

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПОЧТОЙ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА

В.А. Пустовит, В.В. Затоян, О.В. Галкина (ОАО "Новоросцемент")

Представлена автоматизированная система отбора, загрузки в контейнер и отправки проб сырьевого шлама на анализ, реализованная на цементном заводе "Пролетарий" ОАО "Новоросцемент". Проект реализован на базе SCADA-системы TRACE MODE 6. Описаны особенности алгоритмической и аппаратной реализации проекта; возможные режимы управления системой.

Ключевые слова: пневмопочта, проба, контроллер, сырьевой шлам, режимы управления, мнемосхема.

ОАО "Новоросцемент" — старейшее цементное предприятие России. Оно является одним из крупнейших отечественных производителей цемента. Доля в объеме продукции отрасли составляет около 7%. В структуру ОАО "Новоросцемент" входят три цементных завода: "Пролетарий", "Октябрь" и "Первомайский" с обслуживающими подразделениями: автобазой, ремонтно-строительным управлением, железнодорожно-транспортным цехом и управлением по ремонту технологического оборудования. Вся продукция сертифицирована и отвечает требованиям российских и международных стандартов.

### Автоматизация предприятия

Переход на новую систему автоматизации предприятия начался с 2004 г. и ведется до сих пор. В настоящее время на всех объектах предприятия проводится реконструкция систем контроля и управления с использованием SCADA-системы TRACE MODE 6.

Выбор пакета TRACE MODE обусловлен следующими причинами:

- совместимость с применяемым на предприятии комплексом технических средств от разных производителей: Овен (ТРМ1, ТРМ201, СИ8, МВА8), АйПи-Си2Ю (WinCon, I-8000, I-87K4), Логика (СПГ761, СПТ961), Теплоком (ВКГ2), завода им. Фрунзе (СЭТ-4ТМ);
- малые затраты на разработку ПО;
- простота использования, не требующая знания языков программирования;
- поддержка связи с оборудованием разных производителей: встроенные драйверы для обмена данными с различным оборудованием и возможность связи с приборами через OPC-серверы;
- возможность ведения разработки несколькими пользователями: в стадии разработки на предприятии находились сразу два проекта, связь между проектами осуществляется без использования стороннего ПО;
- единая среда программирования контроллеров и АРМов;
- возможность отладки и перепрограммирования узлов в режиме РВ;
- возможность постепенного развития распределенной системы автоматизации;
- хорошая техническая поддержка.

На данный момент на предприятии реализованы системы контроля и управления сырьевыми мельницами, печами обжига клинкера, мельницами сухого помола (с системой дозирования), а также система контроля за

коммерческими параметрами производства (газ, электроэнергия). Вся информация от SCADA-системы поступает на сервер документирования, где происходит архивирование важнейших параметров. С сервера документирования информация поступает техническому и руководящему персоналу предприятия. Структура верхнего уровня автоматизации завода представлена на рис. 1.

Среди прочих задач, которые требовалось решить предприятию, было создание автоматизированной системы отбора, загрузки в контейнер и отправки проб на анализ в цеховую лабораторию. Надо отметить, что подобных систем на российском рынке очень мало. Созданием алгоритмов и реализацией системы занималась подрядная организация НПК "Югцветавтоматика" (г. Владикавказ). Было решено автоматизировать данный рецептурный производственный участок без применения специализированных Batch систем, а используя возможности универсального SCADA-пакета TRACE MODE 6, уже хорошо знакомого инженерному составу предприятия.

### Основные функции, выполняемые АСУ пневмопочтой

В процессе приготовления сырьевой смеси возникает отклонения ее химического состава от заданного, что связано с колебаниями состава сырья, погрешностями при дозировании сырьевых компонентов. Поэтому перед обжигом состав сырьевой смеси, подаваемой с горизонтов, тщательно контролируется, при отклонении состава от расчетного в смесь вносятся соответствующие поправки. Для получения однородной сырьевой смеси по химическому составу на заводе "Пролетарий" принят поточный способ приготовления шлама, так как используется уникальное сырье — мергель, в котором соотношение между углекислым кальцием ( $\text{CaCO}_3$ ) и глинистым веществом приближено к требуемому для производства цемента высшего качества. Этот метод предусматривает приготовление одного шлама при периодическом корректировании соотношения компонентов сырьевой смеси перед помолом. Смесь корректируется по процентному содержанию  $\text{CaCO}_3$  (титру); содержанию  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  (силикатному и глиноземному модулям).

В результате помола сырьевой шихты в сырьевых мельницах получается шлам, который по составу близок к готовому и требует лишь небольшой корректировки. Корректирование шлама производится в круглых горизонтальных бассейнах. Бассейны оборудованы ме-

шалками, обеспечивающими интенсивное перемешивание шлама и усреднение его состава. Вследствие большой вместимости (6000 м<sup>3</sup>) бассейна возможные колебания при усреднении и перемешивании сглаживаются. Отклонения от заданного химического состава происходят чрезвычайно медленно, что позволяет своевременно обнаружить их и соответственно изменить дозировку компонентов.

Исправление (корректировку) химического состава шлама по титру, коэффициенту насыщения и модулям производится на основании результатов ускоренного химического анализа корректируемого шлама. Для автоматического отбора представительных разовых проб, составления часовых проб, приема порожнего контейнера, автоматического дозирования и загрузки в контейнер часовой пробы, отправки в химическую лабораторию загруженного часовой пробой контейнера была создана автоматизированная система пневмопочты.

В процессе нормального функционирования система выполняет следующие функции:

- непрерывный отбор частичной пробы шлама с помощью пневматического насоса с производительностью 5 литров в час;
- периодическое программное распределение отобранной частичной пробы на разовые пробы с помощью распределителя с пневматическим приводом, направление их в смеситель, а остаток — в желоб;
- составление в каждом цикле часовой пробы с помощью смесителя, в котором непрерывно перемешиваются разовые пробы, отобранные в текущем цикле;
- дозирование часовой пробы для ее загрузки в транспортный контейнер с помощью дозатора и второго насоса пневматического;
- прием из химической лаборатории порожнего и очищенного от остатков предыдущей пробы контейнера;
- перевод порожнего контейнера в положение его загрузки дозой часовой пробы,
- загрузка контейнера часовой пробой с помощью устройства загрузки;
- перевод груженого контейнера в положение его отправки в химическую лабораторию;
- отправка груженого контейнера в химическую лабораторию с помощью устройства отправки контейнера;
- программная промывка водой всех устройств системы, контактирующих с пробой шлама.

**Конструктивное оформление пневмопочты**

Структурная схема расположения технических средств системы управления пневмопочтой проб пред-

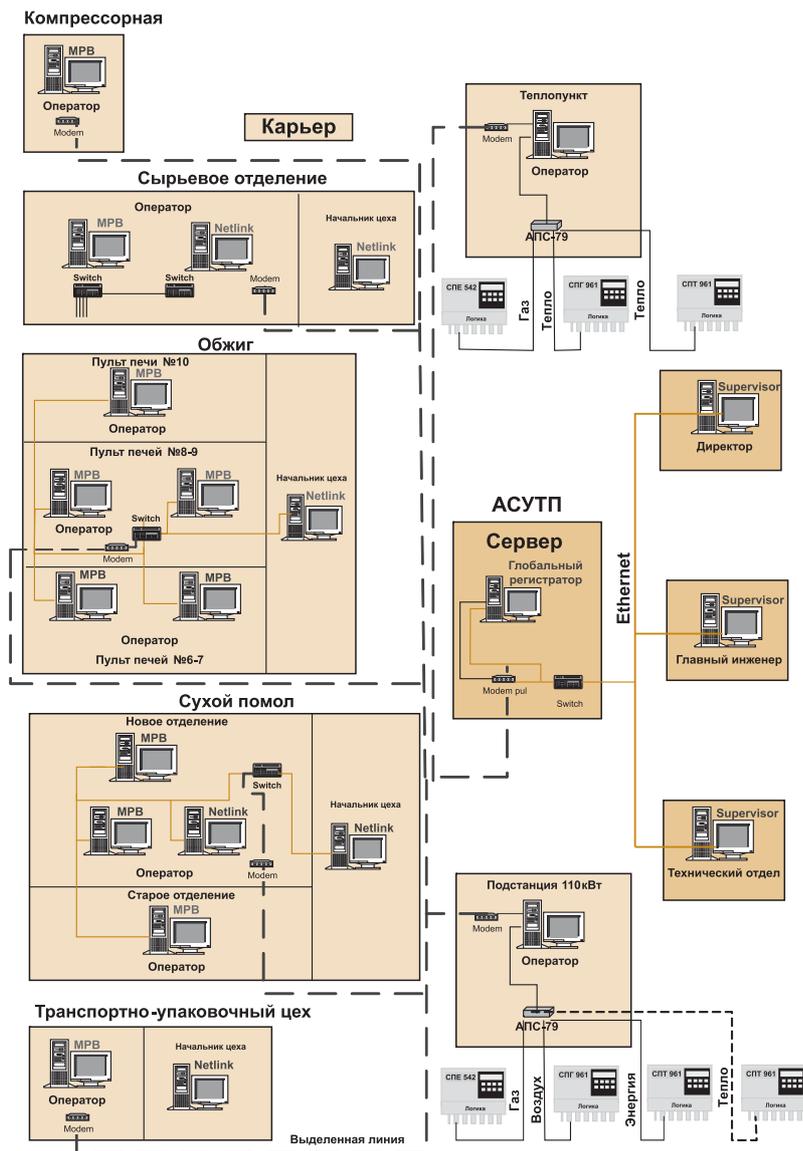


Рис. 1. Структурная схема верхнего уровня АСУТП

ставлена на рис. 2. Конструктивно технические средства управления устройствами отбора представительных первичных проб, составления и дозирования часовых проб, приема порожнего, загрузки и отправки загруженного часовой пробой контейнера в химическую лабораторию размещены в двух шкафах технологического оборудования (ШТО), устанавливаемых в непосредственной близости друг от друга (рис. 3). Технологическое оборудование, используемое для приема груженого и отправки порожнего контейнера, установлена в химической лаборатории.

Технические средства автоматизации системы управления размещены в двух шкафах, один из которых установлен в химической лаборатории (ШСУ1, рис. 4), а второй (ШСУ2, рис. 5) смонтирован на боковой стенке ШТО1.

Автоматизированная система пневмопочты проб включает следующие технические средства автоматизации:

- два пневмонасоса, несколько пневмоклапанов, двигатель;

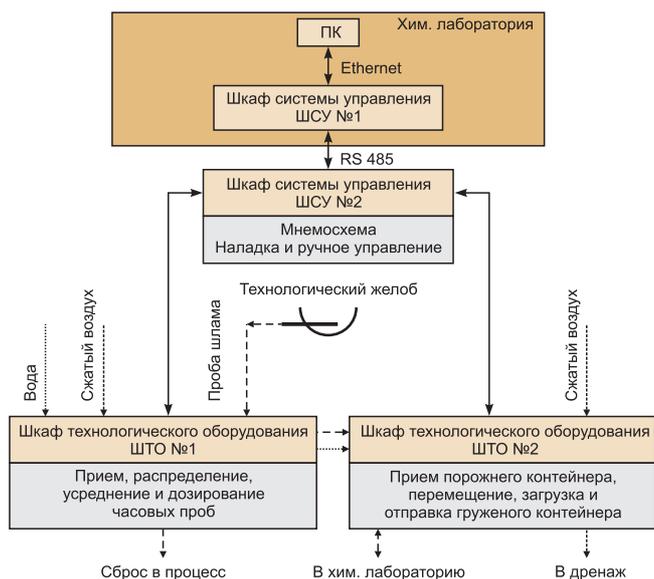


Рис. 2. Структурная схема расположения технических средств системы управления пневмопочтой

- модули сбора информации и управления клапанами, расположенные удаленно в шкафу пневмопочты на шламбассейнах и в лаборатории;
- контроллер WinCon-8000, работающий под управлением ПО Micro MPB TRACE MODE 6. В контроллере программно реализован алгоритм управления пневмопочтой. Запуск проекта в контроллере осуществляется автоматически при включении питания;
- ПК, на котором осуществляется: визуализация процесса управления пневмопочтой, архивирование параметров, ввод временных интервалов и функция выбора режима управления.

На ПК установлена ОС Windows XP и SCADA-система TRACE MODE 6 MPB+ на 512 точек ввода/вывода. ПК связан с контроллером WinCon-8000 по сети Ethernet, а контроллер – с корзиной расширения по интерфейсу RS-485. ПК, контроллер и одна корзина расширения расположены в лаборатории, вторая корзина расширения удалена в помещение установки отбора и усреднения часовой пробы.

Для анализа химического состава сырья ( $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ) из отобранных проб используется квантометр ARL 9900, который в настоящий момент не

подключен к автоматизированной системе. Полученные данные передаются оператором лаборатории оператору АСУТП по телефону. Оператор АСУТП на основании лабораторных данных может вносить изменения в состав смеси. В дальнейшем планируется устранить и эту ручную операцию и подключить квантометр к АСУ.

Лабораторный ПК через локальную сеть уже сейчас получает данные от других систем управления предприятия, предоставляя возможность оператору в лаборатории наблюдать на мониторе параметры работы "Сырьевого отделения", цехов "Обжиг клинкера" и "Сухой помол". Данные из лаборатории в перспективе также будут поступать по сети на АРМ оператора АСУТП. Оперативный обмен информацией на верхнем уровне АСУТП о состоянии всех объектов завода существенно облегчает ведение технологического контроля и позволяет своевременно вносить изменения в ход ТП.

### Описание алгоритма работы пневмопочты

Перед началом работе пневмопочты в автоматическом режиме управления все устройства (клапаны, насосы и двигатели) установлены в исходное состояние. Далее запускается в работу первый пневматический насос, который с помощью заборного устройства отбирает частичную пробу и направляет ее в распределитель, а затем в смеситель. В смесителе в течение отведенного времени составляется часовая проба из отобранных разовых проб при постоянном перемешивании смеси мешалкой. В определенное время из смесителя с помощью второго пневматического насоса и дозатора отбирается доза часовой пробы объемом, соответствующим объему транспортного контейнера. К данному моменту времени порожний и очищенный от остатков предыдущей пробы контейнер находится в устройстве приема и перемещения контейнера.

По команде контейнер перемещается в положение загрузки и с помощью устройства загрузки наполняется дозированной пробой. Затем по команде с помощью устройства отправки контейнера осуществляется отправка груженого часовой пробой контейнера в химическую лабораторию. Осуществляется последовательная промывка водой всех устройств и транспортных трубок. На этом часовой цикл отбора представительных проб завершается и система готова к началу нового цикла.



Рис. 3. Технологические средства системы отбора представительных проб и отправки их на анализ: ШТО1 (а) приемно-распределительное устройство и ШТО2 (б)

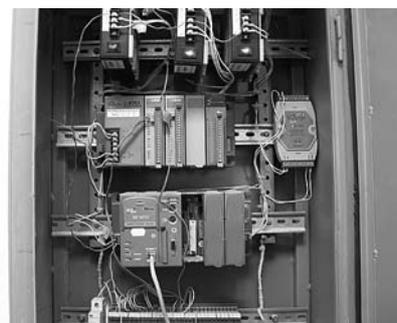


Рис. 4. ШКУ1 в лаборатории

Основной алгоритм управления пневмопочтой в проекте реализован с использованием обширной библиотеки FBD-графических элементов TRACE MODE 6.

#### Режимы управления пневмопочтой

В шкафу системы управления (ШСУ) №2 располагается электрическая мнемосхема управления для производства ремонтных работ наладчиком цеха АСУТП. Электрическая мнемосхема позволяет задать два режима управления: "Работа" и "Наладка".

Нормальным режимом управления является "Работа". Выбор режима управления осуществляется путем переключения тумблера выбора режима в соответствующее положение на электрической мнемосхеме. Контроллер дает запрет на установку режима "Наладка" при выполнении операций по загрузке и отправке в лабораторию контейнера и при очистке шламотрактов. В режиме "Работа" управление клапанами, насосами, двигателем осуществляет контроллер.

Режим "Работа" имеет два типа управления: "Автоматический" и "Ручной". В автоматическом режиме управление клапанами осуществляется по заданному алгоритму без участия оператора. В автоматическом режиме контроллер реализует работу алгоритма управления клапанами независимо от работоспособности ПК или наличия связи с ПК. В случае отказа ПК контроллер продолжает процесс управления системой прободготовки, и некоторое время процесс может идти без участия оператора, но в этом случае оператор становится "слепым". Об окончании часового цикла работы программы в этом случае свидетельствует прилетевший патрон с часовой пробой.

В ручном режиме управление клапанами осуществляет оператор путем нажатия соответствующих кнопок на экране монитора ПК (на мнемосхеме). Ручной режим является аварийным. Этот режим необходим, когда пневмопочта не работает долгое время по техническим (неисправность клапанов) или технологическим причинам (нет воздуха в системе или не работают сырьевые мельницы). Программа в контроллере останавливается.

В режиме "Наладка" управление клапанами, насосами, двигателем осуществляет наладчик. Это аварийный режим, позволяющий наладчику производить ремонтные работы. Запрет на управление с контроллера выдает электрическая мнемосхема. Выполнение программы в контроллере останавливается.

Информация о режимах управления отображается на мнемосхеме ПК.

#### Графический интерфейс оператора

Современная автоматика заменила оператора на нижних уровнях управления и мониторинга, а внедрение цифровой и компьютерной техники привело к тому, что оператор перестал напрямую взаимодействовать с контролируемой системой (объектом управления). Таким образом, автоматизация превратила человека-оператора из активного управляющего в пассив-

*Миксер - это устройство, приводящее цементную смесь в замешательство.*

Юмор

ного наблюдателя-диспетчера, осуществляющего в первую очередь функции мониторинга системы, то есть контроля за правильностью и эффективностью управления.

Графический интерфейс оператора состоит из нескольких экранов, переход между которыми происходит при помощи нажатия функциональных клавиш. Одной из важных частей основного экрана является "Мнемосхема пневмопочты" (рис. 6).

Важным элементом графической части проекта является также экран "Наладка" (рис. 7), позволяющий наладчику контролировать и изменять временные уставки алгоритма. По таблице "Временные интервалы" наладчик имеет возможность контролировать процесс управления пневмопочтой: наблюдать за изменением текущего времени в столбце "текущие" (это, по сути, счетчик времени), изменять время, отображающееся в столбце "задание", и тем самым варьировать временные уставки работы оборудования. Необходимые значения времени подбираются в процессе наладки системы. Наладчик также способен управлять любым клапаном, не прерывая алгоритм работы пневмопочты, вызвав всплывающий экран управления клапанами.

Все параметры по работе пневмопочты фиксируются в системе, что позволяет наладчику оценить работу и выявить неисправности пневмопочты. Информация о работе пневмопочты представляется в виде графиков и отчета тревог.

#### Заключение

Внедрение систем автоматизации различных производственных участков цементного завода на базе TRACE MODE 6 происходит постепенно и позволяет постоянно совершенствовать комплексную систему автоматизации предприятия в целом: добавлять в

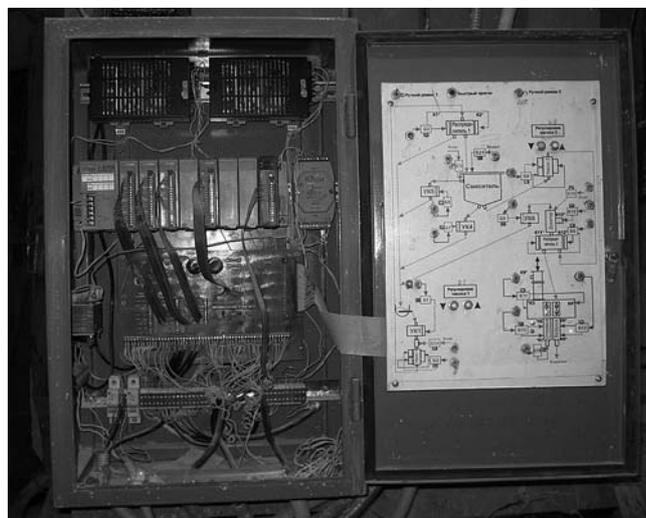


Рис. 5. ШСУ2 в пневмопочте

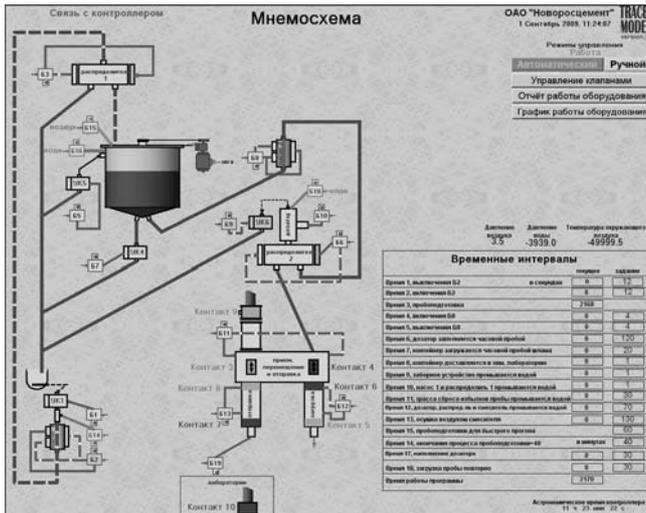


Рис. 6. Мнемосхема пневмопочты

проект новые узлы, создавать новые контуры управления, разрабатывать систему отчетов и документов, подключать новых пользователей, совершенствовать диагностические ситуации.

Введение в эксплуатацию современных систем автоматизации позволило предприятию отказаться от использования устаревших самописцев, увеличить число контролируемых параметров. В настоящий момент продолжается работа над усовершенствованием системы: разрабатываются новые контуры управления, формируется база расчетных данных (время ра-

*Пустовит Владимир Андреевич — начальник цеха АСУТП, Затоян Василий Васильевич — наладчик цеха АСУТП, Галкина Ольга Вячеславовна — инженер-программист ОАО "Новоросцемент".*  
 Контактный телефон (918) 389-75-83. E-mail: olga.novoros@yandex.ru

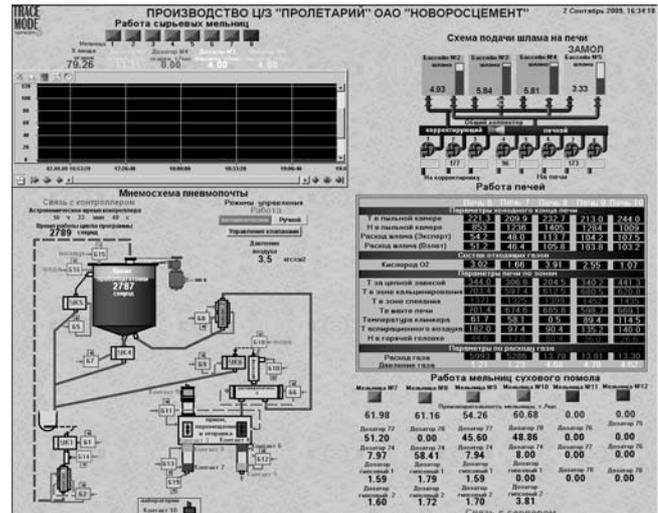


Рис. 7. Экран "Наладка"

боты оборудования, количество материала, производимое оборудованием и т.д.).

Еще раз отметим, что автоматизированная система управления пневмопочтой является уникальной, но при разработке проекта в TRACE MODE 6 использованы стандартные функции пакета. Подобных систем в России практически не существует. Создание данной системы позволяет контролировать состав сырья (влагу, титры, химический состав) и своевременно вносить изменения в рецептуру, что, безусловно, повышает качество выпускаемой продукции.

## MICROSOFT DYNAMICS AX для ПРЕДПРИЯТИЙ с ПРОЦЕССНЫМ ТИПОМ ПРОИЗВОДСТВА

Компания Digital Design

Представлено комплексное отраслевое ERP-решение для предприятий с процессным типом производства на базе Microsoft Dynamics AX, разработанное компанией Digital Design (С.-Петербург). Показаны первые результаты его внедрения в компании Faberlic (Москва).

Ключевые слова: ERP, рецептура, партии, планирование, качество готовой продукции.

Рецептурное производство — особый тип организации производственных процессов. Он характерен для предприятий фармацевтической, химической, пищевой, металлургической промышленности — тех отраслей, продукция которых создается на основе разработанной формулы (рецептуры), требующей неукоснительного соблюдения. Поэтому для рецептурного производства очень важны такие процессы, как составление производственного заказа, отслеживание и трассировка партий, контроль качества готовой продукции и компонентов, а также планирование, от качества которого зависит, сможет ли компания выполнить обязательства перед поставщиками и клиентами, будут ли своевременно поставлены все необходимые материалы и хватит ли производственных мощностей.

Рецептурное производство имеет ряд особенностей:

- многоуровневая структура;
- необходимость соблюдения жестких стандартов качества готовой продукции;
- наличие формулы (рецептуры);
- возможность частого изменения производственных параметров и технологического цикла;
- многовариантность использования компонентов: на базе одного и того же компонента может производиться широкий спектр готовых изделий;
- специфический учет затрат.

Управление современным рецептурным производством невозможно без систем класса ERP. Их цель — обеспечить единство и непрерывность управления производством, материально-техническим снабжением и продажами готовой продукции. Основные задачи, которые позволяет решить ERP-система на рецептурном производстве: