

Л.Н. Майоров, М.В. Таксанц

## ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

*Обоснована необходимость и основные подходы к разработке интерфейса оператора систем управления технологическими процессами, проанализированы задачи, стоящие перед разработчиком, а также принципы создания эргономичного интерфейса и методы его реализации.*

**E-mail:** mt12@bmstu.ru

**Ключевые слова:** система управления, эргономичный интерфейс, средства отображения информации, датчик.

**Основные принципы.** Системы управления предназначены для автоматизации технологических процессов. Однако необходим интерфейс, с помощью которого оператор запустит процесс. Обычно это кнопка, маркируемая надписью «ПУСК».

С момента включения установки система управления не может запустить процесс, так как некоторое время занята проверкой:

- состояния датчиков блокировки;
- наличия и уровня питающих напряжений;
- возможности рабочих перемещений;
- внутренних параметров установки;
- окончания подготовительных операций.

Об успешном окончании перечисленных проверок система управления сообщает оператору. Минимально для этого должна загораться лампочка (или светодиод) зеленого цвета с маркировкой «ГОТОВ». До появления этого сигнала система управления не должна реагировать на кнопку «ПУСК». При разработке системы не следует предусматривать память факта нажатия кнопки «ПУСК» и исполнение этой команды до готовности системы. В этом случае пуск процесса будет произведен неожиданно для оператора, что небезопасно и тогда требуется установить альтернативную красную лампочку (или светодиод) с маркировкой «НЕ ГОТОВ». Дело в том, что для оператора ситуация, когда система внешне не реагирует на подачу питающего напряжения, является двусмысленной и нервирующей: то ли он забыл включить установку, то ли напряжения нет, то ли что-то сломалось.

В тот момент, когда система управления запустила процесс, она должна сообщить об этом оператору. Это важно, когда начало процесса не сопровождается заметными признаками (шумом, движением и т. д.). В минимальной системе начало процесса, как правило, отображается частым миганием сигнала «ГОТОВ».

Наконец, оператор в любой момент может принять решение об аварийной остановке процесса ввиду возникновения каких-либо опасных обстоятельств. Для этого предназначена кнопка «АВАРИЙ-

НЫЙ СТОП», которая расположена в самом удобном месте, чтобы не терять время на ее поиски в панике аварийной обстановки. Эта кнопка на пульте обычно крупнее, чем остальные кнопки, чтобы можно было нажать ее сразу, а кнопка «ПУСК» заглублена для исключения ошибочного запуска. Этими требованиями заканчивается минимальный набор интерфейса оператора для управления процессом. Иногда в него входит еще одна кнопка «СТОП», назначение которой останавливать технологический процесс штатно, с правильным соблюдением всей последовательности действий, необходимых для корректной остановки. Разделение команды «СТОП» на аварийное отключение и обычное требуется, если обычная остановка по особенностям технологического процесса занимает значительное время, что может быть опасно в аварийных случаях.

В недорогих системах управления иногда совмещают кнопки «ПУСК» и «СТОП», т. е. используют одну кнопку в счетном режиме, первым нажатием включают, вторым — выключают. Следует признать, что такое упрощение при управлении технологическими процессами недопустимо: оператор всегда должен точно и однозначно знать, какое действие будет совершаться при нажатии на кнопку.

Этот минимальный интерфейс подходит для простого управления однотипными процессами. Когда система управления должна принять от оператора дополнительные параметры, интерфейс необходимо усложнять. Однако выполнять это следует осторожно. Слишком сложный интерфейс рождает неуверенность, увеличивает риск ошибок в управлении. Рассмотрим другую крайность, задачу разработки настолько большого интерфейса, что его дальнейшее усложнение не повлияет на методы его проектирования. При этом всегда будем помнить, что интерфейс любой реальной системы находится где-то между этих двух крайностей и имеет черты обеих.

Поскольку задача создания интерфейса давно изучена, рассмотрим возможные методы его организации:

— **языки команд** — пользователь управляет системой, вводя соответствующие команды в тестовом режиме; в настоящее время типично компьютерный метод управления техническим процессом применяется крайне редко;

— **диалог** — вопрос и ответ, т. е. компьютер формирует вопросы, а пользователь отвечает ему (или наоборот), выбирая ответ из возможных;

— **формы** — пользователь заполняет формы или поля диалога, вводя данные в необходимые поля;

— **меню** — пользователь обеспечен рядом опций и управляет системой, выбирая последовательно необходимые пункты;

— **прямое манипулирование (графический интерфейс пользователя)** — пользователь управляет объектами на экране с помощью устройства манипулирования типа мыши; также типично компьютерный метод, однако его возможности позволяют организовать понятное и надежное управление сложным процессом.

Реальные интерфейсы обычно используют комбинацию этих методов. Проектировщик выбирает методы и их комбинации, исходя из особенностей технологического процесса и способов управления с неизменным учетом эргономики — особенностей восприятия машинной информации человеком.

Цель создания эргономичного интерфейса — отображение информации настолько эффективно, насколько это возможно для человеческого восприятия, и структурирование отображения на дисплее так, чтобы привлечь внимание к наиболее важной информации. Основная цель — минимизация общей информации на экране и представление только необходимой информации для оператора. Для этого требуется соблюдать следующие принципы.

1. **Естественность (интуитивность)**. Работа с системой не должна вызывать у оператора сложностей в поиске необходимых директив (элементов интерфейса) для управления процессом решения поставленной задачи. Сейчас в этот принцип принято включать обязательное следование приемам и принципам, зарекомендовавшим себя в интерфейсах персональных компьютеров и телефонов.

2. **Непротиворечивость**. Если в процессе работы с системой оператором были использованы некоторые приемы работы с некоторой частью системы, то в другой части системы приемы работы должны быть идентичны. Работа с системой через интерфейс также должна соответствовать установленным нормам (например, применение клавиши Enter).

3. **Неизбыточность**. Оператор должен вводить только минимальную информацию для работы или управления системой. Например, пользователь не должен вводить незначимые цифры (00010 вместо 10). Аналогично нельзя требовать от оператора ввести информацию, которая уже была введена ранее или которая может быть автоматически получена из системы. Необходимо использовать значения по умолчанию, чтобы минимизировать процесс ввода информации.

4. **Доступ к системе помощи и гибкость** — возможность успешной работы операторов различной квалификации путем применения дополнительных уровней интерфейса.

Однако, как правило, технологическими комплексами управляют специально подготовленные операторы, имеющие гарантированный уровень квалификации, поэтому последний принцип не имеет смысла.

Информация, предоставляемая оператору, имеет разную ценность:

1) информация, на которую следует немедленно обратить внимание, должна всегда отображаться в видимом месте и выделяться (например, предупреждающие сообщения и сообщения об ошибках);

2) информация, которая не является необходимой в данный момент времени (например, значение параметров процесса), не должна отображаться, чтобы не отвлекать внимание, но должна быть доступной, когда потребуется.

Для привлечения внимания к каким-либо элементам интерфейса можно воспользоваться выделением этих элементов большей яркостью на фоне других, более темных. Однако много ярких элементов может вызвать дискомфорт и утомление оператора. Таким образом, можно достичь обратного эффекта — перегрузки интерфейса. Применять этот метод следует только при необходимости. Существует несколько способов выделения элементов:

- движение (мигание или изменение позиции) — очень эффективный метод, поскольку глаз имеет специальный детектор для движущихся элементов;

- яркость — не очень эффективный метод, так как глаз может обнаружить всего лишь несколько уровней яркости;

- цвет — эффективный метод;

- форма (символ, шрифт, форма символа) — используется для того, чтобы отличить различные категории данных;

- различные алфавиты (шрифты);

- размер (текста, символов) — обычно выделенный объект увеличивают в 1,5 раза;

- отнение (различная текстура объектов) — эффективный метод для привлечения внимания к какой-либо части экрана;

- окружение (подчеркивание, рамки, инвертированное изображение) — очень эффективный метод.

В соответствии с принципами эргономичного интерфейса, если система работает в разных режимах, то для каждого из них создается собственный интерфейс, однако оператору всегда должно быть известно, в каком режиме функционирует система.

Для технологических комплексов кроме режима штатного функционирования большое значение имеют отладочные, тестовые и ремонтные работы. Поскольку работа в этих режимах значительно отличается от штатной работы, то интерфейс их также специфичен. Следует отметить, что чем сложнее система, тем больше объем специфических режимов превосходит объем штатного режима, при этом принципы и приемы проектирования неизменны.

**Реализация.** В настоящее время стандарт предусматривает использование персональных вычислительных машин для управления технологическими процессами. Развитый интерфейс пользователя, наряду с непревзойденной надежностью и экономическими преимуществами стал тому причиной. Кроме того, имеют значение хорошо отработанные и документированные системы разработки программного обеспечения и обилие профессионалов, владеющих этими системами.

Средства отображения информации в персональных машинах по своему развитию значительно опережают потребности интерфейса систем управления, что является хорошим стимулом для его совершенствования. Однако их традиционные системы ввода информации могут быть использованы только на этапах разработки и отладки.

Использование штатной клавиатуры и мыши при управлении технологическим процессом в случае ошибки приводит к индикации запроса операционной системы, часто на английском языке, до ответа на который дальнейшие действия блокируются. Чтобы устранить это, клавиатуру накрывают кожухом, в котором прорезаны отверстия только над теми клавишами, которые используются в прикладной программе управления технологическим процессом. Более разумным, хотя и более дорогим решением будет проектирование специальной клавиатуры, набор и расположение кнопок и надписей на которой специально разработаны под конкретную технологию. Стандартный разъем PS/2 позволит подключать такую клавиатуру к любому системному блоку, при этом выдавать она сможет только коды разрешенных клавиш. Применение в пульте управления ручек (энкодеров) для изменения числовых значений вполне возможно, если использовать разъем и сигналы указателя мыши.

Более простые системы управления, где персональная вычислительная машина избыточна, выполняются на микропроцессорах, которые специализированы под различные классы вычислительных задач и могут быть легко оптимизированы для конкретной технологии. Интерфейс таких систем в основном поддерживается библиотекой функций, обслуживающих строчные и графические дисплеи, клавиатуры, энкодеры и датчики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. — М.: Горячая линия–Телеком, 2009. — 608 с.
2. <http://www.artlebedev.ru/everything/interface/>
3. <http://nurik-nmt.by.ru/>

Статья поступила в редакцию 11.09.2012