



## СИТУАЦИОННОЕ ВОСПРИЯТИЕ — СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ДИЗАЙНУ HMI



А.И. Иванов (Компания Wonderware Russia)

Развитие средств и систем автоматизации, применяемых на производственных предприятиях, сопровождается увеличивающейся информационной нагрузкой на операторов, осуществляющих контроль и управление современными комплексами автоматизации. Предложен подход к проектированию человеко-машинного интерфейса (HMI), основанный на основе изучения ситуационного восприятия.

Ключевые слова: ситуационное восприятие, человеко-машинный интерфейс, автоматизированное рабочее место, иерархия экранов, представление информации.

Развитие производств и инфраструктуры на настоящий момент определяется такими тенденциями, как внедрение все более сложных ТП, появление различного «интеллектуального» оборудования, объединение в единые системы географически распределенных процессов, требования получения информации и принятия решений в масштабе реального времени для удаленного управления.

Это влечет за собой повышение уровня автоматизации систем управления и уменьшение численности обслуживающего персонала. Однако при этом происходит и увеличение объема обрабатываемых данных, в том числе и для операторов, которые должны успевать реагировать на события, происходящие в системе управления. Согласно проведенным исследованиям, ошибки операторов вызывают до 42% аварийных ситуаций, имеющих непосредственное отношение к экономическим потерям и угрозам безопасности. В ходе расследования множества производственных аварий дизайн HMI был назван в качестве одной из их причин. Одним из наиболее распространенных в HMI способов уведомления об угрозах безопасности являются аварийные сообщения или сигналы. В ходе опроса пользователей промышленных систем около 70% респондентов заявили, что насыщенность экранной формы аварийными сигналами мешает им управлять производственным процессом.

Об актуальности проблемы говорят различные научно-технические публикации, в том числе [1, 2].

Рассмотрим подход к проектированию HMI, предложенный компанией Wonderware

и основанный на проведенных исследованиях и рекомендациях, разработанных по их результатам. Этот подход базируется на следующих основных моментах [2]:

- организация иерархии экранов (навигация между ними);
- представление информации;
- использование цвета;
- организация аварийных сигналов.

### Организация иерархии экранов

Наилучшим вариантом является представление системы в виде четырехуровневой иерархической модели, как показано на рис. 1. Окна в этой структуре позволяют эффективно ориентировать оператора в восприятии состояния процесса, выполнении действий или получении детальной информации в зависимости от уровня наблюдаемого окна.

Окна уровня 1 не воспроизводят структуру реального процесса, а напоминают скорее информационные панели. Основной задачей окон уровня 1 является привлечение внимания оператора, информирование его о необходимости предпринять какие-либо действия или детализировать ситуацию, а также предоставление доступа к окнам следующего уровня.

Окна уровня 2 являются основными рабочими окнами. При создании окон уровня 2 следует основное внимание уделять предполагаемым действиям оператора. Окна уровня 2 могут содержать элементы процесса, но при этом могут не отражать все подробности. Например, в помощь оператору при запуске оборудования

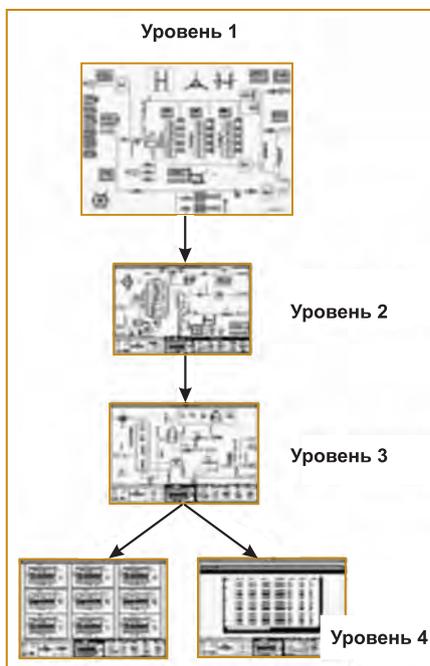


Рис. 1. Иерархия экранов



Рис. 2. Пример отображения параметра

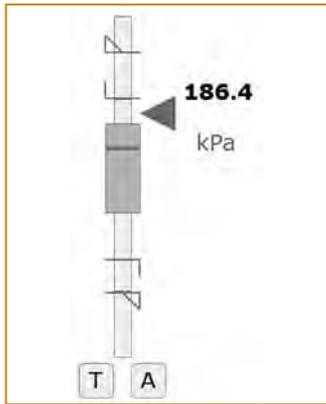


Рис. 3. Аналоговый индикатор

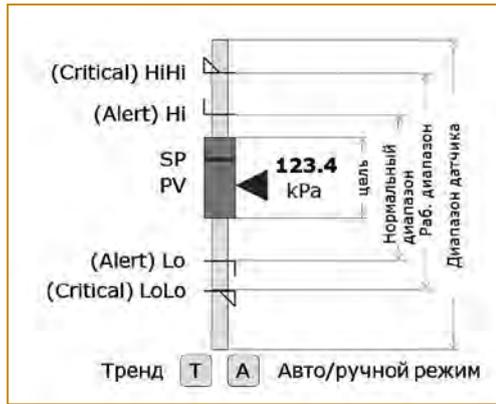


Рис. 4. Элементы индикатора

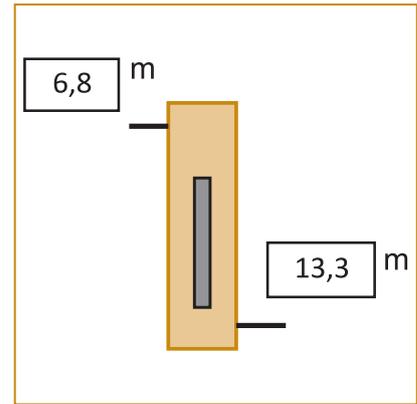


Рис.5. Наполнение или слив?

необходимо создать специальное окно уровня 2, в котором были бы объединены элементы управления и параметры, необходимые для выполнения этих действий запуска. Для каждого окна уровня 1 может существовать несколько экранов уровня 2.

Окна уровня 3 наиболее близко напоминают интерфейсы большинства существующих систем. Окна этого уровня обеспечивают доступ к информации о статусе всего оборудования, охватываемого соответствующим экраном уровня 2. Для каждого экрана уровня 2 может существовать несколько экранов уровня 3.

Окна, содержащие вспомогательную информацию, располагаются на уровне 4. Эти окна отображают тренды, события, аварийные сообщения, справочную/процедурную информацию и прочее.

Такая организация структуры экранов направлена на упрощение решения задач операторами и на уменьшение числа переходов между экранами.

### Представление информации

Предлагаемый здесь подход можно сформулировать как «Показывайте информацию, а не данные». Под информацией здесь понимается представление данных в соответствующем контексте. Когда в системе управления содержится очень много данных, то часто стараются отобразить их все по принципу «оператор сам разберется, что ему нужно» и пытаются разместить эти данные на как можно меньшем числе экранов. Это приводит к тому, что оператор видит большое число цифр, показывающих текущее значение параметра (рис. 2). При этом оператору все время приходится оценивать — как далеко это значение от заданного? Это значение находится в рабочем диапазоне? Возможна ли авария? Это неудобно и может привести к увеличению времени реакции, и как результат — к аварии и выходу оборудования из строя.

Для улучшения восприятия информации следует использовать визуальное представление этих значений. Например, в виде аналогового индикатора (рис. 3). На рис. 4. даны поясняющие надписи к элементам индикатора.

Такое представление информации (значение параметра в контексте уставки, аварийных пределов

и рабочего диапазона) является намного более наглядным.

Можно рассмотреть данный подход к представлению информации на примере классической школьной задачи о бассейне с двумя трубами. На рис. 5 отображена такая схема и показаны два значения — сколько жидкости вливается, и сколько выливается.

А теперь ответьте на вопрос — что происходит: наполнение емкости или слив? Для ответа придется в уме сравнить две цифры, и только потом дать ответ. А если таких схем на экране несколько?

Рассмотрим подход, предлагаемый компанией Wonderware. На рис. 6 отображена та же самая схема, вид которой может меняться в зависимости от состояния процесса. Использование данной схемы не требует выполнения вычислений, достаточно посмотреть на индикацию и сразу понять, какая фаза процесса идет в настоящее время.

### Использование цвета

Графика, специально разработанная для улучшения ситуационного восприятия, может показаться скучной. Но зато ограниченное использование цвета позволяет привлекать внимание оператора именно к тем точкам, где наблюдается отклонение процесса от нормального или ожидаемого состояния.

Когда же состояние системы полностью удовлетворяет норме, графика процесса не должна это подчеркивать и привлекать внимание оператора, так как это лишь перегружало бы его зрительное восприятие. Анимация также должна применяться только в той мере, в какой это необходимо для привлечения внимания оператора, а не просто для эффектной визуализации. Выделение объекта или значения цветом никогда не должно служить единственным способом индикации значения или состояния, но цвет может очень эффективно использоваться для привлечения внимания. Для создания оптимального дизайна НМИ очень важно установить стандарты применения цвета и строго следовать им.

При разработке стандартов цвета для приложения НМИ очень важно исключить его неоднозначное толкование цветовой гаммы. Если один цвет будет иметь несколько значений, то оператор не сможет одно-

значно воспринять и оценить информацию. Одним из вариантов является использование исключительно серого цвета для отображения процесса в нормальном состоянии, и использовать другие цвета только для индикации отклонений (рис. 7).

#### Организация аварийных сигналов

Аварии — это события, требующие принятия каких-либо мер. Поэтому аварийные сигналы являются основным механизмом, инициирующим выполнение оператором неких действий. Однако достаточно часто любое событие в системе отображают как аварийное «для привлечения внимания оператора». В результате системы генерируют такой большой объем аварийных сигналов, что операторы просто не в состоянии его обработать. Для таких систем нужно в первую очередь каким-либо образом улучшить порядок обработки аварийных сигналов. Для начала необходимо провести ревизию всех сконфигурированных в системе аварийных сигналов для оценки их важности. Нередко используется большое число приоритетов аварий, но такая практика требует от оператора четкого понимания каждой из них. А в критических ситуациях недостаток понимания напрямую ведет к ошибочным решениям.

Передовые методики управления аварийной сигнализацией рекомендуют использовать максимум четыре градации (группы) важности аварийных сигналов: критическая, высокая, средняя и низкая. Максимальное время реагирования на их сигналы составляет 5, 30, 60 и 120 мин. соответственно (рис. 8). Это ориентировочные величины, которые можно корректировать согласно реальным особенностям процесса и на которые можно ориентироваться. Если некое «аварийное» событие не требует выполнения каких-либо действий в течение времени, отведенного для аварии низкой важности, то его статус следует изменить на просто «событие» и исключить его из списка аварий.

Для упрощения процесса обработки аварийных сигналов для каждой группы необходимо задать уникальный вариант визуализации, то есть уникальные цвет, форму и идентификатор. На рис. 8 показан принцип использования рамок индикации аварийных сигналов.

В случае критического аварийного сигнала он отображается красным цветом (при этом красный цвет не используется больше ни с какой другой целью) в форме ромба с цифрой 1 внутри. Такое тройное кодирование гарантирует однозначное распознавание критических аварийных сигналов. Такие рамки можно использовать вокруг любых графических элементов для привлечения к ним внимания оператора. Поскольку к одному элементу одновременно может относиться несколько аварийных сигналов, то эти рамки также обеспечат предварительную обработ-

ку важности аварийных сигналов, показав наиболее важный из них. На рис. 9 показан тот же самый аналоговый датчик, как и на рис. 3, но с индикацией аварийного сигнала критической важности.

При одновременном отображении нескольких аварийных сигналов сигналы более низких приоритетов могут помешать восприятию более критичных сигналов. Если агрегировать все аварийные сигналы в системе в той же иерархии, что использовалась для построения структуры навигации, то появляется возможность визуально отображать общее состояние аварий в виде значков справа от навигационного элемента, как показано на рис. 10. На этом рисунке изображены четыре кнопки: одна из них — это кнопка Overview для перехода к общему обзорному окну (например, уровня 2), и три кнопки для перехода к окнам, отображающим единицы оборудования (например, уровня 3). Из рис. 10 видно, что в системе имеется 12 аварий: одна критической важности, четыре — высокой, одна — средней и шесть — низкой. Такая сводка отображается на кнопке перехода к окну Overview. Авария критической важности связана с Reactor 31, аварии высокой важности — по две для Reactor 31 и 33, авария средней важности связана с Reactor 31, и аварии низкой важности — по три для Reactor 31 и 32. Для непосредственного перехода к соответствующему графическому элементу для обработки аварийного сигнала оператору достаточно щелкнуть мышью на нужной кнопке.

Начиная с версий HMI-интерфейса InTouch 2014 и системы диспетчерского управления Wonderware System Platform 2014, такой подход к разработке дизайна HMI доступен пользователю по умолчанию в виде библиотеки соответствующих символов SAL (Situational Awareness Library). Эту библиотеку можно встраивать в существующие системы или использовать при разработке новых. В тех случаях, когда для существующей системы уже имеются окна типа P&ID (Piping and Instrumentation Diagrams), их можно просто дополнить соответствующими окнами уровней 1 и 2, что позволит добиться необходимого уровня ситуационного восприятия при любом имеющемся бюджете.

#### Список литературы

1. Сельченков В.Л. Психологические аспекты дизайна экранных форм для диспетчера // Автоматизация в промышленности. 2012. №6.
2. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Никушичкин П.А. Разработка средств визуализации и отладки управляющих программ для электроавтоматики, интегрированных в систему ЧПУ // Вестник МГТУ СТАНКИН. 2012. № 4 (23).
3. Krajewski J. Situational Awareness. The Next Leap in Industrial Human Machine Interface Design. White paper. <http://situation-awareness.com/>.

*Иванов Андрей Игоревич — руководитель службы технической поддержки Wonderware Russia.  
Контактный телефон (812) 327-37-52.  
E-mail: [info@wonderware.ru](mailto:info@wonderware.ru)  
[Http://www.wonderware.ru](http://www.wonderware.ru)*