

Б. С. ПАДУН, А. Н. АНДРИАНОВ, С. А. ГНЕЗДИЛОВА

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ
СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Рассматриваются особенности организации инструментального производства завода, которое обслуживает как основное производство, так и заказы внешних предприятий. Предложен вариант построения интегрированной автоматизированной системы управления инструментальным производством и проектирования технологического оснащения.

***Ключевые слова:** инструментальное производство, виртуальное предприятие, экспертная система, технологическое оснащение, управление производством.*

Введение. Инструментальное производство (ИП) завода обычно состоит из собственных цехов и участков, складов и кладовых, подразделений учета и т.п. В тех случаях, когда не хватает ресурсов ИП для изготовления технологического оснащения (ТО), привлекаются ресурсы основного производства или формируется заказ для его изготовления на других предприятиях. Отслеживает и организует процессы по проектированию, изготовлению, заказу, покупке, снабжению и хранению ТО инструментальный отдел (ИО) завода. Следовательно, инструментальное производство завода во главе с ИО является „производством в производстве“.

Все действия ИО регламентируются внутренними распоряжениями руководства завода. Нетрудно заметить, что принцип работы ИП соответствует принципу работы виртуального предприятия. Поэтому вполне закономерно его рассматривать как виртуальное предприятие

(ВП), которое физически существует внутри основного предприятия и к которому оно относится юридически, но имеет самостоятельные внешние связи.

Взаимодействие подразделений ИП с подразделениями и цехами основного предприятия осуществляется не только на основании приказов руководства, но и в соответствии с графиками оснащения новых изделий, извещениями службы главного технолога, серийного конструкторского отдела и технологическими потребностями основного производства.

Авторы считают, что рассмотрение инструментального производства как отдельного ВП внутри основного предприятия должно привести к внедрению полной автоматизации в ИП.

Обобщенная схема выполнения работ в ВП ИП представлена на рис. 1 (ТО_п — оснащение, которое планируется для проведения профилактического ремонта, ТО_с — случайно вышедшее из строя).

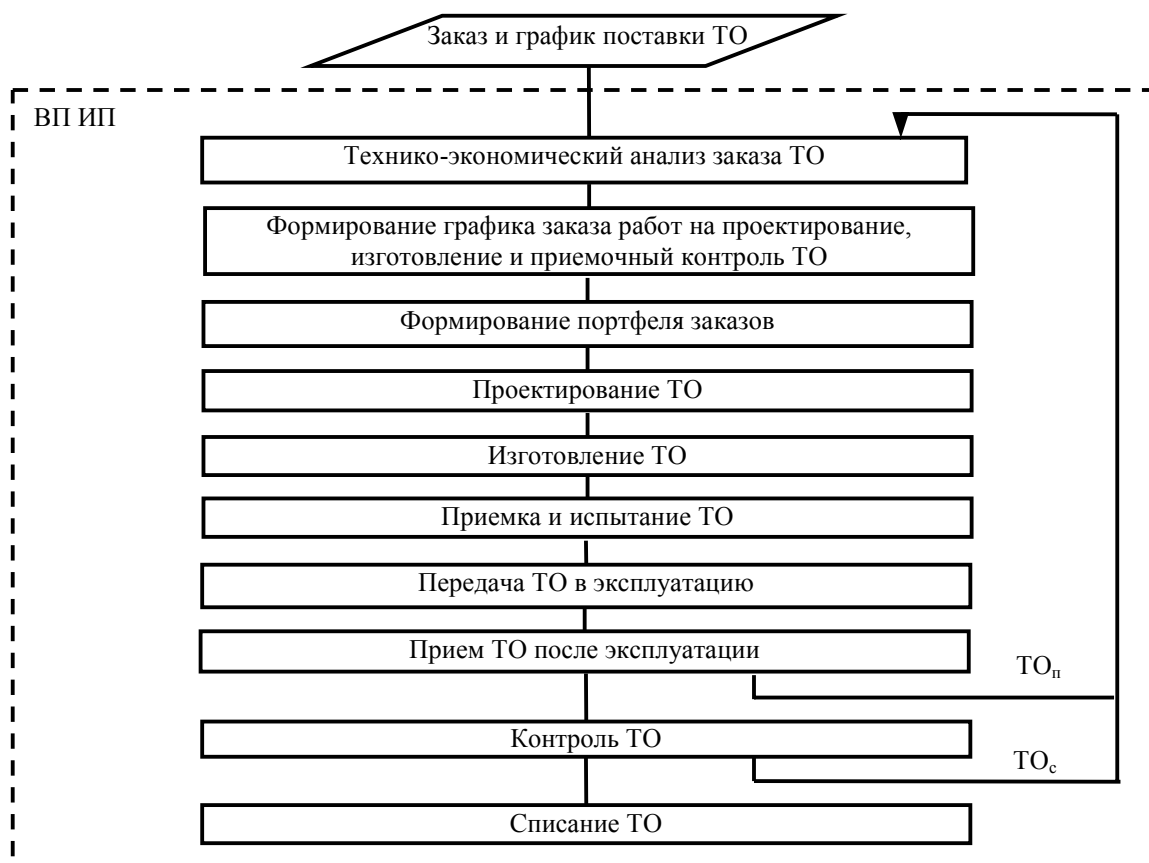


Рис. 1

Рассмотрим возможные отличия традиционных схем проведения работ на предприятиях в ИП от предлагаемой в рамках концепции ВП.

1. График поставки изделий должен поступать в ВП ИП от заказчика вместе с заказом. Если этот заказ — от основного производства, то график не подлежит изменению, если от стороннего заказчика — либо график согласовывается, либо от заказа отказываются.

2. Техничко-экономический анализ заказа — это совокупность выполнения двух функций, применяемых для собственного заказа. Первая делит множество следующим образом:

$$TO = TO_1 \cup TO_2,$$

где TO_1 и TO_2 — ТО, которое может и не может быть изготовлено в ИП ВП соответственно. Вторая функция определяет достаточность ресурсов ИП для изготовления TO_d :

$$TO_d = TO_1 \cup TO_p \cup TO_c,$$

Если ресурсов недостаточно, то часть $ТО_1$ и/или часть $ТО_n$ заказывается в сторонних организациях. В этом случае сторонние заказы не принимаются и считается, что портфель заказов сформирован.

3. Если используются не все ресурсы, то портфель заказов дополняется заказами сторонних организаций, для этих заказов определяется, достаточно ли оставшихся ресурсов.

4. Вся работу по взаимодействию с подразделениями предприятия, участвующими в проектировании, изготовлении, покупке, учете и списании $ТО$, организует ИО. Не допускаются информационные связи в обход ИО.

Концепция построения автоматизированной системы виртуального предприятия ИП. Из схемы работ ВП ИП видно, что автоматизированная система должна решать задачи планирования, анализа и управления ИП, проектирования, учета, метрологического контроля, восстановления и утилизации технологической оснастки. Некоторые задачи формализованы и реализуются программными системами [1, 2]. Некоторые задачи формализованы слабо или вообще не формализованы. Следовательно, необходимы программные системы, которые в процессе эксплуатации могут пополняться новыми знаниями и компонентами. Поэтому основная идея — это *использовать для решения задач ВП ИП открытые программные и экспертные системы.*

Для объединения достаточно разнородных систем, входящих в автоматизированную систему ВП ИП, в проект заложены принципы единства управления и информационного пространства, независимости лингвистического, алгоритмического и программного обеспечения; классификации задач [3].

В состав автоматизированной системы ВП ИП должны включаться лицензионные системы разных фирм и собственные разработки. Чтобы управлять таким разнородным составом систем, необходима специальная система (назовем ее мониторной), в задачу которой входит вызов программных элементов, передача им и прием от них управляющих данных. Под программным элементом понимается отдельный компонент или комплекс, который рассматривается управляющей программой („монитором“) как неделимый объект. Элементы между собой связываются только мониторной системой (рис. 2).

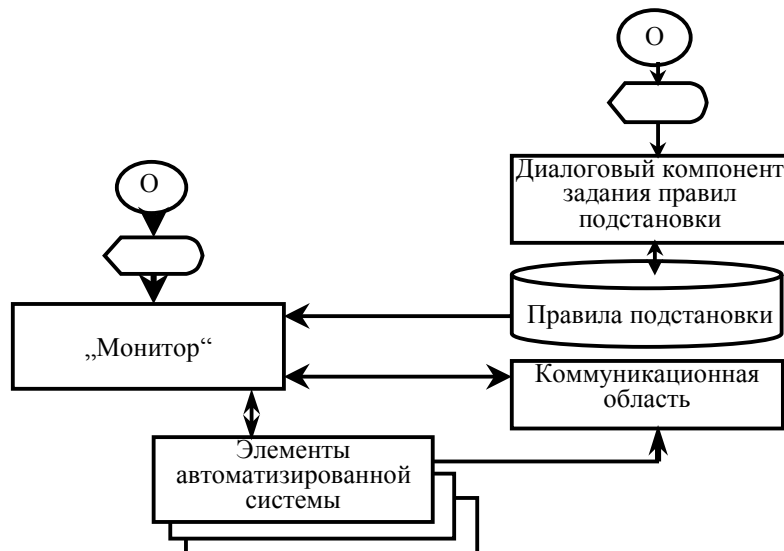


Рис. 2

Набор систем предопределяется задачами, которые должно решать ВП ИП. Ниже будут рассмотрены некоторые из них. Этот состав может пополняться по мере необходимости, но при соблюдении вышеописанного правила. Связь оператора (O) с элементами автоматизированной системы осуществляется только через „монитор“.

Система управления ВП ИП. Мониторная система реализует программную грамматику, поэтому она включает управляющую программу; строку нетерминальных и терминальных символов (первоначально она содержит аксиому); программную функцию, которая реализует правила подстановки; базу данных „правила подстановки“; диалоговый компонент формирования базы данных „правила подстановки“; коммуникационную область (рис. 2). Выбор правила подстановки определяется в ходе решения задач ВП ИП.

Система технико-экономического анализа заказов на ТО содержит два компонента, которые используют знания и данные о ресурсах ИП завода. Один компонент на основе этих знаний определяет множество $ТО_1$. Второй компонент определяет множество $ТО_2$. Знания о принципиальных возможностях ресурсов представлены в декларативной форме и хранятся в базе знаний. Форма записи правил — совершенная дизъюнктивно-нормальная [3]. Знания о временных затратах каждого ресурса представлены в виде нормативов. Входными данными нормативов являются свойства ТО. Дополнительным эффектом результатов работы системы технико-экономического анализа является формирование мероприятий по развитию ресурсов ИП, что способствует успешному развитию предприятия.

Система технико-экономического анализа заказов строится как экспертная, так как правила определения возможностей ТО и временные нормативы изготовления ТО на заданных ресурсах опираются на оценки уровня сложности ТО. Как следствие, процедура определения вероятного объема и стоимости работ по проектированию ТО практически не формализована. Основным методом получения таких данных является статистический анализ действующего производства и проектов ТО, а также выявление и идентификация элементов заказа, значимых для этих оценок. Поэтому при решении задачи необходим диалог со специалистом. Пользователи должны иметь возможность пополнять имеющиеся знания, касающиеся технико-экономического анализа заказов.

Система формирования графика заказа работ определяет порядок начала работ с учетом графика поставки ТО в основное производство. Следовательно, критерием при установлении очередности выполнения заказов являются сроки проектирования и изготовления ТО.

Как отмечалось выше, для изготовления ТО могут потребоваться дополнительные ресурсы. Объем таких ресурсов зависит от соотношения технологических возможностей и мощности собственного ИП, а также объемов и характера ТО. Следовательно, возможна кооперация, т.е. использование производственных ресурсов, не принадлежащих подразделениям ИП. Кооперация может быть внутренней, в пределах данного предприятия, и внешней, с привлечением производственных ресурсов сторонних организаций. Внутренняя и внешняя кооперация различаются характером организационных мероприятий и временными параметрами выполнения заказов.

Система формирования графика заказа работ должна содержать данные и знания о ресурсах сторонних предприятий, чтобы привлекать их для выполнения заказов на проектирование и изготовление ТО. Эти знания необходимо пополнять и корректировать. Поэтому данная система должна строиться как экспертная.

Система формирования портфеля заказов. Под портфелем заказов ВП ИП будем понимать дополнительные заказы сторонних организаций, принимаемые в работу для обеспечения полной загрузки производственных мощностей ИП. Следовательно, подбор дополнительных заказов осуществляется под свободные ресурсы ИП, и при этом возможность выполнения дополнительных заказов согласуется с графиком выполнения уже существующих. В качестве критерия формирования портфеля заказов можно выбрать показатель прибыли от деятельности ИП.

Так как в процессе деятельности ВП ИП заказы находятся на различных этапах жизненного цикла изделий, то на рис. 1 предусмотрена обратная информационная связь. Все это позволяет оценить возможность включения дополнительных заказов.

Анализ всех заказов ВП ИП позволяет выявить „окна“ в хозяйственном „портфеле“, и дать стратегические рекомендации для деятельности ИП. Для анализа могут быть использованы различные методы. Наиболее распространенными являются матрица бостонской консалтинговой группы и матрица „Дженерал Электрик“ [4]. Данные методы анализа могут быть использованы системой при формировании портфеля заказов.

Система проектирования ТО. Эффективность конструирования ТО повышается при использовании типовых параметризованных конструктивных решений. Поэтому особое значение приобретает развитие средств и методов параметрического описания объектов ТО, так как позволяет унифицировать технологические процессы изготовления ТО, технологическую оснастку и инструмент второго порядка, заготовки.

На рис. 3 представлен состав компонентов САПР ВП ИП и их информационные связи для случая, когда проектирование опирается на систему типовых и нормализованных решений и архив проектов. Организация связей баз данных различных видов через приведенные параметры обеспечивает принятие согласованных решений по всей цепочке технологической подготовки производства.

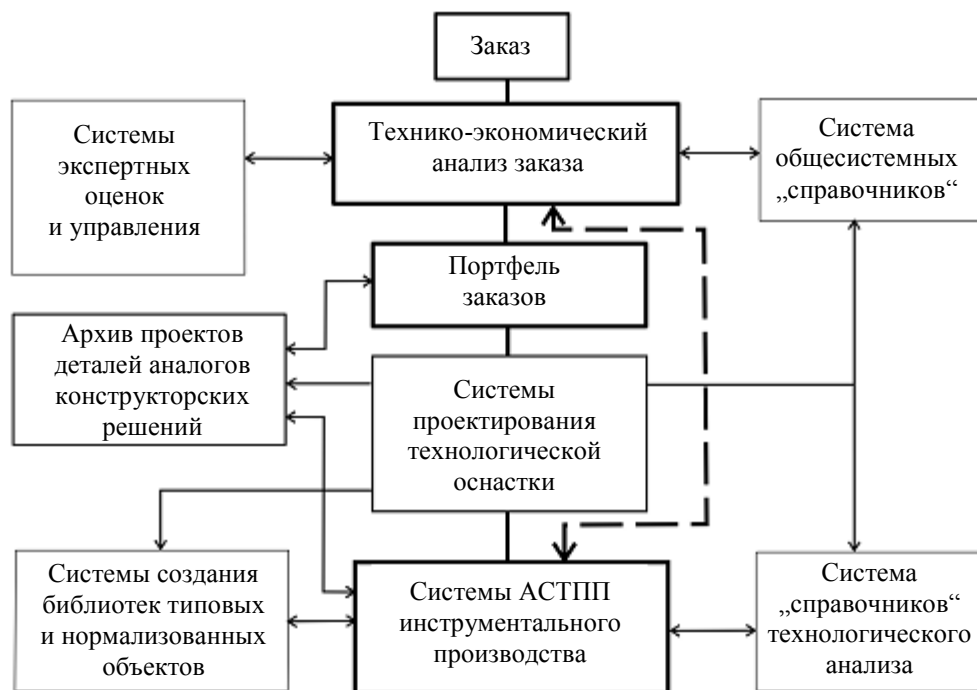
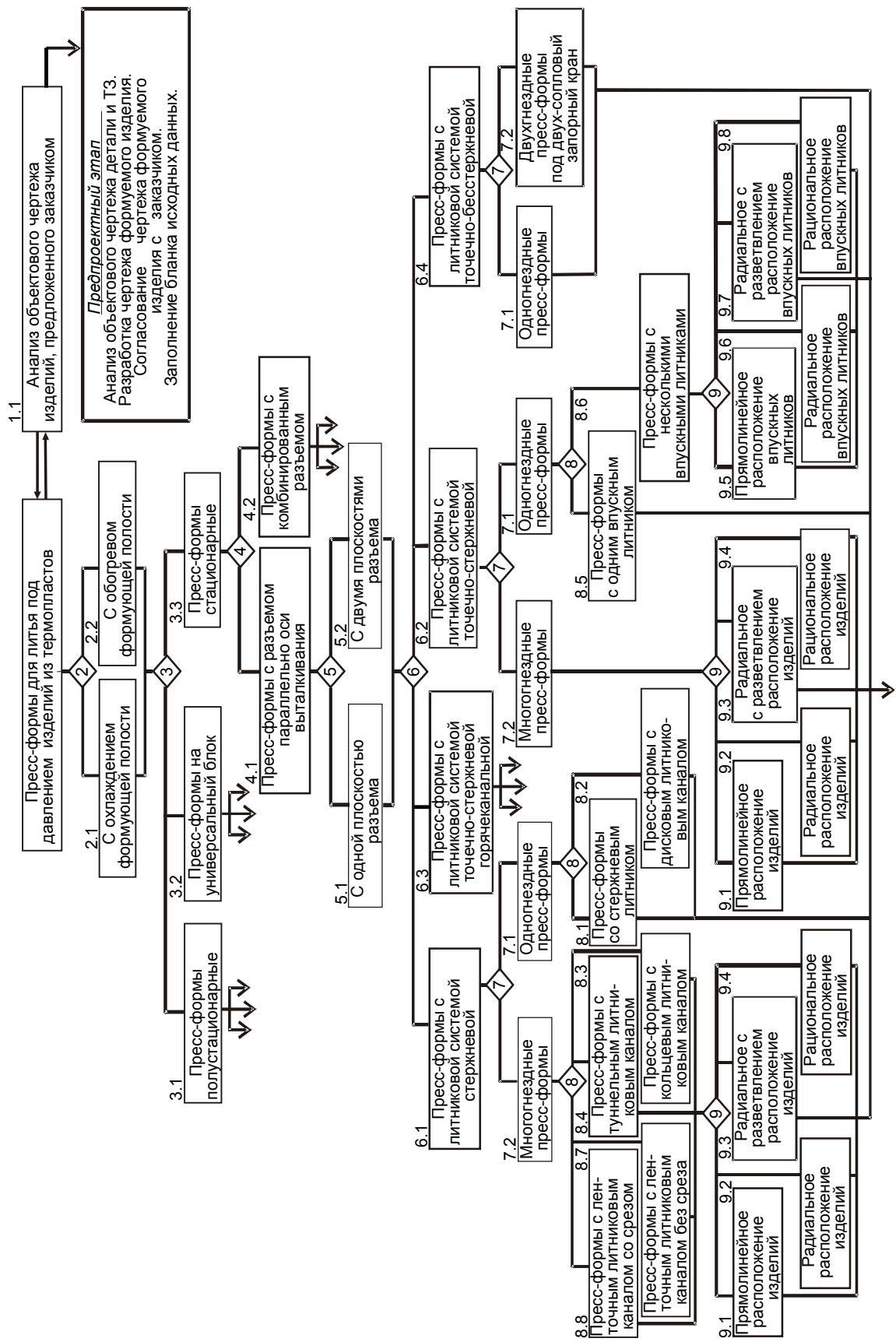


Рис. 3

Совокупность классификатора и правил выбора варианта конструктивного исполнения из набора альтернативных вариантов представляет собой параметрическую модель проектируемой ТО, которая закладывается в основу алгоритма проектирования ТО (рис. 4). В этом случае САПР ИП способна самостоятельно выполнить выбор и адаптацию типовых решений через установление значений параметров в зависимости от исходных данных заказа и оперативного плана загрузки производственных ресурсов.

Наиболее предпочтительная форма автоматизации проектных задач — экспертные системы, так как они позволяют повысить качество технологической подготовки производства.

Заключение. Система ВП ИП обеспечивает эффективное управление сроками и стоимостью инструментального обеспечения завода, позволяет вести мониторинг как внутренних, так и внешних затрат времени и финансов и оптимизировать их исходя из изменения структуры портфеля заказов и изменения свойств производственной среды.



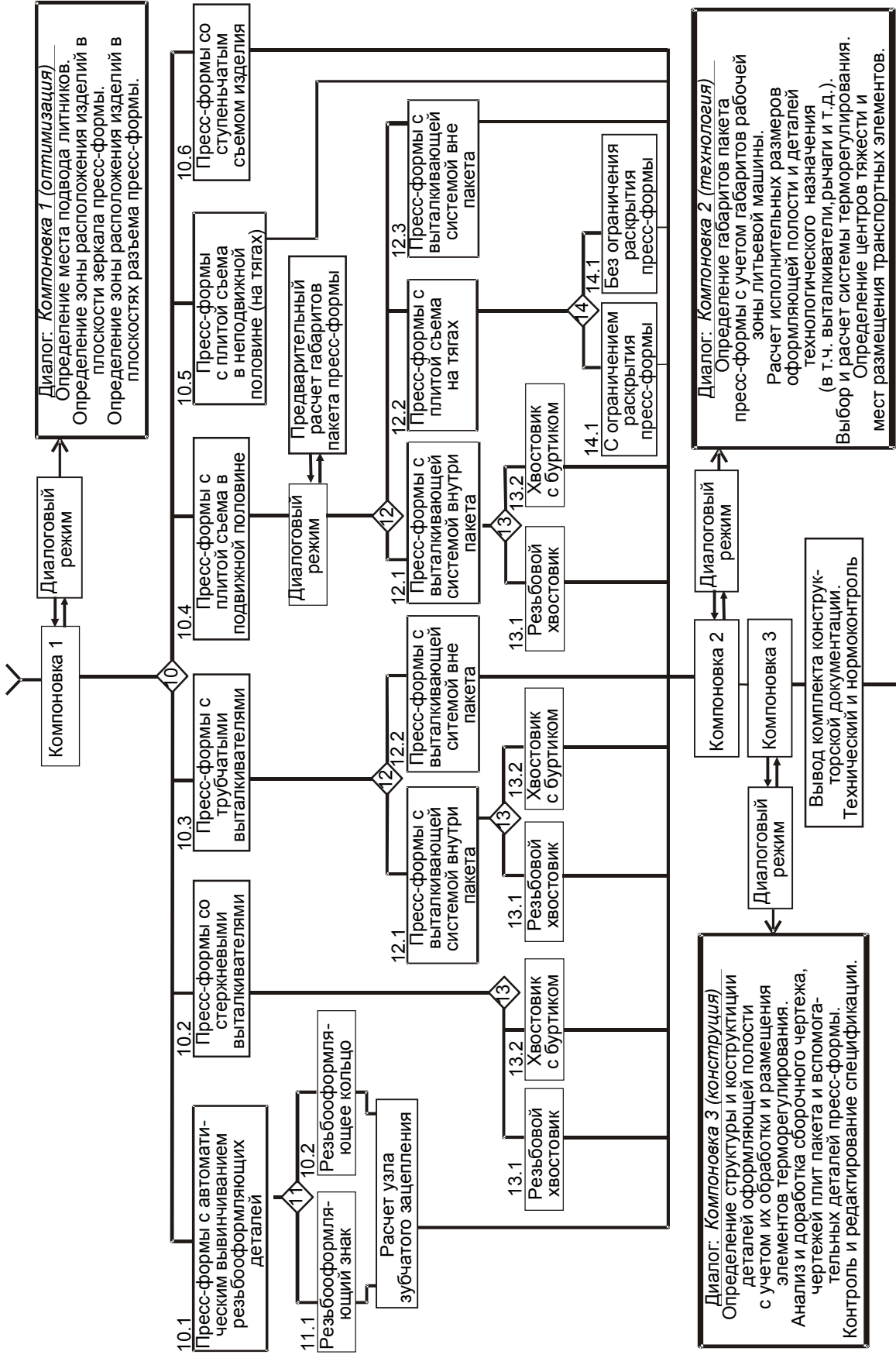


Рис. 4

В свою очередь, применение САПР ТО в ВП ИП оказывает на его информационную среду серьезное организационное воздействие и обеспечивает повышение эффективности его работы в целом. Можно утверждать, что САПР ТО является „носителем“ свойств ВП ИП и определяет его как самостоятельно функционирующую производственную структуру со своими производственными свойствами, параметрами и ресурсами.

Использование экспертной системы (ЭС) на ВП повышает скорость и качество выполнения заказа. Авторам не известны ЭС, которые были бы разработаны для решения задач ВП ИП. Для решения некоторых из перечисленных выше задач можно использовать готовые ЭС и экспертные оболочки, модернизированные с учетом специфики конкретного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Haley P., Kowalski J., McDermott J., and McWhorter R.* PTRANS: A rule-based management assistant // Technical Report, Computer Sci. Dept. Pittsburgh: Carnegie-Mellon University, 1983. January.
2. *McDermott J.* Building expert systems // Artificial Intelligence Applications for Business, Norwood, N. J.: Ablex, 1984.
3. Технологическая подготовка гибких производственных систем / *С. П. Митрофанов, Д. Д. Куликов, О. Н. Милев, Б. С. Падун.* Л.: Машиностроение, 1987. 352 с.
4. *Силаков А. В., Иващенко Н. С.* Выбор структуры товарного портфеля предприятия на основе анализа его сбалансированности // Маркетинг в России и за рубежом. 2004. № 6.

Сведения об авторах

Борис Степанович Падун

— канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения;
E-mail: bsp.tps.ifmo@mail.ru

Алексей Николаевич Андрианов

— Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; старший преподаватель; E-mail: alan105@bk.ru

Светлана Александровна Гнездилова

— аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: gnesvetlana@yandex.ru

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
14.12.09 г.