж. Эквилайн, Роберт Ф. Якобс / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 704 с. 2. *Сергеев В.И.* Логистика в бизнесе: Учебник / В.И. Сергеев. М.: ИНФРА-М, 2001. 608 с. 3. *Баурсокс Доналд Дж.* Логистика. Интегрированная цепь поставок / Доналд Дж. Баурсокс, Дейвид Дж. Клосс; пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2008. 640 с. 4. *Гаврилов Д.А.* Управление производством на базе стандартов MRP II / Д.А. Гаврилов. СПб.: Питер, 2008. 416 с. 5. *Колесников С.Н.* Стратегии бизнеса: управление ресурсами и запасами / С.Н. Колесников. М.: Статус-Кво 97, 2000. 245 с. 6. *Дружинин В.В.* Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Канторов. М.: Радио и связь, 1985. 200 с. 7. *Галеев В.И.* Кухня процессного подхода / В.И. Галеев, К.В. Пичугин // Методы менеджмента качества. 2003. №4. С. 12-21. 8. *Коулсон-Томас К.* Качество в обществе, основанном на знаниях / К. Коулсон-Томас // Европейское качество. 2003. №1-2. С. 30-49. 9. *Эндрю А.* Искусственный интеллект / А. Эндрю / Пер. с англ. под ред. и с предисл. Д.А. Поспелова. М.: Мир, 1985. 264 с. 10. *Карпов В.Е.* Введение в операционные системы [Электронный ресурс] / В.Е. Карпов, К.А. Коньков, В.П. Иванников. 2001-2003. Режим доступа: <http://cs.mipt.ru/docs/courses/osstud/os.html>.

Поступила в редколлегию 28.02.2011

Ковалев Алексей Иванович, канд. техн. наук, начальник отдела управления проектами ОАО ЭК «Хмельницоблэнерго». Научные интересы: управление предприятиями, оценивание деятельности, международные стандарты на системы управления, качество управления, информационные системы. Адрес: Украина, 29016, Хмельницкий, ул. Храновского 11а, тел.: (0382) 78-78-23.

* Например, статистические данные о заказах могут использоваться для планирования загрузки мощностей, планирования работы отделов, а также для планирования инновационной деятельности предприятия (разработка новых технологий, закупка оборудования).